

ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГАЗПРОМ КОЛЛЕДЖ ВОЛГОГРАД ИМЕНИ И.А. МАТЛАШОВА»

УТВЕРЖДЕНО
директором
приказ № 35/3 от «25» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПЦ.06 Теоретические основы химической технологии

по специальности

18.02.09 Переработка нефти и газа

(уровень образования при приеме на обучение: основное общее образование)

Форма обучения: очная

Год набора – 2025

Волгоград, 2025 г.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования, (далее – ФГОС СПО) по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа, утвержденного приказом утвержденного приказом Министерства просвещения Российской Федерации от «17» ноября 2020 г. № 646, зарегистрированного в Министерстве юстиции РФ «14» декабря 2020 г. № 61451.

Разработчик:

Котляревская Ольга Олеговна, к.х.н., преподаватель ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград им. И.А. Матлашова»;

Бахмутова Ангелина Сергеевна, преподаватель ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград им. И.А. Матлашова»;

Рассмотрено и одобрено цикловой комиссией естественнонаучных дисциплин и профессионального цикла специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа

Протокол № 6 от «15» января 2025 г.

Председатель ЦК – О.О. Котляревская

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

по учебно-воспитательной работе _____ Е.Ю. Камынина

«24» февраля 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	8
2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы.....	8
2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины.....	9
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	16
3.1. Материально-техническое обеспечение, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы.....	16
3.2. Информационное обеспечение реализации программы	16
3.2.1. Основные источники	16
3.2.2. Дополнительные источники.....	17
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	18
ПРИЛОЖЕНИЕ Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по учебной дисциплине.....	22

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина является обязательной частью общепрофессионального цикла образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа.

Рабочая программа используется для освоения трудовых функций профессиональных стандартов 19.027 «Работник технологических установок (аппаратов) нефтяной отрасли», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19 октября 2021 г. N 731н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 19 ноября 2021 г., регистрационный N 65900) и 19.038 «Оператор технологических установок по переработке газа», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 13 марта 2017 г. N 256н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 31 марта 2017 г., регистрационный N 46207).

Особое значение дисциплина ОПЦ.06 Теоретические основы химической технологии имеет при формировании и развитии общих и профессиональных компетенций ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1., ПК 2.3.

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

ПК 1.1. Контролировать эффективность работы оборудования.

ПК 2.3. Контролировать расход сырья, продукции, реагентов, катализаторов, топливно-энергетических ресурсов.

1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является формирование у обучающихся знаний, умений и навыков (практический опыт), необходимых для профессиональной подготовки по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа.

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются следующие знания, умения и навыки (практический опыт)

Код и наименование компетенции	Знания	Умения	Навыки/практический опыт
ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;	методов действий при выполнении производственных задач классификаций методов действия при выполнении производственных задач	объяснять порядок освоения новых способов и методов действия при выполнении производственных задач	устанавливает и применяет правильные способы действия по алгоритму для решения поставленных задач;
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;	современных средств поиска, анализа и интерпретации при выполнении производственных задач; классификаций современных средств поиска, анализа и интерпретации информации при выполнении производственных задач;	объяснять порядок использования современных средств поиска, анализа и интерпретации информации и информационных технологий для выполнения задач профессиональной деятельности	применяет современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;	способы правильного анализа рабочей ситуации	объяснять порядок использования современных средств поиска, анализа и интерпретации информации и информационных технологий для выполнения задач профессиональной деятельности	деловой коммуникации; применения базовых принципов делового общения, делового этикета;
ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;	различия и классификации способов коммуникации с учетом особенностей социального и культурного контекста	объяснять способы применения той или иной формы коммуникации на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	применения коммуникативных навыков, необходимых и достаточных для решения поставленных задач
ОК 07. Содействовать сохранению	классификации меры по сохранению окружающей среды,	объяснять выбор и обосновывает применение	производить выбор и применение способов по сохранению

Код и наименование компетенции	Знания	Умения	Навыки/практический опыт
окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;	ресурсосбережению, планированию действий в чрезвычайных ситуациях	способов по сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, планирования действий в чрезвычайных ситуациях	окружающей среды, ресурсосбережению, планированию действий в чрезвычайных ситуациях применения средств индивидуальной защиты в чрезвычайных ситуациях на производстве
ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	классификации методов грамотного использования профессиональной документации на государственном и иностранном языках	объяснять методы обращения с технической документацией на государственном и иностранном языках	применения технологического регламента, инструкций при решении производственных задач
ПК 1.1. Контролировать эффективность работы оборудования.	закономерностей теоретических основ физических, физико-химических и химических процессов; классифицирует технологические системы основных химических производств и их аппаратное оформление; основных типов, конструктивных особенностей и принцип работы технологического оборудования производства; основы теплотехники, теплопередачи, выпаривания; технологических систем основных химических производств и их аппаратное оформление.	обосновывать целесообразность выбранной технологической схем химических процессов; выполнять материальные и энергетические расчеты технологических показателей химических производств; составлять и делать описание технологических схем химических процессов	технологического расчета оборудования; применения знаний и умений для анализа и описания технологических процессов переработки нефти и газа;
ПК 2.3. Контролировать расход сырья, продукции, реагентов,	теоретических основ физических, физико-химических и химических процессов; технологические	определять оптимальные условия проведения химико-технологических	технологического расчета оборудования; применения знаний и умений для анализа и описания

Код и наименование компетенции	Знания	Умения	Навыки/практический опыт
катализаторов, топливно-энергетических ресурсов.	системы основных химических производств и их аппаратурное оформление; знание основных понятий и законов физической химии и химической термодинамики	процессов; обосновывать целесообразность выбранной технологической схемы и конструкции оборудования; обосновывать целесообразность выбранной технологической схемы и конструкции оборудования.	технологических процессов переработки нефти и газа;

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

В соответствии с учебным планом, по очной форме обучения учебная дисциплина осваивается в 8 семестре на 4 курсе, общая трудоемкость дисциплины составляет 78 часов.

Виды учебной работы	Объем в часах
	очная форма обучения
Максимальная учебная нагрузка (всего)	78
Обязательная аудиторная нагрузка (всего)	78
в том числе:	
лекции	48
лабораторные работы	10
практические занятия	20
контрольные работы	нет
курсовой проект	нет
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	нет
Консультация	нет
Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой ¹	

¹ Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации представлен в приложении.

