



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**

**КГЭУ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол № 7 от 24.03.2026

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

Института электроэнергетики и  
электроники

\_\_\_\_\_ В.В. Максимова

« 18 » февраля 2025 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.27 Общая химическая технология

---

Направление  
подготовки

18.03.01 Химическая технология

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2025

Программу разработала:

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Инженерная экология и безопасность труда	к.т.н., доцент	Котляр М.Н.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Кафедра ИЭ	13.03.2025	2	_____ Зав.каф., д.т.н., проф. Николаева Л.А.
Согласована	Учебно-методический совет института	18.02.2025	6	_____ И.о. директора, к.т.н., доц. Максимов В.В.
Одобрена	Ученый совет института	18.02.2025	8	_____ И.о. директора, к.т.н., доц. Максимов В.В.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Общая химическая технология» - ознакомление с общими закономерностями химической технологии, наиболее типичными химико-технологическими процессами, реакторами и химико-технологическими системами (ХТС), а также с основами химической технологии ряда производств и подготовки воды.

Задачами дисциплины являются:

- изучение иерархической организации процессов в химическом производстве, общих закономерностях химических процессов;
- изучение основ важнейших промышленных химических производств;
- формирование и развитие навыков инженерного и экологического мышления;
- формирование навыков использования полученных знаний для решения прикладных задач профессиональной деятельности.

### Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-1.Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.1. Изучает и анализирует механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.4. Решает стандартные задачи профессиональной деятельности с применением знаний естественных наук

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Физика, Химия, Органическая химия, Процессы и аппараты химических производств, Физико-химические основы технологических процессов.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Эксплуатация, ремонт и наладка технологического оборудования предприятий ТЭК, Преддипломная практика, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)
			6
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	6	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	4.2	151	151
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	2.2	78	78
Лекции	0.83	30	30
Практические (семинарские) занятия	1.3	48	48
Лабораторные работы	0	0	0
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2.8	102	102
Проработка учебного материала	1.6	57	57
Курсовая работа	1	36	36
Подготовка к промежуточной аттестации	0,25	9	9
Промежуточная аттестация:			Э
			КР

### 3.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	60	10		16	34	ТК1	ОПК-1.1, ОПК-4.4
Раздел 2	40	10		16	34	ТК2	ОПК-1.1, ОПК-4.4
Раздел 3	40	10		16	34	ТК3	ОПК-1.1, ОПК-4.4
Экзамен	36				36	<b>ОМ 1</b>	ОПК-1.1, ОПК-4.4
<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>216</b>	<b>30</b>		<b>48</b>	138		
<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>30</b>		<b>48</b>	138		

### 3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы химической технологии

*Тема 1.1.* Основные понятия и определения.

*Тема 1.2.* Химические процессы и аппараты. Химико-технологический процесс и его содержание.

*Тема 1.3.* Основы расчета химико-технологических процессов

*Тема 1.4.* Технологии первичной переработки природных газов.

Раздел 2. Химические и теплообменные процессы и аппаратное оформление. Химико технологический процесс и его содержание.

*Тема 2.1.* Процессы в химическом реакторе и массообменном аппарате с учетом структуры потока.

*Тема 2.2.* Организация теплообмена в химических реакторах. Совмещенные

процессы.

*Тема 2.3.* Технологии глубокой переработки нефти и газа.

*Тема 2.4* Технологии получения этилена, пропилена, бензола, фенола и других.

Раздел 3. Химико технологическая система и химические производства.

*Тема 3.1.* Общие представления о химико-технологической системе. Состав и структура химико-технологической системы.

*Тема 3.2.* Модели и состояние химико-технологической системы. Анализ и синтез химико-технологической системы.

*Тема 3.3.* Технологии получения неорганических веществ.

*Тема 3.4.* Термические процессы переработки нефти. Получение топлив.

*Тема 3.5.* Каталитические процессы переработки нефти

*Тема 3.6.* Экологические проблемы в химической технологии.

