



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
(подпись) (А.А. Капустина)  
« 11 » июля 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Синтез и исследование координационных, низко- и высокомолекулярных элементоорганических соединений

**Направление подготовки 04.03.01 Химия**

профиль «Фундаментальная химия»

**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 7, 8  
лекции 0 часов  
практические занятия 32 час.  
лабораторные работы 236 час.  
в том числе с использованием МАО лек. \_\_\_/пр. \_\_\_/лаб. 72 час.  
в том числе в электронной форме лек. \_\_\_/пр. \_\_\_/лаб. \_\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки 268 час.  
в том числе с использованием МАО 72 час.  
в том числе в электронной форме \_\_\_ час.  
самостоятельная работа 164 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 72 час.  
контрольные работы 7,8  
курсовая работа / курсовой проект 7-8 семестр  
зачет 8 семестр  
экзамен 7-8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС 3++, утвержденного 17.07.2017г., приказом Министерства образования и науки РФ №671.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН протокол № 14 от «01» июля 2019 г.

Заведующая кафедрой

Общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН к.х.н., доцент Капустина А.А.

Составитель: к.х.н., доцент Капустина А.А., к.х.н., доцент Тутов М.В., доцент Свистунова И.В.

Владивосток  
2019

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

## 1. Цели и задачи дисциплины:

**Цель дисциплины:** формирование практических навыков синтеза и исследования координационных, низко- и высокомолекулярных элементоорганических соединений.

### Задачи:

1. Формирование знаний современного состояния химии координационных, низко- и высокомолекулярных элементоорганических соединений, тенденций развития науки, возможности применения и использования получаемых соединений и материалов на их основе.

2. Формирование умений синтезировать и исследовать координационные, низко- и высокомолекулярные элементоорганические соединения, осуществлять эксперимент по очистке и анализу полученных соединений, проводить литературный поиск.

3. Формирование знаний, умений и навыков безопасной работы в лаборатории.

Для освоения данной дисциплины у студентов должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

Умение соотносить свойства вещества и способы их получения;

Знание правил безопасного обращения с веществами.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Синтез и исследование координационных, низко- и высокомолекулярных элементоорганических соединений» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: метод проектов, групповой разбор результатов лабораторных работ.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине обеспечивают формирование следующих компетенций:

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Общепрофессиональные навыки	<b>ОПК-1.</b> Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	<b>ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов <b>ОПК-1.2.</b> Предлагает

		<p>интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии</p> <p><b>ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</p>
	<p><b>ОПК-2.</b> Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p><b>ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p> <p><b>ОПК-2.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик</p> <p><b>ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе</p> <p><b>ОПК-2.4.</b> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования</p>

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объекты или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)
Тип задач профессиональной деятельности: <i>Научно-исследовательский</i>				
Осуществление вспомогательной научно-исследовательской	Химические элементы, вещества, материалы, сырьевые	<b>ПК-1.</b> Способен выбирать и использовать технические средства и методы	<b>ПК-1.1.</b> Планирует отдельные стадии синтеза координационных, низко- и	Анализ опыта, ПС: 19.002 26.003 26.014

ьской деятельности по решению фундаментальных задач химической направленности; разработка веществ и материалов, создание новых видов химической продукции	ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения	испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	высокомолекулярных соединений	40.011
				40.012
			<b>ПК-1.2.</b> Обобщает полученные в ходе выполнения практических и лабораторных занятий результаты в виде кратких отчетов и презентаций	40.033
			<b>ПК-1.3.</b> Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для исследования полученных координационных, низко- и высокомолекулярных соединений	40.136
			<b>ПК-1.4.</b> Проводит синтез координационных, низко- и высокомолекулярных соединений	

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Не предусмотрена учебным планом.

## II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практическая часть курса включает в себя лабораторные работы в объеме 236 часов и практические занятия в объеме 32 часа. Лабораторные и практические занятия разбиты на модули:

**Модуль 1-** низкомолекулярные и высокомолекулярные элементоорганические соединения;

**Модуль 2-** координационные соединения.

Интерактивные методы, применяемые на лабораторном практикуме (72 часов): Проект (Работа в малых группах. Индивидуальная работа.) Кейс-стади (Моделирование производственных ситуаций.)

