

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫС-  
ШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к практическим занятиям по дисциплине  
МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКОЙ  
ПРОДУКЦИИ

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль)

Основной органический и нефтехимический син-  
тез

Ставрополь, 2026

## **Введение**

Целью изучения дисциплины «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ» является формирование набора компетенций выпускника по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

## **Важнейшие продукты основного органического синтеза**

Ассортимент и объем производства крупнотоннажных продуктов промышленности органического синтеза, получаемых из углеводородного сырья и продуктов его переработки.

### **Методические указания**

В результате изучения данного раздела необходимо знать многообразие продуктов основного органического синтеза, подразделяющихся на две группы: промежуточные продукты для синтеза других веществ и целевые продукты, используемые в разных отраслях национальной экономики.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Дайте определение понятию – основной органический синтез.
2. Назовите исходные вещества для синтеза органических соединений.
3. Назовите и запишите структурные формулы некоторых промежуточных продуктов органического синтеза.
4. Изобразите схематически связь сырьевых источников и целевых продуктов основного органического синтеза.

## **Технология основного органического синтеза**

Отличительные черты технологии основного органического синтеза: доступное и дешевое сырье, повышение селективности, снижение потерь сырья и продуктов, снижение капитальных вложений в производство, экономия энергии, охрана окружающей среды.

### **Методические указания**

В результате изучения данного раздела необходимо знать основные понятия и особенности технологии основного органического синтеза. Уметь оперировать такими понятиями как многотоннажность, непрерывность, многовариантность, многомаршрутность, кооперирование и комбинирование, высокая

степень автоматизации, многообразие аппаратного оформления и способы экономии материальных ресурсов.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. На примере винилхлорида приведите возможные варианты его промышленного получения.
2. На примере винилацетата приведите возможные маршруты технологии его получения.

## **Процессы окисления**

Характеристика, механизм, кинетика и термодинамика процессов окисления. Химия и технология процессов окисления олефинов, циклоалканов, аренов.

Методические указания

В результате изучения данного раздела необходимо знать химию и теоретические основы радикально-цепного и гетерогенно-каталитического окисления углеводородов. Более подробно следует рассмотреть технологическое оформление процесса получения этиленоксида, адипиновой кислоты, акрилонитрила, фенола и уксусной кислоты.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Приведите классификацию реакций окисления.
2. Опишите механизм образования продуктов радикально-цепного окисления.
3. Изобразите блок-схему кумольного метода получения фенола и ацетона.
4. Изложите теоретические основы процесса синтеза адипиновой кислоты окислением циклогексана.
5. Опишите процесс совместного получения уксусной кислоты и уксусного ангидрида, приведите основные и побочные реакции и укажите условия проведения синтеза.

6. Перечислите важнейшие реакции гетерогенно-каталитического окисления, приведите примеры реакций и катализаторов.
7. Составьте схему материальных потоков процесса получения акрилонитрила.
8. Приведите и опишите технологическую схему производства оксида этилена окислением этилена техническим кислородом.
9. Напишите реакцию эпексидирования ненасыщенных соединений.

## Процессы галогенирования

Характеристика, механизм, кинетика и термодинамика процессов галогенирования. Химия и технология получения ряда галогенпроизводных.

### Методические указания

В результате изучения данного раздела необходимо знать химию и теоретические основы процессов хлорирования (протекающих по радикально-цепному и ионно-каталитическому механизму), расщепления, окислительного хлорирования и фторирования. Особое внимание следует уделить технологическому оформлению процессов получения таких галогенпроизводных как: дихлорэтан, хлористый винил и дифтордихлорметан.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Назовите и запишите структурные формулы основных галогенпроизводных и указать области их применения.
2. Объясните химизм и приведите примеры процессов радикально-цепного и ионно-каталитического хлорирования.
3. Назовите основные способы и условия получения винилхлорида.
4. Изобразите технологическую схему процесса получения дихлорэтана.

