

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Направленность Химия

Квалификация выпускника: бакалавр

**Кострома
2021**

Рабочая программа дисциплины «Химическая технология» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденному приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 17 июля 2017 г. № 671.

Разработал: Молчанов Алексей Сергеевич, доцент кафедры химии, канд. хим. наук
Ильинская Майя Викторовна, старший преподаватель кафедры химии

Рецензент: Хитрова Валентина Ивановна, заместитель директора ФГБУ государственная станция агрохимической службы «Костромская»,
руководитель испытательной лаборатории, канд. с.-х. наук

ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры химии:

Протокол заседания кафедры № 7 от 19.05.2021 г.

Заведующий кафедрой химии Кусманова Ирина Александровна, канд.пед.наук, доцент

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры химии:

Протокол заседания кафедры № 6 от 14.03.2022 г.

Заведующий кафедрой химии Кусманова Ирина Александровна, канд.пед.наук, доцент

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры химии:

Протокол заседания кафедры № 8 от 07.04.2023 г.

Заведующий кафедрой химии Кусманова Ирина Александровна, канд.пед.наук, доцент

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Химическая технология является дисциплиной, объединяющей фундаментальные курсы, изучаемые ранее на предыдущих курсах – неорганическую, органическую, аналитическую, физическую, коллоидную химию, квантовую химию, кристаллохимию, строение вещества, физические методы исследования. Химическая технология служит своеобразным переходом от теории химии к практике и направлена на формирование у студентов практического мышления, применения полученных знаний при получении тех или иных конкретных соединений. Химическая технология вводит студентов в теорию технологических процессов, изучая природу механических и гидродинамических процессов, процессов и аппаратного оформления кристаллизации, ректификации, сушки, фильтрации, тепломассопереноса, принципов конструирования и расчета основного и вспомогательного химико-технологического оборудования. Основное внимание уделяется принципам выбора и конструирования химико-технологических схем. Закрепление материала проводится изучением производства продуктов основной химии: аммиака, азотной, серной и фосфорной кислот, минеральных удобрений.

Цель дисциплины – формирование готовности студентов к работе в химической промышленности. На основе полученных теоретических знаний ознакомить их с основными процессами и аппаратами, используемыми в химической промышленности, а также с принципами построения технологических схем.

Задачи:

- ознакомить студентов с основами физико-химических процессов и их аппаратным оформлением
- показать на лабораторных занятиях синтез ряда продуктов основной химии и провести их анализ с применением химических и физико-химических методов
- ознакомиться с технологическими схемами производства ряда основных многотоннажных продуктов химической промышленности

Направление воспитания, связанные с содержанием дисциплины: профессионально-трудовое, экологическое и научно-образовательное воспитание обучающихся посредством содержания дисциплины и актуальных воспитательных технологий.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен освоить *компетенции*:

ПК-2: Способен осуществлять анализ качества сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий;

ПК-2.1. Осуществляет контроль поступающих материалов, сырья, полуфабрикатов, комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации

ПК-2.2. Учитывает и систематизирует данные о фактическом уровне качества поступающих материалов, сырья, полуфабрикатов, комплектующих изделий

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

- основные процессы и аппараты химической технологии
- физико-химические основы протекания гомогенных и гетерогенных процессов
- принципы построения химико-технологических схем
- основные литературные источники, отражающие современный уровень развития химической технологии.

2) Уметь:

- проводить в лабораторных условиях типовые синтезы продуктов основной химии;
- на основании проведенных экспериментов рассчитывать и оптимизировать технологические параметры процесса;

- применять полученные знания по теории технологических процессов для проведения технико-экономических расчетов при производстве химических продуктов.

3) Владеть:

- приемами использования теории технологических процессов и экспериментальных методов при синтезе основных химических продуктов;

- методами и навыками решения расчетных задач разделов дисциплины «Химическая технология»;

- навыками и методами постановки эксперимента по синтезу и анализу заданных химических продуктов в лабораторных условиях;

- методами проведения основных измерений и расчетов при изучении курса химическая технология и составления отчетов.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Химическая технология» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Данная дисциплина изучается в 7 семестре. Данная дисциплина базируется на профессиональных и исчерпывающих знаниях таких дисциплин, как неорганическая химия, аналитическая химия, физические методы анализа, физическая химия, коллоидная химия, кристаллохимия.

Освоение дисциплины «Химическая технология» необходимо для успешного прохождения производственной технологической практики, выполнения курсовой работы, а также для выполнения бакалаврской работы.

Дисциплины и иные компоненты ОП, формирующие указанные выше компетенции:

- ПК-2 (способен осуществлять анализ качества сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий) формируется при освоении дисциплин: «Химическая технология», «Основы химической экспертизы», «Основы метрологии, стандартизации и сертификации», «Комплексная переработка природного сырья и промышленных отходов», «Анализ пищевых продуктов»; при прохождении технологической практики; при подготовке к сдаче и при сдаче государственного экзамена.