**Модуль 1. Низкомолекулярные и высокомолекулярные элементоорганические соединения (144 часов)**

**Тема 1. Техника лабораторных работ (14 час.). В том числе с**

**использованием МАО 10 ч.**

### **Занятие №1. Лабораторная работа.**

**Тема:** Техника безопасности. Общие приемы работы по элементоорганическому синтезу. Техника лабораторных работ. Ведение лабораторного журнала. (2 час.)

**Цель:** Ознакомить студентов с правилами соблюдения техники безопасности в лаборатории синтеза элементоорганических соединений, техникой лабораторных работ, правилами ведения лабораторного журнала

**Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

**Задание на дом:** Подготовка сообщения о полученных результатах

### **Занятие №2. Лабораторная работа.**

**Тема:** Методы подготовки растворителей (способы очистки, осушения, перегонки) (4час.)

**Цель:** Познакомить студентов со способами очистки, осушения, перегонки органических растворителей

**Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

#### **Ход занятия:**

- Студенты получают индивидуальные задания по литературному поиску оптимальных методик очистки растворителей;
- производится выбор оптимальной методики;
- студент собирает лабораторную установку для очистки растворителя;
- студент производит очистку полученного образца растворителя по выбранной методике;
- определение чистоты полученного растворителя.

#### **Примеры методик очистки растворителей:**

##### **Метод очистки бензола:**

Бензол токсичен, легко воспламеняется.  $T_{\text{кип}}=79-80^{\circ}\text{C}/760$  мм рт. ст.,  $n_D^{20}$  1,5007. Для удаления воды бензол кипятят с насадкой Дина-Старка в течение 4 часов, выдавливают в него натриевую проволоку, еще раз кипятят с обратным холодильником и отгоняют при нормальном давлении. Если

требуется особо сухой растворитель (например, в металлоорганических реакциях) его кипятят с обратным холодильником над натриевой проволокой с добавлением небольшого количества бензофенона до образования кетила бензофенона (синее окрашивание). Затем бензол отгоняют при нормальном давлении и хранят над натриевой проволокой.

### **Метод очистки диэтилового эфира**

Диэтиловый эфир очень легко воспламеняется.  $T_{\text{кип}}=34-35^{\circ}\text{C}/760$  мм рт. ст.,  $n_D^{20}$  1,3527. Растворитель высушивают 2 дня над безводным хлоридом кальция, фильтруют, выдавливают в него натриевую проволоку и после добавления небольшого количества бензофенона кипятят с обратным холодильником до появления синего окрашивания (кетил бензофенона). Если образование кетила не начинается, растворитель отогнать, выдавить в него свежую натриевую проволоку и повторить операцию. Затем отгоняют и хранят над натриевой проволокой.

**Задание на дом:** Подготовка сообщения об одном из изученных методов.

### **Занятие №3. Лабораторная работа.**

**Тема:** Способы подготовки исходных соединений: перекристаллизация, вакуумная перегонка (8 час.)

**Цель:** Ознакомить студентов со способами очистки, перекристаллизации, осушения, вакуумной перегонки исходных соединений

**Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

#### **Ход занятия:**

- Студенты получают индивидуальные задания по литературному поиску оптимальных методик очистки одного из исходных соединений;
- производится выбор оптимальной методики;
- студент собирает лабораторную установку для очистки соединения;
- студент производит очистку полученного образца соединения по выбранной методике;
- определение физических характеристик соединения.

## **Примеры методик:**

### **Очистка соединений методом перегонки под вакуумом:**

Перегонка под вакуумом – способ разделения смеси жидких веществ, основанный на различной температуре кипения компонентов смеси в вакууме. Особое значение имеет при перегонке термолабильных веществ. В вакууме вещества кипят гораздо с меньшей температурой.

Перегонка под вакуумом применяется для:

1. Разделения жидких смесей веществ, различающихся по температуре кипения (менее 60 °С – с дефлегматором, с более 60 °С – простая перегонка) и имеющих высокую температуру кипения. Пример: выделение ДМСО из смеси ацетон (т. кип. 56 °С)/диметилсульфоксид (ДМСО) (т. кип. 189 °С с разложением при 1 атм., ~60 °С в вакууме водоструйного насоса без разложения).
2. Отделения высоко кипящего жидкого вещества от нелетучих примесей (твердых компонентов). Пример: перегонка ДМСО над гидридом кальция (не летуч).
3. Разделения смесей неразделимых при атмосферном давлении. Пример: разделение азеотропной смеси этанол/вода. Этанол кипит при 70 мм. рт. ст. при 28 °С без образования азеотропа с водой.
4. Часто перегонка под вакуумом используется для очистки продажных высоко кипящих растворителей, реактивов, для очистки и выделения термолабильных или высоко кипящих продуктов реакций.