## **Процессы гидролиза и щелочного дегидрохлорирования**

Характеристика, механизм, кинетика и термодинамика процессов щелочного дегидрохлорирования и гидролиза. Химия и технология получения хлоролефинов и спиртов.

### **Методические указания**

В результате изучения данного раздела необходимо знать химию и теоретические основы процесса гидролиза хлорпроизводных. Технологическое оформление процессов получения таких веществ как: эпихлоргидрин и глицерин рассмотреть более детально.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Назовите и запишите структурные формулы основных галогенпроизводных и указать области их применения.
2. Объясните механизм гидролиза хлорпроизводных.
3. Укажите способы регулирования селективности в данном процессе.
4. Изобразите технологическую схему процесса получения глицерина.

## **Процессы гидратации и дегидратации**

Характеристика, механизм, кинетика и термодинамика процессов гидратации и дегидратации. Химия и технология получения спиртов и гликолей.

### **Методические указания**

В результате изучения данного раздела необходимо знать химию и теоретические основы процессов гидратации и дегидратации. Ключевыми вопросами в данном разделе являются процессы сернокислотной и прямой гидратации олефинов и технологическое оформление процессов получения таких веществ как: этиловый и изопропиловый спирты.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Изложите теорию процесса прямой гидратации этилена.

2. Объясните механизм и укажите побочные продукты процесса дегидратации.
3. Дайте сравнительную характеристику процессам сернокислотной и прямой гидратации.
4. Изобразите технологическую схему процесса получения этилового спирта.

## **Процессы этерификации**

Характеристика, механизм, кинетика и термодинамика процессов этерификации. Химия и технология получения сложных эфиров.

### **Методические указания**

В результате изучения данного раздела необходимо знать химию и теоретические основы процессов этерификации. Более подробно следует рассмотреть условия проведения и технологию получения эфиров карбоновых кислот.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Приведите примеры реакций этерификации различных типов и укажите условия их протекания.
2. Классифицируйте сложные эфиры на группы и приведите примеры.
3. Дайте описание технологии получения 2,4-Д-2-этилгексилового эфира.
4. Изобразите технологическую схему процесса получения этилацетата спирта.

## **Процессы алкилирования**

Характеристика, механизм, кинетика и термодинамика процессов алкилирования по атому углерода. Химия и технология получения изопропилбензола и метилтретбутилового эфира.

### Методические указания

В результате изучения данного раздела необходимо знать химию и теоретические основы процессов  $\beta$ -окисалкилирования и алкилирования по различным атомам. Важным аспектом данной темы является рассмотрение технологического оформления процессов получения изо-пропилбензола и метилтрет-бутилового эфира.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Назовите и сравните известные катализаторы алкилирования ароматических углеводородов.
2. Объясните механизм алкилирования в присутствии катализатора хлорида алюминия.
3. Запишите реакцию получения метилтретбутилового эфира и укажите условия ее протекания.
4. Изобразите технологическую схему процесса получения изо-пропилбензола.

## Процессы сульфатирования, сульфирования и нитрования

Характеристика, механизм, кинетика и термодинамика процессов сульфатирования, сульфирования и нитрования. Химия и технология процессов получения нитробензола и поверхностно-активных веществ.

### Методические указания

В результате изучения данного раздела необходимо знать химию и теоретические основы процессов нитрования парафинов и ароматических соединений, сульфатирования спиртов и олефинов, сульфирования, сульфохлорирования и сульфоокисления парафинов. Более детально следует рассмотреть технологическое оформление процесса получения моющего средства на основе алкилсульфата.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Объясните особенности нитрования алканов.

2. Приведите блок-схему нитрования алканов в паровой фазе.
3. Опишите механизм процесса сульфирования с разными сульфорирующими агентами.
4. Изобразите технологическую схему процесса получения моющего средства на основе алкилсульфата.

## **Процессы дегидрирования и гидрирования**

Характеристика, механизм, кинетика и термодинамика процессов гидрирования и дегидрирования. Химия и технология процессов получения стиролов и диенов.

