|  |
| --- |
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение |
| высшего образования |
| «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина |
| (Технологии. Дизайн. Искусство)» |
|  |
| Институт | Институт химических технологий и промышленной экологии |
| Кафедра | Энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности  |

|  |
| --- |
| **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА****УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** |
| **Основы технологии химических производств** |
| Уровень образования | бакалавриат |
| Направление подготовки | 20.03.01 | Техносферная безопасность |
| Направленность (профиль) | Инжиниринг техносферы, системы безопасности и экспертиза |
| Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения | 4 года  |
| Форма(-ы) обучения | Очная |

|  |
| --- |
| Рабочая программа учебной дисциплины «Основы технологии химических производств» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 10 от 14.06.2021 г. |
| Разработчик(и) рабочей программы учебной дисциплины: |
|  | Профессор  | М. К. Кошелева  |
| Заведующий кафедрой: | О. И. Седляров  |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

* + - 1. Учебная дисциплина «Основы технологии химических производств» изучается в шестом семестре.
			2. Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрен(а)

## Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

* + - 1. Учебная дисциплина «Основы технологии химических производств» относится к обязательной части программы.
			2. Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинами практикам:
		- Математика;
		- Физика
		- Химия неорганическая;
		- Органическая химия;
		- Аналитическая химия;
		- Основы физической химии;
		- Коллоидная химия;
		- Физико-химические методы анализа;
		- Основные процессы и техника защиты окружающей среды.
			1. Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:
		- Основы имитационного моделирования;
		- Основы моделирования технологических процессов и аппаратов;
		- Производственная практика. Преддипломная практика;
		- Производственная практика. Научно-исследовательская работа.
			1. Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

# ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

* + - 1. Целями изучения дисциплины «Основы технологии химических производств» являются:

−формирование понятия о химическом производстве как сложной химико-технологической системе (ХТС);

*─* освоение методов анализа и синтеза химического производства как химико-технологической системы;

*─* изучение основ теории процесса в химическом реакторе;

*─* формирование понятия о математическом моделировании как методе исследования химических процессов и реакторов, об иерархической структуре математической модели процесса в химическом реакторе;

*─* изучение основ выбора и расчёта химических реакторов;

*─* освоение оценки эффективности химического производства;

*─* знание физико-химических основ химико-технологических процессов (ХТП);

*─* освоение на примере многотоннажного промышленного химического производства физико-химических и технологических аспектов анализа процессов химического производства, вопросов организации ХТП, техносферной безопасности;

− развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей обучающихся в процессе изучения дисциплины; приобретение современных научных взглядов, идей в ходе работы с различными источниками информации;

*−* формирование у обучающихся компетенциий, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.

* + - 1. Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

## Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора****достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения** **по дисциплине** |
| --- | --- | --- |
| ПК-1. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, основные законы химии и методы химического анализа, основные законы экологии и природопользования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | ИД-ПК-1.3 Применение основных законов химии и методов химического анализа, теоретического и экспериментального исследования при решении прикладных задач техносферной безопасности | * описывает ХП как сложную ХТС, его иерархическую структуру, элементы и связи ХТС, оборудование, основные опасные зоны;
* перечисляет и характеризует основные процессы и реакторы химической технологии;
* обосновывает выбор технологических схем, процессов и аппаратов отдельных стадий многотоннажного производства (на примере серной кислоты) с учетом энергоресурсоэффективности, экологической и техносферной безопасности;
* знает и использует основные технологические критерии эффективности ХТП;
* производит обоснованный выбор типа химического реактора;
* оценивает технологическую эффективность химических производств, их производственную и экологическую безопасность;
* обосновывает выбор рациональной технологической схемы производства целевого продукта;
* рассчитывает и даёт оценку технологическим показателям ХТП;
* рассчитывает изотермические одиночные химические реакторы и каскад реакторов идеального смешения;
* понимает оптимальный температурный режим и способы его реализации в промышленных реакторах;
* оценивает техносферную безопасностьи технологических режимов в ХТС.
 |
| ПК-5. Способен проводить научные исследования по отдельным темам (разделам тем) в области профессиональной деятельности | ИД-ПК-5.1 Сбор, обработка, анализ и обобщение научно-технической информации в соответствующей области знаний | - распознает необходимую для самостоятельного изучения научно-техническую и справочную литературу по тематике индивидуальных домашних заданий;- систематизирует информацию по теме индивидуальных домашних заданий;-проводит компьютерный поиск информации по теме индивидуальных домашних заданий;-интерпретирует и представляет в индивидуальных домашних заданиях результаты расчётов и обработки данных по заданной теме. |
| ИД-ПК-5.2 Планирование проведения экспериментальных исследований |
| ИД-ПК-5.3 Обработка результатов эксперимента |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

* + - 1. Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| по очной форме обучения –  | 3 | **з.е.** | 108 | **час.** |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (очная форма обучения)

|  |
| --- |
| **Структура и объем дисциплины** |
| **Объем дисциплины по семестрам** | **форма промежуточной аттестации** | **всего, час** | **Контактная аудиторная работа, час** | **Самостоятельная работа обучающегося, час** |
| **лекции, час** | **практические занятия, час** | **лабораторные занятия, час** | **практическая подготовка, час** | **самостоятельная работа обучающегося, час** | **промежуточная аттестация, час** |
| *6* семестр | Зачет с оценкой | 108 | 18 | 36 | 18 |  | 36 |  |
| Всего: | Зачет с оценкой | 108 | 18 | 36 | 18 |  | 36 |  |

* + - 1.