Важно! Все шлифы прибора должны быть смазаны вакуумной смазкой для получения высокого вакуума. Применяют колбы только с круглым дном. Все работы под вакуумом проводятся в очках, в вытяжном шкафу.

Следует помнить, что в вакууме обычные кипелки не работают и необходимо использовать капилляр, деревянную палочку (перегонка на венике) или магнитную мешалку.

При правильной скорости перегонки на термометре всегда удерживается капля жидкости, если ее нет – раствор перегрет. Нормальная скорость перегонки, если

из холодильника стекает 1 капля в 2-3 сек. При длительных перегонках приемные колбы помещают в охлаждающие бани. Если вещество начинает кристаллизоваться при перегонке охлаждение следует отключить, чтобы горячие пары вещества растворили выпавший осадок.

После окончания перегонки охлаждают прибор и лишь потом отключают вакуум. При этом сначала впускают в прибор воздух (или инертный газ) и лишь затем выключают насос.

**Задание на дом:** Подготовка сообщения о полученных результатах

**Тема 2. Методы исследования состава и структуры элементоорганических соединений (24 час.). В том числе с использованием МАО 12 ч.**

**Занятие №1 Лабораторная работа.**

**Тема:** Аналитические работы по определению содержания элементов в элементоорганических соединениях **(18 час.)**

**Цель:** Ознакомить студентов с методиками определения содержания элементов в элементоорганических соединениях: гравиметрический, фотометрический,

**Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

**Ход занятия:**

- Студенты получают индивидуальные задания по литературному поиску методик определения содержания элементов в элементоорганических соединениях;
- производится выбор оптимальной методики;
- студент производит определения содержания элементов в полученном образце соединения по выбранной методике.

**Примеры методик элементного анализа:**

**Определение содержания кремния гравиметрическим методом**

К навеске полимера (0,2-0,3г) прибавляют 2,5 г иодата калия и 25 мл концентрированной серной кислоты, смесь нагревают до прекращения выделения паров серного ангидрида. К остатку добавляют 50 мл соляной кислоты (2:3), объем доводят водой до 400 мл и нагревают до кипения. Образовавшийся осадок кремневой кислоты отфильтровывают, промывают 5%-

ным раствором соляной кислоты и водой. Содержание кремния вычисляют по формуле:

$\%Si = m/a \cdot 46,72$ , где 46,72 - фактор пересчета, m - вес осадка, a - навеска.

### **Определение содержания натрия методом обратного титрования**

К навеске фенилсиликоната натрия (0,2-0,3 г) прибавляют 20 мл воды и 25 мл 0,1 н соляной кислоты. Раствор нагревают, чтобы полнее прошел гидролиз, добавляют несколько капель фенолфталеина. Избыток кислоты титруют 0,1 н раствором едкого натра. Процентное содержание натрия рассчитывали по формуле:

$$\%Na = \frac{N_k \cdot \mathcal{E}_{Na} \cdot 100}{a \cdot 1000} \cdot \left( V_k - \frac{N_{щ} \cdot V_{щ}}{N_k} \right)$$

$N_k, V_k$  – нормальность и объем кислоты,

$N_{щ}, V_{щ}$  – нормальность и объем щелочи,

$\mathcal{E}_{Na}$  – эквивалент натрия, a – навеска.

### **Определение содержания кобальта фотометрическим методом**

а) построение калибровочного графика:

К анализируемому раствору, содержащему до 1 мг кобальта, в мерной колбе емкостью 50 мл прибавляем HCl в таком количестве, чтобы в конечном объеме ее концентрация составляла 0,5 н. Вводили 10 мл роданида калия. Прибавляли 25 мл ацетона, смесь разбавляли водой до метки, измеряли оптическую плотность  $\lambda = 620$  нм.

б) определение содержания кобальта в пробах.

