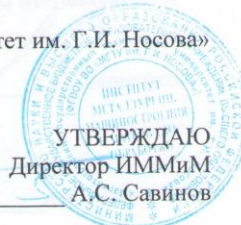




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



15.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

Направление подготовки (специальность)  
18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль/специализация) программы  
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	2

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Металлургии и химических технологий  
17.01.2022, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

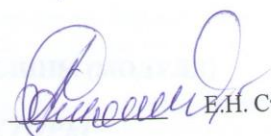
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
15.02.2022 г. протокол № 6

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры МиХТ, канд.хим. наук

 С.А. Крылова

Рецензент:  
ведущий специалист НТЦ  
группы по АКДП ПАО "ММК", канд. техн. наук

 Е.Н. Степанов

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

- развитие у студентов способности проникать в сущность химико-технологических процессов, рассматривать их во взаимосвязи для управления качеством химической продукции, предупреждения и устранения брака, умения грамотно оценивать работу систем экологического управления предприятием, а также при решении других задач будущей профессиональной деятельности.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Общая химическая технология входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Математика

Общая и неорганическая химия

История химии и химической технологии

Введение в направление

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Органическая химия

Теоретические основы химической технологии топлива и углеродных материалов

Массообменные процессы химической технологии

Извлечение и переработка химических продуктов коксования

Химическая технология топлива и углеродных материалов

Химические реакторы

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Общая химическая технология» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-4	Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья
ОПК-4.1	Определяет технические средства на производстве для обеспечения технологических процессов
ОПК-4.2	Оценивает и контролирует параметры и эффективность технологических процессов, свойства сырья и готовой продукции в области химической технологии
ОПК-4.3	Прогнозирует и регулирует изменение параметров технологических процессов в зависимости от свойств сырья

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 21,6 акад. часов;
- аудиторная – 18 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,6 акад. часов;
- самостоятельная работа – 253,8 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 12,6 акад. час
- подготовка к зачёту – 12,6 акад. час

Форма аттестации - зачет, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение								
1.1 Основные понятия и определения	2	0,25			5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию,	Собеседование, тестирование	ОПК-4.2, ОПК-4.3
Итого по разделу		0,25			5			
2. Сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС								
2.1 Сырьевая база химической промышленности.	2	0,5	2/ИИ		14,8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №1	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №1	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
2.2 Энергетическая база химической промышленности								
Итого по разделу		0,5	2/ИИ		22,8			

3. Общие закономерности химических процессов								
3.1 Термодинамика химических превращений	2	0,5	1/0,5И		10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №1	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №1	ОПК-4.2, ОПК-4.3
3.2 Кинетика ХТП		0,5	1/0,5И		18	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №1	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №1	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
Итого по разделу		1	2/ИИ		28			
4. Химико-технологические системы (ХТС)								
4.1 Модели ХТС. Типы технологических связей	2	0,5			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №1	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №1	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
4.2 Расчет ХТС. Материальный и тепловой балансы		0,25			40	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №1	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №1	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
Итого по разделу		0,75			50			
5. Промышленный катализ								
5.1 Каталитические системы.	2	0,5			20	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №2	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3

Итого по разделу	0,5			20				
6. Важнейшие промышленные химические производства								
6.1 Производство аммиака. Очистка при-родного газа от сернистых соединений	2	1,5		2/1И	36	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №2	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №2	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
6.2 Производство неорганических кислот		3,5			52	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №2	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №2	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
6.3 Производство солей и минеральных у-добрений			2/0,5И	2/0,5И	40	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №2	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №2	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
Итого по разделу	5	2/0,5И	4/1,5И	128				
Итого за семестр	8	6/2,5И	4/1,5И	253,8		экзамен, зачёт		
Итого по дисциплине	8	6/2,5И	4/1,5И	253,8		зачет, экзамен		

## **5 Образовательные технологии**

Проектирование обучения строится на основе следующих принципов:

- Обучение на основе интеграции с наукой и производством.
- Профессионально-творческая направленность обучения.
- Ориентированность обучения на личность.
- Ориентированность обучения на развитие опыта самообразовательной деятельности будущего специалиста.

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Химические реакторы» используются различные образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии: информационная лекция и практические занятия.

2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии: лекция-визуализация. Практическое занятие в форме презентации – представление результатов с использованием специализированных программных сред.

3. Информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. При самостоятельном изучении литературы применение современных информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

4. Деятельностные практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при разборе конкретных ситуаций, основанных на практических примерах, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

5. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

6. Интерактивные технологии: коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе. Изложение проблем и их совместное решение.

7. Личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Игнатенков, В. И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи : учебное пособие для академического бакалавриата / В. И. Игнатенков. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 195 с. — (Бакалавр.Академический курс). — ISBN 978-5-534-09222-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. —



<https://urait.ru/viewer/obschaya-himicheskaya-tehnologiya-teoriya-primery-zadachi-450986#page/1>

2. Смирнов, А. Н. Теоретические основы химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3515.pdf&show=dcatalogues/1/1514321/3515.pdf&view=true>. - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Загкейм, А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Загкейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2020. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-497-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1212487> (дата обращения: 11.06.2022). - Режим доступа: по подписке.

2. Кошелева, М. К. Общая химическая технология в примерах, лабораторных работах, задачах и тестах : учебное пособие / М. К. Кошелева. — 2-е изд., перераб. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 210 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-014977-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1013714>. - Режим доступа: по подписке.

3. Смирнов, А. Н. Производство химических продуктов : учебное пособие. Ч. 1 / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3663.pdf&show=dcatalogues/1/1526324/3663.pdf&view=true>. - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Смирнов, А. Н. Гетерогенные химические процессы : учебное пособие / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=67.pdf&show=dcatalogues/1/1130046/67.pdf&view=true>. - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

5. Смирнов, А. Н. Химические реакторы. Гомогенный изотермический процесс : учебное пособие / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=70.pdf&show=dcatalogues/1/1130345/70.pdf&view=true>. - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

6. Крылова, С. А. Общая химическая технология : учебное пособие / С. А. Крылова, Р. Н. Абдрахманов, И. В. Понурко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=26.pdf&show=dcatalogues/1/1139098/26.pdf&view=true>. - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

7. Крылова, С. А. Введение в анализ и синтез химико-технологических систем : учебное пособие / С. А. Крылова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=25.pdf&show=dcatalogues/1/1131464/25.pdf&view=true>. - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

8. Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебник для вузов./В.С. Бесков .- М.: ИИХТ, 2005. 450 с. ISBN 5-04-600-150-X

технология и био-технология" и направлению "Химическая технология органических веществ и топли-ва" / В. С. Тимофеев, Л. А. Серафимов. – 2-е изд., перераб. – М. : Высшая школа, 2003. – 536 с. - ISBN 5-06-004267-7. - Текст :непосредственный. 30 шт

11. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие : в 2 кн. Кн. 1 / [Т. Г. Ахметов, Р. Т. Порфирьева, Л. Г. Гайсин и др.] ; под ред. Т. Г. Ахметова. - М. : Высшая школа, 2002. - 688 с. : ил. - Текст :непосредственный. 11 экз

12. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие : в 2 кн. Кн. 2 / [Т. Г. Ахметов, Р. Т. Порфирьева, Л. Г. Гайсин и др.] ; под ред. Т. Г. Ахметова. - М. : Высшая школа, 2002. - 533 с. : ил. - Текст :непосредственный. 11 экз.

#### **в) Методические указания:**

1. Крылова, С. А. Лабораторный практикум по общей химической технологии : учебное пособие / С. А. Крылова, З. И. Костина, И. В. Понурко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3627.pdf&show=dcatalogues/1/1121367/3627.pdf&view=true> . - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Понурко, И. В. Получение и свойства стекловидных фосфатных композиций : практикум / И. В. Понурко, С. А. Крылова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3680.pdf&show=dcatalogues/1/1527102/3680.pdf&view=true> . - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Теоретические основы химической технологии: учеб. пособие /А.Н. Смирнов, С.А. Крылова, В.И. Сысоев. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. 2018. 61 с. - Текст :непосредственный.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Доска, учебные столы, стулья

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:

Химическая лаборатория.