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

| **Планируемые (контролируемые) результаты освоения:****код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций** | **Наименование разделов, тем;****форма(ы) промежуточной аттестации** | **Виды учебной работы** | **Самостоятельная работа, час** | **Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости;****формы промежуточного контроля успеваемости** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Контактная работа** |
| **Лекции, час** | **Практические занятия, час** | ***Лабораторные работы, час*** | **Практическая подготовка, час** |
|  | **Шестойсеместр** |
| ПК-1ИД-ПК-1.3ПК-5ИД-ПК-5.1ИД-ПК-5.2ИД-ПК-5.3 | **Раздел I. Химическое производство и химическая технология** | х | х | х | х | 9 | Формы текущего контроля по разделу I:1.контрольная проверка по лекционному материалу (БМПК1)2. защита лабораторных работ3.выполнение индивидуального домашнего задания 1 |
| Тема 1.1 Химическая технология (ХТ) как наука. Основные понятия. | 1 |  |  |  | х |
| Тема 1.2Основные подсистемы и технологические компоненты ХП. | 1 |  |  |  | х |
| Тема 1.3. Технологические критерии эффективности ХТП. | 1 |  |  |  | х |
| Тема 1.4Составление материальных балансов ХТП. | 2 |  |  |  | х |
| Практическое занятие № 1.1Расчёт теоретических и практических расходных коэффициентов исходного сырья и составления материальных балансов ХТП |  | 6 |  |  | х |
| Практическое занятие № 1.2Расчёт степени превращения, выхода продукта, селективности, производительности ХТП |  | 6 |  |  | х |
| Лабораторная работа № 1.1Расчёт материального баланса твёрдофазной реакции получения сернистого натрия. |  |  | *4* |  | х |
| ПК-1ИД-ПК-1.3ПК-5ИД-ПК-5.1ИД-ПК-5.2ИД-ПК-5.3 | **Раздел II. Химические процессы и реакторы** | х | х | х | х | 9 | Формы текущего контроля по разделу II:1.контрольная проверка по лекционному материалу (БМПК2)2. защита лабораторных работ3.выполнение индивидуального домашнего задания 2 |
| Тема 2.1 Химический процесс. Классификация химических процессов. | 1 |  |  |  | х |
| Тема 2.2Термодинамические расчеты химико-технологических процессов. | 1 |  |  |  | х |
| Тема 2.3Реакторы в химической и других отраслях промышленности. Математическое моделирование и расчёт химических реакторов. | 2 |  |  |  | х |
| Тема 2.4 Сравнение эффективности химических реакторов. Оптимальный температурный режим в промышленных реакторах. | 2 |  |  |  | х |
| Практическое занятие № 2.1Расчёт равновесного выхода, равновесной степени превращения и равновесного состава газофазных систем. |  | 6 |  |  | х |
| Практическое занятие № 2.2Расчёт кинетических параметров на примере гетерогенной химической реакции в системе газ-жидкость. |  | 6 |  |  | х |
| Лабораторная работа № 2.1Изучение каталитического процесса в системе газ-жидкость (окисление сульфита натрия кислородом воздуха) (моделирующего процесс газоочистки). |  |  | 4 |  | х |
| Лабораторная работа № 2.2Изучение гомогенного химического процесса в реакторе идеального смешения периодического действия (омыление этилацетата гидроксидом натрия) |  |  | 4 |  | х |
| ПК-1ИД-ПК-1.3ПК-5ИД-ПК-5.1ИД-ПК-5.2ИД-ПК-5.3 | **Раздел III. Химическое производство – химико-технологическая система (ХТС)** | х | х | х | х | 9 | Формы текущего контроля по разделу III:1.контрольная проверка по лекционному материалу (БМПК3)2. защита лабораторных работ3.выполнение индивидуального домашнего задания 3 |
| Тема 3.1 Химическое производство как химико-технологическая система (ХТС). Анализ ХТС. | 2 |  |  |  | х |
| Тема 3.2Способы соединения аппаратов в технологическую схему. Энерготехнологические системы.  | 1 |  |  |  | х |
| Практическое занятие № 3.1Иконографические модели ХТС |  | *6* |  |  | х |
| ПК-1ИД-ПК-1.3ПК-5ИД-ПК-5.1ИД-ПК-5.2ИД-ПК-5.3 | **Раздел IV. Промышленные химические производства** | х | х | х | х | 9 | Формы текущего контроля по разделу IV:1. защита лабораторных работ2.текущий контроль усвоения материала на лекциях3. контрольная по решению задач (олимпиада по курсу) |
| Тема 4.1 Сырье и методы получения серной кислоты | 1 |  |  |  | х |
| Тема 4.2Выбор оптимальной технологической схемы производства серной кислоты. Вопросы экологической и производственной безопасности производства. | 1 |  |  |  | х |
| Тема 4.3Технологическая схема получения серной кислоты из серного колчедана по методу ДКДА. | 2 |  |  |  | х |
| Практическое занятие № 2.1Расчёт электрохимических процессов (электролиз, коррозия). |  | 6 |  |  | х |
| Лабораторная работа № 4.1Промышленная водоподготовка (анализ и умягчение воды) |  |  | 2 |  | х |
| Лабораторная работа № 4.2Электролиз водного раствора хлорида натрия в электролизёре со стальным катодом |  |  | 2 |  | х |
| Лабораторная работа № 4.3Электрохимическая коррозия металлов |  |  | 2 |  | х |
|  | Зачет с оценкой | х | х | х | х | х | зачет с оценкой проводится в полутестовой письменной форме  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **ИТОГО за 2семестр** | **18** | **36** | **18** |  | **36** |  |
|  | **ИТОГО за весь период** | **18** | **36** | **18** |  | **36** |  |