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.					Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СРО	
			Л	ЛР	ПЗ		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ							
8 семестр							
Раздел 1. Химико-технологические процессы и закономерности их протекания.		22	14	2	6		
Тема 1.1. Химико-технологический процесс и его содержание	Содержание учебного материала Понятие о химико-технологическом процессе. Основные понятия о ходе химико-технологического процесса. Функциональные блоки химико-технологического процесса.	8	2			ОК 01, ОК 04, ОК 05, ПК 1.1, ПК 2.3	
	Основные понятия об материальном и энергетическом балансе Материальный баланс и его характеристики. Энергетический баланс и его характеристики..		2			ОК 01, ОК 04, ОК 05, ПК 1.1, ПК 2.3	
	Технологические критерии эффективности ХТП Технологические критерии эффективности расчетов химико-технологических процессов (производительность, интенсивность, степень превращения, выход продукта, селективность).		2			ОК 01, ОК 04, ОК 05, ПК 1.1, ПК 2.3	
	Практическое занятие № 1. Составление материального баланса по реакции. Определение выхода готового продукта с учетом концентрации исходных веществ				2	ОК 01, ОК 04, ОК 05, ПК 1.1, ПК 2.3	
Тема 1.2. Основные закономерности химической технологии	Содержание учебного материала Понятие о тепловой эффективности процесса Необходимость предварительного термодинамического анализа. Расчеты тепловых эффектов химических реакций.	14	2			ОК 01, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1, ПК 2.3	

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.				Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы	
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СРО
			Л	ЛР	ПЗ		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ							
	Расчеты по закону Гесса.						
	Термодинамическая вероятность протекания процессов и равновесие системы Термодинамическая вероятность протекания процессов. Расчет равновесия обратимых реакций. Расчет равновесия по термодинамическим данным. Расчет равновесного состава обратимых химических реакций по константе равновесия. Законы смещения равновесия.	2				ОК 01, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1, ПК 2.3	
	Практическое занятие № 2. Термодинамические и кинетические расчеты химических процессов (1 часть)			2		ОК 01, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1, ПК 2.3	
	Практическое занятие № 2. Термодинамические и кинетические расчеты химических процессов (1 часть)			2		ОК 01, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1, ПК 2.3	
	Скорость технологических процессов. Основные понятия Основные формулы скорости процессов. Движущая сила процесса ΔС. Способы увеличения скорости процесса. Увеличение движущей силы процесса. Увеличение константы скорости процесса. Увеличение поверхности соприкосновение фаз. Технологические схемы.	2				ОК 01, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1, ПК 2.3	
	Лабораторная работа № 1. Определение жесткости воды		2			ОК 01, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1, ПК 2.3	
	Контрольная работа. Химико-технологические процессы и	2				ОК 01, ОК 04,	

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.					Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СРО	
			Л	ЛР	ПЗ		
		ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
	закономерности их протекания						ОК 05, ОК 07, ПК 1.1, ПК 2.3
Раздел 2. Технологические процессы и реакторы.		46	24	8	16		
Тема 2.1. Химические реакторы	Содержание учебного материала Основные требования к промышленным ректорам. Модели идеальных реакторов вытеснения, смешения и периодического действия	8	2				ОК 01, ОК 02, ОК 05, ПК 2.4
	Реактор идеального вытеснения. Реактор полного смешения. Каскад реакторов полного смешения. Реактор периодического действия.		2				ОК 01, ОК 02, ОК 05, ПК 2.4
	Сравнение характеристик реакторов вытеснения, смешения и периодического действия. Выбор реактора и селективность. Температурный режим работы реакторов. Устойчивость работы реакторов.		2				ОК 01, ОК 02, ОК 05, ПК 2.4
	Практическое занятие № 3. Расчеты реакторов разных типов (часть 1)				2		ОК 01, ОК 02, ОК 05, ПК 2.4
	Практическое занятие № 3. Расчеты реакторов разных типов (часть 2)				2		ОК 01, ОК 02, ОК 05, ПК 2.4
Тема 2.2. Гомогенные процессы и реакторы	Содержание учебного материала Характеристика гомогенных химических процессов Определение, примеры гомогенных химических процессов. Особенности гомогенных процессов. Факторы, влияющие на скорость гомогенной реакции:	10	2				ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1, ПК 2.3
	Основные закономерности гомогенных процессов.		2				ОК 04, ОК 05,

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.				Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы	
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СРО
			Л	ЛР	ПЗ		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ							
	Основные принципы гомогенных процессов Реакторы для гомогенных процессов.					ОК 07, ПК 1.1, ПК 2.3	
	Гомогенные процессы в газовой фазе Гомогенные процессы в жидкой фазе. Особенности протекания. Типы необходимого оборудования	2				ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1, ПК 2.3	
	Практическое занятие № 4. Основы расчетов гомогенных химических процессов и реакторов. Часть 1			2		ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1, ПК 2.3	
	Практическое занятие № 4. Основы расчетов гомогенных химических процессов и реакторов. Часть 2			2		ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1, ПК 2.3	
Тема 2.3. Гетерогенные некаталитические процессы и реакторы.	Содержание учебного материала Характеристика гетерогенных некаталитических процессов Механизм гетерогенных процессов. Равновесие гетерогенных процессов. Скорость гетерогенных процессов. Система газ - жидкость (Г - Ж). Адсорбция. Десорбция. Равновесие в системе Г - Ж. Кинетика процессов.	14	2			ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1 ПК 2.3	
	Реактора для гетерогенных некаталитических процессов Типы реакторов для проведения процессов в системе (Г-Ж). Система газ – твердое (Г - Т). Обжиг. Адсорбция. Типичные технологические процессы.	2				ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1 ПК 2.3	
	Практическое занятие № 5. Основы расчета процессов и реакторов для системы Ж - Г.			2		ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1	

