**Рабочая программа дисциплины (модуля) «Общая химическая технология», включая оценочные материалы**

## 1. Требования к результатам обучения по дисциплине (модулю)

### 1.1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

| Группа компетенций | Категория компетенций | Коды и содержание компетенций |
|---|---|---|
| Универсальные | - | - |
| Общепрофессиональные | - | ОПК-1. Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности |
| | - | ОПК-2. Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности |
| | - | ОПК-5. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности |
| Профессиональные | - | - |

### 1.2. Компетенции и индикаторы их достижения, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

| Код компетенции | Код индикатора компетенции | Содержание индикатора компетенции |
|---|---|---|
| ОПК-1 | ОПК-1.3 | Решает задачи профессиональной деятельности, применяя инженерные знания и основы технического регулирования |
| ОПК-2 | ОПК-2.2 | Выбирает пути интенсификации технологических процессов производства и совершенствования современного технологического оборудования и приборов |
| ОПК-2 | ОПК-2.3 | Анализирует технологический процесс и выбирает технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения |
| ОПК-5 | ОПК-5.1 | Применяет средства современных информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации |

### 1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

**Цель изучения дисциплины (модуля)** – получение знаний в области реализации химико-технологических процессов с учетом физико-химических особенностей протекающих реакций, выбора оптимальных условий реализуемых процессов, выбора эффективных реакторов, приобретения навыков в составлении материальных и тепловых балансов, в расчете процессов и реакторов на основе математического моделирования, получения знаний в области разработки энергосберегающих химико-технологических систем (ХТС), безотходных и малоотходных технологий на примере современных производств.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен

**знать:**

- основы теории химических процессов и реакторов;
- методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;
- методику выбора реактора и расчёта процесса в нем;
- основные реакционные процессы и реакторы химической и биотехнологии;
- основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- основные химические производства;

**уметь:**

- рассчитать основные характеристики химического процесса;
- выбрать рациональную схему производства заданного продукта;

- оценить технологическую эффективность производства;
- выбрать эффективный тип реактора;
- провести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе;

**владеть:**

- методами анализа эффективности работы химических производств;
- методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей;
- методами выбора химических реакторов.

## 2. Объем, структура и содержание дисциплины (модуля)

### 2.1. Объем дисциплины (модуля)

| *Виды учебной работы* | *Формы обучения* |
|---|---|
| | *Очная* |
| **Общая трудоемкость**: зачетные единицы/часы | 5/180 |
| **Контактная работа:** | 108 |
| Занятия лекционного типа | 36 |
| Занятия семинарского типа | 72 |
| **Консультации** | 0 |
| **Промежуточная аттестация:** экзамен | 36 |
| **Самостоятельная работа** (СР) | 36 |

### 2.2. Темы (разделы) дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества часов по формам образовательной деятельности

***Очная форма обучения***

| № п/п | Наименование тем (разделов) | Виды учебной работы (в часах) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Контактная работа | | | | | | СР |
| | | Занятия лекционного типа | | Занятия семинарского типа | | | | |
| | | Л | Иные | ПЗ | С | ЛР | Иные | |
| 1. | Химическая технология и химическое производство | 4 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 4 |
| 2. | Теоретические основы химических процессов и реакторов | 6 | 0 | 6 | 0 | 6 | 0 | 6 |
| 3. | Химическое производство, как химико-технологическая система (ХТС) | 4 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 4 |
| 4. | Промышленные химические производства | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 5. | Современные тенденции в развитии химической технологии | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 |

***Примечания:***

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная работа.

### 2.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) и видам работ

**Содержание лекционного курса**

| № п/п | Наименование тем (разделов) | Содержание лекционного курса |
|---|---|---|
| 1. | Химическая технология и химическое производство | **1.1. Основные определения и положения.** |

