

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 10.09.2023 11:05:53  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6a9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
Новотроицкий филиал

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Общая химическая технология

Закреплена за подразделением Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	144	Формы контроля на курсах: экзамен 3
в том числе:		
аудиторные занятия	12	
самостоятельная работа	123	
часов на контроль	9	

#### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	уп	рп		
Лекции	6	6	6	6
Практические	6	6	6	6
В том числе инт.	4	4	4	4
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	12	12	12	12
Сам. работа	123	123	123	123
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*Профессор, Петухов В.Н.*

Рабочая программа

**Общая химическая технология**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата) (приказ от 25.12.2017 г. № № 857 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль. Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, 18.03.01\_20\_ХимТехнология\_Пр1\_заоч\_2020.plz.xml , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.05.2020, протокол № 10/зг

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль. Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 24.06.2021 г., №11

Руководитель подразделения к.ф-м.н., доцент Д.А.Гюнтер

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Целями освоения дисциплины являются: развитие у будущих специалистов способности проникать в сущность химико-технологических процессов, рассматривать их во взаимосвязи; умение грамотно оценивать роль и последствия развития химической индустрии для общества, принимать обоснованные эколого-технологические решения.
1.2	Задачи дисциплины – усвоение студентами:- основных понятий химической технологии;- теоретических основ и сущности химико-технологических процессов;
1.3	- многоуровневого и многокритериального характера задач создания новых технологий;
1.4	- принципов осуществления важнейших химических производств.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Правоведение	
2.1.2	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.3	Физическая химия	
2.1.4	Электротехника	
2.1.5	Социология	
2.1.6	Химия	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Государственная итоговая аттестация	
2.2.2	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.1	
2.2.3	Дополнительные главы физической химии	
2.2.4	Обогащение полезных ископаемых	
2.2.5	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>УК-10.2: способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности</b>	
<b>Знать:</b>	
УК-10.2-31 основные определения и понятия химической технологии	
<b>УК-7.1: способность анализировать продукцию, процессы и системы</b>	
<b>Знать:</b>	
УК-7.1-31 химические схемы производства основных химических веществ	
<b>ПК-3.3: Готовностью использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3.3-31 основные виды ресурсов химической технологии	
<b>ПК-1.4: Способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1.4-31 основные виды отходов, получаемых при производстве химических веществ	
<b>УК-10.2: способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности</b>	
<b>Уметь:</b>	
УК-10.2-У1 использовать современные информационные технологии для решения профессиональных задач	
<b>УК-7.1: способность анализировать продукцию, процессы и системы</b>	
<b>Уметь:</b>	
УК-7.1-У1 записать химические схемы	

**ПК-1.4: Способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения**

**Уметь:**

ПК-1.4-У1 записать уравнения возможных химических реакций, протекающих с отходами

**ПК-3.3: Готовностью использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности**

**Уметь:**

ПК-3.3-У1 оценивать технологическую эффективность производства

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Химическая технология. Химическое производство и химико-технологический процесс (ХТП). Сырьевая база химической промышленности.							

1.1	<p>Понятие химической технологии. Химическое производство.</p> <p>Иерархическая организация процессов в химическом производстве.</p> <p>Молекулярный уровень, уровень малого объема, уровень потока, уровень реактора, уровень системы.</p> <p>Материальные объекты в химическом производстве: сырье, промежуточный продукт, побочный продукт, отходы хим. Производства.</p> <p>ХТП. Классификация ХТП. Критерии эффективности хим.производства и ХТП: технические - производительность, интенсивность, расходный коэффициент, выход продукта, качество продукта, экономические – себестоимость, производительность труда, эксплуатационные – надежность, безопасность, чувствительность, управляемость; социальные – степень автоматизации и механизации, экологическая безопасность, безвредность обслуживания.</p> <p>Сырьевая база химической промышленности.</p> <p>Классификация сырья.</p> <p>Обогащение сырья.</p> <p>Принципы обогащения твердого сырья. Вторичные материальные ресурсы.</p> <p>Вода в химической промышленности.</p> <p>Классификация природных вод. Показатели качества воды. Промышленная водоподготовка. Основные операции по очистке воды.</p> <p>Методы очистки сточных вод. Водооборотные циклы.</p> <p>Энергетическая база химической промышленности.</p> <p>Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы.</p> <p>Энергия в химическом производстве. Химическое топливо. Состав.</p> <p>Энергетические характеристики: теплота сгорания, жаропродуктивность.</p> <p>Энерготехнология.</p> <p>Энерготехнологические</p>	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3			
-----	---	---	---	--	--	--	--	--

