

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ / О.В. Юсупова

" ____ " _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.01.07 «Программные комплексы для моделирования химико-технологических процессов»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Химическая технология органических веществ
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Химико-технологический факультет (ХТФ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Технология органического и нефтехимического синтеза"
Кафедра-разработчик	кафедра "Технология органического и нефтехимического синтеза"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

Б1.В.01.07 «Программные комплексы для моделирования химико-технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.03.01 Химическая технология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 922 от 07.08.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат химических
наук

(должность, степень, ученое звание)

С.П Сафронов

(ФИО)

Заведующий кафедрой

Е.Л. Красных, доктор
химических наук, профессор

(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета
факультета / института (или учебно-
методической комиссии)

О.В Лаврентьева, кандидат
химических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

Руководитель образовательной
программы

А.Б. Соколов, кандидат
химических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	5
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	6
4.1 Содержание лекционных занятий	6
4.2 Содержание лабораторных занятий	6
4.3 Содержание практических занятий	10
4.4. Содержание самостоятельной работы	10
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)	11
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения	12
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем	12
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	13
9. Методические материалы	13
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)	14

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-3 Способен осуществлять научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую работу, работы по внедрению прогрессивных экономически обоснованных ресурсо-, энергосберегающих технологических процессов и режимов производства выпускаемой организацией продукции, обеспечивающих повышение уровня технологической подготовки и технического перевооружения производства	ПК-3.5 Владеет средствами вычислительной техники, коммуникаций и связи	Владеть Владеет средствами вычислительной техники для решения технологических задач
	ПК-4 Способен совершенствовать технологии производства продукции, испытывать новые виды техники и технологии в производстве продукции, осваивать прогрессивные технологические процессы, предлагать и внедрять рационализаторские предложения и изобретения	ПК-4.3 Знает современные программные продукты в проектировании химико-технологических процессов, технологий производства новой продукции	Знать Знает современные программные продукты для расчета существующих и проектирования новых производств
		ПК-4.5 Умеет проводить технологические расчеты оборудования химических технологий	Уметь Умеет проводить технологические расчеты оборудования химических технологий в среде специализированных программных комплексов

		ПК-4.6 Владеет навыками работы в программных продуктах для моделирования и проектирования химических процессов	Владеть Владеет навыками создания математической модели химико-технологических процессов
--	--	--	--

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-3	Мембранные технологии в процессах фракционирования, выделения, очистки веществ; Мировые тенденции в развитии технологий органического синтеза; Расчеты и прогнозирование свойств органических соединений и их смесей	Мембранные технологии в процессах фракционирования, выделения, очистки веществ; Мировые тенденции в развитии технологий органического синтеза	Основы проектирования химико-технологических процессов; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
ПК-4	Мембранные технологии в процессах фракционирования, выделения, очистки веществ; Мировые тенденции в развитии технологий органического синтеза; Оборудование процессов органического синтеза; Процессы разделения, концентрирования и очистки веществ в химии и химической технологии; Сырьевые процессы отрасли	Мембранные технологии в процессах фракционирования, выделения, очистки веществ; Мировые тенденции в развитии технологий органического синтеза; Оборудование процессов органического синтеза	Основы проектирования химико-технологических процессов; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	7 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	64	64
Лабораторные работы	64	64
Внеаудиторная контактная работа, КСР	3	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	41	41
выполнение расчетно-графических работ	21	21
подготовка к зачету	20	20

Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Программные комплексы для моделирования ХТП	0	4	0	10	14
2	Методы расчета свойств органических веществ и их смесей в программных комплексах для моделирования ХТП	0	8	0	10	18
3	Моделирование оборудования в программных комплексах для моделирования ХТП	0	32	0	10	42
4	Расчет и оптимизация технологической схемы в программных комплексах для моделирования ХТП	0	20	0	11	31
	КСР	0	0	0	0	3
	Итого	0	64	0	41	108