### **Методические указания**

В результате изучения данного раздела необходимо знать химию и теоретические основы процессов гидрирования и дегидрирования. Подробно следует изучить технологическое оформление и описание процессов получения стирола и бутадиена.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Объясните влияние термодинамических факторов на выбор условий процесса.
2. Опишите возможные пути повышения селективности процессов гидрирования и дегидрирования.
3. Составьте и приведите описание блок-схемы процесса получения циклогексана.
4. Приведите примеры и назовьте реакции гидрирования и дегидрирования, на основе которых реализованы промышленные процессы.
5. Укажите состав каталитических систем, применяемых в промышленном производстве стирола дегидрированием этилбензола.
6. Опишите механизм процесса синтеза стирола.
7. Изобразите технологическую схему процесса получения бутадиена.

## Синтезы на основе оксида углерода

Характеристика, механизм, кинетика и термодинамика процессов синтеза с применением оксида углерода. Химия и технология процессов получения спиртов.

### Методические указания

В результате изучения данного раздела необходимо знать химию и теоретические основы процессов синтеза углеводородов и спиртов путем каталитического превращения СО и Н<sub>2</sub>. В деталях необходимо рассмотреть процесс получения метанола из синтез-газа, его технологическое оформление и описание.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Приведите примеры синтезов на основе СО.
2. Изложите теоретические основы оксосинтеза метанола и сравните по эффективности катализаторы.
3. Дайте сравнительный анализ показателей промышленных процессов оксосинтеза.
4. Изложите сущность синтеза альдегидов гидроформилированием алкенов.
5. Изобразите и опишите технологическую схему процесса получения метанола.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

1. Волгина Т. Н. Химия и технология органических веществ: учебное пособие для вузов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014.
2. Лебедев Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: учебник. – М.: Альянс, Изд. IV, 2013. – 592 с.
3. Мозговой И. В. Технология органических веществ (курс лекций): учебное пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. – 184 с.

4. Тимофеев В. С., Серафимов Л. А.. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: учебное пособие для вузов, 2-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 2003. – 536 с.
5. Сухорослова М. М., Новиков В. Т., Бондалетов В. Г. Лабораторный практикум по химии и технологии органического синтеза. – Томск: Изд. ТПУ, 2002. – 132с.
6. Волгина Т. Н., Татаркина А. И. Лабораторный практикум по промышленной органической химии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014.
7. Одабашян Г. В. Лабораторный практикум по химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза: учебное пособие. – М.: Химия, 1992. – 239 с.
8. Гутник С. П. Примеры и задачи по технологии органического синтеза: учебное пособие. – М.: Химия, 1984. – 192 с.
9. Гутник С. П., Сосонко В. Е., Гутман В. Д. Расчеты по технологии органического синтеза: учебное пособие. – М.: Химия, 1988. – 272 с.

#### Дополнительная литература

10. Сорока Л. С., Волгина Т. Н. Промышленная органическая химия. Основной органический синтез: учебное пособие для вузов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 163 с.
11. Мозговой И. В. Технология нефтехимического синтеза. Мономеры: учебное пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – 279 с.
12. Столяров В. А., Поконова Ю. В. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. – 2005 г. – 1141 с.
13. Химическая промышленность сегодня: научно-технический журнал. – М.: «Химпром Сегодня».
14. Химическая технология: ежемесячный производственный, научно-технический журнал. – М.: ООО «Наука и технология».

Нефтепереработка и нефтехимия. – М.: ЦНИИТЭнефтехим

*Интернет-ресурсы:*

1. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека, система РИНЦ.
2. <http://ellib.gpntb.ru> - Электронная библиотека ГПНТБ России.
3. <http://www.scintific.narod.ru/index.htm> - Каталог научных ресурсов (ссылки на специализированные научные поисковые системы, электронные архивы, средства поиска статей и ссылок).