	схемы производства. /Лек/							
1.2	Расчет констант равновесия и равновесного выхода продукта /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3			
1.3	Самостоятельное изучение материала в LMS Canvas по теме:Виды и источники энергии, используемые в химических производственных процессах. Сопоставление масштабов изменения различных форм энергии в типовых процессах химической технологии. Концепция полного использования энергетических ресурсов. Энерготехнологические системы. /Ср/	3	20		Л1.1 Л1.2 Л1.6 Л1.7Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 2. Общие закономерности химических процессов</b> <b>Равновесие в технологических процессах. Скорость превращения вещества и скорость реакции.Промышленный катализ.</b>							

2.1	<p>Термодинамика химических превращений. Направление химических реакций. Изменение энергии Гиббса в ходе реакции. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Равновесие в технологических процессах. Принцип Ле-Шателье. Способы смещения равновесия. Степень превращения сырья. выход продуктов. Скорость химико-технологических процессов. Кинетическая и диффузионная области технологических процессов. Способы увеличения скорости процесса. Микрокинетические факторы, влияющие на скорость химической реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Кинетическое уравнение. Частный и общий порядок реакции (для элементарных и формально простых реакций). Дифференциальная селективность. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Катализаторы. Промышленный катализ. Основные стадии гетерогенно-каталитических процессов. Контактные массы. Их состав. Основные технологические характеристики твердых катализаторов: активность, температура зажигания, селективность, пористость, устойчивость к контактными ядам.</p> <p>/Лек/</p>	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 Э3			
2.2	<p>Решение задач по определению расходных норм сырья на производство продуктов основного органического и неорганического синтеза. /Пр/</p>	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3			

2.3	Самостоятельное изучение материала в LMS Canvas по теме:Промышленный катализ. Производственные процессы с применением твердых, жидких и газообразных катализаторов. Особенности аппаратного оформления каталитических процессов. Биокатализаторы и иммобилизованные ферменты. /Ср/	3	10		Л1.2 Л1.3 Л1.6 Л1.7Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 3. Химические реакторы. Химико-технологические системы (ХТС)</b>							

3.1	<p>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. Контактные аппараты (КА). Классификация их по состоянию катализатора и режиму его движения. Показатели работы КА: время контакта, объемная скорость, удельная производительность. Химико-технологические системы (ХТС). Структура ХТС. Классификация моделей ХТС. Качественные модели ХТС (функциональные, структурные, операторные, технологические схемы). Математические модели ХТС (топологические, структурные блок-схемы, сетевые) Типы технологических связей между элементами химико-технологической системы. Расчет ХТС. Материальный баланс. Принципы составления материального баланса химико-технологического процесса. Энергетический (тепловой) баланс. Принцип его составления Анализ, синтез и оптимизация ХТС. Производство водорода каталитической конверсией метана природного газа с водяным паром. Очистка природного газа от сернистых соединений. Синтез аммиака из азота и водорода. Условия синтеза. Производство азотной кислоты (концентрированной и разбавленной) Производство серной кислоты контактным методом. Основные стадии процесса и условия их проведения. Преимущество печей КС (кипящего слоя) при осуществлении процесса обжига колчедана перед другими типами</p>	3	2		Л1.3 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3			
-----	--	---	---	--	---	--	--	--

	печей. Производство серной кислоты нитрозным методом. Производство фосфорной кислоты (термический и экстракционный методы) Производство аммиачной селитры. /Лек/							
3.2	Тепловые расчеты химико-технологических процессов. Расчеты материальных и тепловых балансов химико-технологических процессов различных производств. Расчеты материальных и тепловых балансов химико-технологических процессов различных производств. /Пр/	3	2		Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3			
3.3	Многовариантность и сложность решения задачи синтеза и оптимизации технологической схемы современного крупного химического производства. Принцип многостадийности химической переработки исходного сырья в конечные (целевые) продукты. Оптимальное варьирование способов ввода реагентов в реакционную зону и вывода продуктов из нее. Структурная организация процессов теплообмена и вспомогательных потоков теплоносителей в современных технологических системах. Подсистемы контроля и управления технологическими процессами. Виды технологического анализа на химических предприятиях. /Ср/	3	30		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3			