4.1 Содержание лекционных занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
7 семестр				
1	Программные комплексы для моделирования ХТП	1.1 Программные продукты для моделирования ХТП	История и перспективы развития компьютерного моделирования химико-технологических процессов. Обзор современных программных продуктов для моделирования ХТС. Назначение и функциональные возможности HYSYS.	2
2	Программные комплексы для моделирования ХТП	1.2 Основы работы в HYSYS.	Основные структурные термины. Интерфейс программы. Ввод данных. Диспетчер базиса. Задание объектов, операций и потоков. Графический режим в HYSYS. Задание смеси органических веществ с известным составом компонентов.	2

3	Методы расчета свойств органических веществ и их смесей в программных комплексах для моделирования ХТП	2.1 Методы задания и расчета свойств индивидуальных веществ и смесей	Задание смеси органических веществ с известным составом компонентов. Настройка доступа к базам данных физических свойств. Описание материальных потоков.	2
4	Методы расчета свойств органических веществ и их смесей в программных комплексах для моделирования ХТП	2.1 Методы задания и расчета свойств индивидуальных веществ и смесей	Режим «Расчетного исследования». Построение температурных кривых доли отгона и среднего молекулярного веса паровой фазы. Табуляция зависимости вязкости от P-T условий.	2
5	Методы расчета свойств органических веществ и их смесей в программных комплексах для моделирования ХТП	2.2 Методы задания и расчета свойств нефти.	Задание гипотетических компонентов. Утилиты задания нефтей. Задание и расчет свойств смешанной нефти. Методы расчета свойств нефти.	2
6	Методы расчета свойств органических веществ и их смесей в программных комплексах для моделирования ХТП	2.2 Методы задания и расчета свойств нефти.	Задание гипотетических компонентов. Утилиты задания нефтей. Задание и расчет свойств смешанной нефти. Методы расчета свойств нефти.	2
7	Моделирование оборудования в программных комплексах для моделирования ХТП	3.1 Расчет простых модульных операций.	Расчет трубопроводов. Особенности задания входных данных для расчета.	2
8	Моделирование оборудования в программных комплексах для моделирования ХТП	3.1 Расчет простых модульных операций.	Расчет компрессоров и насосов. Расчет сепараторов. Расчет нагревателей и холодильников.	2
9	Моделирование оборудования в программных комплексах для моделирования ХТП	3.2 Расчет простых модульных операций.	Подбор компрессоров, насосов и сепараторов. Расчет энергопотребления технологической схемы.	2
10	Моделирование оборудования в программных комплексах для моделирования ХТП	3.2 Расчет простых модульных операций.	Простое моделирование рекуперации тепла. Расчет аппарата воздушного охлаждения.	2

11	Моделирование оборудования в в программных комплексах для моделирования ХТП	3.3 Расчет кожухотрубчатого теплообменника в HYSYS.	Описание основных параметров теплообменника. Задание характеристик потоков, выбор модели расчета, размеров теплообменника, характеристик теплопередачи и т.д.	2
12	Моделирование оборудования в в программных комплексах для моделирования ХТП	3.3 Расчет кожухотрубчатого теплообменника в HYSYS.	Расчет температур и тепловых потоков. Расчет расхода теплоносителя. Расчет параметров теплообменника.	2
13	Моделирование оборудования в в программных комплексах для моделирования ХТП	3.4 Упрощенное моделирование процесса ректификации.	Моделирование покомпонентного делителя. Расчет числа тарелок с помощью упрощенной колонны.	2
14	Моделирование оборудования в в программных комплексах для моделирования ХТП	3.4 Упрощенное моделирование процесса ректификации.	Моделирование системы ректификационных колонн.	2
15	Моделирование оборудования в в программных комплексах для моделирования ХТП	3.5 Расчет ректификационной колонны в HYSYS.	Описание основных параметров колонны. Задание спецификации расчета. Моделирование процесса ректификации. Выбор оптимального положения тарелки питания. Выбор оптимального числа тарелок	2
16	Моделирование оборудования в в программных комплексах для моделирования ХТП	3.5 Расчет ректификационной колонны в HYSYS.	Исследование зависимости энергетической нагрузки от отбора дистиллята. Оценка целесообразности изменения давления в системе.	2
17	Моделирование оборудования в в программных комплексах для моделирования ХТП	3.6 Расчет установки АВТ в HYSYS.	Описание основных параметров установки АВТ. Задание спецификации расчета атмосферной и вакуумной ректификационной колонны.	2
18	Моделирование оборудования в в программных комплексах для моделирования ХТП	3.6 Расчет установки АВТ в HYSYS.	Моделирование установки АВТ.	2
19	Моделирование оборудования в в программных комплексах для моделирования ХТП	3.7 Моделирование реактора Гиббса.	Задание соединений, участвующих в реакции, и их характеристик. Задание типа реактора по тепловому режиму. Определение характеристик потоков. Расчет реактора Гиббса.	2

