



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИММиМ

А.С. Савилов

20.02.2020 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

Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения

очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	2
Семестр	3, 4

Магнитогорск

2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1005)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий
18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
20.02.2020 г. протокол № 5

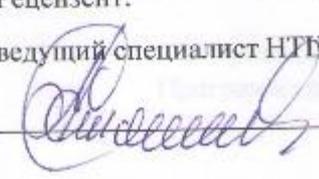
Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиХТ, канд. хим. наук  С.А. Крылова

Рецензент:

ведущий специалист НГН ГАДП ПАО ММК, канд. техн. наук

 Е.Н. Степанов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 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 2022 - 2023 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 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

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.

- формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Общая химическая технология входит в базовую 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:

Подготовка углей для коксования

Процессы и аппараты химической технологии

Теоретические основы химической технологии топлива и углеродных материалов

Химическая технология нефти и высокомолекулярных соединений

Химическая технология топлива и углеродных материалов

Массообменные процессы химической технологии

Химические реакторы

Извлечение и переработка химических продуктов коксования

Системы управления химико-технологическими процессами

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:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ПК-1 способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

Знать	<p>Основные определения и понятия химической технологии; общие закономерности химических процессов, основные параметры ХТП; основные показатели и методы оценки эффективности химического производства основные принципы организации химического производства, его ие-рархической структуры</p>
Уметь	<p>Рассчитывать основные характеристики химического процесса с ис-пользованием справочных данных; использовать современные информационные технологии для решения профессиональных задач; использовать знание свойств химических элементов, соединений и ма-териалов на их основе для решения задач профессиональной деятельно-сти; составлять графические модели ХТС, выбирать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции анализировать условия функционирования системы - ее устойчивость и надежность, безопасность, наличие побочных продуктов и отходов, условия работы и т.п.</p>
Владеть	<p>профессиональным языком предметной области знания; осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом навыками использования технических средств для измерения основ-ных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции навыками выполнения основных химико-технологических расчетов</p>
ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	
Знать	<p>общие закономерности химических процессов; основные показатели и методы оценки эффективности химического производства основные принципы организации химического производства, его ие-рархической структуры, технологии основных химических производств типы химических реакторов и требования к ним, способы регулирования технологических показателей химико-технологических процессов</p>

Уметь	<p>осуществлять поиск, анализ, структурирование информации, обозначать и освещать элементы передовых технологий</p> <p>оценивать технологическую эффективность производства;</p> <p>обосновывать принятие конкретного технологического решения при организации эффективной работы предприятия;</p> <p>выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения</p> <p>выполнять расчеты ХТП, составлять материальные и тепловые балансы элементов ХТС</p> <p>проводить анализ различных вариантов технологического процесса, прогнозировать последствия; выбирать рациональную схему производства заданного продукта.</p>
Владеть	<p>навыками выделения уровней, элементов и взаимосвязей между ними на основе фундаментальных знаний,</p> <p>навыками определения комплекса свойств физико-химических систем, положенных в основу химического производства,</p> <p>навыками обработки и анализа данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, интерпретации полученных результатов</p>
ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	
Знать	<p>теоретические основы химии</p> <p>основные законы естественнонаучных дисциплин в процессах химической переработки для понимания технологии производства.</p>
Уметь	<p>использовать знание свойств химических соединений и законы естественнонаучных дисциплин для разработки технологии ХТП</p> <p>проводить лабораторные испытания.</p>
Владеть	<p>методами теоретического исследования, методами идентификации химических веществ, классическими методами химического и физико-химического анализа.</p>