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Методические указания для организации и проведения самостоятельной работы по дисциплине

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

Для направления подготовки 18.03.01 Химическая технология  
Направленность (профиль) Основной органический и нефтехимический синтез

Ставрополь, 2026

## **Пояснительная записка**

### **Цель самостоятельной работы:**

1. Систематизировать современные процессы интеграции Российского высшего образования в общеевропейскую и мировую образовательную практику; раскрыть сущность проблем организации учебно-воспитательного процесса на современном этапе развития высшего образования.
2. Подобрать такой дидактический материал для самостоятельной работы студентов, который бы позволил применить полученные знания на практике и развивать инициативу, активность и творческие способности.
3. Помочь обучающимся в формировании у них обоснованной гуманистической идеологии, в осмыслении с этих позиций новаторских и традиционных педагогических систем и педагогического опыта.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины «Высокомолекулярные соединения». По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Основными **формами работы и контроля** являются:

**Контрольная работа** - форма проверки и оценки усвоенных знаний, получения информации о характере познавательной деятельности, уровня самостоятельности и активности студентов в учебном процессе, эффективности методов, форм и способов учебной деятельности. Эта форма самостоятельной работы студента выявляет умение применять теоретические знания на практике, помогает проверить усвоение курса перед экзаменом (зачетом).

**Собеседование** - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

**Реферат** – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Для подготовки к выполнению задания следует изучить и проанализировать рекомендованную литературу и на их основании подготовиться к изложению темы.

При проверке задания оцениваются

- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных проблем темы;
- самостоятельность мышления, умение отстаивать свою позицию

в ходе последующих дискуссий,

- самостоятельная и выразительная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики задания.

**Собеседование** - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного заключаются в большем объеме фактов и событий, в сравнительно-аналитическом характере изложения материала, его теоретической (методологической) составляющей.

Для подготовки к каждой теме следует изучить и законспектировать рекомендованные источники и научную литературу и на их основании подготовиться к указанным в методических материалах вопросам для обсуждения.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования указанными конспектами.

При проверке задания, оцениваются:

- активное участие в работе;
- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных вопросов темы;
- самостоятельность мышления,
- полное соответствие конспекта установленным требованиям;
- самостоятельная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики собеседования.

**Реферат** – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

### **Структура и содержание реферата**

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы и источников;
- приложение.

*Титульный лист* – это информация о выходных данных вашей работы. Он является первой страницей научной работы и заполняется по строго определенным правилам. Титульный лист не нумеруется.

В *оглавлении* текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на три–пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все заголовки начинают с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

*Введение к работе.* Здесь обычно обосновываются актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

*Содержание глав основной части* должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Эти главы должны показать умение автора сжато, логично и аргументировано излагать материал. Важно понимать, что каждая глава должна представлять собой законченное произведение. Её следует начинать постановкой рассматриваемой задачи, а завершать четкими,

аргументированными выводами. Все приводимые в работе данные обязательно следует сопровождать подстрочной ссылкой на источник, описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов. Как правило, основная часть реферата состоит из 2–3 глав, которые в случае необходимости разбиваются на параграфы.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «*заключение*». Этот синтез – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

После заключения помещается *библиографический список использованной литературы*, куда включаются оригинальные тексты, монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др. Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата. Если автор реферата делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы. Список литературы должен включать не менее 10 источников.

**Объем реферата** должен составлять не менее 20 страниц машинописного текста. Объем приложений не ограничивается.

#### **Общие требования к оформлению реферата**

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой бумаги формата А4 (210х297 мм) через полтора интервала (14 кегль) с применением черных чернил с полями вокруг текста. Размер левого поля 30 мм, правого – 10 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм. При таких полях каждая страница должна содержать приблизительно 1800 знаков (30 строк, по 60 знаков в строке, считая каждый знак препинания и пробел между словами также за печатный знак).