Химическая посуда, реактивы, весы лабораторные равноплечие ВЛР-200, Весы электронные лабораторные ВК-300, Низкотемпературная лабораторная электропечь SNOL10/10, электропечь сопротивления камерная лабораторная СНОЛ 10/10, магнитные мешалки, эл. Плитки.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:

Лаборатория технологии топлива

Аквадистиллятор, Аппарат Сапожникова с компьютером, пластометрический аппарат, для определения спекаемости ТГИ, Весы лаборат.квадратные ВЛКТ-500, Электрофотокolorиметр КФК-3-01, Шкаф сушильный, Дилатометр ИГИ-ДМетИ, учебные коллекции по образованию ТГИ и продуктов их переработки;

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Стеллажи для хранения оборудования

Методическая литература для учебных занятий

Химическая посуда

Инструменты для ремонта и профилактического обслуживания учебного оборудования

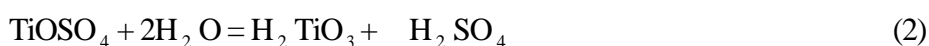
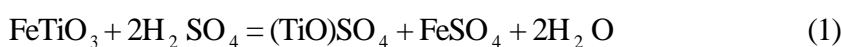
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Примеры расчетных заданий:

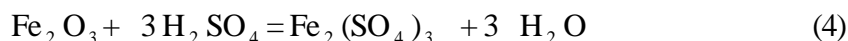
*Расчет расходных коэффициентов*

**Пример 1.** Рассчитать расход ильменитовой руды и серной кислоты для получения 1 т  $TiO_2$ , если содержание титана в руде составляет 24,3% (масс.), а степень разложения  $FeTiO_3$  и  $Fe_2O_3$  89%. В производстве применяется 80% серная кислота с 50% избытком от теоретического.

**Решение:** Получение  $TiO_2$  идет по следующим реакциям:



$Fe_2O_3$  также реагирует с  $H_2SO_4$  (побочная реакция):



Найдем содержание  $Ti$  в чистом ильмените:

$$1 \text{ моль } FeTiO_3 - 1 \text{ моль } Ti$$

$$\text{или } 152 \text{ кг } FeTiO_3 - 48 \text{ кг } Ti$$

$$\omega(Ti) = \frac{48}{152} 100 = 31,5\%$$

По условию содержание  $Ti$  в руде составляет 24,3%.

Найдем содержание  $FeTiO_3$  в руде:

$$\begin{aligned} & 31,5 - 100\% \\ & 24,3 - x \quad , \quad x = 78\% \end{aligned}$$

Значит,  $Fe_2O_3$  в руде содержится  $100 - 78 = 22\%$ .

Расход  $FeTiO_3$  для получения 1 т  $TiO_2$  по реакциям (1) - (3) составляет:

$$1 \text{ кмоль } FeTiO_3 - 1 \text{ кмоль } TiO_2$$

$$152 \text{ кг } FeTiO_3 - 80 \text{ кг } TiO_2$$

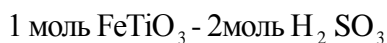
$$x - 1000 \text{ кг}, \quad x = 1900 \text{ кг},$$

С учетом степени разложения:  $1900: 0,89 = 2130$  кг,

с учетом состава руды:  $2130: 0,78 = 2731$  кг.

**Расход  $H_2SO_4$ :**

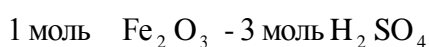
- по реакции (1):



$$152 \text{ кг} \quad - \quad 2 \cdot 196 \text{ кг}$$

$$1900 \text{ кг} \quad - \quad x, \quad x = 2450 \text{ кг}$$

- по реакции (4):



$$160 \text{ кг} \quad - \quad 294 \text{ кг}$$

$$(2731 \cdot 0,22) \text{ кг} \quad - \quad x, \quad x = 1104 \text{ кг}$$

Всего  $2450 + 1104 = 3554$  кг.

С учетом 50%-го избытка от теоретического:

$$3554 \cdot 1,5 = 5331 \text{ кг.}$$

С учетом 80% концентрации:

$$5331: 0,8 = 6664 \text{ кг}$$

Ответ: руды 2731 кг, кислоты 6664 кг.

### ***Термодинамика и кинетика ХТП***

1. Для реакции  $A = C + 2D$  рассчитайте состав реакционной смеси, если начальное количество реагента А – 30 моль, а степень его превращения – 0,8.

Для реакции  $C_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons C_2H_5OH$  определите возможность протекания в прямом направлении и константу равновесия при стандартных условиях и при температуре 700 К (воспользовавшись уравнением Темкина-Шварцмана).

2. При синтезе аммиака газ, выходящий из колонны, имеет состав (об.%):  $NH_3$  - 17,0;  $N_2$  – 11,0;  $H_2$  – 72,0. Рассчитать соотношение  $N_2 : H_2$  в исходной смеси.