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 126,15 акад. часов:
- аудиторная – 122 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,15 акад. часов
- самостоятельная работа – 90,15 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - зачет, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	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	3	2		2	2	Подготовка к практическому занятию, собеседованию	Собеседование	ПК-1, ПК-4, ОПК-1
Итого по разделу		2		2	2			
2. Сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС								
2.1 Сырьевая база химической промышленности.	3	3		6/3И	7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. - Подготовка к практическому занятию, семинару	Выступление на семинаре, выполнение расчетных заданий Зачет	ПК-1, ПК-4, ОПК-1
2.2 Энергетическая база химической промышленности		1		2/1И	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. - Подготовка к практическому занятию, семинару	Выступление на семинаре, выполнение расчетных заданий Зачет	ПК-1, ПК-4, ОПК-1
Итого по разделу		4		8/4И	11			
3. Общие закономерности химических процессов								

3.1 Термодинамика химических превращений	3	3		4/ИИ	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к практическому занятию, семинару (коллоквиуму)	Выступление на семи-наре, выполнение расчетных заданий Зачет	ПК-1, ПК-4, ОПК-1
3.2 Кинетика ХТП		5		5/ЗИ	13	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к практическому занятию, семинару (коллоквиуму)	Выступление на семи-наре, выполнение расчетных заданий Зачет	ПК-1, ПК-4, ОПК-1
Итого по разделу		8		9/4И	23			
4. Химико-технологические системы (ХТС)								
4.1 Модели ХТС. Типы технологических связей	3	4		4/ИИ	5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к практическому занятию, семинару (коллоквиуму)	Выступление на семи-наре, выполнение расчетных заданий Зачет	ПК-1, ПК-4, ОПК-1
4.2 Расчет ХТС. Материальный и тепловой балансы				13/5И	12	Подготовка к практическому занятию, семинару (коллоквиуму)	выполнение расчетных заданий Зачет	ПК-1, ПК-4, ОПК-1
Итого по разделу		4		17/6И	17			
Итого за семестр		18		36/14И	53		зачёт	
5. Промышленный катализ								
5.1 Каталитические системы.	4	3		2	9	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к практическому занятию, собеседованию	Конспект, Собеседование, Экзамен	ПК-1, ПК-4, ОПК-1
Итого по разделу		3		2	9			
6. Важнейшие промышленные химические производства								

6.1 Производство аммиака. Очистка при-родного газа от сернистых соединений	4	4	6/4И	4	7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. - Подготовка к защите лабораторных работ - Подготовка реферата (презентации)	Защита лабораторных работ, доклад подготовленной темы реферата Экзамен	ПК-1, ПК-4, ОПК-1
6.2 Производство неорганических кислот		8	16/10И	7	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. - Подготовка к защите лабораторных работ - Подготовка реферата (презентации)	Защита лабораторных работ, доклад подготовленной темы реферата Экзамен	ПК-1, ПК-4, ОПК-1
6.3 Производство солей и минеральных удобрений		2	12/6И	4	11,15	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. - Подготовка к защите лабораторных работ - Подготовка реферата (презентации)	Защита лабораторных работ, доклад подготовленной темы реферата Экзамен	ПК-1, ПК-4, ОПК-1
Итого по разделу		14	34/20И	15	28,15			
Итого за семестр		17	34/20И	17	37,15		экзамен	
Итого по дисциплине		35	34/20И	53/14И	90,15		зачет, экзамен	ПК-1, ПК-4, ОПК-1

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 «Общая химическая технология» используются различные образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии: информационная лекция, лабораторные 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, при выполнении и защите лабораторных работ, на консультациях.

В ходе диалогового обучения студенты учатся критически мыслить, решать сложные проблемы на основе анализа обстоятельств и соответствующей информации, взвешивать альтернативные мнения, принимать продуманные решения, участвовать в дискуссиях, общаться. Для этого на занятиях организуются групповая работа, работа с документами и различными источниками информации.

Реализация такого подхода осуществляется следующим образом:

1. Распределение тем рефератов с учетом пожеланий студентов, тематики их научных интересов и т.п.

2. Подготовка студентами формы отчетности самостоятельной работы (реферат-презентация, выступление на семинаре, подготовка отчета по лабораторной работе).

