

Компонент ОПОП 04.03.01 Химия. Аналитическая химия и химическая  
экспертиза  
наименование ОПОП  
Б1.0.23  
шифр дисциплины

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины  
(модуля)

Основы химической технологии

---

Разработчик :  
Коновалова И.Н.  
ФИО  
профессор кафедры химии  
должность  
канд. техн. наук, профессор  
ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры  
ХИМИИ  
наименование кафедры  
протокол № 6 «16» февраля 2024 г.  
Заведующий кафедрой химии



Дякина Т.А.  
ФИО

Мурманск  
2024

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 з. е.

1. **Результаты обучения по дисциплине**, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><b>ОПК-2</b> Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p>ИД-2опк<sub>2</sub> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик. ИД-3опк<sub>2</sub> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе. ИД-4опк<sub>2</sub> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.</p>	<p><b>Знать</b> методы синтеза, анализа, изучения структуры и свойств веществ и материалов, исследования процессов с их участием <b>Уметь</b> проводить исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования <b>Владеть</b> стандартными операциями для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.</p>
<p><b>ОПК-4</b> Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</p>	<p>ИД-1опк<sub>4</sub> Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности ИД-2опк<sub>4</sub> Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик. ИД-3опк<sub>4</sub> Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.</p>	<p><b>Знать</b> результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений <b>Уметь</b> обрабатывать данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик. <b>Владеть</b> базовыми знаниями в области математики и при планировании работ химической направленности</p>

## 2. Содержание дисциплины

**Тема 1. Основные понятия химической технологии.** Понятие о сырье, промежуточном продукте (полупродукте), готовом продукте, отходах производства, комплексном использовании сырья.

Технико-экономические показатели химико-технологического процесса: выход продукта, степень превращения сырья, селективность, расходные коэффициенты по сырью и энергии. Их содержание и значение для оценки эффективности и экономичности производства. Виды и классификация сырья. Запасы сырья. Подготовка сырья к переработке. Виды и источники энергии, применяемой в химических производствах. Вода и ее использование в химической промышленности. Состав технической воды. Жесткость

воды и причины ее обуславливающие. Цель и методы умягчения воды. Химические и ионообменные методы умягчения. Иониты. Обессоливание воды. Значение замкнутого цикла в химическом производстве для экологии.

**Тема 2. Понятие о химико-технологическом процессе.** Классификация химико-технологических процессов по фазовому состоянию реагентов и продуктов реакции, по характеру химических реакций, по методам обработки и параметрам технологического режима и другим признакам.

Равновесие в химико-технологическом процессе и оценка возможностей его смещения. Применение принципа Ле Шателье и правила фаз для определения параметров технологического режима. Гомогенные процессы. Влияние температуры на скорость реакций. Теоретический и практический выход продукта. Влияние концентраций реагирующих веществ на скорость химико-технологического процесса и выход целевого продукта в гомогенных и гетерогенных процессах. Диффузия в химико-технологических процессах.

Значение катализа в химической промышленности. Типы важнейших каталитических процессов. Гомогенный катализ. Закономерности гетерогенного катализа. Избирательный катализ. Влияние факторов технологического режима на выход продукта каталитического процесса. Свойства твердых катализаторов.

### **Тема 3 Производство неорганических веществ**

Производство серной кислоты и олеума.

Сырье сернокислотного производства, его подготовка. Получение и очистка печного газа. Контактный способ производства серной кислоты. Теоретические основы процессов контактирования и абсорбции. Технологическая схема производства серной кислоты. Производство серной кислоты из серы и сероводорода.

Производство аммиака.

Синтез аммиака как пример каталитического процесса с небольшим равновесным выходом продукта, осуществляемого по циклической (круговой) схеме. Теоретические основы синтеза аммиака. Кинетические уравнения. Принципиальная схема производства при среднем давлении. Устройство колонны синтеза – каталитического реактора, работающего при высоких температурах и давлениях.

. Производство азотной кислоты Сырье для производства азотной кислоты и его подготовка. Промышленные катализаторы и условия их работы. Особое устройство контактного аппарата поверхностного контакта (с сетками из сплавов платины). Экологические проблемы производства азотной кислоты и их решение.

**Тема 4. Минеральные удобрения.** Классификация минеральных удобрений (МУ).

Азотные удобрения. Производство нитрата аммония по схеме АС-72 с частичным упариванием воды и безупарочным методом. Производство карбамида. Калийные МУ. Гал. Фосфорные МУ. Их классификация. Методом. Производство двойного суперфосфата.