### **3.4 Тематический план практических занятий**

*Тема 1* Определение основных технологических критериев химико технологического процесса (выход, степень превращения).

*Тема 2.* Термодинамические расчеты химико-технологических процессов.

*Тема 3.* Составление и расчет материальных и тепловых балансов химико-технологических процессов.

*Тема 4.* Составление кинетических моделей гетерогенных процессов. Элементы расчетов химических реакторов различного типа. Определение расходных коэффициентов по сырью.

*Тема 5.* Элементы расчетов химических и массообменных процессов в реакторах.

*Тема 6.* Представление состава нефти и расчет выхода бензиновой, керосиновой и дизельной фракции по кривой ИТК или разгонки по Энглеру.

*Тема 7.* Переработка жидкофазных отходов. Характеристика загрязнений и методы очистки вод. Рекуперация ценных компонентов из жидких отходов.

### **3.5 Тематический план лабораторных работ**

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

### **3.6 Курсовой проект /курсовая работа**

Курсовая работа выполняется на тему «Расчет материального и теплового баланса химико-технологических систем». Пояснительная записка содержит разделы: введение, краткое описание сырьевых материалов и методов их обогащения, описание технологической схемы производства с указанием стехиометрических уравнений, лежащих в основе получения целевых и побочных продуктов производства, расчеты материального и теплового баланса.

Темы:

1. Составить материальный окислением ацетальдегида кислородом воздуха и рассчитать технологические показатели производства.

2. Составить материальный баланс для ХТС конверсии метана водяным паром с целью получения стехиометрической азотно-водородной смеси для синтеза аммиака

3. Составить материальный баланс паровой (газификации) бурого угля, водяного пара и воздуха для получения генераторного газа.

4. Составить материальный баланс производства  $\text{NH}_3$ .
5. Составить материальный баланс сжигания колчедана в печи КС-130.
6. Составить материальный баланс процесса газификации 1 т кокса,
7. Рассчитать материальный баланс производства экстракционной фосфорной кислоты из апатитового концентрата,

#### **4.Оценивание результатов обучения**

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов прохождения практики:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-1	ОПК-1.1	знать: механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве;				
		В полном объеме знает механизмы химических реакций, происходящие в технологических процессах на химическом производстве.	Хорошо ориентируется в механизмах химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве.	Слабо ориентируется в механизмах химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве.	Не знает механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве.	
		уметь: изменять параметры технологического оборудования для изменения условий протекания химических реакции, происходящих в технологических процессах на химическом производстве				
		Способен изменять параметры технологического оборудования для изменения условий протекания химических реакции, происходящих в технологических процессах на химическом производстве, не делает ошибок.	Может изменять параметры технологического оборудования для изменения условий протекания химических реакции, происходящих в технологических процессах на химическом производстве, допускает некоторые ошибки.	Может изменять параметры технологического оборудования для изменения условий протекания химических реакции, происходящих в технологических процессах на химическом производстве, допускает значительные ошибки	Не может измерять параметры технологического оборудования для изменения условий протекания химических реакции, происходящих в технологических процессах на химическом производстве, допускает грубые ошибки.	

		владеть: подходами к анализу механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве			
		Полностью владеет подходами к анализу механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве	Владеет подходами к анализу механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве, допускает некоторые неточности.	Слабо владеет подходами к анализу механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве, допускает значительные ошибки.	Не владеет подходами к анализу механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве.
ОПК-2	ОПК-2.4	знать: физико-химические и химические процессы в аппаратах химико-технологических системах			
		В полном объеме знает физико-химические и химические методы.	Уверенно знает физико-химические и химические методы, допускает некоторые неточности.	Слабо знает физико-химические и химические методы, допускает много ошибок.	Не знает физико-химические и химические методы.
		уметь: использовать физико-химические и химические методы для решения ХТС			
		В полном объеме использует физико-химические методы для решения ХТС.	Уверенно использует физико-химические методы для решения ХТС.	Слабо использует физико-химические методы для решения ХТС.	Не использует физико-химические методы для решения ХТС.
		владеть: навыками по выбору ХТС для получения продуктов требуемого качества			
		Обладает навыками по выбору ХТС для получения продуктов требуемого качества в полном объеме	Имеет достаточные навыки по выбору ХТС для получения продуктов требуемого качества, допускает некоторые неточности.	Слабо владеет навыками по выбору ХТС для получения продуктов требуемого качества.	Не имеет навыков по выбору ХТС для получения продуктов требуемого качества.