3.4	<p>Производство аммофоса.          Производство суперфосфата          Основные направления применения электрохимических производств. Первичные и вторичные химические источники электроэнергии.          Преимущества электрохимических производств перед химическими.          Теоретические основы электролиза водных растворов и расплавленных сред. Выход по току, коэффициент использования энергии и баланс напряжений.          Электрохимическое производство хлора и каустической соды.          Основные стадии процесса приготовления и очистки рассола. Электролиз водных растворов хлорида натрия.          /Ср/</p>	3	20		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.7Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3			
<b>Раздел 4. Важнейшие промышленные химические производства</b>								
4.1	<p>Производство водорода каталитической конверсией метана природного газа с водяным паром.          Очистка природного газа от сернистых соединений.          Синтез аммиака из азота и водорода. Условия синтеза.          Производство азотной кислоты (концентрированной и разбавленной)          Производство серной кислоты контактным методом. Основные стадии процесса и условия их проведения. Преимущество печей КС (кипящего слоя) при осуществлении процесса обжига колчедана перед другими типами печей.          Производство серной кислоты нитрозным методом.          Производство фосфорной кислоты (термический и экстракционный методы)          Производство аммиачной селитры.          /Ср/</p>	3	24		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3			

4.2	<p>Производство аммофоса.          Производство суперфосфата          Основные направления применения электрохимических производств. Первичные и вторичные химические источники электроэнергии. Преимущества электрохимических производств перед химическими.          Теоретические основы электролиза водных растворов и расплавленных сред. Выход по току, коэффициент использования энергии и баланс напряжений.          Электрохимическое производство хлора и каустической соды.          Основные стадии процесса приготовления и очистки рассола. Электролиз водных растворов хлорида натрия.          /Ср/</p>	3	19		Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3			
4.3	/Экзамен/	3	9		Л2.2Л3.1			

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)**

Перечень вопросов к экзамену(УК-7.1(31,У1),УК-10.2(31,У1) ПК-1.4((31,У1)ПК-3.3((31,У1):

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. Гидро-механические, 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 - производительность, интенсивность, расходный коэффициент, выход продукта, качество продукта, экономические – себестоимость, производительность труда, эксплуатационные – надежность, безопасность, чувствительность, управляемость; социальные – степень автоматизации и механизации, экологическая безопасность, безвредность обслуживания.
5. Сырьевая база химической промышленности. Классификация сырья. Обогащение сырья. Принципы обогащения твердого сырья. Вторичные материальные ресурсы.
6. Вода в химической промышленности. Классификация природных вод. Показатели качества воды. Промышленная водоподготовка. Основные операции по очистке воды. Методы очистки сточных вод. Водооборотные циклы
7. Энергетическая база химической промышленности. Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы. Энергия в химическом производстве. Химическое топливо. Состав. Энергетические характеристики: теплота сгорания, жаропродуктивность. Энерготехнология. Энерготехнологические схемы производства.
8. Общие закономерности химических процессов. Направление химических реакций. Изменение энергии Гиббса в ходе реакции. Уравнение изотермы Вант-Гоффа.
9. Общие закономерности химических процессов. Равновесие в технологических процессах. Принцип Ле-Шателье. Способы смещения равновесия. Степень превращения сырья. выход продуктов.
10. Скорость химико-технологических процессов. Кинетическая и диффузионная области технологических процессов. Способы увеличения скорости процесса.
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.
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.
13. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Катализаторы. Промышленный катализ. Основные стадии гетерогенно-каталитических процессов. Контактные массы. Их состав.
14. Технологические приемы ускорения (замедления) реакций. Экономические и технологические факторы, ограничивающие применение высоких температур и давлений как средств регулирования скорости ХТП.
15. Основные технологические характеристики твердых катализаторов: активность, температура зажигания, селективность, пористость, устойчивость к контактному 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. Качественные модели ХТС ( функциональные, структурные, операторные, технологические схемы). Математические модели ХТС ( топологические, структурные блок-схемы, сетевые)
19. Типы технологических связей между элементами химико-технологической системы.
20. Анализ, синтез и оптимизация ХТС.
21. Материальный баланс. Принципы составления материального баланса химико-технологического процесса. Энергетический (тепловой) баланс. Принцип его составления.
22. Производство водорода каталитической конверсией метана природного газа с водяным паром.
23. Очистка природного газа от сернистых соединений.
24. Синтез аммиака из азота и водорода. Условия синтеза.
25. Производство разбавленной азотной кислоты
26. Производство концентрированной азотной кислоты. Анализ диаграмм температура кипения – состав (H<sub>2</sub>O- HNO<sub>3</sub>) и H<sub>2</sub>O-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>- SO<sub>3</sub>. Прямой (нитроолеумный) метод производства концентрированной азотной кислоты.
27. Производство серной кислоты контактным методом. Основные стадии процесса и условия их проведения. Преимущество печей КС (кипящего слоя) при осуществлении процесса обжига колчедана перед другими типами печей.
28. Производство серной кислоты нитрозным методом.
29. Электротермическое получение элементарного фосфора и термической фосфорной кислоты.
30. Производство экстракционной фосфорной кислоты. Дегидратный, полигидратный и ангидритный способы разложения.
31. Производство суперфосфата.
32. Производство аммиачной селитры. Физико-химические основы и технологическая схема производства .