| | | |
|---|---|---|
| | | Химическая технология. Объект химической технологии. Межотраслевой характер химической технологии. Развитие химических производств и химической технологии. Место химической технологии в промышленной сфере и методов химической технологии в нехимических отраслях промышленности. Системный анализ сложных схем и взаимодействий элементов схемы – понятие и содержание метода. Физическое и математическое моделирование, определение и основные понятия, их место в инженерно-химических исследованиях и разработках. Место и значение натурного и вычислительного эксперимента. Содержание и задачи учебного курса.<br>**1.2. Химическое производство.**<br>Понятие о химическом производстве. Многофункциональность химического производства. Общая структура химического производства. Основные подсистемы химического производства. Основные технологические компоненты химического производства.<br>Качественные и количественные показатели химического производства: технологические, экономические, эксплуатационные, социальные.<br>**1.3. Сырьевые ресурсы, вода и энергия в химическом производстве**<br>Классификация сырьевых ресурсов по различным признакам – фазовому состоянию, происхождению, источникам. Минеральное сырье (руды и полезные ископаемые), органическое природное сырье (горючие ископаемые), растительное и животное сырье, вторичное сырье – их использование и пути переработки. Основные способы первичной обработки сырья (обогащение, очистка, подготовка к транспортировке и переработке). Понятие, сущность и примеры углубления использования сырья, комбинирования производств и комплексной переработки сырья.<br>Значение и использование воды в химических производствах. Источники воды. Требования к технологической и бытовой воде. Промышленная подготовка воды и методы ее очистки от примесей. Основные методы контроля качества воды. Экономия водопотребления в производстве. Водооборотные системы.<br>Виды и источники энергии в химической промышленности. Масштабы потребления и способы уменьшения энергетических затрат. Сущность и примеры регенерации и рекуперации энергии. Энерготехнологические системы. Вторичные энергетические ресурсы. |
| 2. | Теоретические основы химических процессов и реакторов | **2.1. Основные определения и положения**<br>Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические. Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективности, скорости реакции и превращения реагентов.<br>**2.2. Химические процессы**<br>Определение. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим (вид химической реакции, термодинамические характеристики, схема превращений) и фазовым (число и агрегатное состояние фаз).<br>Гомогенный химический процесс. Определение и примеры. Влияние химических признаков и условий протекания процесса на его показатели. Способы интенсификации.<br>Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических реакций.<br>Гетерогенный (некаталитический) химический процесс. Определение и примеры. Структура процесса и его |

| | | |
|---|---|---|
| | | составляющие (стадии). Наблюдаемая скорость химического превращения. Области (режимы) протекания процесса, лимитирующая стадия.<br>Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - твердое". Обоснование, построение и анализ математической модели для реакций горения (модель "сжимающаяся сфера") и топохимической (модель "с невзаимодействующим ядром"). Наблюдаемая скорость превращения, время превращения и пути интенсификации для различных областей протекания процесса.<br>Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - жидкость". Обоснование, построение и анализ математической модели. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов процесса.<br>Каталитический процесс. Определение, классификация, примеры. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Обоснование, построение и анализ математической модели на каталитической поверхности и в пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Степень использования внутренней поверхности. Пути интенсификации каталитических процессов.<br>**2.3. Химические реакторы**<br>Определение и назначение химического реактора. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности. Обзор типов химических реакторов, их структурные элементы (реакционная зона, устройства ввода и вывода, смешения, разделения и распределения потоков, теплообменные элементы), основные процессы и явления в них.<br>Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания: химическая реакция, химический процесс в элементарном объеме, процессы в реакционном элементе и в реакторе в целом, их взаимосвязь и иерархическая структура математической модели процесса в реакторе. Примеры процессов в различных видах химических реакторов.<br>Классификация процессов в реакторах по различным признакам - вид химического процесса, организация потоков реагентов (схема движения регентов через реактор, структура потоков в реакционной зоне), организация тепловых потоков (тепловой режим, схема теплообмена), стационарность процесса.<br>Обоснование и построение математической модели процесса в реакторах различного типа как системы уравнений материального и теплового балансов на основе данных о структуре потока, химических превращениях, явлениях переноса тепла и вещества и их взаимодействии. Систематизация и классификация математических моделей процессов в реакторах.<br>Изотермические процессы в химическом реакторе. Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), стационарности процесса (проточный и периодический), параметров и условий протекания процесса (температура, концентрация, давление, объем реакционной зоны, время), вида химической реакции (простая и сложная, обратимая и необратимая) и ее параметров на профили концентраций и показатели процесса в реакторе (степень превращения, выход продукта, селективность процесса). Основы расчета процесса в реакторе. Сопоставление эффективности процессов в реакторах, описываемых моделями идеального смешения и вытеснения.<br>Неизотермические процессы в химических реакторах. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах. Распределение температуры, концентраций и степени превращения в реакторе в режимах идеального |