Текст перепечатывается в строго последовательном порядке. Не допускаются разного рода текстовые вставки и дополнения, помещаемые на отдельных страницах или на оборотной стороне листа, и переносы кусков текста в другие места. Все сноски и подстрочные примечания перепечатываются (через один интервал) на той странице, к которой они относятся. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом углу верхнего поля листа (на первой и второй странице цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят).

Приложение для рефератов являются желательным, но необязательным элементом. В приложение обычно входят различные таблицы, графики,

схемы, рисунки и т.п. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое приложение следует начинать с нового листа. Приложение не входит в параметры минимального объема работы

### **Критерии оценки самостоятельной работы студентов**

Задания, выносимые на самостоятельную работу, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет делать выводы относительно возможного механизма реакции, причем не затрудняется с ответом при прогнозировании не только структурных, но и пространственных результатов важнейших реакций с участием органических соединений, показывает высокий уровень владения основными методами определения пространственного строения веществ в соответствии с программными требованиями, ответы на вопросы логически выстроены и убедительны.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если студент твердо знает материал, грамотно и по существу использует принципы конфигурационного и конформационного строения молекул, не допуская существенных неточностей, демонстрирует высокий уровень владения навыками изучения механизма реакции на основе современных физико-химических методов.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если студент показывает небольшое количество ошибок, не препятствующих общему пониманию механизма реакции, использует и знает взаимосвязь между пространственным строением молекул и механизмом реакций, отвечает на вопросы в основном полно при слабой логической оформленности высказывания.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные теоретические ошибки, не может логически правильно передать информацию.

### **Примерный перечень вопросов для самостоятельной подготовки:**

1. Продукты основного органического и нефтехимического синтеза.
2. Исходное сырье для процессов основного органического синтеза. Общая характеристика.

3. Общая характеристика процессов галогенирования: классификация, термодинамические характеристики, основные галогенирующие агенты, техника безопасности
4. Процессы заместительного галогенирования: общая характеристика, термодинамика и механизм реакций радикально-цепного хлорирования углеводородов.
5. Технология жидкофазного хлорирования, типы реакционных устройств.
6. Технология газофазного хлорирования, типы реакционных устройств.
7. Технологическая схема хлорирования парафинов.
8. Заместительное хлорирование олефинов: термодинамика и механизм.
9. Технологическая схема производства хлористого аллила
10. Процессы аддитивного галогенирования: общая характеристика, термодинамика и механизм реакций присоединения галогенов по кратным связям.
11. Технология аддитивного хлорирования, типы реакционных устройств
12. Процессы гидрогалогенирования по двойным и тройным связям: термодинамика и механизм протекающих реакций.
13. Процесс гидрохлорирования ацетиленов: реакции, механизм их протекания, термодинамическая характеристика.
14. Технологическая схема производства хлористого винила из ацетилена
15. Галогенирование ароматических соединений: основные реакции, их механизм и термодинамика.
16. Процессы галогенирования, совмещенные с расщеплением: комбинированные процессы хлорирования.
17. Технология сбалансированного по хлору (комбинированного) метода получения винилхлорида из этилена
18. Технологическая схема получения винилхлорида из этилена по сбалансированного по хлору (комбинированному) методу.

19. Процессы алкилирования, классификация, основные алкилирующие агенты.
20. Теоретические основы алкилирования ароматических соединений в ядро.
21. Технология алкилирования ароматических углеводородов, типы реакционных устройств.
22. Алкилирование изопарафинов.
23. Алкилирование спиртов, производство оксигенатов
24. Технологическая схема получения этил- (изопропил)бензола алкилированием бензола.
25. Процессы гидрирования-дегидрирования: общая характеристика, классификация
26. Термодинамика реакций гидрирования и дегидрирования.
27. Основные катализаторы процессов гидрирования-дегидрирования Их классификация и механизм действия.
28. Дегидрирование алкилароматических соединений Производство стирола: термодинамика, механизм протекающих реакций, реакционные узлы.
29. Технологическая схема производства стирола дегидрированием этилбензола.
30. Дегидрирование парафинов и олефинов. Производство бутадиена. Основные реакции, их термодинамическая характеристика, условия и катализаторы.
- 3 1. Технология дегидрирования парафинов Основные реакционные узлы для дегидрирования.
32. Технологическая схема первой стадии дегидрирования парафинов.
33. Технологическая схема второй стадии дегидрирования парафинов.
34. Технологическая схема одностадийного дегидрирования парафинов
35. Классификация реакций гидрирования, термодинамика, катализ и механизм реакций гидрирования

