МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.01.06 «Программные комплексы для моделирования химико-технологических процессов»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Химико-технологический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Химическая технология переработки нефти и газа"
Кафедра-разработчик	кафедра "Технология органического и нефтехимического синтеза"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

Самара 2024

Б1.В.01.06 «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	С.П Сафронов
(должность, степень, ученое звание)	(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	Ю.В. Еремина, кандидат химических наук
	(ФИО, степень, ученое звание)
Заведующий выпускающей кафедрой	В.А. Тыщенко, доктор технических наук, профессор
	(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 11
4.4. Содержание самостоятельной работы 11
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-исследовательские и опытно-конструкторские работы, 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-3.7 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-4.1 Знает технологии переработки нефти и получения некоторых продуктов органического синтеза	Знать Знает технологии переработки нефти в товарные продукты
		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	Вычислительная математика; Инструментальные методы анализа в химической технологии; Катализ в нефтепереработке; Катализ в химической технологии; Компьютерная химия в химической технологии; Свойства смесей органических соединений в критической области; Хроматография в химической технологии	Основы проектирования нефтеперерабатывающих предприятий; Техническая термодинамика и теплотехника	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
ПК-4	Компьютерная химия в химической технологии	Применение электронно-вычислительных машин в профессиональной деятельности	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 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 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 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 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 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 дебутанизации.	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 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.	Книжный фонд
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.	Книжный фонд
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.	Книжный фонд
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.	Книжный фонд
5	Основные процессы нефтехимии : справ.: пер. с англ. / ред. Р. А. Мейерс.- СПб., Профессия, 2015.- 747 с.	Книжный фонд
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.	Книжный фонд
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.	Книжный фонд
8	Самарский, А.А. Математическое моделирование : Идеи. Методы. Примеры / А.А.Самарский,А.П.Михайлов .- 2-е изд.,испр..- М., Физматлит, 2002.- 316 с.	Книжный фонд
9	Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем : Учеб. .- 2-е изд.,испр.и доп..- Минск, Дизайн ПРО, 2004.- 639 с.	Книжный фонд
10	Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем : Учеб..- Минск, Дизайн ПРО, 1997.- 640 с.	Книжный фонд
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 ин-формационной 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

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 возможно-стью 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 отчётности 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.01.06 «Программные комплексы для моделирования химико-технологических процессов»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.01.06 «Программные комплексы для моделирования химико-технологических процессов»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Химико-технологический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Химическая технология переработки нефти и газа"
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-исследовательские и опытно-конструкторские работы, 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-3.7 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-4.1 Знает технологии переработки нефти и получения некоторых продуктов органического синтеза	Знать Знает технологии переработки нефти в товарные продукты
		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
ПК-3.7 (В)	Владеет средствами вычислительной техники для решения технологических задач	Владеет средствами вычислительной техники для решения технологических задач
ПК-4.1 (З)	Знает технологии переработки нефти в товарные продукты	Знает технологии переработки нефти в товарные продукты
ПК-4.3 (З)	Знает современные программные продукты для расчета существующих и проектирования новых производств	Знает современные программные продукты для расчета существующих и проектирования новых производств
ПК-4.5 (У)	Умеет проводить технологические расчеты оборудования химических технологий в среде специализированных программных комплексов	Умеет проводить технологические расчеты оборудования химических технологий в среде специализированных программных комплексов
ПК-4.6 (В)	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.

Пример задания для Контрольной точки №1

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

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_2S	отс.	отс.
O_2	0,031	0,037
CH_4	54,208	33,632
C_2H_6	17,732	20,412
C_3H_8	13,646	22,681
i C_4H_{10}	1,609	3.524
n C_4H_{10}	3,366	7,372
i C_5H_{12}	0,538	1,467
n C_5H_{12}	0,43	1,174
Σ C_{6+B}	0,203	0,664
H_2S, г/м^3	отс.	
H_2O, г/м^3	0,38	
Плотность, кг/м^3	1,090	

Пример задания для Контрольной точки №2

Предложить схему разделения смеси на индивидуальные вещества с чистотой не менее 0,999. Начальный поток 1000 к/моль, t = 60 ºС, Р = 2 атм. Перепад давления в каждой колонне (между кипятильником и конденсатором) 10 кПа.