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы	Всего
Общая трудоемкость в зачетных единицах	6
Общая трудоемкость в часах	216
Аудиторные занятия в часах	170
Лекции	68
Практические занятия	34
Лабораторные занятия	68
Самостоятельная работа в часах	7,65
Форма промежуточной аттестации	Экзамен 7 семестр (0,35 часа) консультация к экзамену (2 часа)

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебной работы	Количество часов
Лекции	68

Практические занятия	34
Лабораторные занятия	68
Консультации	2
Зачет/ Зачеты	–
Экзамен/ Экзамены	0,35
Курсовая работа	-
Всего	172,35

5.Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий
5.1 Тематический план учебной дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные часы			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические	Лабораторные	
1	Гидродинамика и гидродинамические процессы	0,17/6	2	2	2	-
2	Тепловые процессы и аппараты	0,33/12	4	4	4	-
3	Массообменные процессы и аппараты	0,45/17	6	4	6	1
4	Химические реакторы. Химико–технологический процесс и его содержание	0,58/21	8	4	8	1
5	Гетерогенные процессы	0,36/13	4	4	4	1
6	Кинетические закономерности химико-технологических процессов. Каталитические процессы	0,58/21	8	4	8	1
7	Принципы разработки химико-технологических процессов. Сырьевая и энергетическая база химической промышленности	0,45/17	6	4	6	1
8	Общие принципы разработки и организации химико-технологических систем	0,58/21	8	4	8	1
9	Примеры инженерного оформления химико-технологических процессов	1,38/49,65	22	4	22	1,65
	Подготовка к экзамену	1/36	-	-	-	36
	ИКР (консультация к экзамену, экзамен)	0,065/2,35	-	-	-	-
	ИТОГО	6/216	68	34	68	43,65

5.2. Содержание:

Тема 1. Гидродинамика и гидродинамические процессы и аппараты

Цели и задачи, основное содержание дисциплины. Основы переноса импульса теплоты и массы. Понятие о физическом и математическом моделировании. Сведения о жидкостях, их свойства, понятия и определения гидростатики. Гидростатическое давление, основное уравнение гидростатики и его применение. Основы гидродинамики. Характеристика движения жидкости, режимы движения жидкости, уравнение движения жидкости. Потери напора на трение и местные сопротивления. Движение жидкости по трубопроводам. Перемешивание жидких сред. Механическое и реватическое перемешивание. Перемешивание жидкостей. Общие принципы устройств и принципов работы средств перемещения жидкостей. Средства перемещения и сжатия газов. Принцип устройства и работы компрессоров, вентиляторов, вакуум-насосов. Разделение жидких и газовых неоднородных систем. Способы очистки жидких и газовых неоднородных систем.

Тема 2. Тепловые процессы и аппараты

Основы теории и передачи теплоты и теплообменные аппараты. Процессы нагревания, охлаждения и конденсации. Виды теплообмена и их характеристика. Способы нагревания и охлаждения.

Тема 3. Массообменные процессы и аппараты.

Основы теории и массопередачи. Массопередача и ее виды. Основное уравнение массопередачи. Массообменные процессы со свободной границей раздела фаз. Перегонка и ректификация жидкостей. Двухфазные системы «жидкость-пар». Массообменные процессы с неподвижной поверхностью фаз. Процессы сушки. Физические основы процесса сушки. Статистика и кинетика сушки. Теоретический и реальный сушильные процессы. Физико-химические основы процессов растворения и кристаллизации. Устройство и принцип работы кристаллизаторов. Мембранные процессы и аппараты. Основные законы течения жидкостей в пористых телах. Перенос газов в пористых телах. Мембранные методы разделения смесей.

Тема 4. Химические реакторы. Общие сведения о химических реакторах. Химико-технологический процесс и его содержание.

Общие закономерности химических процессов. Основные стадии. Технологический режим. Технологическая схема. Классификация химических процессов по фазовому состоянию, термодинамическим, кинетическим и др. признакам. Технологические критерии эффективности химико-технологического процесса для различных типов химической реакций: степень превращения реагентов, выход продукта, селективность.

Классификация реакторов: по гидродинамической обстановке (реакторы смешения и вытеснения); по условиям теплообмена (адиабатические, изотермические, автотермические и реакторы с промежуточным тепловым реагентом); по фазовому составу реакционной смеси; по способу организации процесса (периодического, непрерывного и полупериодического действия); по характеру изменения параметров во времени (стационарные, нестационарные). Основные математические модели процессов, протекающие в химических реакторах различного типа.