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.				Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы	
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СРО
			Л	ЛР	ПЗ		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ							
	<p>Характеристика процесса Г-Т Кинетика процессов в системе Г - Т. Типичные реакторы. Классификация промышленных печей. Система жидкость - твердое (Ж - Т). Равновесие в системе Ж - Т. Кинетика взаимодействия в системе Ж - Т. Реакторы для процессов в системе Ж-Т</p>		2				ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1 ПК 2.3
	<p>Практическое занятие № 6. Основы расчета процессов и реакторов для системы Г - Т. Ж - Ж. Ж - Т.</p>				2		ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1 ПК 2.3
	<p>Лабораторная работа № 2. Депарафинизация масла селективными растворителями</p>			2			ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1 ПК 2.3
	<p>Лабораторная работа № 3. Деасфальтизация остаточного сырья низкокипящими растворителями</p>			2			ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1 ПК 2.3
Тема 2.4. Каталитические процессы и реакторы	<p>Содержание учебного материала Основа каталитических процессов Значение и области применения катализа. Сущность и виды катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ.</p>	12	2				ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1 ПК 2.3
	<p>Свойства катализаторов Свойства твердых катализаторов их изготовление. Носители (треггеры), промоторы (активаторы). Методы изготовления катализаторов.</p>		2				ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1 ПК 2.3
	<p>Оборудование каталитических процессов Аппаратурное оформление каталитических процессов.</p>		2				ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.				Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы	
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СРО
			Л	ЛР	ПЗ		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ							
	Основные элементы технологических расчетов контактных аппаратов для газовых смесей.					ПК 2.3	
	Практическое занятие № 7. Особенности расчета каталитических процессов и реакторов.			2		ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1 ПК 2.3	
	Лабораторная работа № 4. Крекинг нефтепродуктов Часть 1.		2			ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1 ПК 2.3	
	Лабораторная работа № 4. Крекинг нефтепродуктов Часть 2.		2			ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1 ПК 2.3	
Раздел 3. Технологические системы основных химических производств и их аппаратное оформление.		10	10				
Тема 3.1. Производство основных продуктов органического и нефтехимического синтеза	Содержание учебного материала Газохимия Переработка газов. Основные процессы газохимии		2			ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 2.3	
	Производство моторных топлив из природного газа	10	2			ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 2.3	
	Производство из природного газа химических продуктов - компонентов моторного топлив (химический синтез добавок для улучшения качества товарной продукции)		2			ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 2.3	

Наименование раздела, темы	Содержание темы	Объем дисциплины, час.				Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы	
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СРО
			Л	ЛР	ПЗ		
		ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
	Синтез Фишера-Тропша Синтез Фишера-Тропша и продукты на его основе		2			ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 2.3	
	Метод переработки отходов нефтехимических предприятий Технология утилизации отходов нефтехимических производств с получением синтез-газа и продуктов на его основе		2			ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 2.3	
Консультация		нет					
Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой		нет					
Всего:		78	48	10	20		

где Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПЗ – практические занятия

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- лекционные аудитории, оборудованные видеопроекционным оборудованием с звуковоспроизведением для презентаций материалов;
- помещения для проведения практических и лабораторных занятий, оборудованные учебной мебелью.

Дисциплина поддержана соответствующими лицензионными программными продуктами: РЕД ОС 7.3, LibreOffice, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition, СПС Консультант +.

Программные средства обеспечения учебного процесса включают:

- программы презентационной графики LibreOffice Impress – для подготовки слайдов и презентаций;
- текстовые редакторы (LibreOffice Writer), LibreOffice Calc – для таблиц, диаграмм.
- автоматизированные обучающие системы (далее - АОС).

Автоматизированная обучающая система - комплекс технического, учебно-методического, лингвистического, программного и организационного обеспечения на базе информационных технологий ЭВМ, предназначенный для обучения.

Колледж обеспечивает каждого обучающегося рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся включают следующую оснащенность: столы аудиторные, стулья, доски аудиторные, компьютеры с подключением к локальной сети колледжа (включая правовые системы) и Интернет, к АОС.

Для обеспечения учебного процесса используются электронные библиотечные системы: «Электронно-библиотечная система издательства ЛАНЬ» и др.

3.2. Информационное обеспечение реализации программы

3.2.1. Основные источники

1. Москвичев, Ю.А. Теоретические основы химической технологии: учебное пособие для спо / Ю.А. Москвичев, А.К. Григоричев, О. С. Павлов. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 272 с. - ISBN 978-5-507-47666-4. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/403367>

2. Основы расчетов химических реакторов : учебно-методическое пособие / Ф. Р. Гариева, И. Н. Гончарова, А. Г. Сафиулина [и др.]. - Казань : КНИТУ, 2022. - 80 с.

- ISBN 978-5-7882-3152-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/330752>

3. Попов, Ю. В. Основы химической технологии : учебное пособие / Ю. В. Попов, В. С. Лобасенко. - 2-е изд., доп. и перераб. - Волгоград : ВолгГТУ, 2022. - 240 с. - ISBN 978-5-9948-4410-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/288563>

3.2.2. Дополнительные источники

1. Классификация и конструкция реакторов, применяемых в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: учебно-методическое пособие / Х.Х. Ахмадова, Ж.Т. Хадисова, Э.У. Идрисова [и др.]. - Грозный: ГГНТУ, 2021. - 208 с. - ISBN 978-5-6047711-4-3. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/222851>

2. Котельникова, Т.С. Химия и технология органических веществ: учебное пособие / Т.С. Котельникова, В.А. Журавлев. - Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2022. - 239 с. - ISBN 978-5-00137-354-4. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/352547>

3. Максимова, М.Г. Химическая технология: учебное пособие / М.Г. Максимова, Н.П. Ускова, В.М. Трунина. - Рязань: РГУ имени С.А.Есенина, 2021. - 100 с. - ISBN 978-5-907266-51-3. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/261365>

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Код и наименование компетенции	Результаты обучения и критерий оценивания	Методы оценки
<p>ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам</p>	<p>На уровне знаний: определяет методы действия при выполнении производственных задач; классифицирует методы действия при выполнении производственных задач</p>	<p>тестирование, опрос, презентация, доклад</p>
	<p>На уровне умений: объясняет порядок освоения новых способов и методов действия при выполнении производственных задач</p>	<p>экспертное наблюдение в процессе лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам</p>
	<p>На уровне навыков /практического опыта: устанавливает и применяет правильное соответствие действия по алгоритму и совершаемых на практике действий;</p>	<p>экспертное наблюдение в процессе выполнения лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам</p>
<p>ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности</p>	<p>На уровне знаний: определяет современные средства поиска, анализа и интерпретации информации при выполнении производственных задач; классифицирует современные средства поиска, анализа и интерпретации информации при выполнении производственных задач</p>	<p>тестирование, опрос, презентация, доклад</p>
	<p>На уровне умений: объясняет порядок использования современных средств поиска, анализа и интерпретации информации и информационных технологий для выполнения задач профессиональной деятельности</p>	<p>экспертное наблюдение в процессе лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам</p>
	<p>На уровне навыков /практического опыта: устанавливает и применяет правильное соответствие действия по алгоритму и совершаемых на практике действий</p>	<p>экспертное наблюдение в процессе выполнения лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам</p>
<p>ОК 04. Эффективно взаимодействовать и</p>	<p>На уровне знаний: описывает способ правильного анализа</p>	<p>тестирование, опрос, презентация, доклад</p>

