

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.05**

(индекс дисциплины)

**Технология органического синтеза**

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **12** Органической химии

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая технология органических веществ

Уровень образования: бакалавриат

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>468</b>		
	Аудиторные занятия	<b>194</b>		
	Лекции	90		
	Лабораторные занятия	104		
	Практические занятия			
	Самостоятельная работа	<b>202</b>		
	Промежуточная аттестация	<b>72</b>		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	7, 8		
	Зачет	6		
	Курсовой проект	7		
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>13</b>		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная						<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология

и на основании учебного плана № b180301.12-12\_20  
b180301.12-3\_20

Кафедра-разработчик: Органической химии

Заведующий кафедрой: Тришин Ю.Г.

### **СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Органической химии

Заведующий кафедрой: Тришин Ю.Г.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области технологии органических соединений.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Представить сведения об основных видах природного сырья для процессов органического синтеза, а также рассмотреть химизм и технологию переработки природного газа, сырой нефти и каменного угля; процессов галогенирования (фторирования и хлорирования), а также нитрования ароматических соединений и непредельных углеводородов, с использованием принципиальных технологических схем и типов аппаратов;
- Дать в виде лекций основной объем информации о новых процессах промышленного органического синтеза основных товарных продуктах, а также важнейших существующих и перспективных технологиях их производства;
- В ходе выполнения лабораторных работ закрепить на практике изучаемый материал, дать представления об основных режимах, используемом оборудовании и методах контроля при получении органических веществ.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-1	Способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	123
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) химизм и технологию наиболее важных процессов химической технологии органических веществ; 2) устройство применяемого оборудования и средств контроля параметров технологического процесса; Уметь: 1) оценивать известные и перспективные технологии производства органических веществ; 2) анализировать существующие и составлять новые принципиальные технологические схемы процессов получения органических веществ на основе научно-исследовательских разработок; Владеть: 1) основными навыками и безопасными методами работы на химическом производстве; 2) методиками контроля качества выпускаемой продукции.		
ПК-4	Способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	123
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) химические особенности наиболее важных процессов химической технологии органических веществ; 2) токсикологические характеристики используемого сырья, промежуточных продуктов и конечной продукции, а также вредное воздействие последних на объекты окружающей среды; Уметь:		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	1) оценивать технические и технологические последствия известных технологий производства органических веществ; 2) анализировать существующие риски для экологии; Владеть: 1) знаниями в области современных проблем химической технологий производства органических веществ, 2) методиками оценки факторов, оказывающих влияние на свойства конечной продукции.	
ПК-10	Способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	123
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) химизм и технологию наиболее важных процессов химической технологии органических веществ, а также применяемого оборудования; 2) методики современных физико-химических методов контроля качества сырья, промежуточных продуктов и конечной продукции; Уметь: 1) самостоятельно осуществлять отбор проб и проводить экспресс-анализ сырья, промежуточных продуктов и конечной продукции; 2) на основе аналитических данных корректировать технологические параметры технологического процесса; Владеть: 1) широким спектром современных методик физико-химического анализа и проб исходного сырья, промежуточных и конечных продуктов; 2) необходимыми знаниями для правильной интерпретации полученных аналитических данных.		
ПК-20	готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;	23
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) известные и перспективные технологии производства органических веществ; 2) современную научную и патентную литературу по синтезу органических веществ. Уметь: 1) сопоставлять существующие и перспективные технологии по получению органических веществ; 2) извлекать положительный опыт на основе научно-технической информации. Владеть: 1) навыками поиска научно-технической и патентной литературы по химической технологии; 2) способностью принимать оптимальные решения, руководствуясь отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования.		
ПК-16	Способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;	23
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) современные проблемы химической технологии органических веществ; 2) методы оптимизации химико-технологических процессов с применением математических моделей; 3) современные математические методы планирования эксперимента. Уметь: 1) планировать и проводить физические и химические эксперименты; 2) проводить обработку их результатов и оценивать погрешности; 3) выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения.		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
Владеть: 1) методами математического анализа и моделирования химических реакций, 2) методами теоретического и экспериментального исследования для оптимизации технологического процесса.		

**1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:**

Электротехника и промышленная электроника (ПК-1);  
 Водоподготовка в химической технологии в технологии органических веществ, Реагентные методы очистки воды в технологии органических веществ (ПК-1);  
 Экология процессов органического синтеза, Физическая химия, Общая химическая технология (ПК-4);  
 Теория химических процессов органического синтеза (ПК-16, ПК-20);  
 Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности)  
 Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-1)  
 Производственная практика (технологическая практика) (ПК-1, ПК-4, ПК-20).

