

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Б1.В.ДВ.05.01</b> <small>(индекс дисциплины)</small>	<b>Химия и технология элементоорганических соединений</b> <small>(Наименование дисциплины)</small>
Кафедра: <b>12</b> <small>Код</small>	<b>Органическая химия</b> <small>(Наименование кафедры)</small>
Направление подготовки:	<b>18.04.01 Химическая технология</b>
Профиль подготовки:	<b>Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза</b>
Уровень образования:	<b>магистратура</b>

### 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>144</b>		
	Аудиторные занятия	<b>54</b>		
	Лекции	18		
	Лабораторные занятия	36		
	Практические занятия			
	Самостоятельная работа	<b>54</b>		
	Промежуточная аттестация	36		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	3		
	Зачет			
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>4</b>		

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

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 180401 Химическая технология

и на основании учебного плана № m180401.12-12\_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 у студентов прочные знания о строении, химических свойствах, получении и современных технологиях производства элементоорганических соединений.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Освоение студентами знаний об основах химии элементоорганических соединений (ЭОС), технологиях их получения и важнейших направлениях практического использования.
- Формирование навыков синтеза и исследования свойств ЭОС, составления принципиальных технологических схем.
- Закрепление и расширение изучаемого материала в результате лабораторной и самостоятельной работы.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОК-5	способность к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности	1,2
<b>Планируемые результаты обучения</b> <b>Знать:</b> 1) химические свойства главных типов ЭОС, 2) технологические схемы производства важнейших элементоорганических соединений, 3) основные направления практического использования ЭОС. <b>Уметь:</b> 1) использовать полученные знания об элементоорганических соединениях в практической деятельности в качестве специалиста в области химии и технологии тонкого органического синтеза, 2) пользоваться современными источниками научной информации, <b>Владеть:</b> 1) навыками экспериментальной работы с ЭОС (синтез и определение физико-химических свойств), 2) техникой безопасности при работе с ЭОС		
ПК-5	готовность к совершенствованию технологического процесса - разработке мероприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов производства, к исследованию причин брака в производстве и разработке предложений по его предупреждению и устранению	1,2
<b>Планируемые результаты обучения</b> <b>Знать:</b> 1) основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, 2) основные реакционные процессы химической технологии. <b>Уметь:</b> 1) рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства; 2) определить параметры наилучшей организации технологического процесса. <b>Владеть:</b> 1) методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.		

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

История и методология химической технологии органических веществ (ОК-5);

Дополнительные главы химии: катализ в органической химии и технологии органических веществ (ПК-5).