| | | |
|---|---|---|
| | | смешения и вытеснения, адиабатическом и с теплообменом. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом. Число и устойчивость стационарных режимов в реакторах идеального смешения.<br>**2.4. Промышленные химические реакторы**<br>На конкретных примерах предметно рассматриваются промышленные реакторы для проведения гомогенных, гетерогенных и каталитических процессов – типы реакторов, конструктивные характеристики и особенности режима, области использования. |
| 3. | Химическое производство, как химико-технологическая система (ХТС) | **3.1. Структура и описание химико-технологической системы**<br>Химическое производство как химико-технологическая система (ХТС). Понятие системы и ХТС. Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы. Элементы ХТС, классификация по виду процессов и назначению. Технологические связи элементов ХТС (потоки). Последовательная, параллельная, разветвленная, последовательно-обводная (байпас), обратная (рецикл) технологические связи. Их схемы и назначение.<br>Описание ХТС. Виды моделей ХТС - описательные и графические. Описательные модели - химическая схема и математическая модель. Графические модели - функциональная, технологическая, структурная и другие (специальные) схемы. Назначение, применение и взаимосвязь моделей.<br>**3.2. Анализ ХТС**<br>Понятие, задачи и результаты анализа ХТС - состояние ХТС, материальный и тепловой балансы, показатели химического производства.<br>Свойства ХТС как системы: взаимосвязанность режимов элементов, различие оптимальности элемента одиночного и в системе, устойчивость и существование стационарных режимов и др.<br>Материальный и тепловой балансы. Методика составления и расчета материальных и тепловых балансов ХТС и ее подсистем. Особенности расчета балансов в схемах с рециклом. Формы представления балансов (таблицы, диаграммы и др.).<br>Материальный баланс для массообменных и реакционных элементов. Использование стехиометрических, термодинамических и межфазных балансовых соотношений. Степень использования сырьевых ресурсов.<br>Энтальпийный, энергетический (по полной энергии) и эксергетический балансы и КПД. Их сопоставление и использование в анализе ХТС.<br>**3.3. Синтез ХТС**<br>Понятие и задачи синтеза ХТС. Основные этапы разработки ХТС. Роль математических и эвристических методов.<br>Основные концепции при синтезе ХТС: полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры. Их содержание и способы реализации. Комбинированные производства, совмещенные процессы, вторичные энергетические ресурсы, энерготехнологические системы, перестраиваемые ХТС, замкнутые, малоотходные производства - их понятия, особенности и применение.<br>Однородные технологические схемы: система рекуперативного теплообмена, система разделения многокомпонентной смеси, система реакторов. Основы построения их оптимальной структуры |
| 4. | Промышленные химические производства | Химические производства рассматриваются предметно как реализация изученных теоретических основ химико-технологических процессов и ХТС, концепций построения |

| | | |
|---|---|---|
| | | высокоэффективной ХТС. Основной акцент делается на физико-химические основы концепции построения технологической схемы производства и его подсистем. Производство серной кислоты. Производство аммиака. Производство азотной кислоты. Производство стирола. |
| 5. | Современные тенденции в развитии химической технологии | Текущее состояние химической промышленности в мире и тенденции ее развития. Перспективные источники сырья и энергии. Кластеризация химической промышленности. Совмещенные процессы. Гибкие и перестраиваемые технологические схемы. Новые химико-технологические процессы и способы получения продуктов. Нанотехнология. |

## Содержание занятий семинарского типа

| № п/п | Наименование тем (разделов) | Тип | Содержание занятий семинарского типа |
|---|---|---|---|
| 1. | Химическая технология и химическое производство | ПЗ | Показатели химико-технологического процесса. Стехиометрические закономерности. |
| | | ЛР | Показатели химико-технологического процесса. Термодинамические закономерности |
| 2. | Теоретические основы химических процессов и реакторов | ПЗ | Показатели химико-технологического процесса. Кинетические закономерности.<br>Реакторы идеального вытеснения (РИВ) и идеального смешения непрерывного действия (РИС-н)<br>Реакторы идеального смешения периодического действия (РИС-п). Адиабатический реактор идеального смешения |
| | | ЛР | Моделирование изотермических процессов в реакторах и реакторных системах<br>Анализ процесса «газ-твёрдое» на примере обжига сульфида цинка<br>Окисление диоксида серы |
| 3. | Химическое производство, как химико-технологическая система (ХТС) | ПЗ | Каскад реакторов идеального смешения (к-РИС-н) |
| | | ЛР | Разнородные ХТС. Последовательное и параллельное соединение РИС и РИС<br>Фракционный рецикл<br>Материальный баланс элемента ХТС без химического превращения<br>Материальный баланс элемента ХТС с химическим превращением |
| 4. | Промышленные химические производства | ПЗ | Расходные коэффициенты по сырью, энергии и вспомогательным материалам<br>Материальный баланс ХТС в целом |
| | | ЛР | Анализ химико-технологических систем – производство азотной кислоты |
| 5. | Современные тенденции в развитии химической технологии | ПЗ | Расходные коэффициенты по сырью, энергии и вспомогательным материалам<br>Материальный баланс ХТС в целом |
| | | ЛР | |

## Содержание самостоятельной работы

| № п/п | Наименование тем (разделов) | Содержание самостоятельной работы |
|---|---|---|
| 1. | Химическая технология и химическое производство | Повторение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам |
| 2. | Теоретические основы химических процессов и реакторов | Повторение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам |
| 3. | Химическое производство, как химико-технологическая система (ХТС) | Повторение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам |
| 4. | Промышленные химические производства | Повторение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам |
| 5. | Современные тенденции в развитии химической технологии | Повторение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам |

## 3. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

По дисциплине (модулю) предусмотрены следующие виды контроля качества освоения:

- текущий контроль успеваемости;
- промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю).