Тема 5. Гетерогенные процессы

Представление о гетерогенных процессах. Механизм и общие особенности гетерогенных процессов. Диффузионные стадии гетерогенных процессов. Скорость гетерогенных процессов и законы распределения вещества. Система «газ-жидкость»: абсорбция, хемосорбция, десорбция. Кинетическая модель процесса в системе «газ-жидкость». Гетерогенные процессы в системе «газ-твердое вещество»: обжиг, адсорбция. Кинетическая модель процесса. Элементарные стадии процесса: внутренняя, внешняя диффузия, химическая реакция. Константа скорости процесса. Лимитирующая стадия процесса и способы ее определения.

Тема 6. Кинетические закономерности химико-технологических процессов. Каталитические процессы.

Скорость гомогенных химических реакций. Зависимость скорости химических реакций от концентрации реагентов. Кинетическое уравнение. Порядок реакции. Константа скорости химической реакции. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Факторы, влияющие на скорость химических реакций и способы ее измерения. Анализ кинетических зависимостей различных типов реакций. Влияние различных факторов на степень превращения. Линия оптимальных температур.

Общие представления о катализе и его значение в химической технологии. Промышленный катализ. Сущность и виды катализа: гомогенный, гетерогенный, автокатализ. Основные стадии и кинетические особенности гетерогенно-каталитических процессов. Технологические характеристики твердых катализаторов: активность, температура зажигания, селективность, структура катализатора, проматирование отравление. Расчет равновесного состава реакционной смеси, кинетических и температурных параметров гетерогенного каталитического процесса и необходимого количества катализа.

Тема 7. Принципы разработки химико-технологических процессов. Сырьевая и энергетическая база химической промышленности.

Сырьевая база химической промышленности классифицируется сырьем по происхождению, запасам, химическому составу, агрегатному состоянию. Природное и искусственное сырье, первичное и искусственное (отходы потребления, производства, полупродукты). Комплексное и рациональное использование сырьевых ресурсов. Методы обогащения сырья. Вода в химической промышленности. Показатели качества: содержание взвешенных веществ, сухой остаток, жесткость – временная и постоянная, окисляемость и реакции воды. Промышленная водоподготовка. Воздух в химической промышленности. Очистка атмосферного воздуха. Сжатый воздух и его применение.

Энергия в химическом производстве. Энергетическая база химической промышленности. Структура потребления энергии. Виды тепловых процессов. Классификация топливно-энергетических ресурсов. Вторичные энергетические ресурсы: классификация и способы использования. Рекуперация, регенерация утилизация. Энерготехнология, ее сущность и значение. Энерготехнологические системы.

Тема 8 Общие принципы разработки и организации химико-технологических систем.

Использование системного подхода при разработке химико-технологических систем (ХТС): структура и описание ХТС; синтез и анализ ХТС; сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС. Состав ХТС: элемент, система, подсистема, поток. Их реализация в химическом производстве. Иерархическая организация процессов в химическом производстве. Основные этапы создания ХТС. Классификация моделей ХТС. Качественные (обобщенные) модели: операционно-описательные и иконографические (технологические, функциональные, структурные и операционные). Математические модели: символические и иконографические.

Важнейшие промышленные химические производства. Технологические связи ХТС: последовательные, параллельные, разветвленные, последовательно-обводные (байпас), обратные (рецикл). Примеры применения различных типов связей в системе ХТС. Анализ ХТС. Структурный, материальный и тепловой балансы, эффективность химического производства. Методика составления и расчеты материальных и тепловых балансов ХТС и ее подсистем. Особенности составления балансов в схемах с рециклом. Форма составления балансов.

Тема 9. Примеры инженерного оформления химико-технологических процессов.

Технология связанного азота. Сырьевая база. Получение водорода и азотоводородной смеси паровоздушной конверсией природного газа: физико-химические особенности основных стадий процесса, принципиальная технологическая схема, очистка азотоводородной смеси от кислородосодержащих и сернистых соединений. Синтез аммиака. Физико-химические основы процесса. Циркуляционная технологическая схема получения аммиака при среднем давлении. Аппаратурное оформление процесса производства аммиака. Технология серной кислоты. Сырьевая база. Методы получения серной кислоты. Получение сернистого газа. Физико-химические основы и аппаратурное оформление процесса. Контактное окисление сернистого газа на ванадиевых катализаторах. Абсорбция сернистого газа. Технологическая схема производства серной кислоты методом ДК-ДА. Фосфорная промышленность. Получение

экстракционной фосфорной кислоты сернокислотным разложением фосфатного сырья. Азотнокислотное разложение фосфатного сырья. Продукты на основе азотнокислотного разложения. Калийная промышленность. Получение хлорида калия из сильвинита галургическим флотационным методом. Получение кальцированной соды по методу Сольве. Производство каустической соды и хлора. Продукция основного органического и нефтетехнического синтеза. Производство кремнесодержащих продуктов. Производство вяжущих на основе извести и гипса.