3. Обсуждение подготовленного отчета в режиме дискуссии с элементами коллективного решения творческих задач.

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]. — URL: <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> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1. 1. Загкейм, А. Ю. Загкейм А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Загкейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-497-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/468690> (дата обращения: 06.09.2020). - 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> (дата обращения: 06.09.2020). - 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> (дата обращения: 04.10.2019). - 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> (дата обращения: 04.10.2019). - 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> (дата обращения: 04.10.2019). - 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> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : элек-тронный. - 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> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : элек-тронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

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> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Понурко, И. В. Получение и свойства стекловидных фосфатных композиций : практи-кум / И. В. Понурко, С. А. Крылова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 элек-трон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3680.pdf&show=dcatalogues/1/1527102/3680.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - 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 Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru

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, Электрофотокориметр 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:

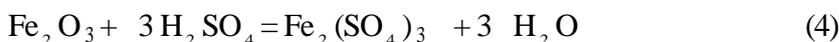
Расчет расходных коэффициентов

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:

$$1 \text{ моль } \text{FeTiO}_3 - 1 \text{ моль } \text{Ti}$$

$$\text{или} \quad 152 \text{ кг } \text{FeTiO}_3 - 48 \text{ кг } \text{Ti}$$

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

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

Найдем содержание FeTiO_3 в руде:

$$31,5 - 100\%$$

$$24,3 - x, \quad x = 78\%$$

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

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

$$1 \text{ кмоль } \text{FeTiO}_3 - 1 \text{ кмоль } \text{TiO}_2$$

152 кг FeTiO₃ - 80 кг TiO₂

x - 1000 кг, x = 1900 кг,

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

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

Расход H₂SO₄:

- по реакции (1):

1 моль FeTiO₃ - 2 моль H₂SO₃

152 кг - 2*196 кг

1900 кг - x, x = 2450 кг

- по реакции (4):

1 моль Fe₂O₃ - 3 моль H₂SO₄

160 кг - 294 кг

(2731*0,22) кг - x, x = 1104 кг

Всего 2450 + 1104 = 3554 кг.

С учетом 50%-го избытка от теоретического :

3554 * 1,5 = 5331 кг.

С учетом 80% концентрации :

5331 : 0,8 = 6664 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.%): NH₃ - 17,0; N₂ – 11,0; H₂ – 72,0. Рассчитать соотношение N₂ : H₂ в исходной смеси.

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

константа скорости при 3000 К равна $2,2 \cdot 10^4$ л·моль⁻¹·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.%): C - 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 (м³): 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.informsystema.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. Углекислота
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

Методические указания к подготовке реферата приведены в приложении.