20	Моделирование оборудования в в программных комплексах для моделирования ХТП	3.7 Моделирование реактора Гиббса.	Подбор оптимальных условий проведения реакции.	2
21	Моделирование оборудования в в программных комплексах для моделирования ХТП	3.8 Моделирование конверсионного реактора.	Задание соединений, участвующих в реакции, и их характеристик. Задание типа реактора по тепловому режиму. Определение характеристик потоков. Задание реакций, протекающих в аппарате. Расчет конверсионный реактора.	2
22	Моделирование оборудования в в программных комплексах для моделирования ХТП	3.8 Моделирование конверсионного реактора.	Моделирование установок с реакционной системой.	2
23	Расчет и оптимизация технологической схемы в программных комплексах для моделирования ХТП	4.1. Логические операции.	Формирование технологической схемы. Процедура расчета. Логические операции: подбор, уставка, рецикл, электронная таблица, баланс. Функции и особенности использования логических операций.	2
24	Расчет и оптимизация технологической схемы в программных комплексах для моделирования ХТП	4.1. Логические операции.	Формирование технологической схемы. Процедура расчета. Логические операции: подбор, уставка, рецикл, электронная таблица, баланс. Функции и особенности использования логических операций.	2
25	Расчет и оптимизация технологической схемы в программных комплексах для моделирования ХТП	4.2 Расчет и оптимизация технологической схемы.	Расчет установки осушки кислых газов с помощью триэтиленгликоля. Использование рецикла.	2
26	Расчет и оптимизация технологической схемы в программных комплексах для моделирования ХТП	4.2 Расчет и оптимизация технологической схемы.	Расчет установки осушки кислых газов с помощью триэтиленгликоля. Использование рецикла.	2
27	Расчет и оптимизация технологической схемы в программных комплексах для моделирования ХТП	4.2 Расчет и оптимизация технологической схемы.	Оптимизатор. Применение операции Оптимизатор на примере колонны дегутизации.	2

28	Расчет и оптимизация технологической схемы в программных комплексах для моделирования ХТП	4.2 Расчет и оптимизация технологической схемы.	Оптимизатор. Применение операции Оптимизатор на примере колонны дебутанизации.	2
29	Расчет и оптимизация технологической схемы в программных комплексах для моделирования ХТП	4.2 Расчет и оптимизация технологической схемы.	Моделирование технологической схемы процесса по заданию преподавателя. Использование различных вариантов логических операций. Определение размеров аппаратов.	2
30	Расчет и оптимизация технологической схемы в программных комплексах для моделирования ХТП	4.2 Расчет и оптимизация технологической схемы.	Моделирование технологической схемы процесса по заданию преподавателя. Использование различных вариантов логических операций. Определение размеров аппаратов.	2
31	Расчет и оптимизация технологической схемы в программных комплексах для моделирования ХТП	4.2 Расчет и оптимизация технологической схемы.	Моделирование технологической схемы процесса по заданию преподавателя. Использование различных вариантов логических операций. Определение размеров аппаратов.	2
32	Расчет и оптимизация технологической схемы в программных комплексах для моделирования ХТП	4.2 Расчет и оптимизация технологической схемы.	Моделирование технологической схемы процесса по заданию преподавателя. Использование различных вариантов логических операций. Определение размеров аппаратов.	2
Итого за семестр:				64
Итого:				64

4.3 Содержание практических занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
7 семестр			