5.3. Практическая подготовка

Код, направление, направленность	Наименование дисциплины	Количество часов дисциплины, реализуемых в форме практической подготовки				
		Всего	семестр 7			
			лекции	Пр.занятия	лаб.занятия	с/р
04.03.01 Химия, Химия	Химическая технология	10	0	0	10	0

Код компетенции	Индикатор компетенции	Содержание задания на практическую подготовку по выбранному виду деятельности	Число часов практической подготовки				
			Всего	лекции	Пр.занятия	лаб.занятия	с/р
ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Получение гидроксида натрия каустификацией содового раствора и его анализ	4	-	-	4	-
ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Анализ аммиачной селитры	2	-	-	2	-
ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Анализ двойного суперфосфата	4	-	-	4	-
Итого			10	-	-	10	-

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

В рамках самостоятельной работы по дисциплине «Химическая технология» предусмотрены следующие виды работ:

1. Самостоятельная проработка отдельных тем курса по учебной литературе.
2. Подготовка к лабораторным работам, выполнение расчетов, оформление отчетов по выполненным работам, подготовка к коллоквиумам по лабораторным работам.
3. Выполнение домашних заданий в виде решения задач.
4. Подготовка рефератов (сообщений, рефератов).
5. Подготовка к контрольным работам по теоретическим вопросам курса.

№ п/п	Название раздела, темы.	Задания	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Гидродинамика и гидродинамические процессы	Подготовка конспекта	-	Обзор литературы	Индивидуальный контроль на занятиях
2	Тепловые процессы и аппараты	Подготовка конспекта	-	Обзор литературы	Индивидуальный контроль на

					занятиях
3	Массообменные процессы и аппараты	Подготовка конспекта	1	Обзор литературы, решение задач	Индивидуальный контроль на занятиях
4	Химические реакторы. Общие сведения о химических реакторах.	Подготовка конспекта	1	Обзор литературы, решение задач	Индивидуальный контроль на занятиях
5	Гетерогенные процессы	Подготовка к лабораторной работе «Фосфатирование металлов»	1	1. Оформление лабораторной работы. 2. Подготовка к коллоквиуму.	Защита отчета по лабораторной работе
6	Кинетические закономерности химико-технологических процессов. Каталитические процессы.	Подготовка к лабораторной работе «Кинетика реакции дегидратации в твердой фазе».	1	1. Оформление лабораторной работы. 2. Подготовка к коллоквиуму.	Защита отчета по лабораторной работе
7	Принципы разработки химико-технологических процессов. Сырьевая и энергетическая база химической промышленности.	1. Подготовка к лабораторной работе «Химический анализ апатитового концентрата».	1	1. Оформление лабораторной работы. 2. Подготовка к коллоквиуму.	Сдача коллоквиума. Защита отчета по лабораторной работе
8	Общие принципы разработки и организации химико-технологических систем	1. Подготовка к лабораторной работе «Определение солей жесткости в природных водах».	1	1. Оформление лабораторной работы. 2. Подготовка к коллоквиуму.	Сдача коллоквиума. Защита отчета по лабораторной работе.
9	Примеры инженерного оформления химико-технологических процессов. а) Анализ аммиачных селитр. б) Анализ карбамида. Определение прочности гранул удобрений.	1. Подготовка к лабораторной работе «Синтез аммиачной селитры из аммиака и азотной кислоты с составлением материального и теплового балансов процесса». 2. Оформление лабораторной работы. 3. Подготовка к коллоквиуму. 1. Подготовка к лабораторной работе «Синтез аммиачной селитры из аммиака и азотной кислоты с составлением материального и	1,65		Сдача коллоквиума. Защита лабораторной работы. Сдача коллоквиума. Защита лабораторной работы.

		теплового балансов процесса». 2. Оформление лабораторной работы. 3. Подготовка к коллоквиуму.			
9	в) Производство серной кислоты	1. Подготовка к лабораторной работе «Обжиг серосодержащего сырья 2. Оформление лабораторной работы. 3. Подготовка к коллоквиуму		1. Оформление лабораторных работ. 2. Подготовка к коллоквиумам	Сдача коллоквиума. Защита отчета по лабораторной работе.
	г) Производство фосфорной кислоты и двойного суперфосфата	1. Подготовка к лабораторной работе «Получение экстракционной фосфорной кислоты» 2. Оформление лабораторной работы. 3. Подготовка к коллоквиуму			Сдача коллоквиума. Защита отчета по лабораторной работе
	д) Продукты на основе азотно-кислотного разложения природных фосфатов	1. Подготовка к лабораторной работе «Производство двойного суперфосфата 2. Оформление лабораторной работы. 3. Подготовка к коллоквиуму			Сдача коллоквиума. Защита отчета по лабораторной работе
	е) Производство каустической и кальцинированной соды	1. Подготовка к лабораторной работе «Кинетика азотнокислотного разложения природных фосфатов» 2. Оформление лабораторной работы. 3. Подготовка к коллоквиуму.			Сдача коллоквиума. Защита отчета по лабораторной работе
	ж) Производство хлористого калия из сильвинита флотационным и галургическим методами	1. Подготовка к лабораторной работе «Получение гидроксида натрия каустификацией содового раствора» 2. Оформление лабораторной работы. 3. Подготовка к коллоквиуму			Сдача коллоквиума. Защита отчета по лабораторной работе
					Сдача коллоквиума.