Код и наименование компетенции	Результаты обучения и критерий оценивания	Методы оценки
работать в коллективе и команде	рабочей ситуации	
	На уровне умений: объясняет, как контролировать, оценивать и производить коррекцию своей деятельности	экспертное наблюдение в процессе лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам
	На уровне навыков /практического опыта: проявляет способность применять базовые принципы делового общения, делового этикета;	экспертное наблюдение в процессе выполнения лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам
ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;	На уровне знаний: различает и классифицирует способы коммуникации с учетом особенностей социального и культурного контекста	тестирование, опрос, презентация, доклад
	На уровне умений: объясняет способы применения той или иной формы коммуникации на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	экспертное наблюдение в процессе лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам
	На уровне навыков /практического опыта: проявляет коммуникативные навыки, необходимые и достаточные для решения поставленных задач;	экспертное наблюдение в процессе выполнения лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам
ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	На уровне знаний: классифицирует меры по сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, планированию действий в чрезвычайных ситуациях	тестирование, опрос, презентация, доклад
	На уровне умений: объясняет выбор и обосновывает применение способов по сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, планирования действий в чрезвычайных ситуациях	экспертное наблюдение в процессе лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам
	На уровне навыков /практического опыта: производить выбор и применение	экспертное наблюдение в процессе выполнения

Код и наименование компетенции	Результаты обучения и критерий оценивания	Методы оценки
	способов по сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, планированию действий в чрезвычайных ситуациях;	лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам
ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	На уровне знаний: классифицирует методы грамотного использования профессиональной документации на государственном и иностранном языках	тестирование, опрос, презентация, доклад
	На уровне умений: объясняет методы обращения с технической документацией на государственном и иностранном языках	экспертное наблюдение в процессе лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам
	На уровне навыков /практического опыта: проявляет способность грамотно и результативно использовать профессиональную документацию на государственном и иностранном языках при решении производственных задач.	экспертное наблюдение в процессе выполнения лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам
ПК 1.1. Контролировать эффективность работы оборудования	На уровне знаний: объясняет закономерности теоретических основ физических, физико-химических и химических процессов; классифицирует технологические системы основных химических производств и их аппаратное оформление; описывает основные типы, конструктивные особенности и принципы работы технологического оборудования производства; объясняет основы теплотехники, теплопередачи, выпаривания; описывает технологические системы основных химических производств и их аппаратное оформление	тестирование, опрос, презентация, доклад
	На уровне умений: объясняет, как обосновывать целесообразность выбранной технологических схем химических процессов; проводит материальные и энергетические расчеты технологических показателей химических производств;	экспертное наблюдение в процессе лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам

Код и наименование компетенции	Результаты обучения и критерий оценивания	Методы оценки
	составляет и делает описание технологических схем химических процессов	
	На уровне навыков /практического опыта: демонстрирует навыки технологического расчета оборудования; демонстрирует навыки применения знаний и умений для анализа и описания технологических процессов переработки нефти и газа	экспертное наблюдение в процессе выполнения лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам
ПК 2.3. Контролировать расход сырья, продукции, реагентов, катализаторов, топливно-энергетических ресурсов	На уровне знаний: объясняет закономерности теоретических основ физических, физико-химических и химических процессов; классифицирует технологические системы основных химических производств и их аппаратное оформление; объясняет основные понятий и законы физической химии и химической термодинамики	тестирование, опрос, презентация, доклад
	На уровне умений: объясняет, как определять оптимальные условия проведения химико-технологических процессов обосновывает целесообразность выбранной технологической схемы и конструкции оборудования; обосновывает целесообразность выбранной технологической схемы и конструкции оборудования	экспертное наблюдение в процессе выполнения лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам
	На уровне навыков /практического опыта: демонстрирует навыки технологического расчета оборудования; демонстрирует навыки применения знаний и умений для анализа и описания технологических процессов переработки нефти и газа	экспертное наблюдение в процессе выполнения лабораторных и практических работ, оценка отчетов по лабораторным и практическим работам

ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГАЗПРОМ КОЛЛЕДЖ ВОЛГОГРАД ИМЕНИ И.А. МАТЛАШОВА»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

ОПЦ.06 Теоретические основы химической технологии

по специальности

18.02.09 Переработка нефти и газа

(уровень образования при приеме на обучение: основное общее образование)

Форма обучения: очная

Год набора – 2025

Волгоград, 2025 г.

1. Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой

2. Проверяемые знания и умения²

Обучающийся должен **знать**:

1. Методы действий при выполнении производственных задач;
2. Классификации методов действия при выполнении производственных задач;
3. Современные средства поиска, анализа и интерпретации при выполнении производственных задач;
4. Классификации современных средств поиска, анализа и интерпретации информации при выполнении производственных задач;
5. Способы правильного анализа рабочей ситуации;
6. Различия и классификации способов коммуникации с учетом особенностей социального и культурного контекста;
7. Классификации меры по сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, планированию действий в чрезвычайных ситуациях
8. Классификации методов грамотного использования профессиональной документации на государственном и иностранном языках
9. Закономерности теоретических основ физических, физико-химических и химических процессов;
10. Классифицировать технологические системы основных химических производств и их аппаратное оформление;
11. Основные типы, конструктивные особенности и принцип работы технологического оборудования производства;
12. Основы теплотехники, теплопередачи, выпаривания;
13. Технологические системы основных химических производств и их аппаратное оформление;
14. Теоретические основы физических, физико-химических и химических процессов;
15. Знание основных понятий и законов физической химии и химической термодинамики.

Обучающийся должен **уметь**:

1. Объяснять порядок освоения новых способов и методов действия при выполнении производственных задач;
2. Объяснять порядок использования современных средств поиска, анализа и интерпретации информации и информационных технологий для выполнения задач профессиональной деятельности;
3. Объяснять способы применения той или иной формы коммуникации на государственном языке российской федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

² Указать в соответствии с рабочей программой знания и умения.

4. Объяснять выбор и обосновывает применение способов по сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, планирования действий в чрезвычайных ситуациях;

5. Объяснять методы обращения с технической документацией на государственном и иностранном языках;

6. Обосновывать целесообразность выбранной технологических схем химических процессов;

7. Выполнять материальные и энергетические расчеты технологических показателей химических производств;

8. Составлять и делать описание технологических схем химических процессов;

9. Определять оптимальные условия проведения химико-технологических процессов;

10. Обосновывать целесообразность выбранной технологической схемы и конструкции оборудования.