Использование теплоты нейтрализации.

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.**

Задания дл домашней контрольной работы:

- 1 Химическая технологи как наука.
- 2 Значение и основные направления развития химической технологии.
- 3 Сырьё химической промышленности, виды и запасы сырья..
- 4 Принципы обогащения сырья.
- 5 Энергетические источники химической промышленности.
- 6 Основные характеристики и классификация химико-технологических процессов.
- 7 Пути интенсификации химико-технологических процессов.
- 8 Основные показатели химико-технологических процессов.
- 9 Материальный и тепловой балансы процесса.
- 10 Равновесие в технологических процессах. Константы равновесия.
- 11 Принцип Ле-Шателье в химической технологии.
- 12 Взаимосвязь параметров химико-технологических процессов и влияние их изменения на смещение равновесия. 13
- Характеристика гомогенных химических процессов.
- 14 Факторы, влияющие на скорость гомогенного процесса.
- 15 Сущность и виды катализа.
- 16 Характеристика гетерогенных химических процессов.
- 17 Факторы, влияющие на скорость гетерогенного процесса.
- 18 Основные требования к катализаторам.
- 19 Свойства твердых катализаторов и их производство.
- 20 Виды моделирования.
- 21 Проектирование и моделирование химико-технологических систем.
- 22 Химические реакторы. Основные требования, предъявляемые к химическим реакторам.
- 23 Классификация химических реакторов.
- 24 Основные показатели работы химических реакторов.
- 25 Принцип организации теплообмена в химических реакторах.
- 26 Общая характеристика химико-технологических систем.
- 27 Способы отображения структуры химико-технологических систем.
- 28 Основные типы связи между элементами ХТС.
- 29 Основные этапы создания производств и стадии проектирования.
- 30 Предпроектная разработка, составление рабочей документации.
- 31 Основные направления охраны окружающей среды от промышленных выбросов.
- 32 Очистка газообразных выбросов от примесей.
- 33 Очистка сточных вод.
- 34 Свойства и применение серной кислоты.
- 35 Способы производства серной кислоты.
- 36 Сырьё для производства серной кислоты.
- 37 Производство диоксида серы из серы.
- 38 Производство диоксида серы из колчедана.
- 39 Очистка сернистого газа от примесей.
- 40 Физико-химические основы окисления диоксида серы.
- 41 Физико-химические основы абсорбции триоксида серы.
- 42 Основные направления интенсификации сернокислотного производства.
- 43 Свойства и применение аммиака.
- 44 Сырье для синтеза аммиака, получение азота.
- 45 Физико-химические основы конверсии метана и оксида углерода.
- 46 Физико-химические основы синтеза аммиака.
- 47 Азотная кислота, свойства и применения.
- 48 Сырье и способ производства азотной кислоты.
- 49 Физико-химические основы окисления аммиака.
- 50 Физико-химические основы окисления оксида азота и абсорбции диоксида азота водой.
- 51-62 Определить расходные коэффициенты сырья на производства  $V \text{ м}^3$  диоксида серы при обжиге материала, содержащего с % примесей. табл.2