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1 Абалонин Б. Е.. Основы химических производств : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по хим. специальностям пед. вузов / Б.Е. Абалонин, И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампики. – Москва : Химия, 2001. – 469, [2] с.

2. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС : учебник / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампики, В. Г. Иванов, Э. В. Чиркунов. – 2-е изд., перераб. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-1479-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211571>.

3. Загидуллин, С. Х. Общая химическая технология : учебное пособие / С. Х. Загидуллин. – 2-е изд., испр. и доп. – Пермь : ПНИПУ, 2011. – 65 с. – ISBN 978-5-398-00612-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160937>.

#### **5.1.2. Дополнительная литература**

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. Подгорбунская, Т. А. Технология природных энергоносителей и углеродных материалов: практикум : учебное пособие / Т. А. Подгорбунская. – Иркутск : ИРНТУ, 2018. – 78 с. – ISBN 978-5-8038-1335-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/217142>.

3. Крутский, Ю. Л. Основы энерго- и ресурсосбережения. Традиционные источники энергии : учебное пособие / Ю. Л. Крутский, А. Г. Баннов, Т. С. Гудыма. – Новосибирск : НГТУ, 2022. – 130 с. – ISBN 978-5-7782-4656-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/306299>.

### **5.2. Информационное обеспечение**

#### **5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы**

1. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>

2. Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»: <https://ibooks.ru/>

3. Электронно-библиотечная система «book.ru»: <https://www.book.ru/>

4. • Энциклопедии, словари, справочники: <http://www.rubricon.com>

#### **5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные**

системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» -

<https://new.znanium.com/>

4. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

5. Справочно-правовая система КонсультантПлюс – <http://www.consultant.ru/>

5.2.3. Лицензионное обеспечение дисциплины и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Windows 7 Профессиональная (Starter).
2. Браузер Chrome.
3. Браузер Firefox.
4. OpenOffice.
5. Adobe Acrobat Reader DC.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
	Компьютерный класс с выходом в Интернет _	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения
		(мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение

	<p>Читальный зал библиотеки</p>	<p>Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение</p>
--	---------------------------------	--

## **7 Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);
- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);
- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

### *Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;
- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;
- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

### Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ П/П	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					
4					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Общая химическая технология

---

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки      18.03.01 Химическая технология

Квалификация      Бакалавр  
*(Бакалавр / Магистр)*

г. Казань, 2025



# 1. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

## 8 Шкала оценки результатов прохождения практики:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-1	ОПК-1.1	знать: механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве;				
		В полном объеме знает механизмы химических реакций, происходящие в технологических процессах на химическом производстве.	Хорошо ориентируется в механизмах химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве.	Слабо ориентируется в механизмах химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве.	Не знает механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве.	
		уметь: изменять параметры технологического оборудования для изменения условий протекания химических реакции, происходящих в технологических процессах на химическом производстве				