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Природные источники сырья для химической технологии органических соединений</b>			
<b>Тема 1. Введение (предмет технологии органических соединений)</b> Задачи и значение курса, исторический обзор. Характеристика продуктов и промышленности органического синтеза, специализации. Направления и перспективы развития технологии органического синтеза. Основные источники - природный газ, сырая нефть, каменный уголь и т.д.	8		
<b>Тема 2. Первичная переработка газа</b> Природный газ. Основные направления переработки метана и природного газа. Оксид углерода и синтез-газ. Каталитическая конверсия углеводородов. Газификация топлив. Очистка газов, их состав. Получение оксида углерода и водорода.	8		
<b>Тема 3. Первичная переработка нефти</b> Состав и разновидности нефти. Первичная переработка нефти. Риформинг-процесс. Физические свойства и основные направления химической переработки бензола.	14		
<b>Текущий контроль 1.</b> защита отчета по лабораторной работе 1	2		
<b>Текущий контроль 1.</b> (устный опрос)	1		
<b>Учебный модуль 2. Вторичная переработка органического сырья</b>			
<b>Тема 4. Вторичная переработка нефти</b> Вторичная переработка нефти. Химические реакции термического крекинга и пиролиза. Технология процессов крекинга и пиролиза. Схема печи пиролиза. Выделение олефинов из газов крекинга и пиролиза, их очистка. Принципиальная схема газофракционирующей установки. Характеристика фракций. Методы получения высших олефинов.	18		
<b>Тема 5. Переработка угля</b> Каменный уголь. Ароматические углеводороды. Источники ароматического сырья. Коксование угля и улавливание продуктов. Состав и использование. каменноугольной смолы.	6		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное	заочное обучение
<b>Тема 6. Методы получения ацетилена</b> Ацетилен. Получение из карбида кальция и углеводородов, методы его очистки. Реактор «карбид в воду», принципиальная схема плазменного реактора и реактора окислительного пиролиза. Технологическая схема процесса выделения ацетилена. Технологическая схема процесса выделения МАФ (метилацетилен-алленовой фракции).	10		
<b>Текущий контроль 2.</b> защита отчета по лабораторной работе 2	2		
<b>Текущий контроль 2.</b> (устный опрос)	1		
<b>Учебный модуль 3. Процессы хлорирования</b>			
<b>Тема 7. Процессы радикально-цепного хлорирования</b> Общая характеристика и классификация процессов галогенирования. Термодинамика реакций галогенирования. Галогенирующие агенты. Радикально-цепное хлорирование, химизм и теоретические основы процесса. Технология жидкофазного хлорирования. Хлораторы для жидкофазного хлорирования. Схема очистки продуктов хлорирования от хлорида водорода. Технология газофазного радикально-цепного хлорирования, реакторы для газофазного хлорирования. Получаемые продукты.	10		
<b>Тема 8. Процессы ионно-каталитического хлорирования</b> Ионно-каталитическое галогенирование. Присоединение галогенов по ненасыщенным связям, его научные основы, технология. Реакционные узлы для ионно-каталитического хлорирования в жидкой фазе. Реакция хлоргидринирования. Реакционные узлы для хлоргидринирования. Гидрогалогенирование алкенов и алкинов. Научные основы процесса. Технологическая схема получения винилхлорида гидрохлорированием ацетилена. Получаемые продукты. Хлорирование ароматических соединений, Хлорирование в ароматическое ядро. Основные закономерности процесса, механизм замещения и катализаторы. Типы реакционных устройств и их работа. Получаемые продукты.	16		
<b>Текущий контроль 3.</b> защита отчета по лабораторной работе 3	2		
<b>Текущий контроль 3.</b> (устный опрос)	2		
<b>Учебный модуль 4. Процессы фторирования</b>			
<b>Тема 9. Фторирование элементарным фтором и фторидами металлов</b> Фторирование элементарным фтором и высшими фторидами металлов. Окислительное фторирование фторидами металлов высшей валентности. Реакторный узел для металлофторидного фторирования. Фториды трех- и пентавалентной сурьмы в реакциях замещения. Фторирование фторидом водорода.	16		
<b>Тема 10. Получение хладонов и олефинов</b> Понятие об озонобезопасных и озонопасных хладонов. Промышленный синтез хладонов. Жидкофазное фторирование. Технологическая схема производства хладона 12. Синтез озонобезопасных хладонов: принципиальная технологическая схема синтеза хладона 32. Газофазное фторирование, катализаторы процесса. Принципиальная технологическая схема получения хладона 134а. Пиролитические способы получения фторсодержащих олефинов. Получаемые продукты.	16		
<b>Тема 11. Электрохимическое фторирование</b> Электрохимическое фторирование. Основные закономерности процесса Саймонса. Схема электролизера. Получаемые продукты. Техника безопасности и охрана окружающей среды при галогенировании.	8		
<b>Текущий контроль 4.</b> защита отчета по лабораторной работе 4	2		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)</b>	2		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</b>		
<b>Учебный модуль 5. Процессы нитрования и этерификации</b>			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное	заочное обучение
<b>Тема 12. Процессы нитрования</b> Общая характеристика процессов нитрования. Нитрование ароматических соединений, его научные основы. Способы и технология нитрования ароматических соединений. Реакционный узел для нитрования ароматических соединений. Получаемые продукты. Нитрование парафинов. Основные закономерности процесса. Технологическая схема нитрования пропана. Техника безопасности и охрана окружающей среды при нитровании.	4		
<b>Тема 13. Процессы этерификации</b> Общая характеристика реакций этерификации. Кислые и средние, полные и неполные сложные эфиры. Термодинамика реакций этерификации. Механизм реакции. Влияние строения кислот и спиртов на константу равновесия реакции. Технологическая схема этерификации при катализе сульфокатионитами. Получаемые продукты.	18		
<b>Текущий контроль 5.</b> защита отчета по лабораторной работе 5	2		
<b>Учебный модуль 6. Процессы алкилирования</b>			
<b>Тема 14. С-алкилирование</b> Общая характеристика процесса алкилирования. Классификация реакций алкилирования. Алкилирующие агенты и катализаторы. Алкилирование по атому углерода (С-алкилирование). Научные основы. Принципиальная технологическая схема гомогенного алкилирования бензола. получаемые продукты.	5		
<b>Тема 15. Процессы О- и N-алкилирования</b> О-Алкилирование, его основные закономерности. Технологическая схема производства <i>трет</i> -бутилметилового эфира. Получаемые продукты. N-Алкилирование, его научные основы. Синтез аминов из спиртов. Технологическая схема получения метиламинов. Получаемые продукты.	5		
<b>Тема 16. Процессы оксиалкилирования и винилирования</b> Оксиалкилирование и синтезы из алкеноксидов, их научные основы. Технологическая схема синтеза этиленгликоля. Получаемые продукты. Винилирование, его научные основы. Схема синтеза винилацетата из ацетилена. Получаемые продукты. Техника безопасности и охрана окружающей среды при алкилировании.	6		
<b>Текущий контроль 6.</b> (устный опрос)	1		
<b>Учебный модуль 7. Процессы окисления</b>			