### 3.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации по дисциплине (модулю)

| № п/п | Контролируемые темы (разделы) | Наименование оценочного средства |
|---|---|---|
| 1. | Химическая технология и химическое производство | Устный опрос |
| 2. | Теоретические основы химических процессов и реакторов | Устный опрос. Контрольная работа |
| 3. | Химическое производство, как химико-технологическая система (ХТС) | Устный опрос. Контрольная работа |
| 4. | Промышленные химические производства | Устный опрос. Контрольная работа |
| 5. | Современные тенденции в развитии химической технологии | Устный опрос |

### 3.1.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля успеваемости

**Устный опрос**

1. Стехиометрические закономерности химических процессов. Основное стехиометрическое соотношение.
2. Показатели эффективности химико-технологических процессов. Степень превращения.
3. Показатели химико-технологических процессов. Выход продукта.
4. Показатели химико-технологических процессов. Интегральная и дифференциальная селективность.
5. Химическая термодинамика. Расчёт константы равновесия.
6. Химическая термодинамика. Расчёт равновесной степени превращения.
7. Химическая термодинамика. Расчёт равновесного состава реакционной смеси.
8. Химическая термодинамика. Зависимость константы равновесия от температуры.
9. Химическая термодинамика. Методы смещения равновесия согласно принципу Ле-Шателье – Брауна.
10. Химическая кинетика. Кинетика простых необратимых и обратимых реакций.
11. Химическая кинетика. Кинетика сложных параллельных и последовательных реакций.
12. Химическая кинетика. Зависимость константы скорости химической реакции от температуры.
13. Зависимость скорости обратимой реакции от температуры в зависимости от теплового эффекта процесса.
14. Модели процесса «газ-твёрдое» «сжимающееся ядро» и «сжимающаяся сфера». Описание процесса. Примеры химических реакций.
15. Понятие «лимитирующей стадии». Области протекания процесса «газ-твёрдое» в зависимости от лимитирующей стадии.
16. Протекание процесса «сжимающаяся сфера» в диффузионной области. Профиль концентраций газообразного реагента в диффузионной области. Методы интенсификации процесса в диффузионной области.
17. Протекание процесса «сжимающаяся сфера» в кинетической области. Профиль концентраций газообразного реагента в кинетической области. Методы интенсификации процесса в кинетической области.
18. Протекание процесса «сжимающееся ядро» в внешнедиффузионной области. Профиль концентраций газообразного реагента в внешнедиффузионной области.

Методы интенсификации процесса в внешнедиффузионной области.

19. Протекание процесса «сжимающееся ядро» в внутридиффузионной области. Профиль концентраций газообразного реагента в внутридиффузионной области. Методы интенсификации процесса в внутридиффузионной области.
20. Протекание процесса «сжимающееся ядро» в кинетической области. Профиль концентраций газообразного реагента в кинетической области. Методы интенсификации процесса в кинетической области.
21. Аппараты для проведения процесса «газ-твёрдое».
22. Конструкция аппарата с псевдоожиженным слоем.
23. Окисление диоксида серы. Описание процесса с точки зрения физической химии.
24. Методы смещения равновесия в реакции окисления диоксида серы.
25. Аппаратурное оформление процесса окисления диоксида серы.
26. Зависимость состава газа на входе в контактный аппарат окисления диоксида серы в зависимости от исходного серосодержащего сырья.
27. Принцип выбора катализатора для процесса окисления диоксида серы.
28. Режим работы неподвижного слоя катализатора.
29. Понятие «адиабатического разогрева».
30. Схема двойного контактирования – двойной абсорбции (ДК/ДА) – функциональная схема.
31. Схема двойного контактирования – двойной абсорбции (ДК/ДА) – технологическая схема.
32. Обоснование выбора абсорбента на первой и второй стадии абсорбции в схеме ДК/ДА.
33. Основные концепции синтеза химико-технологических систем (ХТС) – концепция полного использования сырьевых ресурсов. Примеры реализации данной концепции.
34. Основные концепции синтеза химико-технологических систем (ХТС) – концепция полного использования энергетических ресурсов. Примеры реализации данной концепции.
35. Основные концепции синтеза химико-технологических систем (ХТС) – концепция минимизации отходов. Примеры реализации данной концепции.
36. Основные концепции синтеза химико-технологических систем (ХТС) – концепция эффективного использования оборудования. Примеры реализации данной концепции.
37. Производство азотной кислоты – сырьевая база производства.
38. Производство азотной кислоты – химическая схема производства. Физико-химическое описание процессов.
39. Производство азотной кислоты – функциональная схема производства.
40. Производство азотной кислоты – стадия подготовки исходного сырья.
41. Производство азотной кислоты – аппаратурное оформление стадии окисления аммиака.
42. Производство азотной кислоты – стадия окисления аммиака. Что такое «котёл-утилизатор», и какую функцию он выполняет?
43. Производство азотной кислоты – стадия окисления оксида азота. Почему окисления оксида азота нельзя объединить со стадией окисления аммиака?
44. Производство азотной кислоты – узел абсорбции. Почему теплообменный аппарат перед абсорбционной колонной называет «холодильник-конденсатор»? Что там конденсируется?
45. Производство азотной кислоты – узел абсорбции. Конструкция абсорбционной колонны.
46. Производство азотной кислоты – узел санитарной очистки. По какому принципу выбирается реагент для восстановления оксидов азота?