Мольные доли компонентов:

Вариант	1	2	3	4	5	12
Бензол	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
Толуол	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
Этилбензол	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4
Изопропилбензол	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1

Пример задания для Контрольной точки №3

Исходный поток (бензол /этилбензол = 60 / 40 мольн) в количестве 100 кмоль с температурой 20 ºС и давлением 324 кПа нагревается до 120 ºС и поступает на питание ректификационной колонны.

Бензол отбирается с верха колонны в паровой фазе (Р = 1,5 атм и чистотой не менее 0,999) и направляется в теплообменник, где нагревается до 120 ºС.

Этилбензол отбирается из куба колонны (Р = 1,7 атм и чистотой не менее 0,999) и охлаждается до 70 ºС.

Имеется один дополнительный поток водяного пара с температурой 140 ºС и давлением 3 атм, в количестве 400 кг/ч.

Предложить энергоэффективную схему осуществления данного процесса. Сопротивление всех теплообменников принять по 10 кПа.

Пример задания для Контрольной точки №4

Сырьевой поток пропан-пропиленовой фракции (мольная доля пропилена 0,9) в количестве 1000 кмоль/ч, температурой 20 ºС и давлением 3 атм смешивается с пропиленом, полученным в реакторе дегидрирования и направляется в реактор алкилирования. Туда же подается смесь рециклового и подпиточного бензола в количестве 4000 кмоль/ч, температурой 80 ºС, давлением 3 атм.

Реактор алкилирования моделируется как конверсионный со степенью конверсии по пропилену 100%, без подвода дополнительной энергии.

Выходящий из реактора газ проходит через несколько сепараторов с отводом энергии, где конденсируется испаренный в реакторе бензол. Минимально доступная температура в сепараторах 4 ºС, конечное давление газа 1 атм.

Очищенный от бензола газ (содержание бензола менее 5% мольн) после нагрева поступает в равновесный реактор с подводом энергии, в котором происходит дегидрирование пропана с образованием пропилена. Выходящий реакционный газ (содержание остаточного пропана менее 1% мольн.) нагревает поступающий в реактор пропан, после чего доохлаждается до 25 ºС в аппарате воздушного охлаждения и сжимается компрессором. После сжатия, газ охлаждается до 150 ºС водой (водный поток t = 25 ºС, P = 1 атм) с получением насыщенного водяного пара. Далее, в сепараторе с отводом энергии, происходит конденсация пропилена. Минимально доступная температура в сепараторе - минус 50 ºС. Сконденсированный поток, содержащий не менее 97 кмоль/ч пропилена, поступает в теплообменник, где охлаждает поступающий в этот сепаратор исходный газ. При этом, сам пропилен испаряется, и с давлением 3 атм направляется на смешение с пропан-пропиленовой фракцией, поступающей на алкилирование.

Жидкая реакционная масса, выходящая из реактора алкилирования, смешивается с бензолом, сконденсированным из газового потока, и направляется в колонну выделения изопропилбензола. Полученный в этой колонне бензол подается насосом в рецикл. Количество готового продукта (изопропилбензола) не менее 995 кмоль/ч с чистотой 0,9999 (мольн).

Все используемые теплообменники моделируются как противоточные одноходовые. Сопротивление по умолчанию 0 кПа.

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 UniSim Design.

5. Обоснование выбора теплового режима реактора.

6. Моделируемая схема.

7. Таблицы, сформированные программой UniSim Design, 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

Тесты по компетенциям

Дисциплина Б1.В.01.07 Программные комплексы для моделирования химико-технологических процессов
(шифр и наименование дисциплины**)**

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
ПК-3 Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, 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				
1.	**Прочитайте текст вопроса и выберите несколько правильных ответов:** Укажите программные продукты, используемые для моделирования химико-технологических процессов А) ChemSketch Б) UniSim Design В) CorelDraw Г) Aspen HYSYS	Б, Г	1.1 Программные продукты для моделирования ХТП	7
2.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Работа в HYSYS начинается с … А) Создания материального потока Б) Создания компонентного листа В) Выбора термодинамического пакета Г) Выбора режима «Статика» / «Динамика»	Б	1.2 Основы работы в HYSYS	7