№	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
V, м3	120000	55000	87000	40000	145000	88000	150000	75000	100000	250000	58000	
	65000											
Название газа	SO2											
Наименование материала			сера	сероводород		колчедан						
Содержание примесей, %			5,2									
	9,1	2,5	3,8	6,1	7,3	5,8	4,6	8,1	8,3	12,2	6,7	

63-74 Определить расходные коэффициенты сырья на производства вещества С, если первое сырье А содержит с1 % примесей, а второе В концентрацией с2 %, табл. 3

Таблица 3 – Выбор данных задач №№ 63-74

№	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
Наименование вещества С				K2 SO4	NH4 NO3		KNO3					
Наименование сырья А				KCl	NH3		KCl					
Содержание примесей, %				3,8	4,6	5,2	3,6	10,0	5,8	7,6	6,5	9,7
	6,8											
	5,4	3,9										
Наименование сырья В				H2SO4	HNO3							
				HNO3								
Концентрация, с2 %				93,5	94,1	93,8						
	94,6	55,0	53,4	58,6	52,8	54,3						
	55,8											
	53,9											
	56,7											

75 – 86 Определить выход продукта, если из m кг данного вещества получено m1 кг продукта, табл.4

Таблица 4 – Выбор данных задач №№ 75-86

№	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Масса вещества, m , кг	890	500	1300									
	8300	5700										
	9800	7250										
	2100	5300										
	8200	4900										
Наименование вещества/ концентрация	HNO3 , %											
	колчедан, содержащий FeS2 ,%						сера, содержащая примеси, %					
	45		53	49	51	92,3	90,5	96,4	90,2	2,8	5,1	
	4,6	7,2										
Наименование продукта			Аммиачная селитра		Диоксид серы		Диоксид серы					
Масса продукта m1 , кг	250		810		490		3110		7900		5210	
	9750	6905		4012		9830		15520		9018		

87-98 Определить степень превращения компонента газа, если на процесс поступает газ объемом V нм3 /час, содержащий с % об. компонента; а на выходе из аппарата в газе содержится m кг/час компонента, табл.5

Таблица 5 – Выбор данных задач №№ 87-98

№	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
V газа, нм3 /час	65000	100000	150000	58000	75000	93000	110000	45000	90000	145000	83000	
	105000											
Наименование компонента			SO2		N2		NH3					
Содержание компонента на входе - с, % об.			25,2		31,5		5,9		7,3		4,9	
	8,6								21,7			12,5



N2 -23;

CH4 -4;

Ar - 6 H2 -  
63;

N2 -25;

CH4 -7;

Ar - 5 H2 -  
69;

N2 -21;

CH4 -3;

Ar - 7 H2 -  
65;

N2 -28;

CH4 -3;

Ar - 4 NH3 -

12,5 в амми-ачно-

возд. смеси

NH3 -

11,9 в амми-ачно-

возд. смеси

NH3 -

13,1 в амми-ачно-

возд. смеси

NH3 -

12,8 в амми-ачно-

возд. смеси

Степень прев-ращения x,%

98,7

97,6

98,2

98,5

N2 -10

N2 -17 N2 -11

N2 -16

98,5

97,9

98,2

97,6

135-146 Составить материальный баланс процесса, если в аппарат поступает материал в количестве А, содержащий с1 примесей. Избыток воздуха – X, табл.9

Таблица 9 – Выбор данных задач №№ 135-146

№	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145
Процесс	135 146	Сжигание серы, тн/сутки				Сжигание сероводорода, нм3 /час					Окисления
Количество материала	25000	45000		90	36000	150	42000	35	66000	58	48000