## Краткое содержание учебной дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Содержание раздела (темы)** |
| **Раздел I** | **Раздел I. Химическое производство и химическая технология** |
| Тема 1.1 | Химическая технология (ХТ) как наука. Основные понятия. | Химическая технология (ХТ) как наука. Химико-технологический процесс (ХТП) и химическое производство – сложные химико-технологические системы (ХТС). Основные понятия системного подхода. Иерархическая структура химического производства (ХП). Социальные показатели: воздействие на окружающую среду, безопасность обслуживания. |
| Тема 1.2 | Основные подсистемы и технологические компоненты ХП. | Основные подсистемы химического производства, основные технологические компоненты ХП. |
| Тема 1.3 | Технологические критерии эффективности ХТП.  | Технологические критерии эффективности ХТП: степень превращения, выход целевого продукта, селективность, их взаимосвязь и способы повышения, расходные коэффициенты исходного сырья. |
| Тема 1.4 | Составление материальных балансов ХТП. | Расчёт теоретических и практических расходных коэффициентов исходного сырья и составление материальных балансов ХТП Теоретические и практические материальные балансы. |
| **Раздел II** | **Химические процессы и реакторы** |
| Тема 2.1 | Химический процесс. Классификация химических процессов.  | Химический процесс. Классификация химических процессов по разным признакам. Использование законов химической кинетики при выборе технологического режима ХТП (Кинетические уравнения. Влияние концентрации реагентов (С), температуры (Т), катализатора (кат.) на скорость ХР.). |
| Тема 2.2 | Термодинамические расчеты ХТП | Термодинамические расчеты химико-технологических процессов: химическое равновесие гомогенных и гетерогенных химических реакций (ХР); Расчет равновесия газофазных ХР по термодинамическим данным (константа равновесия, равновесная степень превращения, равновесный состав реакционной смеси). |
| Тема 2.3 | Реакторы в химических и других отраслях промышленности. Математическое моделирование и расчёт химических реакторов.  | Реакторы в химических и других отраслях промышленности. Типы химических реакторов, основные процессы в них. Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания, их взаимосвязь и иерархическая структура математической модели процесса в реакторе. Классификация химических реакторов (Х реакторов) и режимов их работы по различным признакам. Математическое моделирование химических реакторов. Структура балансовых уравнений. ММоделирование и расчет изотермических химических реакторов с идеальной структурой потока: РИС-П, РИС-Н и РИВ. |
| Тема 2.4 | Сравнение эффективности химических реакторов. Оптимальный температурный режим в промышленных реакторах. | Сравнение эффективности проточных РИС и РИВ. Использование каскада РИС-Н. Расчет каскада РИС-Н алгебраическим, графическим и итерационным методами. Оптимальный температурный режим и способы его реализации в промышленных реакторах. Выбор типа реактора, особенности конструкций и режима работы реакторов**.** Вопросы техносферной безопасности при выборе и эксплуатации реакторов. |
| **Раздел III** | **Химическое производство – химико-технологическая система (ХТС)** |
| Тема 3.1 | Химическое производство как химико-технологическая система (ХТС).  | Химическое производство как химико-технологическая система (ХТС). Элементы ХТС. Технологические связи элементов ХТС.  |
| Тема 3.2 | Способы соединения аппаратов в технологическую схему. Энерготехнологические системы. | Технологические принципы создания ХТС: принцип наилучшего использования сырья, рационального использования энергии, техносферная безопасность. Способы соединения аппаратов в технологическую схему. Энерготехнологические системы. |
| **Раздел IV** | **Промышленные химические производства** |
| Тема 4.1 | Производство серной кислоты | Сырье и методы получения серной кислоты. Получение обжигового газа из серы. Получение обжигового газа из серного колчедана - гетерогенный некаталитический процесс в системе Г-Т.  |
| Тема 4.2 | Выбор технологической схемы производства серной кислоты.  | Контактное окисление диоксида серы. Оптимальный температурный режим. Выбор энерготехнологичной технологической схемы производства серной кислоты. Вопросы экологической и производственной безопасности производства. |
| Тема 4.3 | Технологическая схема получения серной кислоты из колчедана по методу ДКДА.  | Технологическая схема получения серной кислоты из колчедана по методу двойного контактирования и двойной абсорбции (ДКДА). Экологичность схемы, вопросы энергоресурсосбережения.  |

## Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию*.* Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

подготовку к лекциям, практическим и лабораторным занятиям, зачету;

изучение учебных пособий;

изучение разделов/тем, не выносимых на лекции и практические занятия самостоятельно;

изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;

подготовка к выполнению лабораторных работ и отчетов по ним;

подготовка к контрольной работе, контрольным проверкам, к зачёту с оценкой;

подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра.

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

проведение консультаций перед зачетом с оценкой по необходимости;

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела /темы *дисциплины,* выносимые на самостоятельное изучение** | **Задания для самостоятельной работы** | **Виды и формы контрольных мероприятий****(учитываются при проведении текущего контроля)** | **Трудоемкость, час** |
| **Раздел I** | Химическое производство и химическая технология | Выполнение индивидуального домашнего задания №1;Оформление и подготовка к защите Лабораторной работы №1;Подготовка контрольной проверке на лекции (БМПК1) | Сдача ИДЗ1;Контрольная проверка (БМПК1);Защита ЛР1. | 9 |
| **Раздел II** | Химические процессы и реакторы | Выполнение индивидуального домашнего задания №2;Оформление и подготовка к защите Лабораторной работы №2-4;Подготовка контрольной проверке на лекции (БМПК2) | Сдача ИДЗ2;Контрольная проверка (БМПК2);Защита ЛР №2-4. | 9 |
| **Раздел III** | Химическое производство как химико-технологическая система (ХТС) | Выполнение индивидуального домашнего задания №2;Оформление и подготовка к защите Лабораторной работы №5-6;Подготовка к контрольной проверке на лекции (БМПК3). | Сдача ИДЗ3;Контрольная проверка (БМПК3);Защита ЛР №5-6. | 9 |
| **Раздел IV** | Промышленные химические производства | Подготовка к контрольной по решению задач (олимпиада по курсу) | Контрольная по решению задач (олимпиада по курсу) | 9 |

## Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины/учебного модуля электронное обучение и дистанционные образовательные технологии не применяются.

# РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО *ДИСЦИПЛИНЕ*, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

## Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции(й).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Уровни сформированности компетенции(-й)** | **Итоговое количество баллов****в 100-балльной системе****по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Оценка в пятибалльной системе****по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Показатели уровня сформированности** |
| **универсальной(-ых)** **компетенции(-й)** | **общепрофессиональной(-ых) компетенций** | **профессиональной(-ых)****компетенции(-й)** |
|  |  | ПК-1ИД-ПК-1.3ПК-5ИД-ПК-5.1ИД-ПК-5.2ИД-ПК-5.3 |
| высокий | 85 – 100 | отлично |  |  | Обучающийся:* -проводит обработку и анализ полученных экспериментальных данных;
* дает развернутые, полные и верные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные
 |
| повышенный | 65 – 84 | хорошо |  |  | Обучающийся:* проводит обработку и анализ полученных экспериментальных данных;
* ответ отражает полное знание материала, с незначительными пробелами, допускает единичные негрубые ошибки
 |
| базовый | 41 – 64 | удовлетворительно |  |  | Обучающийся:* проводит обработку и анализ полученных экспериментальных данных;
* ответ отражает в целом сформированные, но содержащие незначительные пробелы знания, допускаются грубые ошибки.
 |
| низкий | 0 – 40 | неудовлетворительно | Обучающийся:* демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации;
* испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами*;*
* выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя;
* ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.
 |

# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

* + - 1. При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебнойдисциплине «Основы технологии химических производств»проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине*,* указанных в разделе 2 настоящей программы.

## Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

| **№ пп** | **Формы текущего контроля** | * + - 1. **Примеры типовых заданий**
 |
| --- | --- | --- |
| *1* | Индивидуальные домашние задания 1 по разделу | **1.** Составить материальный баланс производства этанола прямой гидратацией этилена. Состав исходной парогазовой смеси: этилен % (об.) – 60, водяной пар % (об.) – 40, степень превращения этилена (степень гидратации) х, % - 5. Расчет вести на 1т этанола. Побочные реакции и давление не учитывать. (мат. баланс упрощенный) (всего 12 вариантов) **2.** Составить материальный баланс процесса получения целевого продукта R, если производительность по целевому продукту – ПР, кг/сутки, степени превращения исходных реагентов – ха и хв, %. Принять, что для проведения процесса окисления вместо чистого кислорода используется воздух (79% N2, 21% О2). Получение уксусной кислоты: СаС2+2Н2О=Са(ОН)2+С2Н2С2Н2+Н2О=СН3СНО 2СН3СНО+О2=2СН3СООНПР.,кг/сут. – 50, ха,% - 80, хв,% - 98 (всего 14 вариантов)**3.** Составить материальный баланс производства формальдегида (А%-ый (масс) водный раствор СН2О) из синтез-газа. Мощность производства – N, кг/ч. Выход формальдегида из метанола принять равным Ф, %. Состав воздуха: 79% N2 и 21%О2. Формальдегид для производства формальдегидных волокон получают путем окисления метанола по реакции: 2СН3ОН+О2(воздух) → 2СН2О+2Н2О. Метанол получают из синтез-газа (смесь СО и Н2) в соответствии с реакцией: СО+2 Н2 → СН3ОН.А=30%, N=1500кг/ч, Ф=90% (всего 13 вариантов) |
| *2* | Индивидуальные домашние задания 2 по разделу | **1.** Рассчитать константу равновесия Кр, степень превращения исходных реагентов Хр и определить равновесный состав газовой смеси, выраженный в мольных долях, для обратимой реакции каталитического дегидрирования бутана в бутилен в двухстадийном процессе получения дивинила бутадиена) (за один цикл): С4Н10⇄С4Н8+Н2-Q; Ig КР = 7,574 – 30500/4,575 Т 1 2 3 Р2,Р ∙ Р3,РКр= ─────── Р1,РУсловия проведения процесса: **вариант №1**. t=550oC; Р=0,1 ат (всего 20 вариантов)**2.** Рассчитать константу равновесия Кр, степень превращения исходных реагентов Хр и определить равновесный состав газовой смеси, выраженный в мольных долях, для обратимой газофазной реакции синтеза метанола (за один цикл):СО+2Н2⇄СН3ОН+Q 1 2 3 Р3,РКр= ────────── Р1,Р ∙ Р22,Р 3748,7Lg Кр= ───── - 9, 2833 lgT+3,1475∙10-3Т–4,2613∙10-7Т2 + + 13,8144 ТУсловия проведения процесса: **вариант №1**. t=300oC; Р=50 ат (всего 26 вариантов)**3.** Рассчитать константу равновесия Кр, степень превращения исходных реагентов Хр и определить равновесный состав газовой смеси, выраженный в мольных долях, для обратимой реакции синтеза этанола методом прямой парофазной каталитической гидратации этилена (побочными реакциями пренебречь) (за один цикл):С2Н2 + Н2О ⇄ С2Н5ОН + Q 1 2 3 Р3,РКр= ────────── Р1,Р ∙ Р2,Р 2093Lg Кр= ───── - 6, 304  ТУсловия проведения процесса: **вариант №1**. t=277oC; Р=70 ат (всего 20 вариантов) |
| *3* | Индивидуальные домашние задания 3 по разделу | **1.** Рассчитать графическим и итерационным методами число реакторов идеального смешения в каскаде РИС, необходимое для достижения заданной конечной концентрации исходного реагента при протекании химической реакции, кинетика которой описывается уравнением:𝓌r,j=KCjn, для следующих условий: К=0,47; Cj,o=1,25 кмоль/м3; 𝒯i=0,90 с; n=1,84; Cj,k=0,50 кмоль/м3, Е=0,01. (13 вариантов)**2.** Рассчитать графическим и итерационным методами концентрацию реагента на выходе из последнего реактора каскада РИС, при протекании химической реакции, кинетика которой описывается уравнением: 𝓌r,j=KCjn, для следующих условий: N=6; К=2,30; Cj,o=3,17 кмоль/м3; 𝒯i=0,15; n=0,17; Е=0,01. (13 вариантов) |
| *4* | Контрольная проверка (БМПК1) по разделу1 | **Задание № 1.** **1.** Рассчитать теоретические и практические расходные коэффициенты для производства 1 т продукта С при протекании реакции: А+3В → 2С+Д. Степень превращения реагента А составляет 78%. МА=78; МВ=30; МС=25; МД=96.**2.** Рассчитать теоретические и практические расходные коэффициенты для производства 100 кг продукта Д при протекании реакции: 3А+В → 3С+2Д. Степень разложения реагента В составляет 18%. МА=20; МВ=36; МС=84; МД=50.**Задание № 2.** **1.** Рассчитать теоретические и практические расходные коэффициенты для производства 100 кг продукта С при протекании реакции: 3А+В → 4С+3Д. Степень превращения реагента В составляет 30%, выход целевого продукта – 60%. МА=24; МВ=60; МС=25; МД=56.**2.** Рассчитать теоретические и практические расходные коэффициенты для производства 1 кг продукта Д при протекании реакции: 2А+4В → С+2Д. Степень окисления продукта составляет 17%, в реагенте А – 20% примесей МА=85; МВ=32; МС=72; МД=25. |
| *5* | Контрольная проверка (БМПК2) по разделу2 | **1.** Составить уравнение для определения равновесной степени превращения исходного реагента А и равновесного выхода продукта Р газофазной реакции 0,5А+1,5В<=>11Р+0,5М**2.** Составить уравнение для определения равновесного состава газофазной реакции А<=>1,5В+0,5Р**3.** Составить уравнение для определения равновесного состава газофазной реакции А+В+3С<=>2Р+5М |
| *6* | Контрольная проверка (БМПК3) по разделу 3 | **1.** Рассчитать длину реактора идеального вытеснения L, в котором протекает реакция 2-го порядка при следующих рабочих условиях: константа скорости реакции k = 0,12 м3/кмоль∙сек; начальная концентрация Со=1,25кмоль/м3; конечная концентрация СК = 0,5 кмоль/м3; линейная скорость потока w = 1,7 м/сек.**2.** Рассчитать объем одного реактора идеального смешения Vr при протекании реакции 1-го порядка каскаде РИС для следующих условий: константа скорости реакции k = 0,25 сек -1; начальная концентрация Со = 3,2 кмоль/м3; конечная концентрация СК = 0,4 кмоль/м3; объемная скорость потока VС=3,5м3/сек; число реакторов N=3.**3.** В РИС-Н проводится реакция 2-го порядка. К = 1 м3/кмоль∙ч, СА0 = 2 кмоль/м3, хА (степень превращения А) = 90%. Объемный расход потока реагента АУС = 2 м3/ч. Определить объем реактора. |
| *7* | Контрольная по решению задач по курсу (олимпиада по курсу) | **Задание №1****1. Задача:** Через катионитовый фильтр с рабочим объемом 4,2 м3, работающий без регенерации 64 часа, пропускает умягчаемую воду с объемной скоростью 12 м3/час. Общая жесткость исходной воды – 6 ммоль/л, а умягченной – 0,11 ммоль/л. На определение временной жесткости исходной воды расходуется 12 мл раствора соляной кислоты с концентрацией 0,03 моль/л. 1. Определить ёмкость поглощения катионита (моль/м3). 2. Определить временную и постоянную жесткости исходной воды, если объем титруемой пробы равен 75 мл.**2. Задача:** Процесс мерсеризации целлюлозы можно выразить уравнением реакции: [C6H7O2(OH)3]n + nNaOH → [C6H7O2(OH)2OH∙NaOH]n М.в. - n∙162 М.в. – 40 М.в. - n∙202В 1т исходной целлюлозы содержится 5% влаги (Н2О), 4% примесей, 91% целлюлозы. 1. Рассчитать расходный коэффициент 18%-го раствора гидроксида натрия на исходную целлюлозу. 2. Составить материальный баланс процесса мерсеризации 1т целлюлозы 18%-ым раствором едкого натра.**3. Задача:** Рассчитать практический расходный коэффициент железного колчедана, содержащего 84% (масс.) пирита, для получения 1т 70%-ного раствора серной кислоты. Массовая доля производственных потерь составляет 7%.**Задание №2****1. Задача:** Для получения формальдегида метиловый спирт окисляется на серебряном катализаторе в соответствии с уравнением реакции СН3+0,5О2=СН2О+Н2О, кроме основной химической реакции, идут побочные, в результате которых образуются 0,8 кмоль побочных продуктов. Определить степень превращения метанола, выход формальдегида и интегральную селективность процесса по формальдегиду, если исходное количество метанола – 3,2 кмоль, количество неокисленного метанола – 0,6 кмоль, количество образовавшегося формальдегида – 0,8 кмоль.**2. Задача:** В реактор для получения этилового спирта методом прямой гидратации подается 16,5 моль этилена. В реакцию при t=29oC и р=7∙10-5 Па вступает 13,2 моль этилена. Определить степень превращения этилена**3. Задача:** Определите массу аммиака и воздуха, необходимую для производства 1т азотной кислоты. Процесс получения азотной кислоты можно представить в виде схемы: NH3 – NO – NO2 – HNO3. Степень превращения аммиака в оксид азота равна 97%, степень превращения диоксида азота в азотную кислоту – 92%, концентрация аммиака в исходной аммиачно-воздушной смеси равна 11,5% (об.).**Задание №3****1.** В проточном реакторе идеального смешения (аппарат с мешалкой) проходит при постоянной температуре реакция 2-го порядка: 2А→R+S, где А – исходный реагент, R – целевой продукт реакции, S – побочный продукт. Скорость реакции описывается кинетическим уравнением: w R,А=2,5 СА2. Начальная концентрация исходного реагента А на входе в реактор САО=4 кмоль/м3.1. Рассчитать среднее время пребывания реагентов в реакторе τрис, которое необходимо для достижения степени превращения исходного реагента ХА=80%.2. Провести сравнение среднего времени пребывания τрис со средним временем пребывания τрис, необходимым для достижения аналогичных результатов при протекании рассматриваемой реакции в реакторе идеального вытеснения.**2.** В трубчатом реакторе идеального вытеснения проводится реакция 2-го порядка при следующих условиях: константа скорости реакции К=1 м3/кмоль∙час, начальная концентрация исходного реагента Со=10 кмоль/м3, линейная скорость потока ω=50 м/час, длина реактора L=10 м.1. Определить степень превращения исходного реагента – Х.2. Сравнить полученную Х со степенью превращения, которая может быть достигнута при проведении реакции в проточном РИС (τрис =τрив).**3.** В реакторе идеального вытеснения проводится реакция 2-го порядка при следующих условиях: константа скорости реакции К=1 м3/кмоль∙час, начальная концентрация исходного реагента Со=10 кмоль/м3, линейная скорость потока ω=50 м/час, длина реактора L=10 м.1. Определить степень превращения исходного реагента – Х. |
| *8* | Вопросы к защите лабораторных работ | 1. Изложить особенности гетерогенных процессов, их применение и возможности в химической технологии.
2. Лимитирующая стадия процесса окисления сульфита натрия, выбор катализатора процесса.
3. Изложить методику определения и расчета примерного порядка реакции (n) и эффективной константы скорости (К) методом полупериода для гетерогенного процесса окисления сульфита натрияь в сульфат кислородом воздуха.
4. Суть весового и объёмно-водородного методов количественной оценки коррозии.
5. Показатели эффективности процесса электролиза.
6. Сравнение степеней превращения этилацетата и щёлочи в РИС-П.
 |

## Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

| **Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** |
| --- | --- | --- |
| **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Индивидуальные домашние задания 1, 2, 3 | Работа выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Возможно наличие одной неточности или описки, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденных тем и применение их на практике. | 9-12 баллов | 5 |
| Работа выполнена полностью, но обоснований шагов решения недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета. | 7-8 баллов | 4 |
| Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов. | 4-6 баллов | 3 |
| Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки.  | 1-3 баллов | 2 |
| Работа не выполнена. | 0 баллов |
| Контрольная проверка (БМПК) по разделам 1,2,3 | Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках);  | 9 – 12 баллов | 5 |
| Продемонстрировано использование правильных методов при решении задач при наличии существенных ошибок в 1-2 из них;  | 7 – 8 баллов | 4 |
| Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют; | 4 – 6 баллов | 3 |
| Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы. | 0 – 3 баллов | 2 |
| Контрольная по решению задач (олимпиада по курсу) | Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов и формул для решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках);  | 25 – 29 баллов | 5 |
| Продемонстрировано использование правильных методов и формул при решении задач при наличии существенных ошибок в 1-2 из них; | 19 – 24 баллов | 4 |
| Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют; | 13 – 18 баллов | 3 |
| Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы. | 0 – 12 баллов | 2 |
| Защита лабораторных работ 1-6 | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить причинно-следственные связи. Обучающийся демонстрирует глубокие и прочные знания материала по заданным вопросам, исчерпывающе и последовательно, грамотно и логически стройно его излагает | 9 - 12 баллов | 5 |
| Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения дисциплины; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Обучающийся твердо знает материал по заданным вопросам, грамотно и последовательно его излагает, но допускает несущественные неточности в определениях. | 7 - 8 баллов | 4 |
| Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучающийся не способен самостоятельно выделить причинно-следственные связи. Обучающийся способен конкретизировать обобщенные знания только с помощью преподавателя. Обучающийся обладает фрагментарными знаниями по теме коллоквиума, слабо владеет понятийным аппаратом, нарушает последовательность в изложении материала. | 4 - 6 баллов | 3 |
| Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы темы. | 0 - 3 баллов | 2 |
| Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины. | 0 баллов | 0 |
| Не принимал участия в олимпиаде. | 0 баллов | 0 |

## Промежуточная аттестация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма промежуточной аттестации** | **Типовые контрольные задания и иные материалы****для проведения промежуточной аттестации:** |
| Зачет с оценкой: проводится в полутестовой письменной форме  | **Билет №1****1.** Задание в закрытой форме.Если в воде содержатся соли: Mg(Cl)2, Сa(НСО3)2 и Mg(НСО3)2, то при ее умягчении известково-содовым способом происходят химические реакции:1. Сa(НСО3)2 + Са(ОН)2 → ↓2СаСО3 + 2H2O  Mg(НСО3)2 + 2 Са(ОН)2 → ↓2СаСО3 + Mg(OH)2↓ *+* 2Н2О  Mg(Cl)2 + Na2CO3 → ↓MgCO3 + 2NaCl 2. Сa(НСО3)2 + CaO → Са(ОН)2  Mg(НСО3)2 + CaO → MgO + Сa(НСО3)2  Mg(Cl)2 + СаСО3 → Mg(НСО3)2 + CaCl2 3. Сa(НСО3)2 + Na2CO3 → СаСО3 + 2NaHCO3  Mg(НСО3)2 + Na2CO3→ MgСО3 + 2NaHCO3  Mg(Cl)2 + CaO → MgO+ CaCl2.4. Сa(НСО3)2 + Mg(НСО3)2 + CaOH → СаMg(ОН)2 + CO2  Mg(Cl)2 + Na2СО3 → Mg(НСО3)2 + Na2СО3 + HCl**2.** Задание в открытой форме.Если скорость Хр при данном режиме осуществления гетерогенного ХТП мала по сравнению со скоростью диффузионных стадий, то ХТП протекает в ………..области.**3.** “Слепая” технологическая схема.Назовите отделения и аппараты, включенные в упрощенную схему современного производства серной кислоты на базе серного колчедана по системе двойного контактирования и двойной абсорбции (ДК – ДА), обозначьте основные потоки.**рис 1.jpg****4.** Задачного типа.Если электролизер работает круглосуточно, то при силе тока 15500 А теоретически может быть получено………. гидроксида натрия* 1. 200 кг
	2. 555 кг
	3. 700 кг
 |

## Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины/модуля:

| **Форма промежуточной аттестации** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** |
| --- | --- | --- |
| **Наименование оценочного средства** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| зачет с оценкой:полутестовая письменная форма | За выполнение каждого тестового задания испытуемому выставляются баллы. Необходимо указать тип используемой шкалы оценивания. Номинальная шкала предполагает, что за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за неправильный — ноль. В соответствии с номинальной шкалой, оценивается всё задание в целом, а не какая-либо из его частей. | 32 –35 баллов | 5 | 91% - 100% |
| 28– 31 баллов | 4 | 80% - 89% |
| 24 – 27 баллов | 3 | 69% - 77% |
| 0 – 23 баллов | 2 | 66% и менее 66% |

## Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Форма контроля** | **100-балльная система**  | **Пятибалльная система** |
| Текущий контроль:  |  |  |
| - 3 индивидуальных домашних задания  | 0 – 12 баллов | 2 – 5  |
| - письменный контроль (БМПК 1,2,3) | 0 - 12 баллов | 2 – 5  |
| - контрольная работа (олимпиада) | 0 – 29 балла | 2 – 5  |
| - защита 6-ти лабораторных работ | 0 –12 баллов | 2 – 5  |
| Промежуточная аттестация Зачет с оценкой  | 0 - 35 баллов | отличнохорошоудовлетворительнонеудовлетворительно |
| **Итого за семестр** (Основы технологии химических производств)Зачет с оценкой  | 0 - 100 баллов |

* + - 1. Полученный совокупный результат конвертируется в пятибалльную систему оценок в соответствии с таблицей:

|  |  |
| --- | --- |
| **100-балльная система** | **пятибалльная система** |
| **экзамен** |
| 85 – 100 баллов | отлично |
| 65 – 84 баллов | хорошо |
| 41–64 баллов | удовлетворительно |
| 0 – 40 баллов | неудовлетворительно |

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

* + - 1. Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:
		- проблемная лекция;
		- групповых дискуссий;
		- анализ ситуаций;
		- разбор конкретных ситуаций;
		- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
		- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;
		- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа).
			1.

# ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

* + - 1. Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий, лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.
			2. Проводятся отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, которая необходима для последующего выполнения практической работы.

# ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

* + - 1. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию без барьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.
			2. При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.
			3. Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:
			4. Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.
			5. Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).
			6. Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины.При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.
			7. Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

* + - 1. Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.
			2. Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

| **Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** | **Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** |
| --- | --- |
| **119071, г. Москва, Донская улица, дом 39, строение 4** |
| аудитории для проведения занятий лекционного типа | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: * ноутбук;
* проектор,
* экран,
* маркерная доска
 |
| аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: * ноутбук,
* проектор,
* маркерная доска,
* наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.
 |
| аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: - экран переносной Classic Solution Libra 180х180, - проектор BenQ MX511 9H.J3R77.33 |
| лаборатория №6109 для проведения лабораторных занятий, семинаров, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. | Комплект учебной мебели, технические и аналитические весы, лабораторная посуда (пипетки для отбора проб, колбы, бюретки для титрования, стеклянные палочки, мерные стаканы, мерные цилиндры), электролизер, рН-метр 150 МИ (2 шт.), электроды для рН-метра, ионообменная колонка (3 шт.), коррозиметр Акимова (3 шт.), колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2МП, сушильный шкаф КВС G-100/250, микроскоп (2 шт.), ультразвуковая погружная установка, ультразвуковое устройство УЗО1-01 «РЕУТ 001» (2 шт.), муфельная печь, реактивы, необходимые для учебной, учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы студентов. |
| ***119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6*** |
| Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Комплект учебной мебели, маркерная доска, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: экран, проектор, колонки.  |
| **Помещения для самостоятельной работы обучающихся** | **Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся** |
| ***119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6*** |
| читальный зал библиотеки: | * компьютерная техника;подключение к сети «Интернет»
 |