47. Производство азотной кислоты – узел санитарной очистки. Какую роль выполняет турбина?
48. Производство азотной кислоты – описание энерготехнологической схемы производства.
49. Производство азотной кислоты – какую роль выполняет «экономайзер», стоящий после турбины?
50. Производство азотной кислоты – какие концепции синтеза ХТС реализованы на производстве?

**Контрольный работа**

**Тема 2. Пример контрольной работы № 1.**

1. Определить степень превращения по компоненту В ($x_B$) и состав реакционной смеси для реакции

A + 2B = 2R + S,

если $x_A$ = 0,6; $c_{A0}$ =1 кмоль/м$^3$; $c_{B0}$= 1,5 кмоль/м$^3$.

2. Определить влияние избытка водяного пара в исходной смеси на равновесную степень превращения этилена в обратимой реакции синтеза этанола:

$C_2H_4 + H_2O \leftrightarrow C_2H_5OH$

для трёх мольных соотношений в исходной смеси $\alpha = H_2O:C_2H_4$ = 1; 4; 9. Давление в процессе 3 МПа, константа равновесия $K_p$= 0,068 МПа$^{-1}$.

**Тема 3. Пример контрольной работы № 2**

1. Реактор периодического действия за 8 ч должен производить $N_R$ = 4,8 кмоль продукта R. Чтобы загрузить реактор, нагреть его до нужной температуры и разгрузить после окончания процесса, требуется 1 ч.

1) Найти необходимый объём реактора, если известно, что в реакторе протекает реакция A $\rightarrow$ R с константой скорости 0,026 мин$^{-1}$, начальная концентрация вещества А равна 8 кмоль/м$^3$, 99 % которого подвергается превращению.

2) Определить объёмы реакторов ИС-Н и ИВ для получения такого же количества продукта R в сутки при той же степени превращения вещества А.

2. В реакторе идеального смешения объёмом 0,3 м$^3$ проводится экзотермическая реакция 1-го порядка A$\rightarrow$ R + $Q_p$. Константа скорости реакции описывается уравнением $k = 10^3 exp(-\frac{20000}{RT})$ мин$^{-1}$. Тепловой эффект реакции составляет 2300 ккал/кмоль. Плотность реакционной массы не зависит от степени превращения и равна 420 кг/м$^3$. Удельная теплоёмкость раствора равна 0,95 ккал/(кг·К). Раствор реагента А подаётся с концентрацией 6 кмоль/м$^3$ в количестве 0,6 м$^3$/ч. Рассчитать, при какой температуре следует подавать исходный раствор вещества А в реактор, работающий в адиабатическом режиме, чтобы температура в нём не превышала 60 $^0$С.

**Тема 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3**

Жидкофазный процесс описывается реакцией 1-го порядка типа A$\rightarrow$2R с константой скорости равной 8,3·10$^{-3}$ сек$^{-1}$. Концентрация исходного вещества составляет 0,36 моль/л. Расход реакционной смеси равен 0,12 м$^3$/мин.

Процесс проводится в установке из 3 реакторов смешения, соединенных последовательно объемом 0,3 м$^3$.

Определить производительность установки по продукту R.

**3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости**

**Устный ответ**

Оценка знаний предполагает дифференцированный подход к обучающемуся, учет его индивидуальных способностей, степень усвоения и систематизации основных понятий и категорий по дисциплине. Кроме того, оценивается не только глубина знаний

поставленных вопросов, но и умение использовать в ответе практический материал. Оценивается культура речи, владение навыками ораторского искусства.

*Критерии оценивания:* последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала, использование профессиональных терминов, культура речи, навыки ораторского искусства. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка *«отлично»* ставится в случае, когда материал излагается исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно, при этом раскрываются не только основные понятия, но и анализируются точки зрения различных авторов. Обучающийся не затрудняется с ответом, соблюдает культуру речи.

Оценка *«хорошо»* ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но при ответе на вопрос допускает несущественные погрешности.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

**Контрольная работа**

Оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение изложить письменно.