		Способен изменять параметры технологического оборудования для изменения условий протекания химических реакции, происходящих в технологических процессах на химическом производстве, не делает ошибок.	Может изменять параметры технологического оборудования для изменения условий протекания химических реакции, происходящих в технологических процессах на химическом производстве, допускает некоторые ошибки.	Может изменять параметры технологического оборудования для изменения условий протекания химических реакции, происходящих в технологических процессах на химическом производстве, допускает значительные ошибки	Не может измерять параметры технологического оборудования для изменения условий протекания химических реакции, происходящих в технологических процессах на химическом производстве, допускает грубые ошибки.
		владеть: подходами к анализу механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве			
		Полностью владеет подходами к анализу механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве	Владеет подходами к анализу механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве, допускает некоторые неточности.	Слабо владеет подходами к анализу механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве, допускает значительные ошибки.	Не владеет подходами к анализу механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах на химическом производстве.
ОПК-2	ОПК-2.4	знать: физико-химические и химические процессы в аппаратах химико-технологических системах			
		В полном объеме знает физико-химические и химические методы.	Уверенно знает физико-химические и химические методы, допускает некоторые неточности.	Слабо знает физико-химические и химические методы, допускает много ошибок.	Не знает физико-химические и химические методы.
		уметь: использовать физико-химические и химические методы для решения ХТС			

	В полном объеме использует физико-химические методы для решения ХТС.	Уверенно использует физико-химические методы для решения ХТС.	Слабо использует физико-химические методы для решения ХТС.	Не использует физико-химические методы для решения ХТС.
владеть: навыками по выбору ХТС для получения продуктов требуемого качества				
	Обладает навыками по выбору ХТС для получения продуктов требуемого качества в полном объеме	Имеет достаточные навыки по выбору ХТС для получения продуктов требуемого качества, допускает некоторые неточности.	Слабо владеет навыками по выбору ХТС для получения продуктов требуемого качества.	Не имеет навыков по выбору ХТС для получения продуктов требуемого качества.

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий;*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий.*

### 1. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Опрос по разделам (темам)	Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины	Перечень определений основных понятий темы/дисциплины
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов	Темы рефератов
Контрольная работа (Кнтр)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

**2. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемые компетенции: ОПК1.1 и ОПК.24

Тест

Вопрос	Варианты ответа
К каким веществам относится понятие степень превращения?	к полупродуктам
	к отходам производства
	к концентрату
	к сырью

К каким веществам относится понятие степень конверсии?	к полупродуктам
	к отходам производства
	к концентрату
	к сырью
Технологический показатель $X_A$ обозначает	неизвестное количество вещества А
	выход продукта А
	количество прореагировавшего вещества А
	степень превращения реагента А
Степень превращения реагента рассчитывается по уравнению	$X_A = \frac{N_{A0} - N_A}{N_{A0}}$
	$X_A = \frac{N_{A0}}{N_{A0} - N_A}$
	$X_A = \frac{N_{A0}}{N_A}$
	$X_A = \frac{N_A}{N_{A0}}$
Выход продукта рассчитывается по уравнению	$\eta_R = \frac{N_{R \max} - N_R}{N_{R \max}}$
	$\eta_R = \frac{N_{R \max}}{N_{R \max} - N_R}$
	$\eta_R = \frac{N_R}{N_{R \max}}$
	$\eta_R = \frac{N_{R \max}}{N_R}$

#### Вопросы к комплексному заданию

1. Критерии эффективности химико-технологических процессов (степень превращения, выход продукта, селективность).
2. Химико-технологический процесс. Технологический режим и его параметры.
3. Классификация химических реакций лежащих в основе ХТП
4. Движущая сила процесса для обратимых и необратимых реакций
5. Общая скорость химического процесса в реакторе.
6. Факторы, влияющие на скорость и равновесие химической реакции
7. Химическое равновесие. Закон действующих масс
8. Термодинамические расчеты химико-технологических процессов
9. Константа равновесия и энергия Гиббса. Уравнение изотермы Вант-Гоффа




Вопросы к комплексному заданию

1. Особенности управления гетерогенными процессами.
2. Понятие лимитирующей стадии.
3. Области протекания гетерогенных процессов.
4. Кинетические и диффузионные параметры.
5. Основное уравнение массопередачи.
6. Способы увеличения скорости массопередачи.
7. Движущая сила процесса.
8. Коэффициент массопередачи.
9. Механизм массопередачи.
10. Способы увеличения поверхности раздела фаз для гетерогенных систем разного типа.
11. Методы интенсификации гетерогенного процесса, протекающего в диффузионной области.