Содержание кобальта определяли в фильтрате, объем которого довели до 500 мл. Аликвотную часть раствора анализировали аналогично описанной выше методике для определения содержания кобальта. Содержание кобальта

вычисляли по формуле:  $\%Co = \frac{10^{-4} \cdot k \cdot 500}{A \cdot a} \cdot 100\%$

k – количество мл, соответствующее количеству стандартного раствора на калибровочном графике,

$10^{-4}$  - концентрация стандартного раствора,

А1 – аликвота,

а – навеска.

**Задание на дом:** Подготовка сообщения о полученных результатах.

### **Занятие №2 Лабораторная работа.**

**Тема:** Применение спектральных методов для исследования структуры элементоорганических соединений **(6 час.)**

**Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

#### **Ход занятия:**

- Студенты получают индивидуальные задания по литературному поиску спектральных методов для исследования структуры элементоорганических соединений;
- производится выбор оптимальных методов;
- студент производит определение структуры полученного образца соединения с помощью спектральных методов.

**Задание на дом:** Подготовка сообщения о полученных результатах.

**Тема 3. Синтез фосфорорганических соединений (32 час.). В том числе с использованием МАО 16 ч.**

### **Занятие №1. Лабораторная работа.**

**Тема:** Способы получения, выделения и анализа тиофосфитов, тритиофосфитов **(16 час.)**

**Цель:** познакомить студентов со способами получения, выделения и анализа тиофосфитов, тритиофосфитов

**Метод:** проектов. Работа в группе.

#### **Ход занятия:**

1.1. Приветствуют преподавателя

1.2. Осознают тему, цели и задачи учебного занятия

2.1 Конспектируют основные положения метода

2.2 Задают вопросы, уточняют понятия цель, задачи, этапы

2.3 получают задания для проведения литературного поиска оптимальных методик синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих

характеристик тиофосфитов, тритиофосфитов;

3.1 Сообщение о существующих методах синтеза и литературных константах органических производных тиофосфитов, тритиофосфитов. Обсуждение и выбор оптимальной методики синтеза.

3.2 Осуществление синтеза тиофосфитов, тритиофосфитов:

а) подготовка необходимых растворителей;

б) очистка исходных соединений;

в) подготовка установки для синтеза тиофосфитов, тритиофосфитов;

г) проведение синтеза, выделения и очистки тиофосфитов, тритиофосфитов;

3.3 Исследование полученного соединения методами элементного анализа, установление состава вещества.

3.4 Исследование полученного соединения с помощью физико-химических методов. Установление структуры вещества

4. Обработывают полученные данные, делают сообщение о полученных результатах

**Пример методики синтеза:**

**Синтез дибутилметилфосфиноксида**

К раствору реактива Гриньяра при перемешивании и охлаждении по каплям добавляют раствор диэтилфосфористого натрия. После добавления всего диэтилфосфористого натрия реакционную смесь кипятят в течение четырех часов. После того, как смесь остынет, добавляют 71.5 г (0.5 моль) иодистого метила. Кипятят еще в течение четырех часов. Реакционной смеси дают остыть и при охлаждении добавляют соляную кислоту (1:3) до полного растворения осадка. Органический слой отделяют, многократно экстрагируют эфиром. Эфирные вытяжки обрабатывают 25%-ным раствором едкого натра и сушат сульфатом магния. После отгонки растворителя продукт перегоняют в вакууме. Температура кипения – 146-149°C при 5 мм рт. ст. Синтез ведут в атмосфере аргона.

**Задание на дом:** Проведение литературного поиска оптимальных методик синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристик

соединений. Подготовка сообщения о полученных результатах.

## **Занятие №2 Лабораторная работа**

**Тема:** Синтез органических производных фосфорной, фосфоновой, фосфиновой кислот (**16 час.**)

**Цель:** познакомить студентов с методами синтеза, выделения и исследования органических производных фосфорной, фосфоновой, фосфиновой кислот

**Метод:** проектов. Работа в группе.

### **Ход занятия:**

1.1. Приветствуют преподавателя

1.2. Осознают тему, цели и задачи учебного занятия

2.1 Конспектируют основные положения метода

2.2 Задают вопросы, уточняют понятия цель, задачи, этапы

2.3 получают задания для проведения литературного поиска оптимальных методик синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристик органических производных фосфорной, фосфоновой, фосфиновой кислот

3.1 Сообщение о существующих методах синтеза и литературных константах органических производных фосфорной, фосфоновой, фосфиновой кислот. Обсуждение и выбор оптимальной методики синтеза.

