

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
 Должность: Директор филиала  
 Дата подписания: 21.08.2025 14:49:33  
 Уникальный программный ключ:  
 10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

# 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 Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация **Бакалавр**  
 Форма обучения **заочная**  
 Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

|                         |     |                                        |
|-------------------------|-----|----------------------------------------|
| Часов по учебному плану | 144 | Формы контроля на курсах:<br>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  |       |     |
| Вид занятий                          |     |     |       |     |
| Лекции                               | 6   | 6   | 6     | 6   |
| Практические                         | 6   | 6   | 6     | 6   |
| Итого ауд.                           | 12  | 12  | 12    | 12  |
| Контактная работа                    | 12  | 12  | 12    | 12  |
| Сам. работа                          | 123 | 123 | 123   | 123 |
| В том числе сам. работа в рамках ФОС |     |     |       |     |
| Часы на контроль                     | 9   | 9   | 9     | 9   |
| Итого                                | 144 | 144 | 144   | 144 |

Программу составил(и):

*к.п.н, Доцент, Нефедова Е.В.*

Рабочая программа

**Общая химическая технология**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

18.03.01 Химическая технология, 18.03.01\_22\_ХимТехнология\_ПрПЭиУМ\_заоч.plx Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСИС" в составе соответствующей ОПОП ВО 30.11.2021, протокол № 35

Утверждена в составе ОПОП ВО:

18.03.01 Химическая технология, Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСИС" 30.11.2021, протокол № 35

Рабочая программа одобрена на заседании

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

Протокол от 12.03.2025 г., №3

Руководитель подразделения к.п.н., доцент А.В.Швалева

**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:                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1.3 | - основных понятий химической технологии;                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1.4 | - теоретических основ и сущности химико-технологических процессов;                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1.5 | - многоуровневого и многокритериального характера задач создания новых технологий;                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1.6 | - принципов осуществления важнейших химических производств.                                                                                                                                                                                                                                                               |

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|          |                                                                                                                       |      |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Блок ОП: |                                                                                                                       | Б1.О |
| 2.1      | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                          |      |
| 2.1.1    | Теплотехника                                                                                                          |      |
| 2.1.2    | Электротехника                                                                                                        |      |
| 2.1.3    | Информатика                                                                                                           |      |
| 2.2      | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |      |
| 2.2.1    | Обогащение полезных ископаемых                                                                                        |      |
| 2.2.2    | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                              |      |

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

**ОПК-4:** Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья, понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы

**Знать:**

ОПК-4-31 Знать  
основные виды ресурсов химической технологии

**ПК-1:** Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции химического производства, осуществлять оценку результатов анализа, используя нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий

**Знать:**

ПК-1-31 Знать  
химические схемы производства основных химических веществ

**ОПК-4:** Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья, понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы

**Уметь:**

ОПК-4-У1 уметь  
производить расчеты, необходимые для контроля параметров технологического процесса

**ПК-1:** Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции химического производства, осуществлять оценку результатов анализа, используя нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий

**Уметь:**

ПК-1-У1 Уметь  
осуществлять оценку результатов анализа сырья, материалов и готовой продукции

**ОПК-4:** Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья, понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы

**Владеть:**

ОПК-4-В1 Владеть

Способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом

**ПК-1: Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции химического производства, осуществлять оценку результатов анализа, используя нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий**