Актуализируются следующие **компетенции**:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.1. Контролировать эффективность работы оборудования.

ПК 2.3. Контролировать расход сырья, продукции, реагентов, катализаторов, топливно-энергетических ресурсов.

3. Таблица соотнесения заданий с проверяемыми знаниями и умениями

Проверяемые знания и умения	Задания для проверки усвоенных знаний и освоенных умений
Знания:	
1. Методы действий при выполнении производственных задач;	Теоретические вопросы 1-50
2. Классификации методов действия при выполнении производственных задач;	Теоретические вопросы 1-50
3. Современные средства поиска, анализа и интерпретации при выполнении производственных задач;	Теоретические вопросы 1-50

Проверяемые знания и умения	Задания для проверки усвоенных знаний и освоенных умений
4. Классификации современных средств поиска, анализа и интерпретации информации при выполнении производственных задач;	Теоретические вопросы 1-50
5. Способы правильного анализа рабочей ситуации;	Теоретические вопросы 1-50
6. Различия и классификации способов коммуникации с учетом особенностей социального и культурного контекста;	Теоретические вопросы 1-50
7. Классификации меры по сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, планированию действий в чрезвычайных ситуациях	Теоретические вопросы 1-50
8. Классификации методов грамотного использования профессиональной документации на государственном и иностранном языках	Теоретические вопросы 1-50
9. Закономерности теоретических основ физических, физико-химических и химических процессов;	Теоретические вопросы 1-3 Задачи 6, 8-15
10. Классифицировать технологические системы основных химических производств и их аппаратное оформление;	Теоретические вопросы 21, 22
11. Основные типы, конструктивные особенности и принцип работы технологического оборудования производства;	Теоретические вопросы 4-16 Задачи 6, 8-16
12. Основы теплотехники, теплопередачи, выпаривания;	Теоретические вопросы 17-20 Задачи 17,18-25
13. Технологические системы основных химических производств и их аппаратное оформление;	Теоретические вопросы 24, 25, 38-39, 47-50
14. Теоретические основы физических, физико-химических и химических процессов;	Теоретические вопросы 1-3 Задачи 6, 8-15
15. Знание основных понятий и законов физической химии и химической термодинамики.	Теоретические вопросы 21, 22
Умения:	
1. Объяснять порядок освоения новых способов и методов действия при выполнении производственных задач;	Практические задания 1: 1-25
2. Объяснять порядок использования современных средств поиска, анализа и интерпретации информации и информационных технологий для выполнения задач профессиональной деятельности;	Практические задания 1: 1-25
3. Объяснять способы применения той или иной формы коммуникации на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;	Практические задания 1: 1-25
4. Объяснять выбор и обосновывает применение способов по сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, планирования действий в чрезвычайных ситуациях;	Практические задания 1: 1-25
5. Объяснять методы обращения с технической документацией на государственном и иностранном языках;	Практические задания 1: 1-25
6. Обосновывать целесообразность выбранной технологических схем химических процессов;	Практические задания 1: 1-25
7. Выполнять материальные и энергетические расчеты технологических показателей химических производств;	Практические задания 2: 1-2
8. Составлять и делать описание технологических схем химических процессов;	Практические задания 1: 1-25 Практические задания 2: 1-2

Проверяемые знания и умения	Задания для проверки усвоенных знаний и освоенных умений
9. Определять оптимальные условия проведения химико-технологических процессов;	Практические задания 1: 1-25 Практические задания 2: 1-2
10. Обосновывать целесообразность выбранной технологической схемы и конструкции оборудования.	Практические задания 1: 1-25

4. Теоретические вопросы

1. Сформулируйте понятие и опишите, что подразумевают под «химико-технологическим процессом». Перечислите и опишите функциональные блоки химико-технологического процесса.

2. Опишите, на каком законе основано составление материального баланса химико-технологического процесса. Перечислите цели и основные принципы составления материального баланса химико-технологического процесса.

3. Опишите, на каком законе основано составление энергетического баланса химико-технологического процесса. Перечислите цели и основные принципы составления теплового баланса химико-технологического процесса.

4. Основные операции химического производства, их характеристика

5. Сырьевая база химической промышленности

6. Технологические критерии эффективности расчетов химико-технологических процессов (производительность, интенсивность, степень превращения, выход продукта, селективность).

7. Задачи предварительного термодинамического анализа химического процесса. Опишите, как производятся расчеты тепловых эффектов химических реакций по закону Гесса.

8. Как оценивается термодинамическая вероятность протекания химических и физико-химических процессов.

9. Представление об обратимых химических реакциях. Расчет равновесия обратимых реакций по термодинамическим данным и его задачи.

10. Расчет равновесного состава обратимых химических реакций по константе равновесия.

11. Законы смещения равновесия. Принцип Ле Шателье.

12. Понятие об истинной и средней скорости химического процесса. Закон действующих масс. Понятие о константе скорости химической реакции. Перечислите и опишите основные способы увеличения скорости химической реакции.

13. Уравнение Аррениуса и понятие об энергии активации. Энергетический профиль химической реакции.

14. Скорость технологических процессов. Основные формулы для определения скорости гомогенных и гетерогенных процессов. Движущая сила процесса ΔC .

15. Способы увеличения скорости технологического процесса. Увеличение движущей силы процесса. Увеличение константы скорости процесса. Увеличение поверхности соприкосновения фаз.