36. Процессы гидрирования углеводородов и кислородсодержащих соединений. Основные реакции, термодинамика и механизм.
37. Процессы гидрирования по углерод-углеродным связям, гидрирование ароматических и кислородсодержащих соединений Основные реакции, термодинамика и механизм
38. Технология жидкофазного гидрирования, типы реакционных устройств.
39. Технология газофазного гидрирования, типы реакционных устройств.
40. Технологическая схема производства циклогексанола гидрированием фенола.
41. Технологическая схема гидрирования эфиров высших жирных кислот в спирты.
42. Процессы окисления, общая характеристика, классификация, основные окислительные агенты и техника безопасности.
43. Теоретические основы процессов гомогенного окисления по насыщенному атому углерода
44. Реакторы для процессов жидкофазного окисления.
45. Технологическая схема производства высших жирных кислот окислением парафина.
46. Теоретические основы окисления ароматических углеводородов в гидроперекиси.
47. Технологическая схема получения фенола и ацетона кумольным методом.
48. Теоретические основы процессов гетерогенно-каталитического окисления углеводородов
49. Реакторы для процессов газофазного окисления.
50. Технологическая схема производства окиси этилена окислением этилена.
51. Синтезы на основе окиси углерода. Общая характеристика, основные продукты и условия

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

## Основная литература

15. Волгина Т. Н. Химия и технология органических веществ: учебное пособие для вузов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014.
16. Лебедев Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: учебник. – М.: Альянс, Изд. IV, 2013. – 592 с.
17. Мозговой И. В. Технология органических веществ (курс лекций): учебное пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. – 184 с.
18. Тимофеев В. С., Серафимов Л. А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: учебное пособие для вузов, 2-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 2003. – 536 с.
19. Сухорослова М. М., Новиков В. Т., Бондалетов В. Г. Лабораторный практикум по химии и технологии органического синтеза. – Томск: Изд. ТПУ, 2002. – 132с.
20. Волгина Т. Н., Татаркина А. И. Лабораторный практикум по промышленной органической химии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014.
21. Одабашян Г. В. Лабораторный практикум по химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза: учебное пособие. – М.: Химия, 1992. – 239 с.
22. Гутник С. П. Примеры и задачи по технологии органического синтеза: учебное пособие. – М.: Химия, 1984. – 192 с.
23. Гутник С. П., Сосонко В. Е., Гутман В. Д. Расчеты по технологии органического синтеза: учебное пособие. – М.: Химия, 1988. – 272 с.

## Дополнительная литература

24. Сорока Л. С., Волгина Т. Н. Промышленная органическая химия. Основной органический синтез: учебное пособие для вузов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 163 с.

25. Мозговой И. В. Технология нефтехимического синтеза. Мономеры: учебное пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – 279 с.
26. Столяров В. А., Поконова Ю. В. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. – 2005 г. – 1141 с.
27. Химическая промышленность сегодня: научно-технический журнал. – М.: «Химпром Сегодня».
28. Химическая технология: ежемесячный производственный, научно-технический журнал. – М.: ООО «Наука и технология».

Нефтепереработка и нефтехимия. – М.: ЦНИИТЭнефтехим

*Интернет-ресурсы:*

1. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека, система РИНЦ.
2. <http://ellib.gpntb.ru> - Электронная библиотека ГПНТБ России.
3. <http://www.scintific.narod.ru/index.htm> - Каталог научных ресурсов (ссылки на специализированные научные поисковые системы, электронные архивы, средства поиска статей и ссылок).