<b>Тема 17. Радикально-цепное окисление</b> Общая характеристика реакций окисления, классификация процессов окисления, окислительные агенты. Радикально-цепное окисление, его научные основы. Окисление углеводородов в гидропероксиды. Технологическая схема кумольного метода получения фенола и ацетона. Окисление парафинов. Схема окисления легкой фракции прямогонного бензина. Окисление насыщенных альдегидов и спиртов. Технологическая схема совместного получения уксусной кислоты и уксусного ангидрида.	6		
<b>Тема 18. Гетерогенно-каталитическое окисление</b> Гетерогенно-каталитическое окисление углеводородов и их производных, его научные основы. Гетерогенные катализаторы окисления. Окисление олефинов по насыщенному атому углерода. Схема двухстадийного окисления пропилена в акриловую кислоту. Производство этиленоксида. Схема получения этиленоксида окислением этилена воздухом. Окисление и окислительное сочетание олефинов при катализе комплексами металлов. Схема двухстадийного синтеза ацетальдегида при окислении этилена воздухом. Окислительный аммонолиз углеводородов, получаемые продукты, технология их получения. Техника безопасности и охрана окружающей среды в процессах окисления.	10		
<b>Текущий контроль 7.</b> (устный опрос)	1		
<b>Учебный модуль 8. Процессы дегидрирования и гидрирования</b>			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное	заочное обучение
<b>Тема 19. Процессы дегидрирования</b> Общая характеристика процессов гидрирования и дегидрирования. Классификация реакций дегидрирования. Катализаторы процессов дегидрирования и гидрирования. Механизм реакций дегидрирования и гидрирования. Дегидрирование парафинов в диены. Реакционный узел для одностадийного дегидрирования парафинов в диены. Технология жидкофазного гидрирования. Реакционные узлы для жидкофазного гидрирования. Технология газофазного гидрирования. Реакционные аппараты для газофазного гидрирования. Получаемые продукты. Техника безопасности и охрана окружающей среды в процессах дегидрирования.	8		
<b>Тема 20. Процессы гидрирования</b> Классификация реакций гидрирования (или гидрогенизации). Технология жидкофазного гидрирования. Реакционные узлы для жидкофазного гидрирования. Технология газофазного гидрирования. Реакционные аппараты для газофазного гидрирования. Получаемые продукты. Техника безопасности и охрана окружающей среды в процессах гидрирования.	10		
<b>Тема 21. Процессы конденсации</b> Общая характеристика реакций конденсации. Альдольная конденсация, получаемые продукты, научные и технологические основы процесса. Технологическая схема получения 2-этилгексанола.	14		
<b>Тема 22. Процессы гидролиза</b> Классификация и общая характеристика реакций гидролиза. Гидролиз и щелочное дегидрохлорирование хлорзамещенных, их научные основы. Технологическая схема получения глицерина хлорным методом. Другие реакции гидролиза.	6		
<b>Текущий контроль 8.</b> защита отчета по лабораторной работе 6, 7	4		
<b>Текущий контроль 8.</b> Курсовой проект	8		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)</b>	<b>36</b>		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</b>		
<b>Учебный модуль 9. Процессы гидратации и дегидратации и синтеза на основе оксида углерода</b>			
<b>Тема 23. Процессы гидратации и дегидратации</b> Гидратация олефинов, ее научные основы, получаемые продукты. Технологическая схема синтеза этанола. Жидкофазная и газофазная дегидратация, основные закономерности реакции. Получаемые продукты. Реакционные узлы для жидкофазного и газофазного процессов дегидратации.	14		
<b>Тема 24. Синтезы на основе оксида углерода</b> Общая характеристика реакций на основе оксида углерода. Катализаторы. Синтезы из CO и H <sub>2</sub> , научные основы, технология и получаемые продукты. Получение метанола, механизм реакции. Реакционные узлы для синтеза метанола. Получение карбоновых кислот и их производных на основе оксида углерода. Механизм реакции и роль йодных промоторов. Технологическая схема производства уксусной кислоты методом карбонилирования метанола. Техника безопасности и охрана окружающей среды в процессах оксосинтеза.	24		
<b>Текущий контроль 9.</b> защита отчета по лабораторной работе 8	2		
<b>Учебный модуль 10. Процессы сульфатирования и сульфирования, амидирования</b>			
<b>Тема 25. Процессы сульфатирования</b> Сульфатирование спиртов и олефинов. Химия и теоретические основы процесса. Сульфатирование спиртов и олефинов. Технология сульфатирования: сульфатирование серной кислотой. Схема основных процессов производства ПАВ типа алкилсульфатов. Сульфатирование спиртов хлорсульфоновой кислотой и триоксидом серы. Реакторы для процессов сульфатирования и сульфирования. Технологическая схема производства моющего средства на основе алкилсульфата. Техника безопасности и охрана окружающей среды в процессах сульфирования.	22		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное	заочное обучение
<b>Тема 26. Процессы сульфирования</b> Процесса сульфирования. Сульфирование олефинов. Сульфирование ароматических соединений, синтетические алкиларенсульфонаты. Химия и теоретические основы реакции. Технология процессов сульфирования. Схема сульфирования «в парах». Реакционный узел для сульфирования олеумом. Схема сульфирования в растворе жидкого диоксида серы.	22		
<b>Тема 27. Процессы сульфоокисления и сульфохлорирования</b> Сульфоокисление парафинов, основные закономерности реакции. Технология процессов сульфоокисления. Поверхностно-активные и моющие вещества типа алкилсульфатов. Получение тиофена и 2-метилтиофена, технология процесса. Сульфохлорирование парафинов, основные закономерности реакции. Технология получения моющих веществ типа алкилсульфонатов фотохимическим сульфохлорированием.	22		
<b>Тема 28. Процессы амидирования</b> Общие закономерности процесса амидирования. Амидирование азотистых соединений. Получение изоцианатов (фенилизоцианат, хлорфенилизоцианаты, м-толуилنديизоцианат и гексаметиленизоцианат), карбаматов (уретанов) и меламина. Техника безопасности и охрана окружающей среды в процессах амидирования.	10		
<b>Текущий контроль 10.</b> защита отчета по лабораторной работе 9, 10, 11	6		
<b>Учебный модуль 11. Синтез кремний- и алюминийорганических соединений</b>			
<b>Тема 29. Синтез кремнийорганических соединений</b> Получение кремнийорганических соединений, теоретические основы процесса. Прямой синтез органохлорсиланов, получаемые продукты. Реакционный узел для прямого синтеза алкилхлорсиланов. Другие реакции алкилирования по атому кремния. Получаемые продукты.	10		
<b>Тема 30. Синтез алюминийорганических соединений</b> Синтез алюминийорганических соединений, химические основы реакций. Технология процесса получения триалкилалюминия. Производство линейных α-олефинов. Синтез линейных первичных спиртов, технологическая схема получения первичных спиртов. Получаемые продукты. Техника безопасности и охрана окружающей среды в процессах силилирования и синтеза алюминийорганических продуктов.	12		
<b>Текущий контроль 13.</b> контрольная работа			
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)</b>	36		
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>180</b>	
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>468</b>	