16. Механизм реакций. Лимитирующие стадии

17. Технологические схемы. Типы схем и аппаратное оформление.
18. Перечислите основные требования, предъявляемые к промышленным реакторам
19. Опишите модели идеальных реакторов вытеснения, смешения. Модель реактора смешения периодического действия.
20. Реактор идеального вытеснения. Реактор полного смешения.
21. Основы положения теории химического строения веществ.
22. Агрегатные состояния вещества – газообразное, жидкое, кристаллическое – общая характеристика свойств веществ.
23. Каскад реакторов полного смешения. Реактор периодического действия.
24. Произведите сравнение характеристик реакторов вытеснения, смешения и периодического действия. Выбор реактора и селективность
25. Опишите температурный режим работы реакторов. Что понимают под устойчивостью работы реакторов.
26. Дайте характеристику гомогенных химических процессов Гомогенные процессы в газовой фазе Гомогенные процессы в жидкой фазе.
27. Основные закономерности гомогенных процессов Особенности реакторного оформления гомогенных процессов.
28. Общая характеристика и механизм гетерогенных процессов. Равновесие гетерогенных процессов. Скорость гетерогенных процессов.
29. Общая характеристика и кинетика гетерогенных некаталитических процессов в системе газ – жидкость. Абсорбция. Десорбция. Равновесие в системе Г – Ж.
30. Основные типы реакторов для проведения процессов в системе Г – Ж.
31. Система газ – твердое. Обжиг. Адсорбция. Типичные технологические процессы.
32. Кинетика процессов в системе газ – твердое. Типичные реакторы. Классификация промышленных печей.
33. Система жидкость – твердое (Ж – Т). Равновесие в системе Ж – Т. Кинетика взаимодействия в системе Ж – Т. Реакторы для процессов в системе Ж – Т.
34. Значение и области применения катализа. Сущность и виды катализа.
35. Гомогенный и гетерогенный катализ.
36. Свойства твердых катализаторов их изготовление. Носители (треггеры), промотеры (активаторы). Методы изготовления катализаторов.
37. Аппаратное оформление каталитических процессов.
38. Особенности устройства реакторов для проведения каталитических процессов. Реакторы гомогенного и гетерогенного катализа. Контактные аппараты поверхностного контакта. Аппараты с фильтрующим слоем катализатора.
39. Особенности устройства реакторов для проведения каталитических процессов. Аппараты с фильтрующим слоем катализатора без теплообменных устройств. Аппараты с периодическим подводом и отводом тепла. Полочные и трубчатые контактные аппараты. Аппараты с взвешенным слоем и движущимся слоем катализатора.
40. Технология производства технического углерода (сажи).

41. Синтез-газ и химические продукты на его основе.
 42. Методы получения синтез-газа
 43. Производство жидких углеводородов на основе синтез-газа (метод Фишера-Тропша)
 44. Синтез метанола
 45. Свойства и применение ацетилена. Методы производства ацетилена.
- Термодинамика пиролиза метана.
46. Основные свойства и направления использования гелия. Методы получения гелиевого концентрата.
 47. Выделение и очистка гелия из концентрата.
 48. Процессы химической технологии, их классификация
 49. Коксование каменных углей
 50. Производство серы из сероводородсодержащих газов

5. Практические задания

Практическое задание 1

Задача 1. В качестве побочных продуктов при окислении ацетальдегида в уксусную кислоту получают метилацетат, этилидендиацетат, муравьиная кислота, оксид углерода (2) и др. Рассчитайте массу метилацетата, которая получается в сутки на установке производительностью 2000 кг/ч уксусной кислоты, если в метилацетат превращается 1 % ацетальдегида, а выход уксусной кислоты на стадии окисления составляет 97 % на ацетальдегид.

Задача 2. Составьте упрощенный материальный баланс производства этилового спирта прямой гидратацией этилена. Состав исходной парогазовой смеси (в % по объему): этилен – 60, водяной пар – 40. Расчет вести на 1 т этилового спирта. Побочные реакции и давление не учитывать

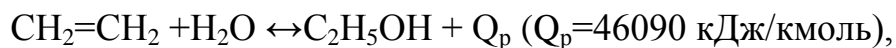
Задача 3. Рассчитать расход бензола и пропан-пропиленовой фракции газов крекинга [30% (об.) пропилена и 70% (об.) пропана] для производства 1 т фенола, если выход изопропилбензола из бензола составляет 90% от теоретического, а фенола из изопропилбензола — 93%. Молекулярная масса: бензола — 78, пропилен — 42, пропана—44, фенола — 94.

Задача 4. Рассчитать расходный коэффициент природного газа, содержащего 97% (об.) метана, в производстве уксусной кислоты (на 1 т) из ацетальдегида. Выход ацетилена из метана составляет 15% от теоретически возможного, ацетальдегида из ацетилена — 60%, а уксусной кислоты из ацетальдегида — 90% (масс).

Задача 5. Составить материальный баланс производства оксида этилена прямым каталитическим окислением этилена воздухом. Состав исходной газовой смеси [% (об.)]: этилен — 3, воздух — 97. Степень окисления этилена 0,5. Расчет вести на 1 т оксида этилена.

Задача 6. В барботажный реактор с целью получения этилбензола поступает в час 15000 кг бензола. В процессе алкилирования образуется алкилат, массовая доля этилбензола в котором равна 32 %, а доля бензола 62 %. Определить селективность процесса по этилбензолу, если его степень конверсии равна 31 %.

Задача 7. Составьте тепловой баланс реактора синтеза этилового спирта, где протекает реакция:



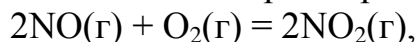
Если исходный газ имеет состав: 40% H_2O и 60% C_2H_4 , скорость его подачи в реактор-гидрататор $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$, температура на входе 614 К, конверсия за проход этилена 5%. Теплоемкость продуктов на входе и выходе одинакова и равна 27,1 кДж/кмоль. Побочные процессы и продукты не учитывать. Потери теплоты в окружающую среду принимаем 3% от прихода теплоты.

Задача 8. 1200 л газовой смеси, содержащей 5% (об.) бензола, пропускают при 20 °С через 0,45 кг активного угля. После насыщения угля парами бензола через него пропускают перегретый водяной пар при 200 °С с целью десорбции бензола. Определить содержание бензола в газе после адсорбции и степень использования его после десорбции.

Задача 9. Константа равновесия реакции $\text{C}_2\text{H}_6 \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$ при температуре 1100 К равна $K_p = 1.67 \cdot 10^5$ Па. Энтальпия реакции $\Delta H = -144451.4$ Дж/моль. Определите равновесную степень превращения этана при температуре 1000 К и давлении $p = 1,01 \cdot 10^5$ Па.

Задача 10. При некоторой температуре константа скорости реакции $\text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{г}) = 2\text{HI}(\text{г})$ равна 0.16 моль/л. Частные порядки по H_2 и I_2 совпадают со стехиометрическими коэффициентами в уравнении реакции. Исходные концентрации реагирующих веществ $C(\text{H}_2) = 0,04$ моль/л, $C(\text{I}_2) = 0,05$ моль/л. Вычислите начальную скорость реакции и ее скорость при $C(\text{H}_2) = 0,03$ моль/л.

Задача 11. Рассчитайте, как изменится скорость реакции:



если: а) уменьшить объем, занимаемый газами, в 2 раза; б) увеличить $C(\text{CO})$ в 3 раза, а $C(\text{O}_2)$ в 2 раза. Частные порядки реакции совпадают с соответствующими стехиометрическими коэффициентами.