	з) Производство вяжущих материалов	1. Подготовка к лабораторной работе «Получение жидкого стекла» 2. Оформление лабораторной работы. 3. Подготовка к коллоквиуму.			Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к экзамену		36		Экзамен

6.2. Тематика и задания для практических занятий

Тематика практических занятий

- 1 Получение редких газов из воздуха.
- 2 Характеристика питательных элементов (К, N, P) и их роль в жизнедеятельности растений.
- 3 Перспективы развития производства серной кислоты.
- 4 Качество получаемой аммиачной селитры, меры его повышения.
- 5 Методы утилизации газов дистилляции в производстве карбамида.
- 6 Фосфатное сырье и методы его переработки.
- 7 Свойства и виды серосодержащего сырья.
- 8 Классификация сложных удобрений на основе фосфорной кислоты их краткие характеристики.
- 9 Номенклатура жидких комплексных удобрений. Методы их получения.
- 10 Способы рационального использования отвала и шлама в производстве неорганических веществ.
- 11 Антогонизм и синергизм смешанных удобрений.
- 12 Промышленные способы очистки сточных вод в производстве минеральных удобрений.
- 13 Производство хлора в электролизерах большой мощности и получение продуктов на его основе.
- 14 Перспективы развития содового производства.
- 15 Способы производства едкого натра, их достоинства, недостатки.
- 16 Значение глинозема в народном хозяйстве.
- 17 Получение гидроксида натрия электрохимическим способом.
- 18 Получение реактивов и других особо чистых веществ.
- 19 Новые направления по усовершенствованию процессов синтеза аммиака. Внедрение безотходных технологий. Комплексное использование сырья при производстве неорганических веществ.
- 20

Примерные практические задания

1. Вычислите массы известняка с массовой долей карбоната кальция 94% и глины с массовой долей оксида алюминия 25%, которые расходуются для получения 20 т глиноземистого цемента. Основным химическим соединением такого цемента является алюминат кальция $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$.
2. В составе портландцемента 75% оксида кальция и 22% оксида кремния (IV). Найти массы известняка с массовой долей карбоната кальция 96% и глины с массовой долей оксида кремния 46%, которые необходимы для получения 600 т цемента.
3. В составе глиноземистого цемента 40% оксида кальция и 45% оксида алюминия. Рассчитайте массы известняка с массовой долей карбоната кальция 95% и глины с массовой долей оксида алюминия 27%, которые используются для получения 1500 т глиноземистого цемента. Формула основного компонента этого цемента $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$.
4. Цементный завод имеет три вращающиеся печи, каждая из которых вырабатывает 240000 т цемента в год. Определите массы известняка с массовой долей карбоната кальция 95% и глины с массовой долей оксида кремния (IV) 45%, необходимые для годовой работы завода. В цементе массовая доля оксида кальция 65%, а оксида кремния (IV) 35%.
5. Белая глина имеет состав (массовые доли): H_2O - 13,92%, Al_2O_3 - 39,48%, SiO_2 - 46,6%. Выведите формулу каолинита. Какое количество этой глины необходимо для получения 200 т глиноземистого цемента, содержащего 45% оксида алюминия?

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

1. Анализ аммиачной селитры
2. Анализ карбамида

3. Анализ кальцинированной соды
4. Анализ серной кислоты
5. Анализ фосфатного сырья
6. Анализ двойного суперфосфата
7. Анализ и умягчение технической воды
8. Определение временной (карбонатной) жесткости воды
9. Изучение состава и свойств минеральных вяжущих веществ
10. Методы обогащения руд. Флотация
11. Разделение солей за счет их различной растворимости
12. Кинетика реакций дегидратации в твердых фазах
13. Методы определения скорости коррозии
14. Фосфорные удобрения. Получение суперфосфата и его анализ
15. Получение аммиачной селитры
16. Получение гидроксида натрия каустификацией содового раствора и его анализ.