### **Для текущего контроля ТКЗ:**

Проверяемые компетенции: ОПК-1.1 и ОПК-2.4

Вопросы к комплексному заданию

1. Сырьевая база азотной промышленности
2. Получение технологических газов из твердых топлив и природного газа
3. Технологическая схема производства аммиака.
4. Устройства колонны синтеза аммиака. Проанализируйте режим ее работы.
5. Сырье для производства серной кислоты и методы ее получения.
6. Получение серной кислоты контактным методом из серы и серного колчедана.
7. Производство серной кислоты контактным методом из серы.
8. Охрана окружающей среды при производстве серной кислоты.
9. Состав и свойства нефти. Нефть-сырье химической промышленности.
10. Физико-химические основы первичной переработки нефти.
11. Особенности механизма каталитического и термического крекинга нефтепродуктов. Преимущества каталитического крекинга.
12. Деструктивная переработка нефти. Термический крекинг.
13. Пиролиз, коксование. Аппаратурное оформление.

### Рефераты

Анализ современного состояния энергокомплекса России.

- 2 Аналитический обзор ресурсного комплекса России.
- 3 Сравнительный анализ методов подготовки воды в химической промышленности.
- 4 Сравнительный анализ методов очистки воздуха в химической промышленности.
- 5 Экологическая оценка производства оксида пропилена и стирола.
- 6 Анализ основных методов активации химических реакций.
- 7 Сравнительный анализ методов переработки твердого топлива.
- 8 Сравнительный анализ методов переработки нефти.
- 9 Сравнительный анализ методов переработки природных газов.
10. Сравнительный анализ методов химической переработки нефти.
11. Сравнительный анализ методов очистки нефтепродуктов.

12. Сравнительный анализ методов производства высокомолекулярных соединений.
13. Сравнительный анализ методов производства пластических масс.
14. Сравнительный анализ методов производства каучука.
15. Сравнительный анализ методов производства резины.
16. Сравнительный анализ методов производства оксида пропилена.
17. Сравнительный анализ методов производства фенола.
18. Сравнительный анализ методов производства серной кислоты.
19. Сравнительный анализ методов производства хлорпроизводных метана.
20. Сравнительный анализ методов производства хлорпроизводных бензола.

### **Контрольная работа**

#### **Вариант 1**

##### **Задача 1**

Составить материальный баланс нитратора, производительностью 3 т/ч нитробензола. Выход нитробензола 98% от теоретического. Состав нитрующей смеси [% (мас)]:  $\text{HNO}_3$  – 20,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 60,  $\text{H}_2\text{O}$  – 20. Расход нитрующей смеси 4 кг на 1 кг бензола:  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 = \text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

##### **Задача 2**

Рассчитать материальный баланс нейтрализатора для получения аммиачной селитры, производительностью 20 т/ч. В производстве применяется 47% азотная кислота  $\text{HNO}_3$  и 100% газообразный аммиак  $\text{NH}_3$ . Потеря  $\text{HNO}_3$  и  $\text{NH}_3$  в производстве составляет 1% от теоретически необходимого количества, для обеспечения заданной производительности. Из нейтрализатора аммиачная селитра составляет 60% раствора  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  в воде. Определить количество влаги, испарившейся в результате экзотермической реакции нейтрализатора.

#### **Вариант 2**

##### **Задача 1**

Составить материальный баланс контактного аппарата для каталитического окисления  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  производительностью 10 000 м<sup>3</sup>/ч исходного газа следующего состава [% (об.)]:  $\text{SO}_2$ -8,5;  $\text{O}_2$ -12,5;  $\text{N}_2$ -79. Степень окисления  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  составляет 98% ( $\text{SO}_2 + 1/2\text{O}_2 = \text{SO}_3$ ).

##### **Задача 2**

Добавим к предыдущей задаче следующие условия

Температура газовой смеси на входе в аппарат, а на выходе из него. Средняя теплоёмкость смеси (условно считать постоянной) равна 2,052. Потери теплоты в окружающую среду составляют 5% от прихода теплоты ( $\text{SO}_2 + 1/2\text{O}_2 = \text{SO}_3 + 94207$  кДж). Определить количество теплоты, отводимой от аппарата.