Программные комплексы для моделирования ХТП	Подготовка к зачету	Современные программные продукты для моделирования ХТП: HYSYS, ChemCAD, Aspen Plus, Pro/II	10
Методы расчета свойств органических веществ и их смесей в программных комплексах для моделирования ХТП	Подготовка к зачету	Методы расчета термодинамических свойств в моделирующих программах	10
Моделирование оборудования в программных комплексах для моделирования ХТП	Выполнение РГР	Расчет оборудования органического синтеза: насос, компрессор, сепаратор, теплообменник, ректификационная колонна, химический реактор.	10
Расчет и оптимизация технологической схемы в программных комплексах для моделирования ХТП	Выполнение РГР	Особенности технологического оформления промышленных схем основных процессов органического синтеза.	11
Итого за семестр:			41
Итого:			41

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Кирпичников, П.А. Альбом технологических схем основных производств промышленности синтетического каучука : Учеб.пособие / П.А.Кирпичников, В.В.Береснев, Л.М.Попова .- 2-е изд., перераб. и доп..- Л., Химия, 1986.- 223 с.	Электронный ресурс
2	Лебедев, Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза : учеб. / Н. Н. Лебедев .- 4-е изд., перераб. и доп.-; Репр. изд..- М., Альянс, 2013.- 589 с.	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
3	Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем : Учеб.пособие / В.И.Аверченков, В.П.Федоров, М.Л.Хейфец; Брян.гос.техн.ун-т.- Брянск, Изд-во БГТУ, 2004.- 270 с.	Электронный ресурс
4	Мейерс, Р.А. Основные процессы нефтепереработки : справ. / Р. А. Мейерс ; пер. с 3-го англ. изд., под ред.: О. Ф. Глаголевой, О. П. Лыкова.- СПб., Профессия, 2011.- 940 с.	Электронный ресурс
5	Основные процессы нефтехимии : справ.: пер. с англ. / ред. Р. А. Мейерс.- СПб., Профессия, 2015.- 747 с.	Электронный ресурс
6	Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки : учеб. / В. М. Потехин, В. В. Потехин .- 2-е изд., испр. и доп..- СПб., Химиздат, 2007.- 943 с.	Электронный ресурс

7	Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки : Учеб. / В.М.Потехин, В.В.Потехин.- СПб., ХИМИЗДАТ, 2005.- 912 с.	Электронный ресурс
8	Самарский, А.А. Математическое моделирование : Идеи. Методы. Примеры / А.А.Самарский, А.П.Михайлов .- 2-е изд., испр.- М., Физматлит, 2002.- 316 с.	Электронный ресурс
9	Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем : Учеб. .- 2-е изд., испр. и доп.- Минск, Дизайн ПРО, 2004.- 639 с.	Электронный ресурс
10	Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем : Учеб.- Минск, Дизайн ПРО, 1997.- 640 с.	Электронный ресурс
Учебно-методическое обеспечение		
11	Методические указания к самостоятельной работе студентов : методические указания / Самар. гос. техн. ун-т, Технология органического и нефтехимического синтеза; сост.: С. В. Портнова, А. Б. Соколов.- Самара, 2019.- 57 с.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 3729	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	UniSim Design Suite	Honeywell Process Solutions (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	ScienceDirect - 4 коллекции: Chemistry, Engineering, Materials Science, Physics and Astronomy	http://www.sciencedirect.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
2	Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина	http://elib.gubkin.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
3	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

4	РОСПАТЕНТ	http://www1.fips.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
---	-----------	---	--

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия null

Практические занятия null

Лабораторные занятия

Для лабораторных занятий используются аудитории № 35 корпус № 2, оснащенная следующим оборудованием: 13 персональными компьютерами, специализированным программным обеспечением и доступом в Интернет.