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	6	2				
2	6	2				
3	6	2				
4	6	4				
5	6	2				
6	6	4				
7	6	4				
8	6	4				

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
9	6	4				
10	6	4				
11	6	2				
12	7	2				
13	7	4				
14	7	2				
15	7	2				
16	7	2				
17	7	2				
18	7	4				
19	7	4				
20	7	2				
21	7	2				
22	7	2				
23	8	2				
24	8	4				
25	8	6				
26	8	6				
27	8	6				
28	8	2				
29	8	1				
30	8	1				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>90</b>				

### 3.2. Практические занятия

Не предусмотрено

### 3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
3	№1. Методы очистки, выделения и анализа органических соединений	6	10				
4	№2. Синтез непредельных соединений	6	6				
8	№3. Получение хлорангидридов смоляных кислот	6	6				
9	№4. Диазотирование ароматических производных	6	6				
10	Индивидуальное задание	6	6				
	<b>Итого:</b>		<b>34</b>				
13	№5. Синтез эфиров смоляных кислот	7	12				
20	№6. Реакции получения адипиновой кислоты	7	6				
21	№7. Получения аллиловых эфиров	7	10				
	<b>Итого:</b>		<b>28</b>				
24	№8. Гидратация аллиловых эфиров	8	10				
25	№9. Синтез алкилсульфатов	8	10				
26	№10. Получение производных фталевых кислот	8	10				
27	№11. Индивидуальный	8	12				

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	синтез						
	<b>Итого:</b>		<b>42</b>				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>104</b>				

#### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

##### 4.1. Цели и задачи курсового проекта

Курсовой проект выполняется студентами в 8 семестре. В ходе выполнения курсового проекта студенты должны применить полученные навыки и знания для поиска специальной литературы по заданной теме, сформулировать цель и задачи работы; отразить сферы применения производимого продукта; химизм и технологию процесса (включая стадии подготовки сырья, непосредственно синтез, выделение и очистку промежуточных и конечных продуктов, а также утилизацию отходов); привести в отчете перечень мероприятий по охране труда и окружающей среды. В «Заключении» дать рекомендации по оптимизации процесса.

##### 4.2. Тематика курсового проекта

1. Процесс окислительного хлорирования полихлоридов Сз.
2. Получение гексахлорбутадиена-1,3.
3. Производство хлоропрена из дивинила.
4. Производство этилбромид.
5. Технология получения каучука СКИ-3.
6. Технология получения каучука СКД-1.
7. Технология получения бутилкаучука.
8. Технология получения хлоропренового каучука.
9. Технология алкилирования изопарафинов.
10. Технология получения триалкилалюминия.
11. Технология получения высших жирных кислот окислением парафина.
12. Производство адипиновой кислоты из циклогексана.
13. Производство диметилтерефталата.
14. Технология синтеза акрилонитрила.
15. Технология совместного синтеза оксида пропена и изобутена.
16. Технология получения стирола и  $\alpha$ -метилстирола.
17. Технология получения метилметакрилата из ацетонциангидрина.
18. Технология получения этилацетата.
19. Технология производства меламина из карбамида.
20. Технология производства анола и анона окислением циклогексана.
21. Технология получения терефталевой кислоты.
22. Технология получения фталевого ангидрида из нафталина.
23. Технология получения этиленоксида окислением этилена кислородом.
24. Технология одностадийного синтеза ацетальдегида при окислении этилена кислородом.
25. Технология получения винулацетата из этилена (метод ацетоксилирования).
26. Технология газофазного получения хладона 134а.
27. Технология газофазного получения хладонов 11 и 12.
28. Технология жидкофазного получения хладона 32.
29. Технология получения перфторметилвинилового эфира.
30. Технология производства стирола.