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:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-1	способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	
Знать	теоретические основы химии основные законы естественнонаучных дисциплин в процессах химической переработки для понимания технологии производства.	Сформулировать законы сохранения массы и энергии написать формулу Менделеева-Клапейрона, дать к ней пояснения сформулировать принцип Ле-Шателье, закон действующих масс
Уметь	использовать знание свойств химических соединений и законы естественнонаучных дисциплин для разработки технологии ХТП проводить лабораторные испытания.	Используя принцип Ле-Шателье предложите способы увеличения равновесной степени превращения при протекании реакций $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2 + Q_p; \quad \text{C}_4\text{H}_{10} = \text{C}_4\text{H}_8 + \text{H}_2 - Q_p$ Напишите выражение для константы равновесия. Какой объем занимает кислород массой 8 г при 28 °С и давлении 744 мм рт. ст.?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Выполнить определение железа (3) в растворе.
Владеть	методами теоретического исследования, методами идентификации химических веществ, классическими методами химического и физико- химического анализа.	<p>– Определить принципиальную возможность протекания реакции</p> $CO_{2(g)} + 4H_{2(g)} \leftrightarrow CH_{4(g)} + 2H_2O_{(g)}$ <p>– 394,4 0 – 50,8 – 228,4 кДж / моль</p> <p>при стандартных условиях (Т=298 К). Значения ΔG^0_{298} всех участников реакции приведены под уравнением.</p> <p>– провести качественные реакции на обнаружение ионов железа (2) и железа (3) в растворе</p> <p>Рассчитать константу равновесия (при 298 К) реакций и оценить равновесный выход продукта:</p> <p>а) $1,5H_{2(g)} + 0,5N_{2(g)} \leftrightarrow NH_{3(g)}$</p> <p>б) $0,5H_{2(g)} + 1,5N_{2(g)} \leftrightarrow N_3H_{(g)}$</p> <p>При решении для расчета стандартной энергии Гиббса реакции использовать справочные таблицы.</p> <p>– предложить метод определения жесткости воды и описать его сущность.</p>
ПК-1 способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – Основные определения и понятия химической технологии; – общие закономерности химических процессов, основные параметры ХТП; – основные показатели и методы оценки эффективности химического производства – основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Химическое производство. Иерархическая организация процессов в химическом производстве: молекулярный уровень, уровень малого объема, уровень потока, уровень реактора, уровень системы. Материальные объекты в химическом производстве: сырье, промежуточный продукт, побочный продукт, отходы хим. Производства. 2. Классификация основных процессов химической технологии. Гидромеханические, массообменные (диффузионные), тепловые, химические и механические процессы. 3. Химико-технологический процесс. Классификация ХТП . Лимитирующие стадии. Процессы, протекающие в кинетической, диффузионной и переходной областях. 4. Критерии эффективности хим.производства и ХТП: технические, экономические; социальные. Современныетребования к химическому производству. 5. Сырьевая база химической промышленности. Классификация сырья. Обогащение сырья. Принципы обогащения твердого сырья. Вторичныматериальныересурсы. 6. Вода в химической промышленности. Классификация природных вод. Показатели качества воды. Промышленная водоподготовка. Основные операции по очистке воды. Методыочисткисточныхвод. Водооборотныециклы 7. Энергетическая база химической промышленности. Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы. Энергия в химическом производстве. Химическое топливо. Состав. Энергетические характеристики: теплота сгорания, жаропродуктивность. Энерготехнология. Энерготехнологическиесхемыпроизводства.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>8. Направление химических реакций. Изменение энергии Гиббса в ходе реакции. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Основные задачи технологических расчетов на основании термодинамических закономерностей химических превращений.</p> <p>9. Общие закономерности химических процессов. Равновесие в технологических процессах. Принцип Ле-Шателье. Способы смещения равновесия. Степень превращения сырья. выход продуктов.