**2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Введение в химию элементоорганических соединений</b>			
<b>Тема 1.</b> История возникновения химии ЭОС и их значение Возникновение элементоорганической химии как результат взаимодействия органической и неорганической химии. Развитие химии и технологии ЭОС в России и за рубежом. Вклад отечественных ученых. Понятие ЭОС, металлоорганических соединений (МОС). Место химии ЭОС в системе химических наук. Требования, предъявляемые современной техникой к материалам: экстремальные параметры и новые свойства. Техническое значение важнейших классов элементоорганических соединений. Особенности свойств ЭОС, обуславливающих экономическую эффективность их применения. Роль ЭОС в химии и технологии высокомолекулярных соединений. Роль ЭОС в каталитических и биохимических процессах. Общая характеристика свойств ЭОС существенных для безопасности работы и охраны окружающей среды. Качество и стандартность	7		
<b>Тема 2.</b> Особенности химических связей и реакционной способности ЭОС Особенности химических связей, образуемых элементами органическими и элементами неорганическими. Строение электронных оболочек, размер атомов и электроотрицательность. Участие вакантных низколежащих <i>p</i> - и <i>d</i> -орбиталей в образовании химических связей. Свойства <i>d</i> -орбиталей, образование $\sigma$ - и $\pi$ -связей с их участием. Способы образования связей переходных металлов с многоэлектронными лигандами. Особенности реакционной способности элементоорганических соединений. Электрофильные и нуклеофильные реакции у атома элемента. Роль вакантных орбиталей в образовании переходных состояний. Механизм $S_N2$ (Э). Способность к комплексообразованию и влияние его на реакционную способность ЭОС. Техничко-экономические аспекты применения подходящих сред в реакциях ЭОС. Способность элементов к образованию гомоцепных и гетероцепных полимеров.	10		
<b>Текущий контроль 1.</b> Устный опрос	1		
<b>Учебный модуль 2. Основные классы ЭОС I-IV групп</b>			
<b>Тема 3.</b> Органические производные элементов I-II групп Общая характеристика металлоорганических соединений I-II групп. Особенности строения литий- и магнийорганических соединений. Способы получения бутиллития и его применение в синтезе полимеров. Реактивы Гриньяра. Роль литий и магнийорганических соединений в синтезе других органических и элементоорганических соединений.	8		
<b>Тема 4.</b> Органические производные бора Общая характеристика борорганических соединений и их значение. Способы образования связей в органических производных бора. Участие вакантной <i>p</i> -орбитали. Способы получения борорганических соединений. Образование производных четырехкоординационного бора. Двоесвязанность и доказательство ее существования. Боразол. Многоцентровые связи. Строение боранов. Карбораны: строение и свойства. Химические свойства борорганических соединений. Комплексообразование и каталитические свойства производных бора. Борорганические соединения в качестве мономеров.	8		
<b>Тема 5.</b> Алюминийорганические соединения (АОС) Особенности строения АОС и их реакционной способности. Важнейшие представители АОС, имеющие техническое значение. Триэтилалюминий, триизобутилалюминий, диэтилалюминийхлорид, высшие алюминийалкилы. Химические свойства и техника безопасности при работе с АОС. Производство триэтил-	14		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
лалюминия. Прямой синтез алюминийорганических соединений. Техника безопасности и условия технологических процессов, их аппаратное оформление. Значение АОС для синтеза органических, элементоорганических соединений. Катализаторы Циглера-Натта и др. Лабораторная работа №1			
<b>Тема 6. Кремнийорганические соединения (КОС)</b> Сходство и различие углерода и кремния и их производных. Получение чистого кремния и его применение. Особенности КОС и их техническое значение. Основные схемы получения КОС, исходя из чистого кремния и четыреххлористого кремния. Номенклатура кремнийорганических соединений. Реакционная способность КОС. Механизм реакции $S_{\text{N}}2$ у атома кремния. Ассортимент кремнийорганических мономеров и требования к ним. Пути получения КОС. Магнийорганический синтез. Прямой синтез хлорсиланов. Синтезы на основе гидросиланов. Дегидроконденсация хлорсиланов с углеводородами. Конденсация гидросиланов с галогенпроизводными. Присоединение гидросиланов к непредельным соединениям. Механизмы каталитического процесса. Аппаратное оформление синтезов. Технологические схемы процессов. Техника безопасности при работе с КОС. Новые направления развития химии КОС.	7		
<b>Тема 7. Свинец- и оловоорганические соединения</b> Оловоорганические соединения. Методы синтеза и основные химические свойства. Применение оловоорганических соединений. Общие свойства свинецорганических соединений. Распад с образованием радикалов. Механизм и характеристика антидетонационного действия. Синтезы тетраэтилсвинца из свинцово-натриевого сплава. Механизм и условия ведения процесса. Технологическое оформление. Принципы электрохимических методов синтеза тетраэтилсвинца (со свинцовым катодом и анодом). Лабораторная работа №2	14		
<b>Текущий контроль 2. Устный опрос</b>	3		
<b>Текущий контроль 2. Защита отчета по лабораторной работе</b>	2		
<b>Учебный модуль 3. Основные классы ЭОС V-VIII групп</b>			
<b>Тема 8. Фосфорорганические соединения (ФОС)</b> История развития химии ФОС. Техническое значение химии ФОС, как самостоятельной отрасли элементоорганической химии и технологии. Систематизация, основные классы соединений фосфора и основы номенклатуры. Основные способы образования связи фосфор-углерод. Особенности связей, образуемых фосфором. Реакционная способность соединений трехвалентного фосфора. Проявление бифильности. Фосфины, методы получения и реакционная способность. Фосфониевые соли и фосфиноксиды. Производные фосфинистых и фосфонистых кислот. Реакция Арбузова, ее значение в химии ФОС и механизм. Реакции соединений со связью P-N. Илиды фосфора, реакция Виттига, ее механизм и значение в синтезе непредельных соединений. Производные фосфиновых и фосфоновых кислот. Типы нуклеофильного замещения у тетраэдрического атома фосфора, стереохимия и механизм. Получение хлорофоса. Фосфорорганические мономеры. Фосфонитрилхлорид и его производные. Особенности строения. Перспективы применения ФОС в производстве полимерных материалов. Лабораторная работа №3	15		
<b>Тема 9. Фторорганические соединения</b> Специфические свойства органических производных фтора. Основные типы и техническое значение фторсодержащих мономеров. Способы синтеза фторорганических соединений на основе предельных и непредельных углеводородов. Прямое фторирование. Косвенное фторирование с помощью переносчиков фтора. Синтезы на основе обмена хлора на фтор. Гидрофторирование предельных соединений. Пиролиз перфторуглеводородов. Дегидрохлорирование фторхлоруглеводородов.	8		
<b>Тема 10. Металлорганические соединения (МОС)</b> Значение МОС в развитии химической теории и практическое применение.	6		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Особенности образования связей углерод- переходный металл. Типы связей, образуемых между лигандом и переходным металлом. Развитие представлений о природе химической связи. Многообразие МОС и основы их классификации. π-Комплексы переходных металлов и их строение, получение и основные свойства. Роль π-комплексов в каталитических процессах с участием непредельных соединений. Механизм реакции гидрирования. Карбонилы металлов. Практическое значение важнейших карбониллов: тетракарбонила никеля, пентакарбонила железа, дикоальтоктакарбонила. Техника безопасности при производстве, хранении и применении карбониллов металлов. Получение чистых металлов по карбонильной технологии. Синтезы на основе карбониллов никеля и кобальта: карбонилирование ацетиленов, оксосинтез, синтез углеводородов из СО и Н <sub>2</sub> О (реакция Фишера-Тропша). Значение реакции гидроформилирования и ее механизм. Механизм стереорегулирования процессов полимеризации на металлокомплексных катализаторах. Типы катализаторов стереоспецифической полимеризации. Катализаторы Циглера-Натта, представления о строении, роль алюминийорганической составляющей. π-Аллильный лиганд, способ его связывания с переходным металлом. Новые поколения металлокомплексных катализаторов полимеризации. Реакции метатезиса и полимеризации циклоолефинов.			
<b>Текущий контроль 3. Устный опрос</b>	<b>1</b>		
<b>Текущий контроль 3. Защита отчета по лабораторной работе №2</b>	<b>2</b>		
<b>Текущий контроль 3. Защита отчета по лабораторной работе №3</b>	<b>2</b>		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)</b>	<b>36</b>		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</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	3	1				
2	3	2				
3	3	2				
4	3	1				
5	3	2				
6	3	2				
7	3	2				
8	3	2				
9	3	2				
10	3	2				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>18</b>				