##### 4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсового проекта

Работа выполняется в индивидуальном порядке, с использованием рекомендуемых источников информации, в т.ч. электронные ресурсы и ГОСТы.

Результаты представляются в виде отчета, объемом 15-20 листов машинописного текста, содержащего следующие обязательные элементы: схемы химических реакций, механизмы химических реакций, технологические схемы процесса, таблицы и рисунки.

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1	Прием отчетов по лабораторным работам	6	4				
1-3	Устный опрос	6	3				
5-8	Прием отчетов по лабораторным работам	7	3				
6, 7	Устный опрос	7	2				
5-8	Курсовой проект	7	1				
9, 10	Прием отчетов по лабораторным работам	8	4				

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	6	56				
Подготовка к лабораторным занятиям	6	18				
Подготовка к зачету	6	2				
Усвоение теоретического материала	7	30				
Подготовка к лабораторным занятиям	7	14				
Выполнение курсовых проектов	7	8				
Подготовка к экзаменам	7	36				
Усвоение теоретического материала	8	54				
Подготовка к лабораторным занятиям	8	20				
Подготовка к экзаменам	8	36				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>202+72</b>				

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Проблемная лекция	4		
Лабораторные занятия	Проведение учебного эксперимента на лабораторной установке самостоятельно и под руководством преподавателя; наблюдение за процессом, совместная работа в команде студентов	24		
<b>ВСЕГО:</b>		28		

### 7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Попова, Л.М., Вершилов, С.В. Технология органических веществ: Учебное пособие / Л.М. Попова. - СПбГТУ РП. - СПб, 2015. – Часть 1. - 90 с.

#### б) дополнительная учебная литература

2. Кузнецов, Б.Н. Глубокая переработка бурых углей с получением жидких топлив и углеродных материалов [Электронный ресурс]/ Б.Н. Кузнецов, Т.Г. Шендрик, М.Л. Щипко — Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2012. — 212 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15793>. — ЭБС «IPRbooks»
3. Химия и технология новых веществ и материалов. Выпуск 4 [Электронный ресурс]: сборник научных трудов/ А.А. Шункевич [и др.].— Минск: Белорусская наука, 2014.— 600 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29736>. — ЭБС «IPRbooks»

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Практикум по химии и технологии органических веществ (часть 1) / [Текст] сост. Л.М.Попова, Т.В.Гончар, И.Н.Гайдуков; ГОУВПО СПбГТУРП. СПб, 2008. - 39 с.
2. Попова Л.М. Химия и технология органических веществ: Учебное пособие / [Текст] Л.М. Попова. – СПбГТУРП - СПб, 2006 г. - Часть 1. – 96 с.
3. Попова Л.М. Химия и технология органических веществ: Учебное пособие / [Текст] Л.М. Попова. – СПбГТУРП - СПб, 2006 г. - Часть 2. – 75 с.

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

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

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом
2. Учебные лаборатории «Технология исследования и получения полимеров», лаборатория химии полимеров

### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

Не предусмотрено

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции являются теоретическим обеспечением дисциплины. На лекциях излагается основное содержание дисциплины, формулируются главные понятия и методология предмета. Содержание дисциплины иллюстрируется конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике.</p> <p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Работа с конспектом лекций по данной дисциплине;</li><li>• Чтение рекомендованной основной и дополнительной литературы;</li></ul>

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Просмотр российских и зарубежных периодических изданий; ресурсов Интернет.</li> </ul> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или лекции.</p>
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные занятия способствуют приобретению навыков экспериментальной работы по получению органических веществ, что необходимо для подготовки обучающихся к научным исследованиям, они дают наглядное представление о химико-технологических процессах глубокой переработки терпенов.</p> <p>Следует предварительно изучить учебно-методические указания по выполнению лабораторных работ.</p>
Самостоятельная работа	<p>Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации, подготовки к зачету и экзаменам. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться при участии преподавателя.</p> <p>Курсовой проект является важной формой самостоятельной работы студентов. Его выполнение предусмотрено при изучении дисциплины и имеет целью систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний, развития практических навыков их применения, овладения элементами самостоятельной работы в процессе разработки конкретных технологических решений и определения путей их реализации. При подготовке курсового проекта требуется использование соответствующей литературы: учебной, учебно-методической, научно-исследовательской, справочной, нормативно статистической. Тематику курсового проекта студент выбирает самостоятельно, руководствуясь прилагаемым перечнем направлений проектирования (п. 4.2). Темы являются индивидуальными для каждого студента.</p> <p>При подготовке к зачету и экзаменам необходимо проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, отчеты по лабораторным занятиям, получить консультацию у преподавателя.</p>

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап формирования)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-1 (123)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Способен осуществить технологический процесс в соответствии с регламентом.</li> <li>Использует технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Устное собеседование</li> <li>Практическое задание</li> <li>Курсовой проект</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Перечень вопросов к экзамену (63 вопроса)</li> <li>Перечень вопросов к зачету (41 вопроса)</li> <li>Практические задания (55 заданий)</li> <li>Перечень тем курсовых проектов (30 тем)</li> </ol>
ПК-4 (123)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Принимает конкретные технические решения при разработке технологических</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Устное собеседование</li> <li>Практическое</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Перечень вопросов к экзамену (63)</li> </ol>