**Владеть:**

ПК-1-В1 Владеть

способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции химического 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 | ОПК-4-31 ПК-1-31 | <p>Л1.1 Л1.2</p> <p>Л1.3 Л1.6</p> <p>Л1.7</p> <p>Л1.8Л2.1Л3.1</p> <p>Э1 Э2 Э3</p> |  |  |  |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |    |                                          |                                                   |  |  |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------|--|--|----|
|     | схемы производства.<br><br>/Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |    |                                          |                                                   |  |  |    |
| 1.2 | Расчет констант равновесия и равновесного выхода продукта /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3 | 2  | ОПК-4-У1 ПК<br>-1-У1                     | Л1.1 Л1.3<br>Л1.7<br>Л1.8Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  | P1 |
| 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 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1 ПК<br>-1-31 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.7<br>Л1.8Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |    |
|     | <b>Раздел 2. Общие закономерности химических процессов</b><br><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 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1 ПК<br>-1-31 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4 Л1.6<br>Л1.7<br>Л1.8Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |    |
| 2.2 | <p>№2<br/>Решение задач по определению расходных норм сырья на производство продуктов основного органического и неорганического синтеза. /Пр/</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3 | 2 | ОПК-4-У1 ПК<br>-1-У1                     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.7<br>Л1.8Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 Э2 Э3         |  |  | Р2 |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |    |                                          |                                                   |  |  |  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------|--|--|--|
| 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 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1 ПК<br>-1-31 ПК-1-У1 | Л1.2 Л1.4<br>Л1.7<br>Л1.8Л2.1Л3.<br>1<br>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 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1 | Л1.3 Л1.4<br>Л1.6 Л1.7<br>Л1.8Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------|--|--|--|

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |    |                                          |                                                                     |  |  |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|--|----|
|     | печей.<br>Производство серной кислоты нитрозным методом.<br>Производство фосфорной кислоты (термический и экстракционный методы)<br>Производство аммиачной селитры.<br>/Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |    |                                          |                                                                     |  |  |    |
| 3.2 | №3<br>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  | ОПК-4-У1 ПК<br>-1-У1                     | Л1.3 Л1.7<br>Л1.8Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 Э2 Э3                           |  |  | Р3 |
| 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.<br>Оптимальное варьирование способов ввода реагентов в реакционную зону и вывода продуктов из нее.<br>Структурная организация процессов теплообмена и вспомогательных потоков теплоносителей в современных технологических системах.<br>Подсистемы контроля и управления технологическими процессами. Виды технологического анализа на химических предприятиях.<br>/Ср/ | 3 | 30 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1 ПК<br>-1-31 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4 Л1.5<br>Л1.6 Л1.7<br>Л1.8Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |    |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |    |                                          |                                                                             |  |  |  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| 3.4 | <p>Производство аммофоса.</p> <p>Производство суперфосфата</p> <p>Основные направления применения электрохимических производств. Первичные и вторичные химические источники электроэнергии.</p> <p>Преимущества электрохимических производств перед химическими.</p> <p>Теоретические основы электролиза водных растворов и расплавленных сред. Выход по току, коэффициент использования энергии и баланс напряжений.</p> <p>Электрохимическое производство хлора и каустической соды.</p> <p>Основные стадии процесса приготовления и очистки рассола. Электролиз водных растворов хлорида натрия.</p> <p>/Ср/</p>                                                                                   | 3 | 20 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1 ПК<br>-1-31 ПК-1-У1 | Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5<br>Л1.6<br>Л1.8Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 Э2 Э3              |  |  |  |
|     | <b>Раздел 4. Важнейшие промышленные химические производства</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |    |                                          |                                                                             |  |  |  |
| 4.1 | <p>Производство водорода каталитической конверсией метана природного газа с водяным паром.</p> <p>Очистка природного газа от сернистых соединений.</p> <p>Синтез аммиака из азота и водорода. Условия синтеза.</p> <p>Производство азотной кислоты (концентрированной и разбавленной)</p> <p>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.</p> <p>Производство серной кислоты нитрозным методом.</p> <p>Производство фосфорной кислоты (термический и экстракционный методы)</p> <p>Производство аммиачной селитры.</p> <p>/Ср/</p> | 3 | 24 | ОПК-4-31 ПК-1-31                         | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6<br>Л1.7<br>Л1.8Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |    |                                                             |                                                    |  |     |  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--|-----|--|
| 4.2 | Производство аммофоса.<br>Производство суперфосфата<br>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. Домашняя контрольная работа /Ср/ | 3 | 19 | ОПК-4-31 ПК-1-31                                            | Л1.2 Л1.4<br>Л1.6 Л1.7<br>Л1.8Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ1 |  |
| 4.3 | /Экзамен/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3 | 9  | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-В1 | Л2.1Л3.1                                           |  | КМ2 |  |
|     | <b>Раздел 5. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |    |                                                             |                                                    |  |     |  |
| 5.1 | Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3 | 0  |                                                             |                                                    |  |     |  |
| 5.2 | Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3 | 0  |                                                             |                                                    |  |     |  |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки |
|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|