#### 3.2. Практические и семинарские 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)
5	Получение алюминийалкилов	3	12				
7	Синтез фосфорорганических соединений	3	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)
8	Синтез фторорганических соединений	3	12				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>36</b>				

#### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

#### 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
1,2,3	Устный опрос	3	3				
2,3	Защита отчета по лабораторной работе	3	3				

#### 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	3	44				
Подготовка к лабораторным занятиям	3	10				
Подготовка к экзамену	3	36				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>54+36</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, разбор строения и специфических химических свойств ЭОС	2		
Лабораторные занятия.	Работа в группе. Анализ и проработка результатов лабораторных работ	5		
<b>ВСЕГО:</b>		<b>7</b>		

##### 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. Кристоф Эльшенбройх. Металлоорганическая химия [Электронный ресурс] / Кристоф Эльшенбройх. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.- 747 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37057>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Реутов О.А. Органическая химия. Часть 4 [Электронный ресурс]/ Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – Классический университетский учебник. - 2013.- 727 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4603>.— ЭБС «IPRbooks».

#### б) дополнительная учебная литература

3. Биометаллоорганическая химия [Электронный ресурс]/ Ж. Жауэн [и др.]- Электрон. текстовые данные.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.- 503 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37021>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Коваленко Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Коваленко Л.В.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.- 230 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4608>.— ЭБС «IPRbooks».

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

1. Венер, М.В. Строение молекул и основы квантовой химии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Венер М.В.— М.: Московский городской педагогический университет, 2010.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26626>.— ЭБС «IPRbooks».
2. 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».
3. Григорьева, Л.С. Прикладная химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Григорьева Л.С., Орлова А.М., Трифонова О.Н.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 216 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35439>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Фармацевтическая химия [Электронный ресурс]: учебник/ Э.Н. Аксенова [и др.].— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 468 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42305>.— ЭБС «IPRbooks».

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

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>
2. Химическая информационная сеть [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chemnet.ru>
3. Химическая информационная сеть [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chemnavigator.com>

### 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 (ноутбук, медиапроектор);
2. Учебные лаборатории по химии и технологии органических веществ.  
Перечень используемого лабораторного оборудования: приборы (испаритель роторный LABOROTA-4000), установки для синтеза (прямая, фракционная, вакуумная перегонки), химреактивы, химическая посуда, спектрофотометр СФ-2000.