**Тема 5. Электрохимические производства.** Основы процесса электролиза. Электролиз водных растворов и расплавленных сред. Основные технологические показатели электролиза: выход по току, выход по энергии, коэффициент использования энергии, напряжение разложения. Электролиз раствора хлорида натрия в ваннах с фильтрующей диафрагмой и стальным катодом, в ваннах с ртутным катодом. Продукты электролиза - хлор, водород, едкий натр, их применение. Синтез хлороводорода и получение соляной кислоты. Применение соляной кислоты.

Производство хлора и каустической соды. Реакции на электродах. Производство металлического алюминия. Электролит в производстве алюминия. Анодные и катодные реакции.

**Тема 6 Производство силикатных материалов** Классификация и характеристика продуктов силикатной промышленности. Новые силикатные материалы. Их свойства и значение в народном хозяйстве. Сырье для производства силикатных материалов. Общие приемы его подготовки. Типовые процессы технологии силикатов в производстве керамических изделий, стекла и ситаллов.

**Тема 7. Производства основного органического синтеза.** Сырье органического синтеза. Виды продуктов основного органического синтеза, их характеристика, свойства, значение в народном хозяйстве. Типовые химико-технологические процессы, применяемые в органическом синтезе: гидрирование, окисление, дегидрирование, гидратация, гидролиз, алкирование, нитрование, хлорирование и др. Роль каталитических процессов в органическом синтезе. Синтез этилового спирта прямой гидратацией этилена. Теоретические основы, параметры технологического режима, технологическая схема. Преимущества этого одностадийного каталитического процесса, осуществляемого по циклической схеме, перед другими методами получения этанола. Применение этилового спирта.

Производства бутадиена и изопрена каталитическим дегидрированием бутана и изопентана. Производство стирола из этилбензола.

Производство уксусной кислоты из ацетилена. Характеристика методов получения ацетилена. Производство ацетилена термоокислительным пиролизом метана. Гидратация ацетилена с получением ацетальдегида. Устройство реактора гидратации. Получение уксусной кислоты каталитическим окислением ацетальдегида. Технологическая схема: устройство реактора окисления. Другие методы производства ацетальдегида.

Производство формальдегида в органической технологии. Производство формальдегида из метанола и из метана природного газа путем селективного катализа. Катализаторы.

Применение формальдегида в органической технологии. Методы производства этанола, их сравнительная оценка. Производство гидролизного и пищевого этанола. Применяемое сырье, физико-химические основы производства.

**Тема 8. Производство полимерных материалов.** Высокомолекулярные соединения (ВМС) - основа полимерных материалов

Значение высокомолекулярных соединений (ВМС) в народном хозяйстве. Общие свойства и классификация высокомолекулярных соединений. Природные, искусственные и синтетические ВМС. Общие закономерности синтеза ВМС. Основные методы получения синтетических ВМС. Физико-химические основы процессов полимеризации и поликонденсации.

Классификация, основные свойства и области применения пластических масс. Их преимущества перед другими конструкционными материалами. Мономеры для синтеза полимеров. Методы синтеза полимеров. Полимеризация, поликонденсация.

Поликонденсационные ВМС и пластмассы на их основе. Синтез фенолформальдегидных смол как пример гомогенного каталитического процесса в жидкой фазе. Схема установки непрерывного способа получения новолачных смол. Пластмассы на основе конденсационных смол и различных наполнителей.

Полимеризационные ВМС и пластмассы на их основе. Их свойства и применение.

Производство полиэтилена.

Химическая модификация полтэтилена как метод промышленного получения полимеров с принципиально новыми эксплуатационными свойствами. Хлорированный полиэтилен

Полипропилен, поливинил-хлорид, его переработка в винипласт и пластикат.

Фторопласты, их преимущества в качестве конструкционных материалов. Полистирол, органическое стекло.

**Тема 9. Производство синтетических каучуков.** Мономеры для синтеза каучуков.

Методы полимеризации мономеров. Механизм радикальной, ионной, ионно-координационной полимеризации. Латексы, как дисперсные системы. Каучуки общего и специального назначения. Свойства, химический состав и области применения полимерных синтетических каучуков. Технологические схемы получения каучуков

Переработка каучука в резиновые изделия. Производство бутадиев-стирольного каучука эмульсионной сополимеризацией. Теория процесса, технологическая схема.

Полиизопреновый каучук. Его свойства. Стереорегулярные каучуки.

Виды резиновых изделий, их значение в народном хозяйстве. Переработка каучуков на

резину и резиновые изделия. Последовательность операций, их режим. Физико-химические основы процесса вулканизации.

**Тема 10. Производство волокон.** Классификация и применение искусственных и синтетических волокон. Общие принципы получения химических волокон и общая схема производства и формования

**Тема 11. Переработка нефти и нефтехимические производства** Нефть как химическое топливо. Элементный и углеводородный состав нефтей. Способы извлечения и Каталитический крекинг нефтепродуктов. Сырье и физико-химические основы процесса. Механизм превращений алканов на алюмосиликатном катализаторе. Отличие термического крекинга от каталитического.

Физические процессы разделения жидких и газовых смесей при прямой гонке нефти. Продукты прямой гонки нефти. Пути увеличения выхода наиболее ценных нефтепродуктов (бензин) и улучшение их качества. Высокотемпературные методы деструктивной переработки нефти и дистиллятов. Каталитический крекинг. Катализаторы. Применяемые катализаторы. Химические реакции. Методы очистки нефтепродуктов Крекинг нефтепродуктов. Химические превращения углеводородов различных классов при крекинге. Ряд термической устойчивости углеводородов, его зависимость от температуры и значение для оценки состава продуктов крекинга. Особенности каталитического крекинга и его преимущества перед термическим.

Классификация газообразных топлив. Природный газ и его применение. Состав попутных нефтяных газов и газов нефтепереработки. Использование природного и нефтяных газов в качестве топлива и химического сырья.

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине «Основы химической технологии» представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине**

Фонд оценочных средств (ФОС) является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины;
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

**5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы** (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

#### **Основная литература**

1. *Игнатенков, В. И.* Теоретические основы химической технологии : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Игнатенков. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 195 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10570-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/542296> .
2. Мошинский А.Н. Теоретические методы химической технологии. Учебник для ВУЗ-ов. Санкт-Петербург; ЛАНЬ, 2024, -244с- <https://lanbook.com/catalog/discipline/teoreticheskie-osnovy-himicheskoy-tehnologii/>

3. Атманских И.Н. Химическая технология [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Атманских И.Н., Нохрин С.С., Шарафутдинов А.Р.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 120 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66002.html> .— ЭБС «IPRbooks»
4. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Закгейм А.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2014.— 304 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66419.html> .— ЭБС «IPRbooks»

### Дополнительная литература

1. Рахматуллина А.П. Химическая технология переработки газового сырья. Химия синтез-газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Рахматуллина А.П., Бескровный Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017.— 160 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79594.html> .— ЭБС «IPRbooks»
2. Химическая технология органических веществ. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ М.Ю. Субочева [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012.— 173 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64616.html> .— ЭБС «IPRbooks»
3. Кузнецова О.Н. Общая химическая технология полимеров [Электронный ресурс]: учебное пособие / Кузнецова О.Н., Софьина С.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010.— 137 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62510.html> .— ЭБС «IPRbooks»

### 6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- 1) Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации- URL: <http://pravo.gov.ru>
- 2) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - URL: <http://window.edu.ru>
- 3) Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>
- 4) Электронно-библиотечная система «Издательства «ЛАНЬ» <http://e.lanbook>
- 5) Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://bibli>
- 6) Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

Материалы, находящиеся в свободном доступе на следующих сайтах:

- <http://chemexpress.fatal.ru>
- <http://www.xumuk.ru>
- <http://wikipedia.ru>
- <http://www.chemport.ru>
- <http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>

### 7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- 1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*
- 2) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*

3) . Офисный пакет Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, лицензия № 47233444 от 30.07.2010 (договор 32/285 от 27.07.2010 г.)

4) Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite (комплексная защита), антивирус Dr.Web Server Security Suite (серверный) (договор №7689 от 23.07.2018, договор №7236 от 03.11.2017, договор №810-000046 от 26.06.2017)

#### **8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ**

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины** представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

- лаборатория общей химии, неорганической химии, физической и коллоидной химии, лаборатория органической химии

Не допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.





## Перечень практических работ

№ п/п	Темы практических работ
1	2
<b>Очная форма</b>	
1	Общие вопросы химической технологии
2	Основные закономерности химической технологии.
3	Производство неорганических веществ
4	Минеральные удобрения.
5	Электрохимические производства
6	Производство силикатных материалов
7	Производства основного органического синтеза
8	Производство синтетических каучуков. Производство волокон.
9	Переработка нефти и нефтехимические производства