*Критерии оценивания:* последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка *«отлично»* ставится в случае, когда соблюдены все критерии.

Оценка *«хорошо»* ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но допускает несущественные погрешности.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

## 3.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

### 3.2.1. Критерии оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

| Шкала оценивания | Результаты обучения | Показатели оценивания результатов обучения |
|---|---|---|
| ОТЛИЧНО | Знает: | - обучающийся глубоко и всесторонне усвоил материал, уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы,<br>- на основе системных научных знаний делает квалифицированные выводы и обобщения, свободно оперирует категориями и понятиями. |
| | Умеет: | - обучающийся умеет самостоятельно и правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, используя научные понятия, ссылаясь на нормативную базу. |
| | Владеет: | - обучающийся владеет рациональными методами (с использованием рациональных методик) решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.;<br>При решении продемонстрировал навыки<br>- выделения главного, |

| | | |
|---|---|---|
| | | - связкой теоретических положений с требованиями руководящих документов,<br>- изложения мыслей в логической последовательности,<br>- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии. |
| ХОРОШО | Знает: | - обучающийся твердо усвоил материал, достаточно грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы,<br>- затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений, оперирует категориями и понятиями, но не всегда правильно их верифицирует. |
| | Умеет: | - обучающийся умеет самостоятельно и в основном правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, не в полной мере используя научные понятия и ссылки на нормативную базу. |
| | Владеет: | - обучающийся в целом владеет рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.;<br>При решении смог продемонстрировать достаточность, но не глубинность навыков,<br>- выделения главного,<br>- изложения мыслей в логической последовательности,<br>- связки теоретических положений с требованиями руководящих документов,<br>- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии. |
| УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО | Знает: | - обучающийся ориентируется в материале, однако затрудняется в его изложении;<br>- показывает недостаточность знаний основной и дополнительной литературы;<br>- слабо аргументирует научные положения;<br>- практически не способен сформулировать выводы и обобщения;<br>- частично владеет системой понятий. |
| | Умеет: | - обучающийся в основном умеет решить учебно-профессиональную задачу или задание, но допускает ошибки, слабо аргументирует свое решение, недостаточно использует научные понятия и руководящие документы. |
| | Владеет: | - обучающийся владеет некоторыми рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.;<br>При решении продемонстрировал недостаточность навыков<br>- выделения главного,<br>- изложения мыслей в логической последовательности,<br>- связки теоретических положений с требованиями руководящих документов,<br>- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии. |
| НЕУДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО | Знает: | - обучающийся не усвоил значительной части материала;<br>- не может аргументировать научные положения;<br>- не формулирует квалифицированных выводов и обобщений;<br>- не владеет системой понятий. |
| | Умеет: | обучающийся не показал умение решать учебно-профессиональную задачу или задание. |
| | Владеет: | не выполнены требования, предъявляемые к навыкам, оцениваемым «удовлетворительно». |

**3.2.2. Контрольные задания и/или иные материалы для проведения промежуточной аттестации**

**Список вопросов для устных ответов (варианты теста)**

1. Химический процесс. Технологические показатели эффективности. Модели химико-технологических систем. Подсистемы ХТС. Параметры состояния и параметры свойств потоков, параметры состояния элементов ХТС.

2. Материальный и тепловой балансы реакционного элемента ХТС. Свойства ХТС Синтез ХТС. Концепции синтеза и пути их решения. Синтез и сравнение однородных систем реакторов вытеснения и смешения при проведении в них различных реакций.
3. Стехиометрические закономерности химических процессов. Использование стехиометрических закономерностей в расчетах показателей эффективности технологических процессов.
4. Термодинамические закономерности химических процессов и их использование в технологических расчетах
5. Кинетические закономерности химических процессов. Скорость реакции и скорость превращения вещества. Схема превращения вещества
6. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для простых необратимых реакций различного порядка. Аналитические и графические зависимости: r(c), r(T), r(x), c(t). Теоретический оптимальный режим.
7. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для простых обратимых реакций. Аналитические и графические зависимости: r(c), r(T), r(x), c(t), x(T). Линия оптимальных температур. Теоретический оптимальный режим.
8. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для сложных параллельных реакций. Аналитические и графические зависимости: r(c), r(T), r(x), c(t), $S_R$(c), $S_R$(T). Теоретический оптимальный режим.
9. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для сложных последовательных реакций. Аналитические и графические зависимости: r(c), r(T), r(x), c(t), $S_R$(c), $S_R$(T). Теоретический оптимальный режим.
10. Гетерогенные процессы. Классификация. Примеры.
11. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения Время полного превращения твердого. Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии.
12. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Способы интенсификация процессов, протекающих в различных лимитирующих стадиях.
13. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Влияние температуры и скорости потока на скорость превращения
14. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Способы интенсификация процессов, протекающих в различных лимитирующих стадиях.
15. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего в кинетической, области.
16. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего во внутридиффузионной области
17. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего во внешнедиффузионной области.
18. Каталитические процессы. Катализаторы. Требования, предъявляемые к катализаторам.

19. Гетерогенно-каталитический процесс на непористом зерне катализатора. Основные стадии. Математическое описание процесса. Наблюдаема скорость процесса.
20. Гетерогенно-каталитический процесс на непористом зерне катализатора. Наблюдаема скорость процесса. Наблюдаемый коэффициент. Влияние температуры и скорости потока на скорость превращения
21. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Математическое описание процесса. Основные стадии. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле.
22. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле. Степень использования внутренней поверхности катализатора. Режимы протекания процесса
23. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле. Влияние температуры и размера зерен катализатора на наблюдаемую скорость процесса и степень использования внутренней поверхности катализатора
24. Тепловые явления на непористом зерне катализатора
25. Тепловые явления на пористом зерне катализатора
26. Гетерогенный процесс газ-жидкость. Математическое описание процесса. Основные стадии. Наблюдаемая скорость процесса. Способы интенсификации.
27. Основные типы реакторов в химической технологии. Работа ректоров в периодическом и непрерывном режимах. Условное время пребывания. Функциональные элементы реактора. Этапы построения математической модели реактора.
28. Построение модели периодического реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения от времени для простых реакций.
29. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной параллельной реакции.
30. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции
31. Построение модели идеального реактора вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения и периодических реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для простых реакций.
32. Построение модели реактора идеального вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной параллельной реакции.
33. Построение модели реактора идеального вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции.
34. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Неизотермические процессы в непрерывных реакторах смешения.
35. Построение модели реактора идеального вытеснения. Неизотермические процессы в реакторе идеального вытеснения и периодическом реакторе идеального смешения.

36. Сравнение непрерывных процессов в реакторах идеального смешения и идеального вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций
37. Каскад реакторов идеального смешения. Аналитический и графический методы расчета каскада реакторов
38. Сравнение эффективности работы единичного реактора смешения, каскада последовательного соединения и параллельного соединения реакторов идеального смешения при проведении в них простых и сложных реакций
39. Сравнение эффективности работы единичного реактора вытеснения, каскада последовательного соединения и параллельного соединения реакторов идеального вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций.
40. Виды связей в ХТС и их назначение.
41. Модели химико-технологических систем. Подсистемы ХТС. Параметры состояния и параметры свойств потоков, параметры состояния элементов ХТС.
42. Материальный и тепловой балансы реакционного элемента ХТС.
43. Свойства ХТС
44. Синтез ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы окисления аммиака, абсорбции диоксида азота. Решение концепций полного использования сырья, эффективного использования энергоресурсов, минимизации отходов, эффективного использования оборудования.
45. Концепции синтеза ХТС и пути их решения.
46. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико-химические основы абсорбции триоксида серы. Решение концепций минимизации отходов.
47. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико-химические основы обжига серосодержащего сырья. Решение концепций полного использования сырья.
48. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико-химические основы каталитического окисления диоксида серы. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.
49. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения азото-водородной смеси. Решение концепций минимизации отходов.
50. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения синтеза аммиака. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.
51. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы окисления аммиака. Решение концепций полного использования сырья.
52. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы абсорбции диоксида азота. Решение концепции эффективного использования энергоресурсов.
53. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Решение концепций минимизации отходов и эффективного использования оборудования.
54. Синтез системы разделения (ректификация) многокомпонентной смеси.
55. Синтез технологической схемы теплообмена между несколькими потоками.
56. Синтез технологической системы реакторов (последовательное и параллельное соединение реакторов идеального смешения и вытеснения для простых и сложных реакций).
57. Производство серной кислоты. Устройство контактного узла и абсорбционной аппаратуры. Пути интенсификации сернокислотного производства.

Технологическая схема ДК/ДА в производстве $H_2SO_4$ контактным методом, как пример организации процессов в отдельных промышленных аппаратах и в ХТС.

58. Технологическая схема производства аммиака, как пример организации процессов в отдельных промышленных аппаратах и в ХТС.
59. Производство азотной кислоты. Окисление аммиака и окислов азота. Хемосорбция окислов азота. Физико-химические основы технологических процессов.
60. Энерготехнологическая система производства разбавленной $HNO_3$ под давлением 7,3 атм, как пример организации процессов в отдельных промышленных аппаратах и в ХТС.
61. Производство стирола. Химическая и функциональная схемы.
62. Производство стирола. Физико-химические основы и технологическая схема дегидрирования этилбензола.
63. Производство стирола. Физико-химические основы и технологическая схема выделения стирола из продуктов дегидрирования.
64. Производство стирола. Физико-химическое обоснование и технологическая схема энерготехнологической системы.
65. Современные тенденции в развитии химической технологии. Перспективные источники сырья и энергии.
66. Современные тенденции в развитии химической технологии. Новые химико-технологические процессы и способы получения продуктов.
67. Наилучшие доступные технологии.