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

Компьютерные презентации по следующим темам: «Основные этапы развития химии ЭОС», «Специфика строения ЭОС», «ЭОС 1 и 2 групп ПС», «Литийорганические соединения», «Борорганические соединения», «Алюминийорганические соединения», «Фосфорорганические соединения», «Кремнийорганические соединения».

Плакаты: Виды перегонки: «Прямая перегонка», «Вакуумная перегонка», «Фракционная перегонка», «Перегонка с паром».

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Конспект лекционного материала. Знакомство с понятийным аппаратом (основные понятия, термины) дисциплины.
Лабораторные занятия	Лабораторные занятия способствуют приобретению навыков экспериментальной работы по синтезу органических соединений, что необходимо для подготовки обучающихся к научным исследованиям, они дают наглядное представление о химико-технологических процессах. Следует предварительно изучить учебно-методические указания по выполнению лабораторных работ.
Самостоятельная работа	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 экзамену. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться при участии преподавателя. При подготовке к экзамену необходимо проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, отчеты по лабораторным занятиям, получить консультацию у преподавателя. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или лекции.

## 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
ОК-5 (1,2)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Способен осуществить синтез основных представителей ЭОС в соответствии со знанием их физико-химических свойств и техники безопасности.</li> <li>Использует знание основ химии ЭОС и технологические схемы их производства.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Устное собеседование</li> <li>Практическое задание (задача).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Перечень вопросов к экзамену (50 вопросов)</li> <li>Практические задания (20 заданий)</li> </ol>
ПК-5 (1,2)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Понимает теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях.</li> <li>Использует методы определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Устное собеседование</li> <li>Практическое задание (задача).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Перечень вопросов к экзамену (50 вопросов)</li> <li>Практические задания (20 заданий)</li> </ol>

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

##### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практическое задание
отлично	Обучающийся показывает хороший уровень знаний в пределах основного учебного материала, выпол-	Правильное решение предложенной задачи. Написаны все

	няет предусмотренные программой задания; отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.	промежуточные и конечный продукты предложенной схемы реакций.
хорошо	Обучающийся демонстрирует достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; Допускает несущественные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении заданий устраняет их без помощи преподавателя.	Правильное решение предложенной задачи с несущественными ошибками. Написаны основные промежуточные и конечный продукты предложенной схемы реакций.
удовлетворительно	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество ошибок. Допускает существенные погрешности в ответе и при выполнении заданий.	Неправильное решение задачи. Получено несколько промежуточных продуктов реакции.
неудовлетворительно	Обучающийся не отвечает на вопросы билета (или не раскрывает сути вопросов), не может выполнить предложенные задания.	Задача не решена.

## 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
1	Основные этапы развития и значение химии элементоорганических соединений. Требования к современным материалам и пути их реализации.	1
2	Особенности строения и свойств элементоорганических соединений. Характеристика химических связей: Э-Э, С-Э, С-О-С, Э-О-Э, С-функциональная группа, Э-функциональная группа.	1
3	Образование $\sigma$ -связей С-Э с типичными и нетипичными элементами. Понятие о металлоидах и металлоорганических соединениях.	2
4	Особенности реакционной способности элементоорганических соединений (реакции $S_N$ ). Элемент как реакционный центр элементоорганических соединений.	2
5	Общие методы синтеза металлоорганических соединений	2
6	Элементоорганические соединения I группы главной подгруппы (Li, Na, K): природа связи С-Э, реакционная способность, получение и химические свойства. Особенности Li-органических соединений.	3
7	Li-Органические соединения: строение, получение и химические свойства. Взаимодействие с веществами, содержащими подвижный атом водорода, галогенами и карбонильными соединениями.	3
8	Значение элементоорганических соединений I группы (стереоспецифическое и не стереоспецифическое получение каучука и др.).	3
9	Натрий органические соединения и синтезы на их основе. Натриймалоновый и натрий ацетоуксусный эфиры.	3
10	Реакции металлизации с участием ЭОС I группы и их использование в современном органическом синтезе.	3
11	Элементоорганические соединения II группы главной подгруппы (Be, Mg, Ca, Sr, Ba): разнообразие реакционной способности.	4
12	Mg-Органические соединения: получение, строение и химические свойства.	3
13	Реактивы Гриньяра: получение и их использование в органической химии для получения различных классов органических соединений.	3
14	Элементоорганические соединения тяжелых металлов Zn, Cd, Hg.	4
15	Zn-Органические соединения: открытие, получение и химические свойства.	4
16	Cd, Hg-Органические соединения.	4
17	Элементоорганические соединения III группы. В- и Al-Органические соединения. Общая характеристика и движущая сила их реакционной способности.	4