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки, ауд. 83а, 414, 416, 0209 АСА СамГТУ; ауд. 401 корпус №10);
- компьютерные классы (ауд. 208, 210 корпус № 8).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчетности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала

изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.01.07 «Программные комплексы для
моделирования химико-технологических
процессов»

**Фонд оценочных средств
по дисциплине**

Б1.В.01.07 «Программные комплексы для моделирования химико-технологических процессов»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Химическая технология органических веществ
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Химико-технологический факультет (ХТФ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Технология органического и нефтехимического синтеза"
Кафедра-разработчик	кафедра "Технология органического и нефтехимического синтеза"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной
программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-3 Способен осуществлять научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую работу, работы по внедрению прогрессивных экономически обоснованных ресурсо-, энергосберегающих технологических процессов и режимов производства выпускаемой организацией продукции, обеспечивающих повышение уровня технологической подготовки и технического перевооружения производства	ПК-3.5 Владеет средствами вычислительной техники, коммуникаций и связи	Владеть Владеет средствами вычислительной техники для решения технологических задач
	ПК-4 Способен совершенствовать технологии производства продукции, испытывать новые виды техники и технологии в производстве продукции, осваивать прогрессивные технологические процессы, предлагать и внедрять рационализаторские предложения и изобретения	ПК-4.3 Знает современные программные продукты в проектировании химико-технологических процессов, технологий производства новой продукции	Знать Знает современные программные продукты для расчета существующих и проектирования новых производств
		ПК-4.5 Умеет проводить технологические расчеты оборудования химических технологий	Уметь Умеет проводить технологические расчеты оборудования химических технологий в среде специализированных программных комплексов

		ПК-4.6 Владеет навыками работы в программных продуктах для моделирования и проектирования химических процессов	Владеть Владеет навыками создания математической модели химико-технологических процессов
--	--	--	--

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код и индикатор достижения компетенции	Оценочные средства	
	Раздел 1-4.	
	Расчетно-графическая работа	Промежуточная аттестация – зачет с оценкой
<i>ПК-3.5 (В)</i>	Владеет средствами вычислительной техники для решения технологических задач	Владеет средствами вычислительной техники для решения технологических задач
<i>ПК-4.3 (З)</i>	Знает современные программные продукты для расчета существующих и проектирования новых производств	Знает современные программные продукты для расчета существующих и проектирования новых производств
<i>ПК-4.5 (У)</i>	Умеет проводить технологические расчеты оборудования химических технологий в среде специализированных программных комплексов	Умеет проводить технологические расчеты оборудования химических технологий в среде специализированных программных комплексов
<i>ПК-4.6 (В)</i>	Владеет навыками создания математической модели химико-технологических процессов	Владеет навыками создания математической модели химико-технологических процессов

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

Формы текущего контроля успеваемости

Примеры заданий для самостоятельного выполнения на лабораторных работах

Задание 1

Рассчитать материальные и тепловые балансы выделения газа из нефти в схеме трех ступенчатых сепараторов:

в 1 сепараторе: $p=1621$ кПа

во 2 сепараторе: $p=608$ кПа

в теплообменнике нефть нагревается до 70°C

в 3 сепараторе: $p=152$ кПа.

Нефть приходит с давлением 7600 кПа и температурой 20°C . Количество нефти – 1000 кг/ч.

Состав нефти

Наименование соединения	Мольная доля
CO ₂	0,0016
Nitrogen	0,0135
Methane	0,1939
Ethane	0,1432
Propane	0,1295
i-Butane	0,0187
n-Butane	0,0584
i-Pentane	0,0273
n-Pentane	0,0312
Cyclopentane	0,0012
23-Mbutane	0,0155
3-Mpentane	0,0105
n-Hexane	0,019
Mscyclopentan	0,0048
22-Mpentane	0,0005
Cyclohexane	0,0028
n-Heptane	0,0329
Mscyclohexane	0,0065
ostatok	0,289

Остаток ввести как гипотетический компонент со следующими характеристиками: молекулярная масса – 262 кг/кмоль; плотность – 800 кг/м³.

Задание 2

Рассчитать колонну ректификации пропан-пропиленовой фракции для получения пропилена чистотой $99,8$ % масс. Подобрать количество тарелок и оптимальную тарелку питания.

Состав пропан-пропиленовой фракции

Компонент	% массовых
Пропан	38
Пропилен	55
Этилен	2
Бутадиен	5

Характеристика колонны
Давление в верху – 9 кгс/см²

Давление в низу – 11 кгс/см²

Сырье поступает с температурой 20°C и давлением 10 кгс/см²

Количество сырья – 1000 кмоль/ч.