52000	43000								
Содержание примесей, с %		3,8		2,5		4,6		1,9	
N2 -2,1	N2 O-5,0								
N2 -3,2	N2 O-3,8								
N2 -4,4	N2 O-6,3								
N2 -4,8	N2 O-5,4								
N2 -1,2	N2 -0,5								
N2 -2,5	N2 -1,1								
N2 -1,9	N2 -0,6								
N2 -2,8	N2 -0,2								
Избыток воздуха, X раз		1,9		2,3		1,6		2,5	
2,2	2,8	2,4	3,1	1,9	2,3	1,9	2,3	1,9	
	2,6								

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

Ниже представлен образец билета для экзамена, проводимого в устной форме.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

«МИСиС»

НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра математики и естествознания

БИЛЕТ К ЭКЗАМЕНУ № 0(УК-7.1(31,У1),УК-10.2(31,У1) ПК-1.4((31,У1)ПК-3.3((31,У1)

Дисциплина: «Общая химическая технология»

Направление: 18.03.01 «Химическая технология»

Форма обучения: заочная

Форма проведения экзамена: устная

1) Химико-технологические системы (ХТС). Структура ХТС. Классификация моделей ХТС. Качественные модели ХТС ( функциональные, структурные, операторные, технологические схемы). Математические модели ХТС ( топологические, структурные блок-схемы, сетевые);

2) Общие закономерности химических процессов. Направление химических реакций. Изменение энергии Гиббса в ходе реакции. Уравнение изотермы Вант-Гоффа.

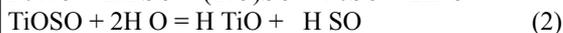
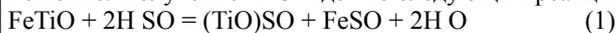
3) Составить тепловой баланс реактора для получения водорода каталитической конверсией метана. Состав исходной газовой смеси (м): - 97,8; - 250,0. Потери теплоты составляют 4% от прихода. Температура смеси на входе в реактор - 380°С, на выходе 800°С.

Примеры расчетных заданий по темам:

I. Расчет расходных коэффициентов

Пример 1. Рассчитать расход ильменитовой руды и серной кислоты для получения 1 т TiO<sub>2</sub>, если содержание титана в руде составляет 24,3% (масс.), а степень разложения FeTiO<sub>3</sub> и FeO 89%. В производстве применяется 80% серная кислота с 50% избытком от теоретического.

Решение: Получение TiO<sub>2</sub> идет по следующим реакциям:



УП: 18.03.01\_20\_ХимТехнология\_Пр1\_2020.plm.xml

стр. 11



FeO также реагирует с H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (побочная реакция):



Найдем содержание Ti в чистом ильмените:

1 моль FeTiO<sub>3</sub> - 1 моль Ti

или 152 кг FeTiO<sub>3</sub> - 48 кг Ti

(Ti) = 100 = 31,5%

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

Найдем содержание FeTiO<sub>3</sub> в руде:

31,5 – 100%

24,3 – x, x = 78%

Значит, FeO в руде содержится 100 – 78 = 22%.

Расход FeTiO<sub>3</sub> для получения 1 т TiO<sub>2</sub> по реакциям (1) - (3) составляет:

1 кмоль FeTiO<sub>3</sub> - 1 кмоль TiO<sub>2</sub>

152 кг FeTiO<sub>3</sub> - 80 кг TiO<sub>2</sub>

x - 1000 кг,

x = 1900кг,

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) :

1 моль  $FeTiO_3$  - 2 моль  $H_2SO_4$

152 кг - 2\*196 кг

1900 кг - x, x = 2450 кг

- по реакции (4) :

1 моль  $Fe_2O_3$  - 3 моль  $H_2SO_4$

160 кг - 294 кг

$(2731 \cdot 0,22)$  кг - x, x = 1104 кг

Всего  $2450 + 1104 = 3554$  кг.

С учетом 50%-го избытка от теоретического :

$3554 \cdot 1,5 = 5331$  кг.

С учетом 80% концентрации :

$5331:0,8 = 6664$  кг

Ответ : руды 2731 кг, кислоты 6664 кг.

## II. Составление материального баланса

Пример 2 . Составить материальный баланс окисления аммиака (на 1 т азотной кислоты). Степень окисления до - 0,97; до - 0,03; до - 1,00. Степень абсорбции 0,92. Содержание аммиака в сухой аммиачно – воздушной смеси 7,13% (масс.).

Воздух насыщен парами воды при 30°C. Относительная влажность 80%.