18	В-Органические соединения: особенности строения, химически свойства и значение.	4
19	Al-Органические соединения: получение, особенности строения и химически свойства.	5
20	Комплексы алкилалюминия на примере катализаторов Циглера-Натта. Получение тактических ВМС на примере пропилена. Механизм действия катализаторов Циглера-Натта.	5
21	Алкилалюминийгидриды: получение, строение, свойства, применение.	5
22	Алюминийтриалкилы: получение, строение, свойства и применение.	5
23	Алкилалюминийгалогениды: строение, получение, химические свойства и применение.	5
24	Органобораны и органобораты: строение и основные свойства, применение.	5
25	Кремнийорганические соединения: методы синтеза, строение и основные химические превращения.	6
26	Кремнийорганические соединения: номенклатура, особенности строения и химических свойств.	6
27	Технологическая схема получения Si-органических соединений (через элементарный кремний и тетрахлорид кремния) и их промышленного использования.	6
28	Реакции гидросилилирования и их значение для современного органического синтеза.	6
29	Оловоорганические соединения: получение, строение и значение.	7
30	Химические свойства и основные пути использования оловоорганических соединений.	7
31	Представление о методах синтеза, строении и основных химических свойствах свинецорганических соединений.	7
32	Сравнительная характеристика свойств элементарорганических соединений V группы.	7
33	P-Органические соединения: строение атома P (гибридизация, конфигурация, координация, способность к образованию $\sigma$ - и $\pi$ -связей).	8
34	Основные классы P-органических соединений. Номенклатура. Способность соединений фосфора к таутомерии, оптической изомерии, различной координации.	8
35	Органофосфины: получение, строение, бифильность	8
36	Реакция Арбузова. Химические процессы фосфитов по схеме реакции Арбузова. Общая схема перехода соединений P (III) к соединениям P (V).	8
37	Соединения P (V). Кислые фосфиты: получение, строение, свойства	8
38	Фторорганические соединения: получение, строение и основные химические превращения.	9
39	Особенности строения и химических превращений фторорганических соединений.	9
40	Фторорганические соединения в современном органическом синтезе.	9
41	Сравнительная характеристика свойств металл- и неметаллорганических соединений.	9
42	Современные технологические процессы с использованием элементарорганических соединений.	
43	Ag- и Au-органические соединения: методы синтеза, основные химические и применение.	10
44	Основные типы металлорганических соединений (Li, Na, K) используемые в современном органическом синтезе.	10
45	Металлорганические соединения: природа химической связи и реакционная способность	10
46	Основные типы химических реакций металлорганических соединений с $\sigma$ -связями: реакции присоединения по кратным C=C, C=O, C=S связям.	10
47	Металлирование ароматических и гетероциклических соединений.	10
48	Реакции металлизации СН-кислот.	10
49	Использование реакций металлизации в современном органическом синтезе.	10
50	Значение элементарорганических соединений в современном органическом синтезе. Лабораторные и промышленные синтезы на основе ЭОС.	10

### 10.2.2 Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	Получите любым способом диизобутилалюминийгидрид (промышленный реактив ДИБАЛ-Н). Напишите взаимодействие полученного реагента с а) гексином-1, б) N,N-диметиламидом уксусной кислоты. Образующиеся продукты подвергните гидролизу, конечные продукты назовите, в) В качестве какого реагента используется указанный реагент в указанных реакциях?	а) цис-гексен-1, б) диметилэтиламин, в) восстанавливающий и алкилирующий агенты (а и б соответственно).

2	Получите триметилалюминий тремя различными способами и осуществите его взаимодействие а) с одной молекулой пропена, б) этанолом, в) диэтиламино, г) этилтиолом. Образующиеся продукты назовите. д) Какой из полученных продуктов является наиболее реакционно-способным, а какой наиболее устойчивым? Укажите причину.	а) диметил-1-метилпропилалюминий, б) диметилэтоксипропилалюминий, в) диметил-N,N-диэтилалюминий, г) диметилтиоэтилалюминий, д) диметил-1-метилпропилалюминий (а), диметилтиоэтилалюминий (д). <i>d-p</i> -сопряжение
3	Получите трипропилалюминий, используя в качестве исходных реагентов: Al, H <sub>2</sub> , AlH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> =CH-CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> и другие необходимые соединения. Полученный трипропилалюминий подвергните гидролизу, пиролизу, окислению, взаимодействию с этиленом. Какая из указанных реакций используется в промышленности для получения сверхчистого алюминия и используется для металлического напыления?	Пиролиз

**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 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:**

- Время на подготовку ответа по билету 40 минут.