3.2 Осуществление синтеза органических производных фосфорной, фосфоновой, фосфиновой кислот:

а) подготовка необходимых растворителей

б) очистка исходных соединений

в) подготовка установки для синтеза органических производных фосфорной, фосфоновой, фосфиновой кислот

г) проведение синтеза, выделения и очистки органических производных фосфорной, фосфоновой, фосфиновой кислот

3.3 Исследование полученного соединения методами элементного анализа, установление состава вещества.

3.4 Исследование полученного соединения с помощью физико-химических

методов. Установление структуры вещества

4.Обрабатывают полученные данные, делают сообщение о полученных результатах

**Пример методики синтеза:**

**Синтез дифенилфосфиновой кислоты.**

Из 31.4 г  $C_6H_5Br$  и 4.86 г магния в 200 мл абсолютированного эфира получают  $C_6H_5MgBr$ . После того, как весь магний растворится, раствор разбавляют до 500 мл абсолютированным эфиром, отфильтровывают с защитой от кислорода, воздуха и добавляют медленно (в течение от одного до трех часов) к хорошо перемешиваемому и кипящему раствору 30.6 г  $POCl_3$  в 500 мл абсолютированного эфира. Раствор отстаивается сутки, после чего декантируется с осадка и промывается 200-300 г ледяной воды. И к осадку, и к фильтрату приливается по одному литру 0.1 N NaOH. Теплый щелочной раствор фильтруется, фильтрат подкисляется соляной кислотой. Выделившиеся кристаллы  $(C_6H_5)P(O)OH$  перекристаллизовываются из спирта (температура плавления – 190-192°C). Выход продукта составляет 12 г (55%).

Из эфирного раствора отгонкой растворителя выделяется трифенилфосфиноксид (температура плавления – 152-153°C).

**Задание на дом:** Проведение литературного поиска оптимальных методик синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристик соединений. Подготовка сообщения о полученных результатах.

**Тема 4. Методы синтеза и исследования органических производных элементов IV группы главной подгруппы (36 час.). В том числе с использованием МАО 12 ч.**

**Занятие №1 Лабораторная работа.**

**Тема:** Синтез кремнийорганических соединений (24 час.)

**Цель:** познакомить студентов со способами получения, выделения и анализа кремнийорганических соединений

**Метод:** проектов. Работа в группе.

## **Ход занятия:**

1.1. Приветствуют преподавателя

1.2. Осознают тему, цели и задачи учебного занятия

2.1 Конспектируют основные положения метода

2.2 Задают вопросы, уточняют понятия цель, задачи, этапы

2.3 получают задания для проведения литературного поиска оптимальных методик синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристик кремнийорганических соединений

3.1 Сообщение о существующих методах синтеза и литературных константах кремнийорганических соединений. Обсуждение и выбор оптимальной методики синтеза.

3.2 Осуществление синтеза кремнийорганических соединений:

а) подготовка необходимых растворителей;

б) очистка исходных соединений;

в) подготовка установки для синтеза кремнийорганических соединений

г) проведение синтеза, выделения и очистки кремнийорганических соединений;

3.3 Исследование полученного соединения методами элементного анализа, установление состава вещества.

3.4 Исследование полученного соединения с помощью физико-химических методов. Установление структуры вещества

4.Обрабатывают полученные данные, делают сообщение о полученных результатах

## **Пример методики синтеза:**

### **Синтез тетрахлорида кремния.**

В кварцевую трубку, диаметром 10-15 мм, помещают 50 г ферросилиция, предварительно размолотого до зерен диаметром 1-3 мм. Трубку помещают в трубчатую печь, подключенную к автотрансформатору. Над ферросилицием пропускают ток хлора, высушенного над серной кислотой.

Ток хлора должен быть достаточно интенсивным, с тем, чтобы начавшаяся экзотермическая реакция не прекратилась.

После того, как прореагирует весь ферросилиций, прибор разбирают, а в колбу с четыреххлористым кремнием приливают ртуть, высушенную над хлористым кальцием, и встряхивают до полного разрушения хлорного железа и посветления хлорида кремния.

Продукт фильтруют и разгоняют при атмосферном давлении, собирая фракцию 56-60°C. Затем продукт разгоняют вторично, собирая фракцию 57-58°C.