3. Для элементарной реакции  $H_{2(z)} + Ar_{(z)} \rightarrow 2H_{(z)} + Ar_{(z)}$ ,

константа скорости при 3000 К равна  $2,2 \cdot 10^4 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ . Концентрации реагентов равны, моль/л: водорода -  $4,1 \cdot 10^{-3}$ , аргона -  $4,1 \cdot 10^{-4}$ . При какой концентрации аргона скорость реакции увеличится в 2 раза?

4. Некоторая химическая реакция протекающая без катализатора имеет энергию активации  $E_1 = 5 \cdot 10^4$  кДж/моль и константу скорости  $k_1$  при температуре 500 °С. В присутствии катализатора при этой же температуре энергия активации составила  $E_2 = 3,5 \cdot 10^4$  кДж/моль, а константа скорости  $k_2$ . Определите:

а) во сколько раз увеличится скорость каталитической реакции по сравнению с некаталитической при тех же условиях?

б) при какой температуре каталитическая реакция будет протекать с такой же скоростью, что и некаталитическая при 500 °С.

### *Составление материального баланса*

**Пример 2.** Составить материальный баланс окисления аммиака (на 1 т азотной кислоты). Степень окисления  $NH_3$  до  $NO$  - 0,97; до  $N_2$  - 0,03;  $NO$  до  $NO_2$  - 1,00. Степень абсорбции 0,92.

Содержание аммиака в сухой аммиачно – воздушной смеси 7,13% (масс.). Воздух насыщен парами воды при 30°С. Относительная влажность 80%.

### *Тепловые расчеты. Составление теплового баланса*

**Пример 3.** При обжиге шихты, содержащей 10т известняка и кокс определить:

а) расход кокса состава (масс.%): С - 91; зола – 7; влага – 2;

б) состав обжиговых газов (об.%); в) тепловой эффект реакции обжига. Степень разложения при обжиге известняка 95%. Воздух подается с 40% избытком.

**Пример 4.** Смешали 2кг 20%-го раствора серной кислоты и 3 кг 12%-го раствора  $NaOH$ .

Определить температуру раствора после смешения, если первоначальная температура кислоты и щелочи 20°С, потери тепла в окружающую среду 1%.

**Пример 5.** Составить тепловой баланс реактора для получения водорода каталитической конверсией метана. Состав исходной газовой смеси ( $m^3$ ):  $CH_4$  - 97,8;  $H_2O$  - 250,0. Потери теплоты составляют 4% от прихода. Температура смеси на входе в реактор - 380°С, на выходе 800°С.

С примерами выполнения расчетных заданий можно ознакомиться по учебным пособиям

1. Общая химическая технология: учеб. пособие / С.А Крылова, Р.Н. Абдрахманов, И.В. Понурко. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 87 с.

**Общая химическая технология** : учебное пособие / С. А. Крылова, Р. Н. Абдрахманов, И. В. Понурко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа:

<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=26.pdf&show=dcatalogues/1/1139098/26.pdf&view=true> . - Макрообъект.

2. Теоретические основы химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Смирнов, С.А. Крылова, В.И. Сысоев. ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – Электрон. текстовые дан. 2,81 Мб). – Магнитогорск : ФГБОУ ВО «МГТУ», 2018. ISBN 978-5-9967-1095-9.

Теоретические основы химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3515.pdf&show=dcatalogues/1/1514321/3515.pdf&view=true> . - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-1095-9.

3. Теоретические основы химической технологии [Текст]: учеб. пособие /А.Н. Смирнов, С.А. Крылова, В.И. Сысоев. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. 61 с.