</p> <p>10. Скорость химико-технологических процессов. Кинетическая и диффузионная области технологических процессов. Способы увеличения скорости процесса.</p> <p>11. Факторы, определяющие скорость химико-технических процессов, протекающих в гомо- и гетерогенных средах. Роль концентрации реагентов, температуры, давления и обновления поверхности реагирующих фаз на скорость протекания технологических процессов.</p> <p>12. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Кинетика элементарных (одностадийных) и неэлементарных (сложных) химических реакций. Кинетическое уравнение. Константа (коэффициент) скорости. Частный и общий порядок реакции (для элементарных и формально простых реакций). Дифференциальная селективность.</p> <p>13. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Катализаторы. Промышленный катализ. Основные стадии гетерогенно-каталитических процессов. Контактные массы. Их состав.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		14. Технологические приемы ускорения (замедления) реакций. Экономические и технологические факторы, ограничивающие применение высоких температур и давлений как средств регулирования скорости ХТП.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – Рассчитывать основные характеристики химического процесса с использованием справочных данных; – использовать современные информационные технологии для решения профессиональных задач; – использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности; – составлять графические модели ХТС, – выбирать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции – анализировать условия функционирования системы - ее устойчивость и надежность, безопасность, наличие побочных продуктов и отходов, условия работы и т.п. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вычислите временную жесткость воды, зная, что в 250 л ее содержится 202,5 г $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. 2. Рассчитайте массу и объем сухого воздуха, теоретически необходимого для полного сгорания 1 кг угля с массовой долей: С - 0,862, Н₂ – 0,046, N₂ – 0,012, влаги - 0,010, золы – 0,070. 3. Составьте химическую и функциональную схемы производства разбавленной азотной кислоты. Определите условия синтеза. 4. Составьте химическую и функциональную схемы производства аммиачной селитры. Как используется теплота нейтрализации в процессе? 5. Энтальпия реакции нейтрализации аммиака 52,5%-ной азотной кислотой $\Delta H = -106,09$ кДж/моль. Определите, сколько воды может испариться за счет теплоты реакции нейтрализации 212,5 кг аммиака. Энтальпия парообразования воды $\Delta H = -2684$ кДж/кг. 6. Определить расход сырья (поваренная соль, купоросное масло) для производства 1 т сульфата натрия (в расчете на чистый Na_2SO_4). Содержание основных компонентов в сырье, % (масс): NaCl - 96,0; H_2SO_4 - 93,0. Степень разложения NaCl (масс доли) - 0,9. Уравнение реакции $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaCl}_{(мс)} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow$ <p>8.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – профессиональным языком предметной области знания; – осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом – навыками использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции – навыками выполнения основных химико-технологических расчетов 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Составьте кинетические уравнения сложных реакций по каждому из веществ, участвующих в реакции, протекающей по схеме $A + B \xrightarrow{k_1} P + C$ $A + P \xrightarrow{k_2} C + D$ 2. Сформулировать основные принципы и методы обогащения минерального сырья. 3. Какие преимущества имеет схема производства азотной кислоты при двух давлениях (рис.) по сравнению со схемой при едином давлении? <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> <ol style="list-style-type: none"> 4. Определить расход технического карбида кальция, для получения 200 л ацетилена по реакции $CaC + H_2O = CaO + H_2C_2$. Содержание CaC_2 в техн.карбиде, % (масс)- 82; Степень разложения CaC_2 95% . Сформулируйте основной круг задач, решаемых в химической технологии при выборе технологического режима на основании законов химической термодинамики.