6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ

Курсовая работа – это самостоятельное научное исследование по дисциплине, выполняемое студентом в соответствии с учебным планом под руководством преподавателя и служащее углубленному познанию содержания дисциплины в избранной области. Курсовая работа является одной из форм отчетности студента по итогам обучения за соответствующий курс.

Основной *целью* курсовой работы является формирование и развитие умений и навыков научно-исследовательской работы, а именно: анализировать, сравнивать, сопоставлять и обобщать научные данные по теме исследования, отбирать соответствующий иллюстративный материал, адекватно его интерпретировать и описывать, используя метаязык научных исследований.

Задачи курсовой работы:

1. Поиск, изучение и анализ научной литературы по избранной проблеме и конкретной теме исследования.
2. Определение предмета, объекта, цели и задач исследования.
3. Выбор и описание методик и приемов анализа исследуемого материала.
4. Отбор фактического материала, его систематизация и классификация.
5. Проведение эксперимента и обобщение полученных результатов анализа.

Общие требования к содержанию курсовой работы

Логичность структуры работы, последовательность изложения материала. Краткость и точность формулировок, исключая возможность субъективного и неоднозначного толкования. Четкая аргументация, убедительность и обоснованность выводов, заключений, рекомендаций и предложений. Точное соответствие цели, задач, результатов и выводов работы.

Курсовая работа пишется, как правило, по результатам собственных исследований, но возможным является обзор литературы по выбранной теме, имеющей научное, научно-практическое или прикладное значение, а также разработка методик исследования и проведения экспериментальной работы.

Стандартная курсовая работа содержит следующие разделы:

1. *Титульный лист*
2. *Оглавление*

В оглавлении приводят названия всех разделов и подразделов работы и через отточие указывают страницы, на которых они расположены. Названия разделов и подразделов должны точно соответствовать заголовкам в тексте работы.

3. *Введение*

Во введении обосновывают актуальность проведенного исследования. На основании данных литературы нужно аргументировать теоретическую и практическую значимость выбранной темы, показать состояние изученности вопроса на сегодняшний день, отметить перспективы, которые открывает изучение этой темы. Объем раздела – не более 2 страниц. Во введении определяются:

- тема исследования, ее актуальность, степень изученности в научной литературе и практическая значимость;
- предмет и объект исследования;
- цель и вытекающие из нее задачи исследовательской работы;
- материал исследования (примеры, подвергающиеся анализу).

4. *Основная часть: обзор литературы, материалы, методы и результаты исследования*

4.1. *Обзор литературы*

Обзор литературы представляет собой критический анализ имеющихся в отечественной и зарубежной литературе данных по теме исследования. В обзоре излагают, анализируют, сопоставляют данные, суждения, взгляды различных авторов по конкретным вопросам темы; характеризуют общее состояние изученности темы и ее отдельных вопросов.

Обзор литературы целесообразно структурировать, т.е. разделять на несколько разделов и подразделов. Каждый раздел должен иметь заглавие.

Целесообразно завершать обзор литературы (и каждый его раздел) небольшим обобщением приведенных данных, в которых была бы кратко сформулирована степень изученности вопроса, указаны основные противоречия и нерешенные вопросы, намечены приоритетные направления дальнейших исследований.

Для подготовки обзора литературы следует использовать по возможности современные источники научной информации (научные статьи, тезисы докладов, монографии и др.). В проработанной литературе студенту необходимо выделить основные вопросы, связанные с темой исследования, и излагать и анализировать только их. Недопустимо приводить в обзоре общую информацию, не имеющую прямого отношения к теме, переписывать или пересказывать целые разделы (главы) учебников, монографий, обзорных работ.

При оформлении обзора литературы следует соблюдать правила цитирования. Цитирование может быть прямым (дословная цитата) и непрямым (собственное изложение мыслей автора). Непрямое цитирование является основной формой обзора литературы. Следует предельно точно излагать мысли автора, не допуская искажений. Прямое цитирование применяют в тех случаях, когда важно предельно точно донести мысль автора. Текст прямой цитаты заключают в кавычки; допускается пропуск отдельных слов, предложений, абзацев, который обозначается многоточием. Каждая цитата (прямая и непрямая) должна сопровождаться ссылкой на источник информации.

Рекомендуемый объем раздела – 10-15 страниц.

4.2. Материалы, методы и результаты исследования

В данном разделе излагают подробные сведения об объекте исследования, объеме экспериментального материала, методике и технике эксперимента, сроках его выполнения.

Работа выиграет в целом, если в данном разделе будут приведены рисунки или фотографии приборов и установок, схема проведенного эксперимента.

В разделе «Экспериментальные результаты и их обсуждение» излагают фактический материал (данные), полученный в результате экспериментальной работы. Если в работе используются неопубликованные материалы, собранные другим лицом или часть исследования выполнена другим человеком, то в курсовой работе обязательно следует указать фамилию и инициалы исполнителя. Этот раздел обычно делят на главы, параграфы и т.п.