Задание 3

Рассчитать материальные и тепловые балансы схемы выделения метановой фракции из природного газа. Газ приходит с давлением 0,08 МПа и температурой 30°C.

Состав природного газа

Компоненты	Технологическая углеводородная смесь с Покровского месторождения	
	% об.	% вес.
N ₂	7,713	8,15
CO ₂	0,524	0,887
H ₂ S	отс.	отс.
O ₂	0,031	0,037
CH ₄	54,208	33,632
C ₂ H ₆	17,732	20,412
C ₃ H ₈	13,646	22,681
i C ₄ H ₁₀	1,609	3,524
n C ₄ H ₁₀	3,366	7,372
i C ₅ H ₁₂	0,538	1,467
n C ₅ H ₁₂	0,43	1,174
Σ C _{6+В}	0,203	0,664
H ₂ S, г/м ³	отс.	
H ₂ O, г/м ³	0,38	
Плотность, кг/м ³	1,090	

Задание 4

Рассчитать колонну выделения бутана из газовой смеси.

Состав смеси

Компоненты	Мольн. доля
CH ₄	0.203
C ₂ H ₆	0.266
C ₃ H ₈	0.258
i C ₄ H ₁₀	0.132
n C ₄ H ₁₀	0.141

Характеристики питания: температура – 10°C, давление – 15 бар, мольный расход – 130 кмоль/ч.

При расчете колонны надо учитывать следующие параметры:

1. Содержание бутана в дистилляте – 1 % мольн.
2. Содержание пропана в кубе – 2% мольн.
3. Кпд тарелки – 0,75
4. Давление в кубе колонны – 14 бар, в конденсаторе – 13 бар.
5. Число тарелок – 10.
6. Питание поступает на 5 тарелку.

Для предыдущей задачи рассчитайте:

1. оптимальное число тарелок колонны в интервале от 10 до 20;
 2. номер тарелки для ввода питания в интервале от 3 до 10;
 3. оценить значение энергоемкости процесса от степени извлечения бутана. Содержание бутана в дистилляте (% мольн.) принимать равным: 2; 1,5; 1; 0,75; 0,5; 0,2; 0,1.
 4. оценить целесообразность изменения давления в колонне. Рассчитать следующие случаи: давление в кубе – 16 бар, в конденсаторе – 15 бар; давление в кубе – 13 бар, в конденсаторе – 12 бар.
- Критерий оценки – суммарные энергетические затраты колонны.

Задание 5

Рассчитать схему очистки природного газа моноэтаноламином (МЭА). Определить количество свежего МЭА и воды, которое необходимо добавлять к рецикловому потоку МЭА. Определить влияние концентрации МЭА в растворе на чистоту получаемого газа (содержание H_2S). Содержание МЭА изменять в пределах от 5 до 15 % масс. Определить влияние количества раствора МЭА на чистоту получаемого газа (содержание H_2S).

Природный газ в количестве 95 т/ч с температурой 40°C и давлением 50 бар поступает в абсорбер, где очищается от сероводорода водным раствором МЭА. Раствор МЭА подается в количестве 150 т/ч с температурой 40°C и давлением 50 бар. Абсорбер содержит 12 тарелок. Профиль давления в абсорбере: давление верха 40 бар, давление низа 41 бар. С верха абсорбера уходит очищенный газ.

Насыщенный раствор МЭА, уходящий с низа абсорбера, дросселируется до давления 1,2 бар, проходит сепаратор, подогревается в нагревателе до 90°C (принять потери давления 0,7 кг/см²) и направляется в регенератор.

Регенератор представляет собой ректификационную колонну с конденсатором и ребойлером и содержит 20 тарелок. Поток МЭА поступает на 9 тарелку регенератора. Профиль давления регенератора: давление верха – 1,1 бар; давление низа – 1,3 бар. Кислые газ выходят с верха регенератора и содержат сероводород и CO_2 .

Регенерированный МЭА с низа колонны охлаждается и вновь подается в аминовый абсорбер.