|     |                    |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----|--------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| КМ1 | Контрольная работа | ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1 | <p>1.Понятие химической технологии. Химическое производство. Иерархическая организация процессов в химическом производстве.</p> <p>2.Молекулярный уровень, уровень малого объема, уровень потока, уровень реактора, уровень системы.</p> <p>3. Материальные объекты в химическом производстве: сырье, промежуточный продукт, побочный продукт, отходы хим. производства.</p> <p>4.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>5.Сырьевая база химической промышленности. Классификация сырья. Обогащение сырья. Принципы обогащения твердого сырья. Вторичные материальные ресурсы. Вода в химической промышленности.</p> <p>6.Классификация природных вод. Показатели качества воды. Промышленная водоподготовка. Основные операции по очистке воды. Методы очистки сточных вод. Водооборотные циклы.</p> <p>7.Энергетическая база химической промышленности. Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы. Энергия в химическом производстве.</p> <p>8.Химическое топливо. Состав. Энергетические характеристики: теплота сгорания, жаропродуктивность. Энерготехнология. Энерготехнологические схемы производства.</p> <p>9.Термодинамика химических превращений. Направление химических реакций. Изменение энергии Гиббса в ходе реакции.</p> <p>10.Уравнение изотермы Вант- Гоффа. Равновесие в технологических процессах. Принцип Ле-Шателье. Способы смещения равновесия.</p> <p>11.Степень превращения сырья. выход продуктов. Скорость химико-технологических процессов. Кинетическая и диффузионная области технологических процессов. Способы увеличения скорости процесса.</p> <p>12.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).</p> <p>13.Дифференциальная селективность. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Катализаторы.</p> <p>14.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>15.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.</p> |
|-----|--------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|     |         |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----|---------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| КМ2 | Экзамен | ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1 | <p>1.Понятие химической технологии. Химическое производство. Иерархическая организация процессов в химическом производстве.</p> <p>2.Молекулярный уровень, уровень малого объема, уровень потока, уровень реактора, уровень системы.</p> <p>3. Материальные объекты в химическом производстве: сырье, промежуточный продукт, побочный продукт, отходы хим. производства.</p> <p>4.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>5.Сырьевая база химической промышленности. Классификация сырья. Обогащение сырья. Принципы обогащения твердого сырья. Вторичные материальные ресурсы. Вода в химической промышленности.</p> <p>6.Классификация природных вод. Показатели качества воды. Промышленная водоподготовка. Основные операции по очистке воды. Методы очистки сточных вод. Водооборотные циклы.</p> <p>7.Энергетическая база химической промышленности. Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы. Энергия в химическом производстве.</p> <p>8.Химическое топливо. Состав. Энергетические характеристики: теплота сгорания, жаропродуктивность. Энерготехнология. Энерготехнологические схемы производства.</p> <p>9.Термодинамика химических превращений. Направление химических реакций. Изменение энергии Гиббса в ходе реакции.</p> <p>10.Уравнение изотермы Вант- Гоффа. Равновесие в технологических процессах. Принцип Ле-Шателье. Способы смещения равновесия.</p> <p>11.Степень превращения сырья. выход продуктов. Скорость химико-технологических процессов. Кинетическая и диффузионная области технологических процессов. Способы увеличения скорости процесса.</p> <p>12.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).</p> <p>13.Дифференциальная селективность. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Катализаторы.</p> <p>14.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>15.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. 16.Контактные аппараты (КА). Классификация их по состоянию катализатора и режиму его движения. Показатели работы КА: время контакта, объемная скорость, удельная производительность.</p> <p>17.Химико-технологические системы (ХТС). Структура ХТС. Классификация моделей ХТС. Качественные модели ХТС (функциональные, структурные, операторные, технологические схемы). 18.Математические модели ХТС ( топологические, структурные блок-схемы, сетевые) Типы технологических связей между элементами химико-технологической системы. Расчет ХТС.</p> <p>19.Материальный баланс. Принципы составления материального баланса химико-технологического процесса. Энергетический (тепловой) баланс. Принцип его составления Анализ, синтез и оптимизация ХТС.</p> |
|-----|---------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | 20.Производство водорода каталитической конверсией метана природного газа с водяным паром. Очистка природного газа от сернистых соединений.<br>21.Синтез аммиака из азота и водорода. Условия синтеза. Производство азотной кислоты (концентрированной и разбавленной)<br>22.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.<br>23.Производство серной кислоты нитрозным методом.<br>24. Производство фосфорной кислоты (термический и экстракционный методы)<br>25.Производство аммиачной селитры. |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