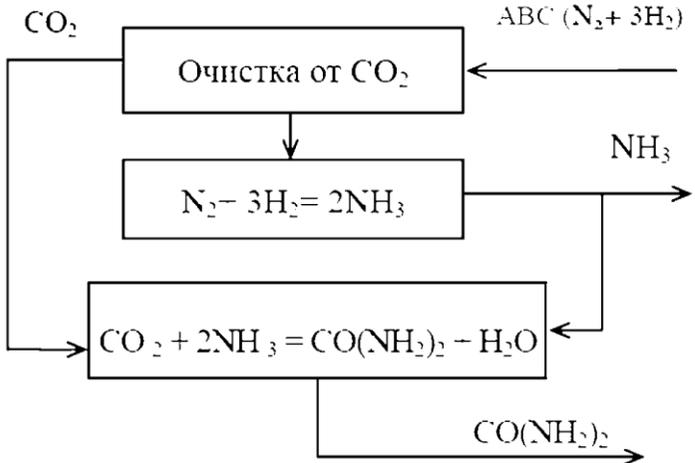
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – общие закономерности химических процессов; – основные показатели и методы оценки эффективности химического производства – основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры, – технологию основных химических производств – типы химических реакторов и требования к ним, – способы регулирования технологических показателей химико-технологических процессов 	<ol style="list-style-type: none"> 15. Основные технологические характеристики твердых катализаторов: активность, температура зажигания, селективность, пористость, устойчивость к контактными ядам. 16. Особенности аппаратного оформления каталитических процессов. Контактные аппараты (КА). Классификация их по состоянию катализатора и режиму его движения. Показатели работы КА: время контакта, объемная скорость, удельная производительность. 17. Промышленные химические реакторы. Классификация химических реакторов: по способу организации процесса; по характеру теплового режима; по характеру движения компонентов. Сравнение эффективности работы реакторов идеального вытеснения и идеального смешения. 18. Химико-технологические системы (ХТС). Структура ХТС. Классификация моделей ХТС. 19. Типы технологических связей между элементами химико-технологической системы, их назначение, привести примеры для конкретных производств. 20. Материальный баланс. Принципы составления материального баланса химико-технологического процесса. Энергетический (тепловой) баланс. Принципы его составления.