Код компетенции (этап формирования)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	процессов. 2. Выбирает технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения.	задание 3. Курсовой проект	вопроса) 2. Перечень вопросов к зачету (41 вопроса) 3. Практические задания (55 заданий) 4. Перечень тем курсовых проектов (30 тем)
ПК-10 (123)	1.Проводит анализ сырья, материалов и готовой продукции. 2.Осуществляет оценку результатов анализа.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание 3. Курсовой проект	1. Перечень вопросов к экзамену (63 вопроса) 2. Перечень вопросов к зачету (41 вопроса) 3. Практические задания (55 заданий) 4. Перечень тем курсовых проектов (30 тем)
ПК-16 (23)	1.Планирует и проводит физические и химические эксперименты, проводит обработку результатов эксперимента. 2.Оценивает погрешности, выдвигает гипотезы и устанавливает границы их применения. 3.Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание 3. Курсовой проект	1. Перечень вопросов к экзамену (63 вопроса) 2. Перечень вопросов к зачету (41 вопроса) 3. Практические задания (55 заданий) 4. Перечень тем курсовых проектов (30 тем)
ПК-20 (23)	1.Анализирует научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.	Устное собеседование	1. Перечень вопросов к экзамену (63 вопроса) 2. Перечень вопросов к зачету (41 вопроса) 3. Практические задания (55 заданий) 4. Перечень тем курсовых проектов (30 тем)

### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Курсовой проект
отлично	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание технологий органических	Обучающийся показывает глубокое знание предложенной технологии

	соединений, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может свободно читать технологические схемы химических процессов; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.	синтеза целевого продукта; свободно применяет на практике основные понятия, термины и определения при разработке темы. Обучающийся усвоил основные правила оформления курсового проекта, хорошо знаком с литературой по теме; может свободно составлять и описывать технологические схемы химических процессов; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.
хорошо	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний технологий производства органических соединений, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Обучающийся показывает достаточный уровень знания предложенной технологии синтеза целевого продукта, может применить на практике основные понятия, термины и определения при разработке темы; усвоил основные правила оформления курсового проекта, но допускает незначительные погрешности, в общих чертах знаком с литературой по теме; составляет технологические схемы химических процессов и способен описать их.
удовлетворительно	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может перечислить аппараты и материальные потоки на технологической схеме, знает основные понятия и определения, но при этом, допуская большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	Обучающийся показывает минимальный уровень знания предложенной технологии синтеза целевого продукта, знает основные понятия, термины и определения при разработке темы; усвоил в основном правила оформления курсового проекта, но допускает большое число ошибок, плохо знаком с дополнительной литературой по теме; составляет с ошибками технологические схемы химических процессов.
неудовлетворительно	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может написать основные реакции, лежащие в основе химических процессов; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	Обучающийся показывает недостаточный уровень знания предложенной технологии синтеза целевого продукта; не знает основные понятия, термины и определения при разработке темы; не усвоил правила оформления курсового проекта, допускает большое число ошибок, не знаком с дополнительной литературой по теме; с большим трудом описывает технологические схемы химических процессов.
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание достаточный уровень знаний технологий производства органических соединений, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может свободно читать технологические схемы химических процессов; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может написать основные реакции, лежащие в основе химических процессов; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	

**10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

**10.2.1. Перечень вопросов к экзамену, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
<b>Вопросы к экзамену для студентов заочного обучения 7 семестр</b>		
1	Краткая характеристика нефти как источника углеводородного сырья: элементный и углеводородный состав, классификация по органическим соединениям. Характеристика месторождений нефти	1
2	Первичная переработка нефти (прямая гонка) – светлые топливные фракции; характеристика фракций (бензин, лигроин, керосин и газойль). Характеристика и переработка мазута и гудрона. Октановая шкала. Способы повышения октанового числа	1,3
3	Способы охлаждения газовых смесей	2
4	Физические свойства и основные направления химической переработки бензола: хлорирование, алкилирование, сульфирование, гидрирование, окисление и нитрование	3
5	Риформинг-процесс: характеристика термического и каталитического риформинга. Химические реакции, протекающие при риформинге (основные и побочные).	3
6	Характеристика продуктов, образующихся в процессе термического крекинга и пиролиза: зависимость состава продуктов от температуры, давления, времени контакта и вида используемого сырья	4
7	Общая характеристика крекинга. Термический крекинг. Диеновый синтез (понятие об ароматизации углеводородов в процессе крекинга и пиролиза); реакции расщепления С-С связей в олефинах, получаемые продукты	4
8	Вторичная переработка нефти. Общая характеристика крекинга. Химические реакции термического крекинга и пиролиза: первичные реакции расщепления С-С и С-Н связей в углеводородах, образующиеся продукты. Механизм реакций расщепления	4
9	Крекинг под высоким и низким давлением, характеристика сырья и получаемых продуктов. Характеристика пиролиза, используемое сырье; факторы, влияющие на выходы олефинов в процессе пиролиза. Получаемые продукты.	4
10	Методы разделения газовых смесей при различных процессах крекинга и пиролиза. Конденсационно-ректификационный метод (основной принцип работы)	4
11	Подготовка газовых смесей к разделению: очистка газов крекинга и пиролиза от примесей CO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> S методом хемосорбции. Очистка пирогаза от ацетиленовых производных	4
12	Каталитический крекинг. Характеристика катализаторов. Механизм реакции расщепления парафинов. Получаемые продукты	4
13	Каменный уголь. Основные направления переработки каменного угля. Характеристика состава коксового газа. Получаемые продукты.	5
14	Физико-химические свойства ацетилена. Состав газов пиролиза метана и их разделение. Сравнение методов получения ацетилена.	6
15	Получение ацетилена из углеводородов. Регенеративный, гомогенный и окислительный пиролиз, основные понятия	6
16	Ацетилен. Физико-химические свойства ацетилена. Получение ацетилена из карбида кальция: генераторы «мокрого» и «сухого» типов.	6
17	Ацетилен. Физико-химические свойства ацетилена. Получение ацетилена из углеводородов. Механизм пиролиза метана	6
18	Общая характеристика жидкофазного радикально-цепного хлорирования. Получаемые продукты	7
19	Механизм радикально-цепного хлорирования алканов	7
20	Галогенирование. Термодинамика реакций галогенирования. Галогенирующие агенты	7
21	Галогенирование. Характеристика способов галогенирования: заместительное (субститутивное), присоединительное (аддитивное) и расщепление хлорпроизводных	7
22	Ионно-каталитическое галогенирование. Присоединение галогенов по С=C связям. Получаемые продукты	8
23	Реакция хлоргидрирования. Получаемые продукты	8
24	Гидрогалогенирование по С≡С связи. Механизм реакции гидрохлорирования	8
25	Гидрогалогенирование по С=C связи. Механизм реакции гидрогалогенирования. Получаемые продукты.	8