#### **Вариант 3.**

##### **Задача 1**

В реакторе протекает реакция:  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{R}$ . Определить степень превращения  $\text{X}_\text{A}$  и  $\text{X}_\text{B}$ , при условии  $\text{A}$  и  $\text{B}$  взяты в стехиометрическом соотношении; если вещества  $\text{B}$  в 2 раза больше (то есть 2 моля вещества на 1 моль вещества  $\text{A}$ ); если вещества  $\text{B}$  в 3 раза больше.

## Задача 2

Определить состав смеси и степень превращения для реакции:  $A+2B \rightleftharpoons 2R+S$ . Если  $X_A=0,6; C_A=1 \text{ кмоль/м}^3$ ;  $C_{B,0}=1,5 \text{ кмоль/м}^3$ . Определить  $X_B; C_A; C_B; C_S$ ?

## Вариант 4.

### Задача 1

Определить  $X_{SO_2}$  в реакции  $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ , если реакционная смесь имеет состав в начале процесса [% (об.)]:  $C_{SO_2}=7,5$ ;  $C_{O_2}=10,3$ ;  $C_{N_2}=82,2$ . Содержание  $SO_2$  в конце процесса равна 2,5% об.

### Задача 2

В реакторе протекает реакция:  $A+2B \rightleftharpoons 2R+S$ . Начальные количества ; . В реакционной смеси, выходящей из реактора . Известно, что в равновесной смеси содержится. Определить выход продукта.

## Вариант 5.

### Задача 1

Определить необходимое время пребывания ; в РИС-П для достижения  $X_A = 0,9$ . В реакторе проводится изотермическая необратимая реакция второго порядка, реактор заполнен частично веществом А, молярная масса 110 кг/кмоль, плотность исходного раствора и продукта 1100 кг/м<sup>3</sup> и 1320 кг/м<sup>3</sup>, константа химической реакции  $K=0,8 \text{ м}^3/\text{моль ч}$ .

### Задача 2

Рассчитать объём реактора идеального вытеснения (РИВ) при проведении в нём реакции:  $A \rightleftharpoons R+SO$ .

Условия:

- 1 Объёмный расход исходного компонента ;
- 2 Начальная концентрация ;
- 3 Константа скорости химической реакции
- 4 Степень превращения .

## Вариант 6.

### Задача 1

Определить какое количество вещества А можно переработать в РИС-П за сутки при проведении реакции, если объём РИС-П; степень превращения; константа скорости реакции; начальная концентрация реагента А; коэффициент заполнения реактора 0,8; время загрузки и выгрузки за одну операцию 30 мин;

### Задача 2

В реакторе идеального смешения периодического действия (РИС-П) проводится изотермическая реакция: . Реактор заполнен чистым веществом А, молярная масса М которого 110 . Плотность вещества . Степень превращения вещества. Константа равновесия. Продолжительность вспомогательных операций. Объём реактора; степень заполнения реактора исходным реагентом. Определить продолжительность реакции, производительность реактора и количество вещества А, подвергнутого превращению в 1 реактора за 1 , то есть интенсивность реактора I.

### **Вариант 7.**

#### Задача 1

Определить объём РИВ ( ) для гомогенной реакции:  $4A \rightarrow 6S$ .  
 $P=45,1 \times 10^4$  Па;  $T=648,9$  К;  $K=2,78 \times 10^{-3}$  с<sup>-1</sup>;  $X_A=0,85$ .  
Мольный расход  $V_{A,0}=4,53 \times 10^{-4}$  кмоль/с

#### Задача 2

Рассчитать максимальный секундный расход (мольный расход) вещества А при соблюдении следующих условий: 1 В изотермическом РИС-Н проводится обратимая экзотермическая реакция  $A \rightarrow R$   $\Delta H = -6200$  кДж/кмоль.

### **Вариант 8.**

#### Задача 1

Рассчитать длину труб теплообменника для осуществления процесса, описываемого ниже.