Задача 12. Во сколько раз увеличится скорость реакции, протекающей в газовой фазе $\text{C}_2\text{Cl}_4(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) = \text{C}_2\text{Cl}_6(\text{г})$, если температуру повысить от 10 до 100 °С? Температурный коэффициент реакции равен 3,2.

Задача 13. Составьте в общем виде кинетическое уравнение реакции $2\text{CO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{CO}_2(\text{г})$. Вычислите во сколько раз изменится скорость прямой реакции при увеличении температуры от 40 до 60 °С, если температурный коэффициент реакции равен 4.

Задача 14. Температурный коэффициент протекающей в гомогенной системе реакции $\text{CH}_3\text{CHO}(\text{г}) = \text{CH}_4(\text{г}) + \text{CO}(\text{г})$ равен 2.5. Вычислите во сколько раз увеличится скорость реакции при изменении температуры от 293 до 333 К. Запишите кинетическое уравнение реакции в общем виде.

Задача 15. Рассчитайте среднюю скорость реакции окисления SO_2 в SO_3 на первом слое катализатора, если степень превращения SO_2 в SO_3 составляет 0,67. Исходные концентрации в % по объему: $\text{SO}_2 - 10\%$, $\text{O}_2 - 11\%$, $\text{N}_2 - 72\%$. Константа скорости $k = 2,81 \cdot 10^5$.

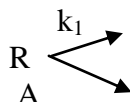
Задача 16. Энергия активации реакции $2\text{A} + \text{B} = 2\text{C}$, протекающей при температуре 1073 К равна $E = 89700$ кДж/моль, понизилась в результате применения катализатора до 59000 кДж/моль. При какой температуре реакция теперь может протекать с той же скоростью? Другие параметры остались неизменными.

Задача 17. Определить объем реактора идеального смешения для реакции протекающего без изменения объема реакционной массы. Если данная реакция $\text{A} \rightarrow 2\text{S}$; порядок реакции $n=1$; объемный расход исходного вещества $G_V = 0,25$ л/мин; начальная концентрация исходного вещества $C_{A0} = 0,5$ моль/л; константа скорости реакции $k = 0.15$ мин⁻¹; степень превращения $x_A = 0,52$.

Задача 18. Определить объем реактора идеального смешения для обратимой реакции протекающего без изменения объема реакционной массы. Данная реакция $2\text{A} \leftrightarrow \text{R} + \text{S}$;

порядок реакции $n=2$; объемный расход исходного вещества $G_V = 4,8$ м³/ч; начальная концентрация исходного вещества $C_{A,0} = 1,5$ кмоль/м³; константа скорости прямой реакции $k_1 = 2 \cdot 10^{-3}$ м³/(кмоль·с); константа равновесия $K_p = 9$; требуемая степень превращения $x_A = 0,8$ от равновесной.

Задача 19. Определить объем реактора смешения и достигаемую степень превращения вещества А при условии, что производительность (П) по продукту R составляет 4,8 кмоль/ч. объемный расход исходного вещества $G_V = 100$ л/мин.; начальная концентрация исходного вещества $C_{A0} = 1,6$ моль/м³; константа скорости прямой реакции $k_1 = 0,28$ л/(моль×мин.); константа скорости обратной реакции $k_2 = 0,12$ л/(моль×мин.). Реакция имеет вид:



Задача 20. Рассчитать объем реактора смешения для получения максимального количества продукта R, а также определить селективность и производительность по продукту R. Данная реакция имеет вид:



объемный расход исходного вещества $G_V = 18 \text{ м}^3/\text{ч}$; начальная концентрация исходного вещества $C_{A0} = 4,8 \text{ моль/л}$; константа скорости прямой реакции $k_1 = 5 \text{ мин}^{-1}$ и $k_2 = 1,8 \text{ мин}^{-1}$.

Задача 21. Определить производительность реактора по продукту R, рассчитать объем реактора идеального вытеснения для полученной производительности, если данная реакция проводится в РИС-Н. Реакция имеет вид

$$2A \rightarrow R;$$

порядок реакции $n=2$; объемный расход исходного вещества $G_V = 3,6 \text{ м}^3/\text{ч}$; начальная концентрация исходного вещества $C_{A,0} = 0,5 \text{ кмоль/м}^3$; константа скорости реакции $k = 2,3 \text{ л/(моль} \cdot \text{мин)}$; $V_{\text{РИС-Н}} = 0,4 \text{ м}^3$.

Задача 22. Определить, какое количество вещества A можно переработать в РИС – П за сутки при проведении гомогенной жидкофазной реакции в постоянном объеме. Реакция имеет вид $A \rightarrow R$; порядок реакции $n=1$; $V_{\text{РИС-П}} = 10 \text{ м}^3$; время загрузки и выгрузки за одну операцию – 80 мин; коэффициент заполнения $\varphi = 0,8$; начальная концентрация исходного вещества $C_{A,0} = 20 \text{ кмоль/м}^3$; константа скорости реакции $k = 0,03 \text{ мин}^{-1}$; степень превращения $x_A = 0,9$.

Задача 23. Объемная скорость подачи этилена в реактор прямой гидратации равна 1900 ч⁻¹, а объемный расход этилена составляет 22000 м³/ч. Определить объем катализатора, необходимый для проведения процесса.

Задача 24. При каталитическом крекинге керосина массовая доля газа равна 18% от сырья. Определите массу метана, которая получится из 1 т керосина, если объемные доли компонентов газа крекинга: $\text{H}_2 - 9$, $\text{CH}_4 - 27$, $\text{C}_2\text{H}_6 - 12$, $\text{C}_3\text{H}_8 - 3,5$, $\text{C}_2\text{H}_4 - 25$, $\text{C}_3\text{H}_6 - 15$, $\text{C}_4\text{H}_8 - 8,5\%$.

Задача 25. Производительность реактора окисления метанола составляет 3500 кг формалина в час; массовая доля формальдегида в нем равна 37 %. Диаметр сечения аппарата 1,4 м, высота слоя контактной массы 75 мм. Определить производительность 1 кг и 1 контактной массы. Насыпная плотность катализатора равна 600 кг/м³.

Практическое задание 2

Задача 1. Вычислить тепловой эффект химической реакции при 298 К 1) при $P = \text{const}$; 2) при $V = \text{const}$.