Результаты экспериментов должны быть изложены в строгой логической последовательности.

Экспериментальные данные рекомендуется иллюстрировать таблицами и рисунками. Следует стремиться к наибольшей компактности таблиц и другого иллюстративного материала, их общее количество должно быть минимальным. Вместе с тем, текст не должен дублировать таблицы и рисунки, к их чтению следует подходить аналитически.

Каждую таблицу или рисунок сопровождают подписью. Подпись должна быть четкой, краткой, полно и точно отражать содержание рисунка или таблицы.

В текстовой части раздела поясняют представленные данные. Анализируя таблицу или рисунок в тексте, не следует повторять их название или пересказывать содержание. Важно сформулировать основную идею таблицы или рисунка, обратить внимание на отдельные цифровые данные, несущие особенно важную смысловую нагрузку. Пояснение каждой формы иллюстрации заканчивают обобщением, из которого видно значение полученных результатов для решения поставленных в работе цели и задач.

Обсуждение результатов является совершенно необходимой частью научной работы и может составлять отдельный раздел. В случае если обсуждение результатов является отдельным разделом, в «результатах» описываются только экспериментальные данные. В «обсуждении» экспериментальные данные автора должны быть сопоставлены с данными мировой научной литературы. Такое сопоставление помогает лучше выявить новизну работы и ее актуальность. Обсуждение должно показать, почему результаты автора работы таковы, как они есть, и как они соотносятся с основной идеей работы. В данном разделе указываются характерные особенности экспериментальных данных автора и очерчиваются рамки, в которых правомерны выводы из результатов работы.

Рекомендуемый объем раздела – 10-15 страниц.

5. Заключение

Заключение представляет собой краткий итог работы и должно четко отражать смысл и сущность выполненного автором исследования и полученные в результате этого исследования новые знания.

Выводы в заключении формулируют четко, кратко, лаконично. Они должны быть понятны без чтения основного текста работы. Вывод не должен быть простым повторением ранее приведенных в работе данных, а должен представлять собой обобщение. Вывод должен основываться на собственных экспериментальных данных и полностью подтверждаться ими. Вывод не может включать данные, почерпнутые из литературы.

В выводах недопустимы повторения, описание общеизвестных положений, написание ничего не значащих общих фраз, ссылки на других авторов, полемика.

Выводов работы не должно быть слишком мало (1-2) или слишком много (10-20). Выводы дают в виде отдельных абзацев, которые нумеруют арабскими цифрами.

В работах, имеющих практическое значение, после выводов важно дать практические рекомендации, которые значительно повышают ценность работы.

Примечание:

Если курсовая работа носит характер литературного обзора, то вместо выводов пишут заключение, в котором излагают общее состояние изученности темы научно-исследовательской работы, указывают основные противоречия, нерешенные вопросы, перспективные направления исследования, формулируют предполагаемую цель экспериментального исследования, обосновывают ее актуальность.

б. Список использованных источников

В раздел «Список использованных источников» вносят библиографическое описание литературных источников, использованных автором при написании работы. При этом малый объем списка может свидетельствовать о слабой теоретической проработке по теме исследования. С другой стороны, слишком обширный список литературы в ущерб собственным результатам и их обсуждению тоже не оправдан.

В списке источников должны быть представлены все работы, на которые есть ссылки в тексте. В тексте работы должны быть ссылки на все источники, указанные в списке.

Нумерация источников идет по мере упоминания в тексте.

7. Приложения

В приложения следует включать вспомогательный материал, необходимый для полноты восприятия работы: таблицы вспомогательных цифровых данных, промежуточные формулы и расчеты, сложные алгоритмы обработки данных, вспомогательные иллюстрации и т. п.

Каждое приложение начинают с нового листа с указанием наверху посередине странице слова «Приложение». Приложение должно иметь номер и заголовок. Приложение обозначается прописными буквами русского алфавита, начиная с А.

Рекомендуемый объем курсовой работы: 20–40 страниц машинописного текста, считая список использованных источников.

Защита курсовой работы

Защита курсовой работы является обязательной и проводится в день проведения текущего контроля успеваемости по курсовой работе. Для выработки у студентов устойчивых коммуникативных и речевых компетенций рекомендуется за неделю до защиты проводить предзащиту.

Защита курсовой работы проходит публично. Студент, защищающий курсовую работу, должен сделать сообщение о проделанной работе продолжительностью 5-10 минут. В сообщении излагаются основные результаты проведенных исследований.

При изложении материала студент должен продемонстрировать:

- умение кратко, четко и технически грамотно излагать содержание исследования;
- умение обосновать цель, задачи, выводы исследований,
- владение теоретическим материалом по предмету курсовой работы;
- хорошее владение понятийным аппаратом и четко ориентироваться в своем материале.