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Автор(ы)** | **Наименование издания** | **Вид издания (учебник, УП, МП и др.)** | **Издательство** | **Год****издания** | **Адрес сайта ЭБС****или электронного ресурса**  | **Количество экземпляров в библиотеке Университета** |
| 10.1 Основная литература, в том числе электронные издания |
| 1. | Бесков В.С. | Общая химическая технология | Учебник | М.: НКЦ «Академкнига» | 20052006 | https://booksee.org/book/770588 | *1**4* |
| 2. | Кутепов А.М.Бондарева Т.ИБеренгартен М.Г. | Общая химическая технология | Учебник | М.: НКЦ «Академкнига»М.: Высшая школа | 20042005200719901985 | https://booksee.org/book/468748 | 1252 |
| 3. | Мухленов И.П. и др.под ред. Мухленова И.П. | Основы химической технологии | Учебник | М.: Высш. шк. | 199119751968 | https://booksee.org/book/469240 | 1056 |
| 4. | Кошелева М.К. под редакцией Реутского В.А. | Лабораторный практикум по общей химической технологии | УП | М.: МГУДТ | 2013 |  http://znanium.com/catalog/product/465540 | 5 в библиотеке, 10 на кафедре |
| 5. | Кошелева М.К. | Примеры, задачи и тесты по общей химической технологии | УП | М.: МГУДТ | 2015 | http://znanium.com/catalog/product/782938 | 10 |
| 6. | Кошелева М.К. | Общая химическая технология в примерах, лабораторных работах, задачах, и тестах.  | УП | М.: ИНФРА-М | 2020 | http://znanium.com/catalog/product/465540 | 3 в библиотеке, 2 на кафедре |
| 10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания  |
| 1. | Кошелева М.К. в составе коллектива авторов; под редакцией Бескова В.С. | Лабораторный практикум по общей химической технологии | УП | М.: БИНОМ. Лаборатория знаний | 2010 | <http://znanium.com/catalog/product/365476>  |  |
| 2. | Товажнянский Л.Л., Кошелева М.К., Бухкало С.И | Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах. Учебное пособие | УП | М.: ИНФРА-М | 2015 | http://znanium.com/catalog/product/474713 | 3 в библиотеке, 2 на кафедре |
| 10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины авторов РГУ им. А. Н. Косыгина) |
| 1. | Кошелева М.К., Реутский В.А. | Методические указания «Задачи и задания в тестовой форме по общей химической технологии» | МУ | М.: МГУДТ | 2013 | http://znanium.com/catalog/product/465542 | 5 в библиотеке, 10 на кафедре |

# ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

## Ресурсы электронной библиотеки,информационно-справочные системы ипрофессиональные базы данных:

|  |  |
| --- | --- |
| **№ пп** | **Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы** |
|  | «Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М»<http://znanium.com/>  |
|  | Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» <http://znanium.com/> |
|  | «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) |
|  | О предоставлении доступа к информационно-аналитической системе SCIENCE INDEX (включенного в научный информационный ресурс elibrary.ru) https://www.elibrary.ru/ |
|  | ЭБС «Лань» <http://www.e.lanbook.com/> |
|  | ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ) [http://нэб.рф/](http://xn--90ax2c.xn--p1ai/)Договор № 101/НЭБ/0486 – п от 21.09.2018 г. |
|  | Научная электронная библиотека еLIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru/>Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г. |
|  | НЭИКОН <http://www.neicon.ru/> Соглашение №ДС-884-2013 от18.10.2013г |
|  | **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы** |
|  | «Polpred.com Обзор СМИ» <http://www.polpred.com>Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г. |
|  | Web of Science <http://webofknowledge.com/> Сублицензионный договор № wos/917 на безвозмездное оказание услуг от 02.04.2018 г. |
|  | Scopus <http://www>. Scopus.com/Сублицензионный Договор № Scopus /917 от 09.01.2018 г. |
|  | «SpringerNature» <http://www.springernature.com/gp/librarians>Платформа Springer Link: <https://rd.springer.com/>Платформа Nature: <https://www.nature.com/>База данных Springer Materials: <http://materials.springer.com/>База данных Springer Protocols: <http://www.springerprotocols.com/>База данных zbMath: <https://zbmath.org/>База данных Nano: <http://nano.nature.com/>Сублицензионный договор № Springer/41 от 25 декабря 2017 г. |
|  | [http://arxiv.org](http://arxiv.org/) — база данных полнотекстовых электронных публикаций научных статей по физике, математике, информатике |
|  | [http://www.garant.ru/](http://www.garant.ru/%20) - Справочно-правовая система (СПС) «Гарант», комплексная правовая поддержка пользователей по законодательству Российской Федерации |
|  | <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/> - базы данных на Едином Интернет-портале Росстата |

## Перечень программного обеспечения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№п/п** | **Программное обеспечение** | **Реквизиты подтверждающего документа/Свободно распространяемое** |
|  | Windows 10 Pro, MS Office 2019  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | V-Ray для 3Ds Max  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | NeuroSolutions  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Wolfram Mathematica  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Microsoft Visual Studio  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | CorelDRAW Graphics Suite 2018  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Mathcad  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Matlab+Simulink  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019. |
|  | Adobe Creative Cloud 2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic, Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Muse и др.)  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | SolidWorks | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Rhinoceros | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Simplify 3D | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | FontLаb VI Academic | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Pinnacle Studio 18 Ultimate | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | КОМПАС-3d-V 18 | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Project Expert 7 Standart | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Альт-Финансы | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Альт-Инвест  | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Программа для подготовки тестов Indigo | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Autodesk AutoCAD 2021 для учебных заведений, подписка к бессрочной лицензии | Договор #110003456652 от 18 февр. 2021 г.Распространяется свободно для аккредитованных учебных заведений |
|  | LibreOffice GNU Lesser General Public License | Свободно распространяемое |
|  | Scilab CeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2) | Свободно распространяемое |
|  | Linux Ubuntu GNU GPL | Свободно распространяемое |
|  | FDS-SMV free and open-source software | Свободно распространяемое |
|  | AnyLogic Personal Learning Edition | Свободно распространяемое |
|  | Helyx-OS GNU General Public License  | Свободно распространяемое |
|  | OpenFoam v.4.0 GNU General Public License | Свободно распространяемое |
|  | DraftSight 2018 SP3 Автономная бесплатная лицензия | Свободно распространяемое |
|  | GNU Octave GNU General Public License | Свободно распространяемое |

### ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В рабочую программу учебной дисциплины внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **год обновления РПД** | **характер изменений/обновлений** **с указанием раздела** | **номер протокола и дата заседания** **кафедры** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |