

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»

---

**ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ**



**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания  
по специальной дисциплине**

**для поступающих на обучение по программам подготовки  
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

**научная специальность  
2.6.10. Технология органических веществ**

Санкт-Петербург

2022

## **1. Исходные сырье для производства органических соединений**

Природные источники сырья для химической технологии органических соединений (природный газ, нефть, каменный уголь, сланцы и т.д.).

Возобновляемые источники сырья как альтернатива нефти и газу (древесина, сельскохозяйственные продукты растительного и животного происхождения, морепродукты и др.)

## **2. Химическая переработка нефти и газа - основа современной промышленной органической химии**

Парафины. Источники и методы выделения низших и высших парафинов. Характеристика фракций.

Олефины. Научные основы и технология процессов крекинга и пиролиза. Выделение олефинов из газов крекинга и пиролиза, их очистка. Характеристика фракций. Методы получения высших олефинов.

Алкины. Получение ацетиленов пиролизом природного газа. Сравнение с «карбидным» методом получения.

Ароматические углеводороды. Источники ароматического сырья. Коксование угля и улавливание продуктов. Основы химии и технологии риформинга. Концентрирование и выделение аренов. Другие методы получения аренов.

Оксид углерода и синтез-газ из природного газа.

Техника безопасности и охрана окружающей среды при переработке нефти и газа.

## **3. Процессы галогенирования**

Общая характеристика и классификация процессов галогенирования. Галогенирующие агенты.

Радикально-цепное хлорирование, его научные основы. Технология жидкофазного и газофазного радикально-цепного хлорирования, получаемые продукты.

Ионно-каталитическое галогенирование. Присоединение галогенов по ненасыщенным связям, его научные основы, технология. Реакция хлоргидринирования. Гидрогалогенирование алкенов и алкинов. Научные основы и технология.

Галогенирование ароматических соединений в ядро, его научные основы и технология, получаемые продукты.

Реакции расщепления хлорзамещенных продуктов и окислительного хлорирования, их научные основы. Сочетание этих реакций с хлорированием, технология процесса, получаемые продукты.

Процессы фторирования высшими фторидами металлов, фтором, фтористым водородом и его солями, научные основы реакций, технология. Получаемые продукты.

#### **4. Процессы нитрования**

Общая характеристика процессов нитрования.

Нитрование ароматических соединений: способы, технология, получаемые продукты.

Нитрование парафинов и олефинов.

#### **5. Процессы этерификации**

Общая характеристика реакций этерификации. Кислые и средние, полные и неполные сложные эфиры. Термодинамика реакций этерификации. Механизм реакции. Этерификация при гетерогенном катализе сульфокатионитами.

#### **6. Процессы алкилирования**

Общая характеристика реакций алкилирования. Алкилирующие агенты.

Алкилирование по атому углерода (С-алкилирование): способы, технология и получаемые продукты алкилирования ароматических соединений. Алкилирование изопарафинов.

N, O- и S-Алкилирование: научные основы, технология и получаемые продукты.

Оксиалкилирование и синтезы на основе оксиранов: научные основы и технология, получаемые продукты.

Алкилирование по атомам металла. Получение кремний- и алюминийорганических соединений.

## **7. Процессы окисления**

Общая характеристика реакций окисления, окислительные агенты. Радикально-цепное окисление, его научные основы. Получение гидропероксидов. Технология получения фенола и ацетона. Окисление парафинов.

Окисление нафтендов, получаемые продукты. Окисление алкилароматических соединений, закономерности реакций, получаемые продукты, технология процесса. Окисление альдегидов и спиртов. Окисление при помощи солей и оксидов, азотной кислотой.

Гетерогенно-каталитическое окисление, его научные и технологические основы. Окисление олефинов по насыщенному атому углерода. Окислительный аммонолиз углеводородов, получаемые продукты, технология их получения.

Производство антрахинона, фталевого и других ангидридов..

Эпоксидирование олефинов, получаемые продукты и основы технологии. Производство оксида этилена, технология процесса в том числе с применением металлокомплексных катализаторов Окисление и

окислительное сочетание олефинов, получаемые продукты и основы технологии.

Жидкофазное окисление боковых цепей ароматических соединений. Получаемые продукты. Одностадийный метод окисления полиметилбензолов. Ароматические кислоты, получаемые методом жидкофазного окисления. Производство диметилтерефталата.

## **8. Процессы дегидрирования и гидрирования**

Общая характеристика процессов восстановления, гидрирования и дегидрирования.

Гидрирование непредельных углеводородов, научные основы и получаемые продукты.

Восстановление и гидрирование кислородсодержащих соединений, нитрилов и нитросоединений: методы, технологии и получаемые продукты.

Технологии жидкофазного и газофазного каталитического восстановления и гидрирования.

## **9. Процессы конденсации**

Общая характеристика реакций конденсации.

Конденсация ароматических соединений с альдегидами и кетонами: получаемые продукты, основы технологии. Карбоксилирование ароматических соединений.

Конденсация карбонильных соединений с азотистыми основаниями, получаемые продукты. Научные основы и технология получения лактамов.

Альдольная и кротоновая конденсации: механизм, технологии и получаемые продукты.

## **10. Процессы гидролиза, гидратации и дегидратации.**

Классификация и общая характеристика реакций гидролиза, гидратации и дегидратации.

Гидролиз и щелочное дегидрохлорирование хлорзамещенных алканов: научные основы, технология и получаемые продукты. Гидролиз сложных эфиров и нитрилов в кислой и щелочной средах.

Гидратация олефинов и дегидратация спиртов: механизмы, технология и получаемые продукты. Технология гидратации ацетилен.

### **11. Синтезы на основе оксида углерода**

Синтезы из оксида углерода и водорода: научные основы, технология и получаемые продукты. Получение углеводородов из метанола.

Оксосинтез: механизм реакции, технология и получаемые продукты. Получение карбоновых кислот и их производных на основе оксида углерода.

### **12. Процессы сульфирования**

Сульфирование ароматических соединений. Теоретические основы процесса и технология процессов сульфирования.

Сульфирование парафинов. Получение моющих веществ типа алкилсульфонатов. Сульфохлорирование. Сульфоокисление.

Поверхностно-активные и моющие вещества типа алкилсульфатов.

### **13. Процессы амидирования**

Общие закономерности процесса амидирования. Амидирование азотистых соединений.

Получение изоцианатов (фенилизотиоцианат, хлорфенилизотиоцианаты, *m*-толуиленидиизоцианат и гексаметиленизоцианат), карбаматов (уретанов) и меламина.

#### **14. Процессы хлорирования спиртов, карбонильных соединений и карбоновых кислот**

Основные закономерности хлорирования спиртов. Получаемые продукты. Замещение спиртовой группы на галоген.

Хлорирование спиртов, альдегидов и кетонов молекулярным хлором и гипохлоритами.

Основные закономерности хлорирования карбоновых кислот. Получаемые продукты. Хлорирование карбоновых кислот по алкильной группе (на примере монохлоруксусной кислоты).

#### **15. Синтез кремний- и алюминийорганических соединений**

Получение кремнийорганических соединений, теоретические основы процесса. Прямой синтез органохлорсиланов, получаемые продукты. Схема реакционного узла для прямого синтеза алкилхлорсиланов. Другие реакции алкилирования по атому кремния.

Синтез алюминийорганических соединений, химические основы реакций. Технология процесса получения триалкилалюминия.

#### **16. Инженерные задачи производства органических соединений**

Обоснование типа реактора, режима его эксплуатации и принцип расчета для проведения газофазных, жидкофазных и многофазных процессов. Среднее время пребывания и характерные зависимости изменения степени превращения исходного сырья в реакторах различного типа. Использование информации о кинетике реакции при выборе типа реактора. Зависимость производительности реакторов и селективности процесса по ключевому продукту от конверсии исходного сырья. Тепловой баланс реакторов. Способы подачи и отвода тепла. Особенности эксплуатации жидкофазных реакторов непрерывного действия в изотермическом и адиабатическом режимах.

Основные методы и аппаратура для выделения, очистки и сушки получаемых органических веществ: ректификация, отгонка с водяным паром, отгонка растворителей и примесей при пониженном давлении, кристаллизация, фильтрование, центрифугирование, сушка жидких и твердых продуктов разными способами.

## **17. Общие вопросы химической технологии органических веществ**

Энерго- и ресурсосбережение в химической технологии.

Основные критерии выбора метода производства при проектировании химико-технологического процесса.

Использование характеристических (поисковых) признаков при решении задач синтеза и анализа химико-технологической системы.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Попова, Л. М. Технология органического синтеза. Сырьевые источники и процессы галогенирования органических соединений. Часть I.: учеб. пособие / Л. М. Попова, Е. Д. Чунин; М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т. пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.-Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД, 2022 – 93 с.- Текст: электронный  
Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/1648608248.pdf>
2. Попова, Л.М. Технология органических веществ [Текст] Ч. II : учеб. пособие / Л.М. Попова; М-во науки и высшего образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД, 2019 . – 65 с.: ил. Режим доступа: [http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/2019\\_06\\_05\\_01.pdf](http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/2019_06_05_01.pdf)
3. Попова, Л.М. Технология органического синтеза. Процессы получения кислород-, сера-, кремний - и алюминийорганических соединений: учеб.



пособие /Л.М.Попова, Е.Д.Чунин; М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД, 2021. — 65 с. - Текст: электронный.

Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/1622416619.pdf>

4. Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: учебник / В.М. Потехин, В.В.Потехин – 3-е изд., испр. и доп. – СПб: Издательство «Лань», 2014 – 896 с.

5. Евдокимов, А.Н. Моделирование химико-технологических процессов (экспериментально-статистические модели) [Текст]: учеб. пособие / А.Н. Евдокимов, А.В. Курзин ; М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2018. - 106 с. Режим доступа: [http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/2018\\_08\\_30\\_01](http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/2018_08_30_01).

6. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : [Электронный ресурс] : в 2 кн. / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; Под ред. В. Г. Айнштейна. — 5-е изд. (эл.). — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 1758 с