## III. Тепловые расчеты. Составление теплового баланса.

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

а) расход кокса состава (масс.%): - 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 2 кг 20%-го раствора серной кислоты и 3 кг 12%-го раствора . Определить температуру раствора после смешения, если первоначальная температура кислоты и щелочи 20°C, потери тепла в окружающую среду 1%.

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

Тестовые задания приведены в LMS Canvas по адресу купса <https://lms.misis.ru/enroll/3HNW6C>

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

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.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
---------------------	----------	------------	------------------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Кузнецова И.М., Харлампиди Э.Х., Иванов В.Г., Чиркунов Э.В	Общая химическая технология. Методология проектирования химико – технологических процессов.		СПб ЛАНЬ, 2014,
Л1.2	Бесков В.С.	Общая химическая технология: Учебник для вузов.		М. ИКЦ Академкнига, 2006,
Л1.3	Закгейм А.Ю.	Общая химическая технология. Введение в моделирование химико – технологических процессов. : Учебное пособие.		М. Логос, 2012,
Л1.4	И.М. Кузнецова, Э.В. Чиркунов, Х.Э. Харлампиди	Разработка технологии гетерогенной реакции в системе газ-жидкость: : учебное пособие к лабораторному практикуму по общей химической технологии		, 2011, URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258441">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258441</a>
Л1.5	А.Ю. Закгейм.	Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие		М. : Логос, 2012, URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=84988">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=84988</a> (22.06.2015).
Л1.6	К.В. Брянкин, А.И. Леонтьева, В.С. Орехов	Общая химическая технология в 2-х ч. Ч. 2. : учебное пособие		Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», , 2012, URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277912">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277912</a> (18.11.2015).
Л1.7	А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин	Общая химическая технология в 2-х ч. Ч. 1. : учебное пособие		Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», , 2012, URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277815">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277815</a> (18.11.2015).

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	Игнатенков В.И., Бесков В.С.	Примеры и задачи по общей химической технологии. : Учебное пособие./		М. ИКЦ Академкнига, 2006,
Л2.2	Кутепов А.М.,Ева Т.М., Бренгартен М.Г.	Общая химическая технология		М.ИКЦ Академкнига, 2005,

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	Белоусов В.В..	Теория процессов и аппаратов очистки газов. : Учебно – методическое пособие №839		М. ИК МИСиС, 2008, <a href="http://elibrary.misis.ru">http://elibrary.misis.ru</a>

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Российская научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
Э2	КиберЛенинка	<a href="http://www.cyberleninka.ru">www.cyberleninka.ru</a>
Э3	НФ НИТУ "МИСиС"	<a href="http://www.nf.misis.ru">www.nf.misis.ru</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	- Официальный сайт Новотроицкого филиала НИТУ "МИСиС" <a href="http://nf.misis.ru/">http://nf.misis.ru/</a>
И.2	- Электронная библиотека НИТУ "МИСиС" <a href="http://elibrary.misis.ru">http://elibrary.misis.ru</a>
И.3	- Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Обучающимся необходимо ознакомиться:

- с содержанием рабочей программы дисциплины (далее - РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, с основной и дополнительной литературой, в частности с методическими разработками по данной дисциплине, имеющимся на образовательном портале LMS Canvas и сайте кафедры, с видами самостоятельной работы.

Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, активно работать на практических занятиях и лабораторных работах, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Поэтому, важным условием успешного освоения дисциплины обучающимися является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подвести итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине они произошли. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса. Это способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

## 2 Методические рекомендации по подготовке к лекциям

Основными видами аудиторной работы обучающихся являются лекционные занятия. В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практические занятия, вместе с тем, четко формулирует и указания на самостоятельную работу.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в изучении проблем.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в историческом аспекте, так и в настоящее время. Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическими знаниями.

## 3 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Практическое занятие - это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно - теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения. Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач. На практическом занятии главное - уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями.

Логическая связь лекций и практических занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается.

Структура практического занятия:

1. В начале занятия называется его тема, цель и этапы проведения.
2. По теме занятия проводится беседа, что необходимо для осознанного выполнения практической работы (по контрольным вопросам).
3. Перед уходом из аудитории студенты должны навести порядок на своем рабочем месте.