№ билета	Реакция	№ билета	Реакция
1,23	$4 \text{ NO}_r + 6 \text{ H}_2\text{O}_{(\text{Ж})} = 4 \text{ NH}_3 + 5 \text{ O}_2$	13	$\text{C}_2\text{H}_6 = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$
3,25	$2 \text{ H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{Ж})}$	15	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{Ж})} = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}_{(\text{Ж})}$
5	$\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{Ж})}$	17	$\text{CH}_3\text{CHO}_{(\text{Г})} + \text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{Ж})}$
7	$\text{CO}_2 + 4 \text{ H}_2 = \text{CH}_4 + 2 \text{ H}_2\text{O}_{(\text{Ж})}$	19	$\text{C}_6\text{H}_6_{(\text{Ж})} + 3 \text{ H}_2 = \text{C}_6\text{H}_{12}$
9	$2 \text{ CO}_2 = 2 \text{ CO} + \text{O}_2$	20	$\text{CO} + 3 \text{ H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}_{(\text{Ж})}$
11	$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2 \text{ CO} + 2 \text{ H}_2$		

Задача 2. Для указанной реакции при стандартных условиях вычислить: изменение энтальпии, изменение энтропии, изменение изобарно-изотермического потенциала и сделать вывод о возможности протекания реакции в данных условиях. Рассчитать константу равновесия для температур 298 К. Сделать вывод о состоянии равновесия.

№ билета	Реакция	№ билета	Реакция
2,24	$4 \text{NO}_g + 6 \text{H}_2\text{O}_{(ж)} = 4 \text{NH}_3 + 5 \text{O}_2$	14	$\text{C}_2\text{H}_6 = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$
4	$2 \text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}_{(ж)}$	16	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(ж)} = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$
6	$\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$	18	$\text{CH}_3\text{CHO}_{(г)} + \text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(ж)}$
8	$\text{CO}_2 + 4 \text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$	21	$\text{C}_6\text{H}_6_{(ж)} + 3 \text{H}_2 = \text{C}_6\text{H}_{12}$
10	$2 \text{CO}_2 = 2 \text{CO} + \text{O}_2$	22	$\text{CO} + 3 \text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$
12	$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2 \text{CO} + 2 \text{H}_2$		

6. Тестовые материалы

1. Что подразумевается под «химико-технологическим процессом»?

- а) Процесс переработки сырья
- б) Процесс, в котором химические реакции приводят к образованию конечного продукта
- в) Процесс охлаждения веществ
- г) Процесс, связанный с физическими изменениями

2. На каком законе основано составление материального баланса химико-технологического процесса?

- а) Закон сохранения массы
- б) Закон сохранения энергии
- в) Закон Бойля
- г) Закон Гесса

3. Каковы цели составления энергетического баланса химико-технологического процесса?

- а) Определение времени реакции
- б) Оценка затрат энергии и тепла в процессе
- в) Увеличение выхода продукта
- г) Снижение токсичности

4. Какие основные операции входят в химическое производство?

- а) Смешивание, нагревание, охлаждение
- б) Сравнение, фильтрация, анализ
- в) Хранение, упаковка, транспортировка
- г) Отбор проб, центрифугирование, сушка

5. Что такое сырьевая база химической промышленности?

- а) Услуги по производству
- б) Набор химических реакций
- в) Источник сырья для производства химических продуктов

г) Оборудование для производства

6. Какой из следующих критериев не относится к показателям эффективности химико-технологических процессов?

- а) Степень превращения
- б) Уровень шума
- в) Выход продукта
- г) Селективность

7. Что такое термодинамический анализ химического процесса?

- а) Анализ себестоимости
- б) Оценка тепловых эффектов реакций
- в) Анализ цветовых характеристик
- г) Оценка структуры образца

8. Каковы термодинамические критерии вероятности протекания реакции?

- а) Растворимость
- б) Температура
- в) Изменение свободной энергии Гиббса
- г) Молярная масса

9. Что такое обратимые химические реакции?

- а) Реакции, которые протекают только в одном направлении
- б) Реакции, которые могут протекать в обоих направлениях
- в) Реакции, которые не требуют энергии
- г) Реакции, которые происходят при высоком давлении

10. Как рассчитывается равновесный состав обратимых реакций?

- а) По константе равновесия
- б) По давлению
- в) По объему
- г) По температуре

11. Какой принцип описывает смещение равновесия согласно закону Ле Шателье?

- а) Равновесие не изменяется при изменении внешних условий
- б) Система стремится компенсировать изменения, стремясь вернуть равновесие
- в) Продукты всегда имеют более низкую энергетическую ценность
- г) Реакции всегда идут в сторону образования продуктов

12. Что такое константа скорости химической реакции?

- а) Показатель температуры
- б) Отношение продуктов к реагентам
- в) Параметр, который не зависит от концентрации

г) Отношение скорости реакции к концентрациям реагентов

13. Какова роль энергии активации в химических реакциях?

- а) Уменьшает скорость реакции
- б) Увеличивает теплоту реакции
- в) Определяет минимальную энергию, необходимую для реакции
- г) Не влияет на скорость реакции

14. Какова формула для определения скорости гомогенных процессов?

а) $v = k \times [C]^n$

б) $v = \frac{P}{V}$

в) $v = \frac{\Delta H}{\Delta t}$

г) $v = \frac{m}{n}$

15. Каковы основные факторы, которые могут увеличивать скорость химической реакции?

- а) Температура, концентрация, катализатор
- б) Вес реагентов, форма сосудов
- в) Прочность реакторов, скорость насосов
- г) Уровень прозрачности реагентов

16. Каково назначение аппаратов реакторов в химической технологии?

- а) Для упаковки продукта
- б) Для проведения химических реакций в контролируемых условиях
- в) Для хранения сырья
- г) Для отладки процессов

17. Что такое реакторы смешения?

- а) Реакторы, где компоненты перемешиваются на этапе реакции
- б) Реакторы, работающие без теплообмена
- в) Реакторы, где зерна различного размера
- г) Реакторы для хранения исходных материалов

18. Какова основная характеристика гомогенных химических процессов?

- а) Реакция происходит в одной фазе
- б) Процесс требует высокой температуры
- в) Процесс осуществляется в нескольких фазах
- г) Используются только газообразные реагенты

19. Что такое гетерогенные процессы?

- а) Процессы, происходящие в одной фазе
- б) Процессы, происходящие в нескольких фазах
- в) Процессы, которые не требуют катализа

г) Реакции, происходящие под давлением

20. Каково назначение катализа?

а) Снижение температуры реакции

б) Ускорение реакции без изменения термодинамических условий

в) Замедление реакции

г) Увеличение объемов продукта