После сообщения студент отвечает на вопросы преподавателя и присутствующих, касающиеся темы курсовой работы.

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Соколов, Р. С. Химическая технология : Учеб. для студ. высш. учеб. заведений: В 2-х т. Т. 1 : Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ / Р. С. Соколов. - М. : ВЛАДОС, 2000. - 368 с. - (Учебник для вузов). - ISBN 5-691-00356-9 : 48.00
2. Соколов, Р. С. Химическая технология : Учеб. для студ. высш. учеб. заведений: В 2-х т. Т. 2 : Металлургические процессы. Переработка химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов / Р. С. Соколов. - М. : ВЛАДОС, 2000. - 368 с. - (Учебник для вузов). - ISBN 5-691-00357-7 : 48.00.
3. Химическая технология : практикум. В 2 ч. Ч. 1 / Федеральное агентство по образованию, Костром. гос. ун-т им. Н. А. Некрасова ; [сост. О. П. Акаев [и др.]. - Кострома : КГУ, 2007. - 64 с. - Библиогр. в конце глав. - 40.00.
4. Химическая технология : практикум : [в 2 ч.] / [сост. О. П. Акаев и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Костром. гос. ун-т. - Кострома : КГУ, 2009. - 97 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - 65.00.
5. Свиридов, А. В. Химическая технология и высокомолекулярные соединения : задачник / А. В. Свиридов, А. С. Молчанов. – Кострома : Костром. гос. ун-т, 2018. – 39 с. ISBN 978-5-8285-0941-6

б) дополнительная литература:

1. Фролов, В.Ф. Методы расчёта процессов и аппаратов химической технологии: (примеры и задачи) : учебное пособие / В.Ф. Фролов, П.Г. Романков, О.М. Флисюк. - СПб. : Химиздат, 2010. - 544 с. - ISBN 978-5-93808-182-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98345>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Электронно-библиотечные системы:

- ЭБС Университетская библиотека онлайн, путь доступа <http://biblioclub.ru>;
- ЭБС «Znanium», путь доступа <http://znanium.com/>.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Web of Science, путь доступа: <http://webofscience.com>;
- Scopus, путь доступа: <https://www.scopus.com>;
- РИНЦ, путь доступа: <https://elibrary.ru>;
- СПС КонсультантПлюс;
- ФГБУ «Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина»;
- Аннотированная библиографическая база данных журнальных статей MAPC.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Аудитория для занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; мультимедийный проектор; рабочее место преподавателя, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; экран переносной; доска меловая; учебно-наглядные пособия, обеспечивающие наглядные иллюстрации; наборы демонстрационного оборудования	Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+)
Аудитория для занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; мультимедийный проектор; экран; ноутбук; доска меловая; учебно-наглядные пособия, обеспечивающие наглядные иллюстрации; наборы демонстрационного оборудования	Windows Pro 8.1 (поставщик ООО Софт-лайт Проекты, договор №50155/ЯР4393 от 12.12.2014 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+)
Аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; доска меловая	Специальное лицензионное программное обеспечение не используется
Лаборатория (лаборатория неорганической химии), помещение для хранения и обслуживания учебного оборудования	Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; доска меловая Лабораторное оборудование: сушильный шкаф; электрошкаф сушильный СНОЛ; весы лабораторные электронные ADAM-HCB 602H; весы аналитические СУ-224С; набор ареометров; печь муфельная; центрифуга лабораторная; вытяжные шкафы; плитки электрические; химическая лабораторная посуда и реактивы; учебно-наглядные пособия	Специальное лицензионное программное обеспечение не используется

<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся</p>	<p>Специализированная мебель; рабочие места, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; демонстрационная LCD-панель; принтеры, в т.ч. большеформатный и цветной; сканеры (форматы А2 и А4); web-камеры; микрофоны</p>	<p>Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); АИБС «Марк-SQL» (поставщик НПО «Информ-система», договор № 260420060420 от 26.04.2006 г.); LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+); Google Chrome (тип лицензии – BSD); Adobe Reader Acrobat BC (тип лицензии – free)</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся</p>	<p>Специализированная мебель; рабочие места, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; доска меловая</p>	<p>Windows Pro 8.1 (поставщик ООО Софт-лайт Проекты, договор №50155/ЯР4393 от 12.12.2014 г.); LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+); Google Chrome (тип лицензии – BSD); Adobe Reader Acrobat BC (тип лицензии – free)</p>

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

В рабочую программу дисциплины внесены следующие изменения:

1. обновлен перечень лицензионного программного обеспечения;
2. обновлен перечень основной и дополнительной литературы;
3. внесены изменения о практической подготовке.