**3.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации**

**Процедура оценивания знаний (тест)**

| | |
|---|---|
| Предлагаемое количество заданий | 20 |
| Последовательность выборки | Определена по разделам |
| Критерии оценки | - правильный ответ на вопрос |
| «5» если | правильно выполнено 90-100% тестовых заданий |
| «4» если | правильно выполнено 70-89% тестовых заданий |
| «3» если | правильно выполнено 50-69% тестовых заданий |

**Процедура оценивания знаний (устный ответ)**

| | |
|---|---|
| Предел длительности | 10 минут |
| Предлагаемое количество заданий | 2 вопроса |
| Последовательность выборки вопросов из каждого раздела | Случайная |
| Критерии оценки | - требуемый объем и структура<br>- изложение материала без фактических ошибок<br>- логика изложения<br>- использование соответствующей терминологии<br>- стиль речи и культура речи<br>- подбор примеров их научной литературы и практики |
| «5» если | требования к ответу выполнены в полном объеме |
| «4» если | в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов |
| «3» если | требования выполнены частично – не выдержан объем, есть фактические ошибки, нарушена логика изложения, недостаточно используется соответствующая терминологии |

**Процедура оценивания умений и навыков (решение проблемно-аналитических и практических учебно-профессиональных задач)**

| | |
|---|---|
| Предлагаемое количество заданий | 1 |
| Последовательность выборки | Случайная |
| Критерии оценки: | - выделение и понимание проблемы<br>- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения<br>- полнота использования источников<br>- наличие авторской позиции<br>- соответствие ответа поставленному вопросу<br>- использование социального опыта, материалов СМИ, |

| | |
|---|---|
| | статистических данных<br>- логичность изложения<br>- умение сделать квалифицированные выводы и обобщения с точки зрения решения профессиональных задач<br>- умение привести пример<br>- опора на теоретические положения<br>- владение соответствующей терминологией |
| «5» если | требования к ответу выполнены в полном объеме |
| «4» если | в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов. Затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений |
| «3» если | требования выполнены частично – пытается обосновать свою точку зрения, однако слабо аргументирует научные положения, практически не способен самостоятельно сформулировать выводы и обобщения, не видит связь с профессиональной деятельностью |

## 4. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 4.1. Электронные учебные издания


1. Игнатенков, В. И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи : учебное пособие для вузов / В. И. Игнатенков. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 195 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09222-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/511872 (дата обращения: 14.02.2023).
2. Игнатенков, В. И. Теоретические основы химической технологии : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Игнатенков. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 195 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10570-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/517961 (дата обращения: 14.02.2023).
3. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 1 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 216 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09099-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/515341.
4. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 2 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 227 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09101-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/515481.
5. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 3 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 246 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09102-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/515482.
6. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 4 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 323 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09103-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/515900.

7. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 5 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 208 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09104-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/515901.

**4.2. Электронные образовательные ресурсы**

1. Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт») [Электронный ресурс]. – URL: https://urait.ru/.
2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM [Электронный ресурс]. – URL: https://znanium.com/.
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.studentlibrary.ru/.
4. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: http://elibrary.ru/.
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: http://cyberleninka.ru/.
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – URL: http://window.edu.ru/.
7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: http://fcior.edu.ru/.

**4.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к ниже следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – URL: http://dic.academic.ru.
2. Система информационно-правового обеспечения «Гарант» [Электронный ресурс]. – URL: http://ivo.garant.ru/.

**4.4. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Лицензионное программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office.
2. Свободно распространяемое программное обеспечение: свободные пакеты офисных приложений Apache Open Office, LibreOffice.
3. Программное обеспечение отечественного производства: справочно-правовая система «Гарант» (Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»), образовательная платформа ЮРАЙТ (Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт»)), электронно-библиотечная система ZNANIUM, электронная библиотечная система «Консультант студента».

**4.5. Оборудование и технические средства обучения**

Для реализации дисциплины (модуля) используются учебные аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, и помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

| Наименование учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы* | Оснащенность учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами обучения |
|---|---|
| Учебные аудитории для проведения учебных занятий | Учебная аудитория укомплектована специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и |

| | |
|---|---|
| | требованиям, оборудованием и техническими средствами обучения (мобильное мультимедийное оборудование). |
| Помещение для самостоятельной работы | Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева и к ЭБС. |

* Номер конкретной аудитории указан в приказе об аудиторном фонде, расписании учебных занятий и расписании промежуточной аттестации.