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
3.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Компонентный состав можно задавать в долях … А) Мольных Б) Массовых В) Объемных Г) Все ответы верны	Г	2.1 Методы задания и расчета свойств индивидуальных веществ и смесей	7
4.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** При задании нефти используем метод разгонки ИТК, в HYSYS это ... А) ASTM Б) ETK В) TBP Г) EFV	В	2.2 Методы задания и расчета свойств нефти	7
5.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** При работе в статике объем сепаратора… А) Влияет на гидростатическое давление на дно Б) Ни на что не влияет В) Влияет на время заполнения сепаратора Г) Влияет на скорость расчетов	Б	3.1 Расчет простых модульных операций	7
6.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** В теплообменнике при работе в статике, пользователь изменяет желаемые температуры на выходе. Для этого программа… А) Изменяет поверхность теплообмена Б) Изменяет длину и количество труб В) Изменяет коэффициент теплопередачи Г) Все ответы верны	В	3.3 Расчет кожухотрубчатого теплообменника в HYSYS	7
7.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** В упрощенной колонне Short Cut Distillation … А) Пользователь задает ориентировочное число тарелок, программа рассчитывает флегмовое число Б) Пользователь задает ориентировочное значение флегмы, программа рассчитывает точное значение В) Пользователь задает ориентировочное значение флегмы, программа рассчитывает число тарелок Г) Пользователь задает ориентировочное число тарелок, программа рассчитывает флегму	В	3.4 Упрощенное моделирование процесса ректификации	7
8.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Укажите вкладку, на которой пользователь может выбрать желаемые спецификации для расчета	А	3.5 Расчет ректификационной колонны в HYSYS	7

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	колонны А) Monitor Б) Connections В) User Variables Г) Parameters			
9.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Боковые стриппинги в HYSYS создаются… А) Как отдельные колонны Б) Внутри Distilation Column В) Внутри колонны без кипятильника Г) Внутри колонны без конденсатора	В	3.6 Расчет установки АВТ в HYSYS	7
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				
10.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Для того, чтобы выяснить температуру кипения вещества или смеси при данном давлении необходимо …. А) Найти эту информацию во вкладке Conditions для потока Б) Найти эту информацию во вкладке Properties для потока В) Найти эту информацию во вкладке Composition / Vapour Phase для потока Г) Поставить в графу Vapour/Phase Fraction единицу	Г	2.1 Методы задания и расчета свойств индивидуальных веществ и смесей	7
11.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Укажите место в колонне, в котором давление минимально А) В кубе Б) В конденсаторе В) На питании Г) Везде одинаково	Б	3.5 Расчет ректификационной колонны в HYSYS.	7
12.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Выберете, к какому типу реактора можно отнести реактор Гиббса А) Равновесный Б) Конверсионный В) Кинетический Г) К любому из перечисленных	А	3.7 Моделирование реактора Гиббса	7

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
13.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** При задании конверсии в реакторе мы оперируем… А) Процентами (от 0 до 100) Б) Долей от 1 (от 0 до 1) В) Возможно задание и в процентах и в долях Г) Пользователь не может задавать конверсию	А	3.8 Моделирование конверсионного реактора.	7
14.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** При моделировании процесса с рециклом, «1» - поток свежего сырья «Rec» - рецикловый поток. «2» - поток их смешения Укажите правильное распределение спецификаций в потоках «1» и «2», чтобы рецикловый поток присоединился без ошибки А) В «1» задаем состав, температуру, давление, количество. В «2» только количество Б) В «2» задаем состав, температуру, давление, количество. В «1» только количество В) В «1» задаем состав и количество. В «2» температуру, давление, состав Г) В «1» задаем только состав. В «2» температуру, давление и количество.	Г	4.1. Логические операции	7
15.	**Прочитайте текст вопроса и выберите несколько правильных ответов:** Для оптимизации энергетических затрат при моделировании процесса глубокого охлаждения газа применяется турбодетандер. Укажите аппараты в HYSYS, при помощи которых можно смоделировать этот процесс А) Compressor Б) Heat Exchanger В) Expander Г) Cooler	А, В	4.2 Расчет и оптимизация технологической схемы	7
16.	**Прочитайте текст вопроса и выберите несколько правильных ответов:** Для поддержания температуры в изотермическом реакторе с сильно эндотермическим процессом требуется подвод энергии от сжигания топлива. Укажите аппараты в HYSYS, при помощи которых можно смоделировать этот процесс А) Expander Б) Valve В) Conversion Reactor Г) Cooler	В, Г	4.2 Расчет и оптимизация технологической схемы	7

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.