#### Примерные темы рефератов

1. Классификация продуктов химической промышленности, отходы производства. Потери и борьба с ними
2. Твердое топливо как сырье для химической переработки. Углекислый газ
3. Сточные воды химических производств. Способы очистки сточных вод.
4. Физико-химические способы умягчения воды. Фильтры.
5. Виды и источники энергии, используемые в химических производственных процессах
6. Концепция полного использования энергетических ресурсов. Энерготехнологические системы
7. Обогащение сырья. Гравитационное обогащение. Электромагнитное обогащение. Сущность, движущие силы, особенности. Примеры применения. Оборудование.
8. Применение закона действующих масс для описания равновесия в технологических процессах. Примеры.
9. Промышленные катализаторы. Обзор.
10. Промышленный катализ. Сущность и виды катализа (окислительно-восстановительный, кислотно-основной, цепной механизмы катализа).
11. Гетерогенный катализ. Промотирование и отравление катализаторов.
12. Аппаратурное оформление каталитических процессов.
13. Устройство контактного узла и абсорбционной аппаратуры в производстве серной кислоты
14. Минеральные соли в сельском хозяйстве. Минеральные удобрения и их классификация.
15. Производство калийных солей. Основные процессы получения хлористого калия из сильвинта.
16. Методы улучшения свойств удобрений: гранулирование, концентрирование, капсулирование и др.
17. Производство хлора и щелочи.
18. Производство суперфосфата
19. Синтезы на основе окиси углерода. Промышленные источники окиси углерода.
20. Производство метанола
21. Основные направления применения электрохимических производств
22. Производство кокса.
23. Требования химического машиностроения к материалам для изготовления аппаратуры (механической прочности, термической устойчивости, химической стойкости)
24. Экологические проблемы химических производств и их решения
25. Основные направления развития химической технологии

При изучении технологии основных химических продуктов должны быть рассмотрены следующие вопросы:

- свойства получаемого продукта, его народнохозяйственное значение, масштабы производства
- источники и характеристика перерабатываемого сырья;
- промышленные способы получения

- физико-химические основы процесса (степень превращения, стехиометрические и кинетические закономерности)
- основные технологические параметры процесса
- обоснование выбора технологической схемы и ее подробное описание;
  - аппаратные решения отдельных узлов в рассматриваемом производстве
- отходы производства, возможности их использования или утилизации, решение проблем экологической безопасности производства.