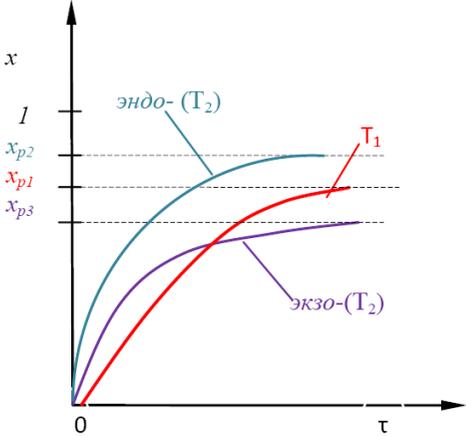
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>21. Промышленные способы производства водорода.</p> <p>22. Производство водорода каталитической конверсией метана природного газа с водяным паром. Какими соображениями руководствуются при выборе схемы и условий процесса конверсии(давление, температура, состав реакционной смеси)?</p> <p>23. Очистка природного газа от сернистых соединений. Приведите схему сероочистки.</p> <p>24. Синтез аммиака из азота и водорода. Условия синтеза. Функциональная схема синтеза.</p> <p>25. Очистка от CO и CO₂ после конверсии природного газа. Почему возникает ее необходимость? Способы и режимы очистки.</p> <p>26. Производство разбавленной азотной кислоты. Условия синтеза. Химическая и функциональная схема производства.</p> <p>27. Производство концентрированной азотной кислоты. Прямой (нитроолеумный) метод производства концентрированной азотной кислоты.</p> <p>28. Производство серной кислоты контактным методом. Основные стадии процесса и условия их проведения. Преимущество печей КС (кипящего слоя) при осуществлении процесса обжига колчедана перед процессом в полочной печи.</p> <p>29. Абсорбция триоксида серы в производстве серно кислоты. Анализ диаграммы температура кипения – состав H₂O-H₂SO₄- SO₃. Схема абсорбции.</p> <p>30. Электротермическое получение элементарного фосфора и термической фосфорной кислоты. Химическая и</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>функциональная схема производства.</p> <p>31. Производство экстракционной фосфорной кислоты. Дегидратный, полигидратный и ангидритный способы разложения. Химическая и функциональная схема производства.</p> <p>32. Производство аммиачной селитры. Физико-химические основы и технологическая схема производства. Использование теплоты нейтрализации.</p> <p>33. Производство карбамида. Сырье. Химическая и функциональная схема производства. Условия.</p> <p>34. Производство аммофоса. Сырье. Химическая и функциональная схема производства. Условия.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – осуществлять поиск, анализ, структурирование информации, обозначать и освещать элементы передовых технологий – оценивать технологическую эффективность производства; – обосновывать принятие конкретного технологического решения при организации эффективной работы предприятия; – выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения – выполнять расчеты ХТП, составлять материальные и тепловые балансы элементов ХТС – проводить анализ различных вариантов технологического процесса, прогнозировать последствия; выбирать рациональную схему 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предложить технологические методы ускорения (замедления) конкретной химической реакции. 2. Составьте функциональную и операторную схему процесса получения водорода конверсией метана. Выделите подсистему (на выбор), определите критерии ее эффективности. 3. Производство аммиака из природного газа можно представить химической схемой: <ul style="list-style-type: none"> $CH_4 + 2H_2O = CO_2 + 4H_2$ $3H_2 + N_2 = 2NH_3$ или суммарным уравнением <ul style="list-style-type: none"> $3CH_4 + 6H_2O + 4N_2 = 3CO_2 + 8NH_3$.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	производства заданного продукта.	<p>Теоретически на производство 1т NH_3 необходимо затратить 494 м³ природного газа (метана). Реальный расходный коэффициент составляет более 1000 м³/1т NH_3. Назовите возможные причины дополнительного расхода природного газа.</p> <p>4. Составить материальный и тепловой балансы процесса сжигания 1 т серосодержащего сырья кислородом воздуха. Сырьесодержит, (мас. доли): S - 0,99, H_2O - 0,06, зола – 0,04.</p> <p>5. Суммарное стехиометрическое уравнение последовательного получения HNO_3 из аммиака описывается уравнением $4NH_3 + 8O_2 = 4HNO_3 + 4H_2O$. Теоретически для получения одной тонны 100% - ной HNO_3 необходимо взять 270 кг аммиака. Реальный расход аммиака составляет 290 кг. Назовите основные причины различий между теоретическим и реальным расходными коэффициентами.</p> <p>6. Составить материальный и тепловой баланс окисления аммиака (в расчете на 1т 60 % азотной кислоты), протекающего по реакции $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O + 904,8 \text{ кДж/ моль}$ с учетом побочной реакции $4NH_3 + 3O_2 = 2N_2 + 6H_2O + 1267,0 \text{ кДж/ моль}$</p> <p>7. Тепловым расчетом определить температуру, до которой необходимо нагреть аммиачно-воздушную смесь, чтобы процесс окисления аммиака протекал автотермично. Данные для расчета:</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
		Степень превращения NH_3 в NO , %	8. 96,0
		Степень абсорбции, %	9. 96,5
		Содержание аммиака в сухой аммиачно – воздушной смеси, % (масс.).	10. 10,0
		Температура конверсии, °С:	11. 800
		Теплопотери в окружающую среду, % от прихода теплоты	12. 5
		<p>8. Какое комбинированное производство может соответствовать представленной схеме?</p>	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p data-bbox="1196 975 2159 1050">9. Обосновать необходимость использования нейтрализатора в синтезе нитрата аммония.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – навыками выделения уровней, элементов и взаимосвязей между ними на основе фундаментальных знаний, – навыками определения комплекса свойств физико-химических систем, положенных в основу химического производства, – навыками обработки и анализа данных, полученных при теоретических и экспериментальных 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Составьте химическую и функциональную схемы производства серной кислоты контактным методом. Выделите подсистему абсорбции. Определите критерии эффективности и факторы, влияющие на них. 2. Как влияет давление на сажеобразование в реакции $\text{CO} + \text{H}_2 = \text{C}_{\text{тв}} + \text{H}_2\text{O}$? 3. Какими способами можно увеличить равновесное превращение при протекании реакций

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>исследованиях, интерпретации полученных результатов</p>	<p>а. $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2 + Q_p$; $\text{C}_4\text{H}_{10} = \text{C}_4\text{H}_8 + \text{H}_2 - Q_p$.</p> <p>Напишите выражение для константы равновесия.</p> <p>4. Процесс осуществляется с протеканием простой обратимой реакции первого порядка</p> $\text{A} \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} \text{B}$ <p>Зависимость степени превращения $x(\tau)$ при температурах T_1 и $T_2 > T_1$ для эндотермической и экзотермической реакций в реакторе ИВ (или ИС-п) представлена на рис.</p>  <p>штриховыми линиями показаны равновесные степени превращения x_p для тех же условий</p> <p>Какой температурный режим будет оптимальным для обеспечения максимальной интенсивности процесса с</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>экзотермической и эндотермической реакцией?</p> <p>5. Обоснуйте выбор условий процесса конверсии метана водяным паром (давление, температура, состав реакционной смеси).</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 (3 семестр) и экзамена (4 семестр).

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;