26	Процессы фторирования. Фторирование фтором и высшими фторидами металлов. Механизм фторирования углеводородов молекулярным фтором	9
27	Технология фторирования углеводородов высшими фторидами металлов (на примере $\text{CoF}_3$ ).	9
28	Способы получения и применение фторорганических мономеров – тетрафторэтилена, трифторхлорэтилена, винилфторида, винилиден-фторида и гексафторпропилена	10
29	Хладоны (фреоны). Номенклатура хладонов (фреонов)	10
30	Электрохимическое фторирование. Фторирование фторидом водорода и его солями (реактив Свартса).	11
<b>Вопросы к экзамену для студентов заочного (8 семестр) и очного (7 семестр) обучения</b>		
31	Нитрование парафинов, закономерности процесса. Механизм реакции нитрования парафинов	12
32	Нитрование ароматических соединений. Механизм реакции нитрования бензола	12
33	Химия и теоретические основы процесса этерификации, используемые катализаторы, получаемые продукты.	13
34	Общая характеристика реакций этерификации, термодинамика и механизм этерификации	13
35	Общая характеристика и классификация реакций алкилирования (по типу вновь образующейся связи)	14,15
36	Общая характеристика и классификация реакций алкилирования (по различию в строении вводимой алкильной группы)	14,15
37	Общая характеристика реакций алкилирования. Алкилирующие агенты и катализаторы	14,16
38	Общая характеристика реакций алкилирования. Механизм реакции алкилирования ароматических углеводородов олефинами в присутствии хлорида алюминия	14,16
39	Общая характеристика и классификация реакций окисления	17
40	Общая характеристика реакций окисления. Окислительные агенты	17
41	Гетерогенно-каталитическое окисление углеводородов и их производных. Гетерогенные катализаторы окисления	18
42	Механизм реакций гидрирования и дегидрирования	19
43	Общая характеристика реакций дегидрирования и гидрирования углеводородов, катализаторы, используемые в этих процессах	19
44	Классификация реакций дегидрирования (C-C-, C-O- и C-N-дегидрирование).	19
45	Классификация реакций гидрирования (или гидрогенизации)	20
46	Общая характеристика и классификация реакций гидролиза	22
<b>Вопросы к экзамену для студентов очного обучения (8 семестр)</b>		
47	Общая характеристика реакций гидратации олефинов, их научные основы, получаемые продукты	23
48	Жидкофазная и газофазная дегидратация, основные закономерности реакции. Получаемые продукты	23
49	Общая характеристика реакций на основе оксида углерода, синтез метанола из оксида углерода и водорода: механизм образования метанола на оксидных катализаторах	24
50	Синтез карбоновых кислот на основе оксида углерода, механизм реакции и роль йодных промоторов	24
51	Химия и теоретические основы процесса сульфатирования спиртов	25
52	Химия и теоретические основы процесса сульфатирования олефинов	25
53	Процессы сульфирования олефинов, отличие их от сульфатирования. Получаемые продукты типа $\alpha$ -алкенсульфонатов	25
54	Сульфирование ароматических соединений. Получаемые продукты: нефтяные и синтетические алкиларенсульфонаты	26
55	Химия и теоретические основы реакции сульфирования ароматических соединений олеумом и свободным триоксидом серы	26
56	Общая характеристика реакций сульфирования. Сульфирование ароматических соединений. Химия и теоретические основы процесса	26
57	Технология процесса сульфоокисления	27
58	Сульфохлорирование парафинов: основные закономерности реакции	27
59	Сульфоокисление парафинов: основные закономерности реакции	27
60	Общие закономерности процесса амидирования. Амидирование азотистых соединений. Получаемые продукты	28
61	Общие закономерности процесса амидирования. Получение карбаматов (уретанов).	28

62	Синтез кремнийорганических соединений: другие реакции алкилирования по атому кремния	29
63	Алюминийорганические соединения: производство линейных $\alpha$ -олефинов	30