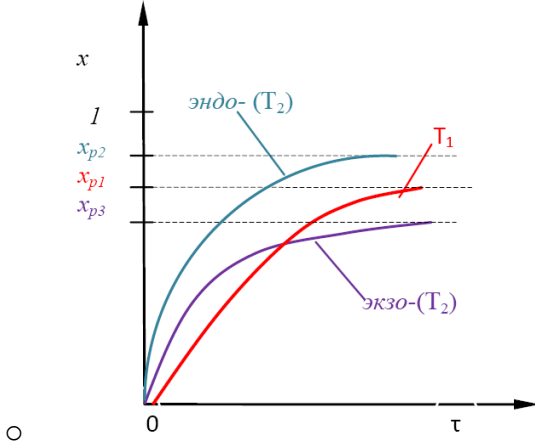
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ОПК-4: Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</b>		
ОПК-4.1	Определяет технические средства на производстве для обеспечения технологических процессов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Составьте химическую и функциональную схемы производства разбавленной азотной кислоты. Определите условия синтеза. Назовите основное оборудование, используемое в этом производстве.</li> <li>– Составьте химическую и функциональную схемы производства аммиачной селитры. Как используется теплота нейтрализации в процессе?</li> <li>– Определить расход технического карбида кальция, для получения 200 л ацетилена по реакции <math>CaC + H_2O = CaO + H_2C_2</math>. Содержание <math>CaC_2</math> в техн.карбиде, % (масс)- 82; Степень разложения <math>CaC_2</math> 95% .</li> <li>– Предложить технологические методы ускорения (замедления) реакции конверсии природного газа.</li> <li>– Составьте функциональную схему процесса получения водорода конверсией метана.. Назовите основное оборудование, используемое в этом производстве.</li> <li>– Составьте химическую и функциональную схемы производства серной кислоты контактным методом. Выделите подсистему обжига колчедана. Назовите основное оборудование, используемое для очистки обжигового газа</li> </ul>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-4.2	Оценивает и контролирует параметры и эффективность технологических процессов, свойства сырья и готовой продукции в области химической технологии	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Рассчитайте массу и объем сухого воздуха, теоретически необходимого для полного сгорания 1 кг угля с массовой долей: С -0,862, Н<sub>2</sub> – 0,046, N<sub>2</sub>– 0,012, влаги -0,010, золы – 0,070.</li> <li>– Какой объем занимает кислород массой 8 г при 28 0С и давлении 744 мм рт. ст.?</li> <li>– Энтальпия реакции нейтрализации аммиака 52,5%-ной азотной кислотой ΔН = –106,09 кДж/моль. Определите, сколько воды может испариться за счет теплоты реакции нейтрализации 212,5кг аммиака. Энтальпия парообразования воды ΔН = – 2684 кДж/кг.</li> <li>– Определить расход сырья (поваренная соль, купоросное масло) для производства 1 т сульфата натрия ( в расчете на чистый Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ). Содержание основных компонентов в сырье, % (масс): NaCl - 96,0; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 93,0. Степень разложения NaCl (масс доли) - 0,9. Уравнение реакции <math>H_2SO_4 + 2NaCl_{(мс)} = Na_2SO_4 + 2HCl \uparrow</math></li> <li>– Составить материальный баланс процесса сжигания 1 т серосодержащего сырья кислородом воздуха. Сырье содержит, (мас. доли ): S - 0,99, H<sub>2</sub>O - 0,06, зола – 0,04.</li> <li>– Обоснуйте выбор условий процесса конверсии метана водяным паром (давление, температура, состав реакционной смеси).</li> </ul>
ОПК-4.3	Прогнозирует и регулирует изменение параметров технологических процессов в зависимости от свойств сырья	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Определить принципиальную возможность протекания реакции  <math display="block">CO_{2(г)} + 4H_{2(г)} \leftrightarrow CH_{4(г)} + 2H_2O_{(г)}</math> </li> <li>– <math>-394,4 \quad 0 \quad -50,8 \quad -228,4 \quad \text{кДж/ моль}</math>  при стандартных условиях (Т=298 К). Значения ΔG<sup>0</sup><sub>298</sub> всех участников реакции приведены под уравнением.</li> <li>– Вычислите временную жесткость воды, зная, что в 250 л ее содержится 202,5 г Са(НСО<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.</li> </ul>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>– Используя принцип Ле-Шателье предложите способы увеличения равновесной степени превращения при протекании реакций</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2 + Q_p</math>      <math>\text{C}_4\text{H}_{10} = \text{C}_4\text{H}_8 + \text{H}_2 - Q_p</math></li> </ul> <p>Напишите выражение для константы равновесия.</p> <p>– Какие преимущества имеет схема производства азотной кислоты при двух давлениях (рис.) по сравнению со схемой при едином давлении?</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>– Производство аммиака из природного газа можно представить химической схемой:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 4\text{H}_2</math></li> <li>○ <math>3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3</math></li> </ul> <p>или суммарным уравнением</p> $3\text{CH}_4 + 6\text{H}_2\text{O} + 4\text{N}_2 = 3\text{CO}_2 + 8\text{NH}_3$ <p>Теоретически на производство 1т <math>\text{NH}_3</math> необходимо затратить 494 м<sup>3</sup> природного газа (метана). Реальный расходный коэффициент составляет более 1000 м<sup>3</sup>/1т <math>\text{NH}_3</math>. Назовите возможные причины дополнительного расхода природного газа.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>– Как влияет давление на сажеобразование в реакции <math>\text{CO} + \text{H}_2 = \text{C}_{\text{тв}} + \text{H}_2\text{O}</math> ?</p> <p>– Процесс осуществляется с протеканием простой обратимой реакции первого порядка</p> $\text{A} \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} \text{R}$ <p>Зависимость <i>степени превращения</i> <math>x(\tau)</math> при температурах <math>T_1</math> и <math>T_2 &gt; T_1</math> для эндотермической и экзотермической реакций в реакторе ИВ (или ИС-п) представлена на рис.</p>  <p>штриховыми линиями показаны равновесные степени превращения <math>x_p</math> для тех же условий</p> <p>Какой температурный режим будет оптимальным для обеспечения максимальной интенсивности процесса с экзотермической и эндотермической реакцией?</p>

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Общая химическая технология» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета (2 курс) и экзамена (2 курс).

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по вопросам из списка, доведенного до сведения студентов, вопрос может содержать небольшое практическое задание.

### **Показатели и критерии оценивания зачета:**

– оценку **«зачтено»** студент получает, если может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач, может дать оценку предложенной ситуации.

– оценку **«незачтено»** студент получает, если не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, дать оценку предложенной ситуации.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;
- последовательное, правильное выполнение всех практических заданий;
- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются достаточные знания теоретического материала и умение их применять; но допускаются незначительные ошибки, неточности
- выполнение всех практических заданий; возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;
- затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на

новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций:

- затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;
- неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;
- выполнение заданий при подсказке преподавателя;
- затруднения в формулировке выводов.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, неправильная оценка предложенной ситуации;