В реакторе полупериодического действия проводится реакция взаимодействия в жидкой фазе продукта А с концентрацией 25 масс.% с первоначально загруженным в количестве 500 л продуктом В с концентрацией 38 масс.%.

#### Задача 2

Определить температуру нагревания реагента А на входе в РИС-Н адиабатически при осуществлении необратимой экзотермической реакции  $A \rightarrow R$ . Тепловой эффект химической реакции  $\Delta H = -160$  кДж/моль.

Степень превращения  $X_A=0,9$ .

Температура проведения реакции  $T=90$  °С.

### **Вариант 9.**

#### Задача 1

Определить количество теплоты, которое необходимо отводить в РИС-Н при проведении в нём обратимой экзотермической реакции  $A+B \rightarrow R$   $\Delta H = -18000$ , с тем, чтобы обеспечить максимальную степень превращения реагента А ( $X_{max}$ ).

#### Задача 2

Определить объёмные расходы реагентов и в РИС-Н при проведении реакции  $A+B \rightarrow R+S$ . Объём РИС-Н.

### **Вариант 10.**

#### Задача 1

Скорость превращения в реакции  $A \rightarrow 2R$  описывается кинетическим уравнением первого порядка. Вычислить среднее время пребывания реагирующей смеси, необходимое для достижения в К-РИС из четырёх реакторов ( $N=4$ ). Какое время пребывания реакционной смеси потребовалось бы для достижения такой же степени превращения в РИС-Н?

#### Задача 2

Определить объём реактора идеального смешения непрерывного действия (РИС-Н), каскада реакторов идеального смешения (К-РИС), реактора идеального вытеснения (РИВ), при проведении реакции второго порядка:  $2A \rightarrow R+S$ .

**Критерии оценки и шкала оценивания в баллах:**

#### 1. Знание материала

- содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 6 баллов;
- содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 3 балла;
- не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов;

#### 2. Последовательность изложения

- содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 6 баллов;
- последовательность изложения материала недостаточно продумана – 3 балла;
- путаница в изложении материала – 0 баллов;

#### 3. Владение речью и терминологией

- материал изложен грамотным языком, с точным использованием терминологии – 6 балла;
- в изложении материала имелись затруднения и допущены ошибки в определении понятий и в использовании терминологии – 3 балла;
- допущены ошибки в определении понятий – 0 баллов;

#### 4. Применение конкретных примеров

- показано умение иллюстрировать материал конкретными примерами – 6 баллов;
- приведение примеров вызывает затруднение – 3 балла;
- неумение приводить примеры при объяснении материала – 0 баллов;

#### 5. Уровень теоретического анализа

- показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 6 баллов;
- обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 3 балла;
- полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов;

Количество баллов: максимум – 30 баллов.

### **4. Оценочные материалы промежуточной аттестации**

#### **Наименование оценочного средства: экзаменационный билет**

##### Билет 1.

1. Основные понятия и определения

2. Технологии получения этилена, пропилена, бензола, фенола и других продуктов

##### Билет 2.

1. Промышленные химические реакторы

2. Модели и состояние химико-технологической системы. Анализ и синтез химико-технологической системы.

##### Билет 3.

1. Экологические проблемы в химической технологии..

2. Термические процессы переработки нефти. Получение топлив.

##### Билет 4.

1. Организация теплообмена в химических реакторах. Совмещенные процессы. 2. Химические процессы и аппараты. Химико-технологический процесс и его содержание.

##### Билет 5.

1. Технологии первичной переработки природных газов.

## 2. Процессы в химическом реакторе и массообменном аппарате с учетом структуры потока.

### **Критерии оценки и шкала оценивания в баллах**

При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:

1. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины
2. Владение специальными терминами и использование их при ответе.
3. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы
4. Логичность и последовательность ответа
5. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем

От 30 до 40 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

От 20 до 30 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе.

От 10 до 20 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

**Максимальное количество баллов за экзамен - 40**