**10.2.2. Перечень вопросов к зачету, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
<b>Вопросы к зачету для студентов очного обучения (6 семестр)</b>		
1	Характеристика нефти как источника углеводородного сырья: элементный и углеводородный состав, классификация по органическим соединениям. Характеристика месторождений нефти	1
2	Первичная переработка нефти (прямая гонка) – светлые топливные фракции; характеристика фракций (бензин, лигроин, керосин и газойль). Характеристика и переработка мазута и гудрона. Октановая шкала. Способы повышения октанового числа	1
3	Способы охлаждения газовых смесей	2
4	Физические свойства и основные направления химической переработки бензола: хлорирование, алкилирование, сульфирование, гидрирование, окисление и нитрование	3
5	Риформинг-процесс: характеристика термического и каталитического риформинга. Химические реакции, протекающие при риформинге (основные и побочные).	3
6	Характеристика продуктов, образующихся в процессе термического крекинга и пиролиза: зависимость состава продуктов от температуры, давления, времени контакта и вида используемого сырья	4
7	Общая характеристика крекинга. Термический крекинг. Диеновый синтез (понятие об ароматизации углеводородов в процессе крекинга и пиролиза); реакции расщепления C-C связей в олефинах, получаемые продукты	4
8	Вторичная переработка нефти. Общая характеристика крекинга. Химические реакции термического крекинга и пиролиза: первичные реакции расщепления C-C и C-H связей в углеводородах, образующиеся продукты. Механизм реакций расщепления	4
9	Крекинг под высоким и низким давлением, характеристика сырья и получаемых продуктов. Характеристика пиролиза, используемое сырье; факторы, влияющие на выходы олефинов в процессе пиролиза. Получаемые продукты.	4
10	Методы разделения газовых смесей при различных процессах крекинга и пиролиза. Конденсационно-ректификационный метод (основной принцип работы)	4
11	Подготовка газовых смесей к разделению: очистка газов крекинга и пиролиза от примесей CO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> S методом хемосорбции. Очистка пирогаза от ацетиленовых производных	4
12	Каталитический крекинг. Характеристика катализаторов. Механизм реакции расщепления парафинов. Получаемые продукты	4
13	Каменный уголь. Основные направления переработки каменного угля. Характеристика состава коксового газа. Получаемые продукты.	5
14	Физико-химические свойства ацетилена. Состав газов пиролиза метана и их разделение. Сравнение методов получения ацетилена.	6
15	Получение ацетилена из углеводородов. Регенеративный, гомогенный и окислительный пиролиз, основные понятия	6
16	Ацетилен. Физико-химические свойства ацетилена. Получение ацетилена из карбида кальция: генераторы «мокрого» и «сухого» типов.	6
17	Ацетилен. Физико-химические свойства ацетилена. Получение ацетилена из углеводородов. Механизм пиролиза метана	6
18	Общая характеристика жидкофазного радикально-цепного хлорирования. Получаемые продукты	7
19	Механизм радикально-цепного хлорирования алканов	7
20	Галогенирование. Термодинамика реакций галогенирования. Галогенирующие агенты	7
21	Галогенирование. Характеристика способов галогенирования: заместительное (субститутивное), присоединительное (аддитивное) и расщепление хлорпроизводных	7
22	Ионно-каталитическое галогенирование. Присоединение галогенов по C=C связям. Получаемые продукты	8
23	Реакция хлоргидрирования. Получаемые продукты	8
24	Гидрогалогенирование по C=C связи. Механизм реакции гидрохлорирования	8
25	Гидрогалогенирование по C=C связи. Механизм реакции гидрогалогенирования.	8

	Получаемые продукты.	
26	Процессы фторирования. Фторирование фтором и высшими фторидами металлов. Механизм фторирования углеводородов молекулярным фтором	9
27	Способы получения и применение фторорганических мономеров – тетрафторэтилена, трифторхлорэтилена, винилфторида, винилиден-фторида и гексафторпропилена	10
28	Хладоны (фреоны). Номенклатура хладонов (фреонов)	10
29	Электрохимическое фторирование. Фторирование фторидом водорода и его солями (реактив Свартса).	11
<b>Вопросы к зачету для студентов заочного обучения (9 семестр)</b>		
30	Общая характеристика реакций гидратации олефинов, их научные основы, получаемые продукты	23
31	Жидкофазная и газофазная дегидратация, основные закономерности реакции. Получаемые продукты	23
32	Общая характеристика реакций на основе оксида углерода, синтез метанола из оксида углерода и водорода: механизм образования метанола на оксидных катализаторах	24
33	Синтез карбоновых кислот на основе оксида углерода, механизм реакции и роль йодных промоторов	24
34	Химия и теоретические основы процессов сульфатирования спиртов и олефинов	25
35	Сульфирования олефинов. Получаемые продукты типа $\alpha$ -алкенсульфонатов	25
36	Общая характеристика реакций сульфирования. Сульфирование ароматических соединений. Химия и теоретические основы процесса. Получаемые продукты: нефтяные и синтетические алкиларенсульфонаты	26
37	Технология процесса сульфоокисления	27
38	Сульфохлорирование парафинов: основные закономерности реакции	27
39	Общие закономерности процесса амидирования. Амидирование азотистых соединений. Получаемые продукты	28
40	Синтез кремнийорганических соединений: другие реакции алкилирования по атому кремния	29
41	Алюминийорганические соединения: производство линейных $\alpha$ -олефинов	30

### 10.2.3 Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	Какие существуют природные сырьевые источники для производства органических веществ?	К природным продуктам, используемым в производстве органических веществ, следует отнести воздух, воду, минеральные соли, природный газ, нефть, каменный уголь, сланцы, древесину.
2	Состав нитрующей смеси в процессах нитрования бензола и его производных?	В состав нитрующей смеси входят азотная и серная кислоты.
3	В чем заключается подготовка сырья при радикально-цепном хлорировании метана и этана?	Прежде всего, обязательная осушка исходных веществ и применение испаренного хлора.
4	Что получается в результате альдольной конденсации <i>n</i> -масляной кислоты?	2-Этилгексанол.
5	Какие стадии включает технологический процесс?	Стадии: подготовка исходного сырья и катализатора (если он есть), непосредственно синтез и выделение и очистка целевого продукта.

### 10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

#### 10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена, зачета и защите курсового проекта и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная\*

**10.3.3. Особенности проведения экзамена, зачета и защиты курсового проекта:**

- Время на подготовку ответа по билету 45 минут.
- Защита курсового проекта состоит из доклада студента по содержанию с презентацией материалов в программе PowerPoint на 5 минут и ответов на вопросы.