| Код работы | Название работы         | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P1         | Практическое занятие №1 | ОПК-4-У1;ПК-1-У1                   | Расчет констант равновесия и равновесного выхода продукта                                                                                                                                                                                            |
| P2         | Практическое занятие №2 | ОПК-4-У1;ПК-1-У1                   | Решение задач по определению расходных норм сырья на производство продуктов основного органического и неорганического синтеза.                                                                                                                       |
| P3         | Практическое занятие №3 | ОПК-4-У1;ПК-1-У1                   | 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. |

**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

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.

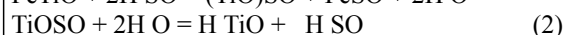
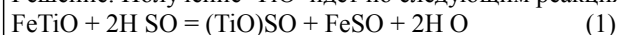
3) Составить тепловой баланс реактора для получения водорода каталитической конверсией метана. Состав исходной газовой смеси (м ): - 97,8; - 250,0. Потери теплоты составляют 4% от прихода. Температура смеси на входе в реактор - 380°С, на выходе 800°С.

Примеры расчетных заданий по темам:

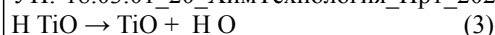
I. Расчет расходных коэффициентов

Пример 1. Рассчитать расход ильменитовой руды и серной кислоты для получения 1 т  $\text{TiO}_2$ , если содержание титана в руде составляет 24,3% (масс.), а степень разложения  $\text{FeTiO}_3$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  89 %. В производстве применяется 80% серная кислота с 50% избытком от теоретического.

Решение: Получение  $\text{TiO}_2$  идет по следующим реакциям:

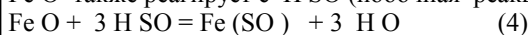


УП: 18.03.01\_20\_ХимТехнология\_Пр1\_2020.plm.xml



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 = 1900 кг,

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

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

Расход H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> :

- по реакции (1) :

1 моль FeTiO<sub>3</sub> - 2 моль H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

152 кг - 2\*196 кг

1900 кг - x, x = 2450 кг

- по реакции (4) :

1 моль FeO - 3 моль H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

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.

## 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 па-рами воды при 30°C. Относительная влажность 80%.

## III. Тепловые расчеты. Составление теплового баланса.

Пример 3. При обжиге шихты, содержащей 10т 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 разложе-ния при обжиге известняка 95%.

Воздух подается с 40% избытком.

Пример 4. Смешали 2кг 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 теп-лоты составляют 4% от прихода. Температура смеси на входе в реактор - 380°C, на выходе 800°C.

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



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

Критерии оценки контрольной работы, проводимой в аудитории письменно или в дистанционной форме в LMS Canvas

85 ≤ Процент верных ответов ≤ 100 - отлично

70 ≤ Процент верных ответов < 84 - хорошо

50 ≤ Процент верных ответов < 69 – удовлетворительно

Показатели и критерии оценивания экзамена, проводимого в устной форме:

– 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.