Состав природного газа

Компоненты	мольн. доля
CO_2	0,0136
H_2S	0,017
H_2O	0,0005
CH_4	0,8810
C_2H_6	0,0641
C_3H_8	0,0171
i C_4H_{10}	0,0018
n C_4H_{10}	0,0024
i C_5H_{12}	0,0007
n C_5H_{12}	0,0007
n C_6H_{14}	0,0005
n C_7H_{16}	0,0006

Состав раствора МЭА

Компоненты	мольн. доля
H_2O	0,95
МЭА	0,05
Итого	1

Задание для РГР

по дисциплине «Программные комплексы для моделирования химико-технологических процессов»

Предложить схему проведения предложенного технологического процесса. Схема должна включать: реактор, теплообменники, насосы, ректификационные колонны, компрессоры, сепараторы, емкости. Логические операции.

Используя реактор Гиббса подобрать оптимальные условия ведения процесса (температура, давление, соотношение компонентов). Выбрать адиабатический или изотермический реактор. Обосновать выбор. Рассчитать материальные и тепловые балансы всех аппаратов по заданным условиям.

РГР должна быть оформлена на листах А4 с использованием Office Word, Open Office и должна содержать следующие разделы:

1. Титульный лист.
2. Задание на РГР.
2. Информация по моделируемому процессу с писанием технологической схемы.
3. Химические реакции, принятые для моделирования процесса.
4. Обоснование выбранных условий проведения процесса (температура, давление, соотношение компонентов) с результатами расчета в HYSYS.
5. Обоснование выбора теплового режима реактора.
6. Моделируемая схема.
7. Таблицы, сформированные программой HYSYS, с данными по всем потокам и аппаратам.

Варианты тем РГР

1. Моделирование процесса изомеризации пентана в изопентан
2. Моделирование процесса дегидрирования изопентана
3. Моделирование процесса получения *трет*-амилметилового эфира (ТАМЭ)
4. Моделирование процесса выделения ТАМЭ
5. Моделирование процесса селективной очистки бензола
6. Моделирование процесса алкилирования бензола пропиленом
7. Моделирование процесса выделения изопропилбензола
8. Моделирование процесса окисления изопропилбензола
9. Моделирование процесса концентрирования гидроперекиси изопропилбензола
10. Моделирование процесса разделения фенола и ацетона
11. Моделирование процесса выделения товарного фенола
12. Моделирование процесса выделения этан-этиленовой фракции из газа пиролиза
13. Моделирование процесса разделения этан-этиленовой фракции
14. Моделирование процесса гидратации этилена
15. Моделирование процесса выделения этанола
16. Моделирование процесса алкилирования фенола изобутиленом
17. Моделирование процесса гидрирования бензола
18. Моделирование процесса окисления циклогексана
19. Моделирование процесса разделения циклогесанола и циклогексанона
20. Моделирование процесса гидрирования фенола
21. Моделирование процесса окисления циклогексанола до циклогексанона
22. Моделирование процесса очистки природного газа от сернистых примесей
23. Моделирование процесса выделения этановой фракции из ШФЛУ
24. Моделирование процесса выделения пропановой фракции из ШФЛУ

Пример задания для РГР

Моделирование процесса пиролиза этановой фракции.

Сырье – этановая фракция; водяной пар.

При расчете учесть следующие реакции: дегидрирование, крекинг, димеризация этилена; образование бензола.

Метод расчета свойств компонентов – Peng-Robinson

Состав сырья

Компонент	% масс.
метан	4
этан	90
пропан	6

Технологические параметры сырьевых потоков и зоны реакции

Поток	T, °C	P, атм	Расход, кмоль/ч
Сырье	30	7	1000
Водяной пар	200	12	-

Продукты и требования к ним

Продукты	Требования
Газ пиролиза	Основной компонент – этилен. Минимальное содержание бензола
Пиролизная смола	Минимальное содержание углеводородов C ₄

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции.

Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно».

Шкала оценивания:

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 86% и более (в соответствии с картами компетенций) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 61% и более (в соответствии с картами компетенций) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 51% и более (в соответствии с картами компетенций) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 50% (в соответствии с картами компетенций) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) системам оценок представлено в таблице

Интегральная оценка

Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5	86 - 100
4	4	61-85
3	3	51-60
2 и 1	2, Незачет	0-50
5, 4, 3	Зачет	51-100

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной

сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.