Критерии оценки экзамена, проводимого в аудитории письменно или в дистанционной форме в LMS Canvas

85 ≤ Процент верных ответов ≤ 100 - отлично

70 ≤ Процент верных ответов < 84 - хорошо

50 ≤ Процент верных ответов < 69 – удовлетворительно

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

|      | Авторы, составители                                                 | Заглавие                                                                                                                                       | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес                                                                                                                |
|------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.1 | Кузнецова И.М.,<br>Харлампиди Э.Х.,<br>Иванов В.Г.,<br>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 | Игнатенков В.И.,<br>Бесков В.С.                                     | Примеры и задачи по общей химической технологии. : Учебное пособие./                                                                           |            | М. ИКЦ Академкнига, 2006,                                                                                                                   |
| Л1.4 | Закгейм А.Ю.                                                        | Общая химическая технология. Введение в моделирование химико – технологических процессов. : Учебное пособие.                                   |            | М. Логос, 2012,                                                                                                                             |
| Л1.5 | И.М. Кузнецова,<br>Э.В. Чиркунов, Х.Э.<br>Харлампиди                | Разработка технологии гетерогенной реакции в системе газ-жидкость: : учебное пособие к лабораторному практикуму по общей химической технологии |            | , 2011, URL:<br><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258441">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258441</a> |

|      | Авторы, составители                       | Заглавие                                                                                                 | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес                                                                                                                                                                   |
|------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.6 | 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).                                 |
| Л1.7 | 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). |
| Л1.8 | 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 | Кутепов А.М., Ева Т.М., Бренгартен М.Г. | Общая химическая технология |            | М.ИКИ 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

|     |                                                                |
|-----|----------------------------------------------------------------|
| П.1 | Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level |
|-----|----------------------------------------------------------------|

#### 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>                 |

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение                                                           | Оснащение                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 133  | Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий | Комплект учебной мебели на 56 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера Logitech, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.  |
| 134  | Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий | Комплект учебной мебели на 40 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран на штативе, доска аудиторная меловая, веб камера Logitech, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web. |

|     |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 140 | Учебная лаборатория химии | Комплект оборудования для лаборатории общей и неорганической химии НФ НИТУ МИСиС 04.2.3.0163, 1 шт.<br>(Стол-мойка двойная СМСП 1200, 2 шт., стол лабораторный с ящиками СЛЯ 1200, 6 шт., табурет лабораторный 20 шт., стеллаж для халатов, 1 шт., штатив лабораторный металлический для бюреток ПЭ, 5 шт., штатив лабораторный для закрепления химической посуды и оборудования, 10 шт., весы электронные ВУЛ-200, 1 шт., весы аналитические АВ-210-01, 1 шт., плитка нагревательная электрическая ПЭЛ, 4шт., дистиллятор лабораторный, 1 шт., рН-метр стационарный ЭКСПЕРТ-001-3, 4 шт., доска меловая, 1 шт., термометр электронный портативный ИТ-15 17К, 15 шт., магнитная мешалка ПЭ-6100, 15 шт., сосуд калориметрический для проведения лабораторных работ по термехимии, 15 шт., щипцы тигельные, 15 шт., набор моделей кристаллических структур для демонстраций, 1 шт., таймер электронный цифровой портативный RSTO4167, 1 шт., коллекция минералов и образцов металлов для демонстраций, 15 шт., термометр ТБ-37, 1 шт, барометр ББ-05М настенный, 1 шт., таблица Менделеева настенная, 1 шт., таблица растворимости настенная, 1 шт., набор ареометров в контейнере для хранения АОН-1, 1 шт., рефрактометр цифровой ПЭ-5200, 2шт.), аквадистиллятор ДЭ-25СПб, 1 шт., магнитная мешалка 04.2.3.0006, 1 шт., микроанометр ММН-240, 1 шт., печь камерная нагревательная "ПМ-1000", 1 шт., мойка лабораторная ЛК-1200, 2 шт., газоанализатор процессов горения портативный Testo-300М, 1 шт., фотоколориметр КФК-3КМ, 1 шт., вискозиметр ВПЖ-4 1.12, 2 шт., вискозиметр ВПЖ-1 0.34, 1 шт. |
|-----|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 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 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.