### **Синтез трифенилхлорсилана.**

В трехгорлую колбу, снабженную механической мешалкой, обратным холодильником и капельной воронкой, загружается 12.5 г (0.52 моль) магниевых стружек, 125 мл абсолютного эфира и несколько кристаллов иода. Затем, при перемешивании, из капельной воронки прибавляют 8-10 мл смеси, состоящей из 83.2 г (0.55 моль) бромбензола и 84 мл абсолютного серного эфира. Смесь перемешивают до начала экзотермической реакции (можно немного подогреть на водяной бане), затем по каплям приливают остальной раствор бромбензола так, чтобы поддерживалось равномерное кипение реакционной смеси. По окончании экзотермической реакции смесь нагревают на водяной бане до полного растворения магния, затем к полученному раствору фенилмагнибромиды при перемешивании и охлаждении прибавляют по каплям раствор 52.9 г (...25 моль) в 50 мл серного эфира. Смесь перемешивают еще в течение 20 минут, заменяют холодильник на низходящий и отгоняют серный эфир, не прекращая перемешивание, сначала на водяной бане до температуры 100°C. Затем баню убирают и нагревают на открытой плитке до прекращения отгона летучих продуктов в приемник. Реакционную смесь охлаждают, прибавляют весь отогнавшийся эфир и перемешивают до тех пор, пока спекшаяся масса, образовавшаяся в результате реакции, не перейдет в суспензию. Осадок хлорбромистого магния отфильтровывают на воронке Бюхнера и промывают небольшим количеством абсолютного серного эфира. Эфир отгоняют, остаток подвергают вакуумной перегонке. Выход трифенилхлорсилана достигает 75%.

**Задание на дом:** Проведение литературного поиска оптимальных методик

синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристик соединений. Подготовка сообщения о полученных результатах

## **Занятие №2 Лабораторная работа.**

**Тема:** Синтез оловоорганических соединений (8час.)

**Цель:** познакомить студентов со способами получения, выделения и анализа оловоорганических соединений.

**Метод:** проектов. Работа в группе.

### **Ход занятия:**

1.1. Приветствуют преподавателя

1.2. Осознают тему, цели и задачи учебного занятия

2.1 Конспектируют основные положения метода

2.2 Задают вопросы, уточняют понятия цель, задачи, этапы

2.3 получают задания для проведения литературного поиска оптимальных методик синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристик оловоорганических соединений;

3.1 Сообщение о существующих методах синтеза и литературных константах оловоорганических соединений. Обсуждение и выбор оптимальной методики синтеза.

3.2 Осуществление синтеза оловоорганических соединений:

а) подготовка необходимых растворителей

б) очистка исходных соединений

в) подготовка установки для синтеза оловоорганических соединений;

г) проведение синтеза, выделения и очистки оловоорганических соединений;

3.3 Исследование полученного соединения методами элементного анализа, установление состава вещества.

3.4 Исследование полученного соединения с помощью физико-химических методов. Установление структуры вещества

4.Обрабатывают полученные данные, делают сообщение о полученных результатах

**Задание на дом:** Проведение литературного поиска оптимальных методик синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристиках соединений. Подготовка сообщения о полученных результатах.

### **Занятие №3 Лабораторная работа**

**Тема:** Синтез органогерманооксидов (4 часа)

**Цель:** познакомить студентов со способами получения, выделения и анализа органогерманооксидов.

**Метод:** проектов. Работа в группе.

#### **Ход занятия:**

1.1. Приветствуют преподавателя

1.2. Осознают тему, цели и задачи учебного занятия

2.1 Конспектируют основные положения метода

2.2 Задают вопросы, уточняют понятия цель, задачи, этапы

2.3 получают задания для проведения литературного поиска оптимальных методик синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристиках органогерманооксидов;

3.1 Сообщение о существующих методах синтеза и литературных константах органогерманооксидов. Обсуждение и выбор оптимальной методики синтеза.

3.2 Осуществление синтеза оловоорганических соединений:

а) подготовка необходимых растворителей

б) очистка исходных соединений

в) подготовка установки для синтеза органогерманооксидов;

г) проведение синтеза, выделения и очистки органогерманооксидов;

3.3 Исследование полученного соединения методами элементного анализа, установление состава вещества.

3.4 Исследование полученного соединения с помощью физико-химических методов. Установление структуры вещества

4.Обрабатывают полученные данные, делают сообщение о полученных результатах

**Задание на дом:** Проведение литературного поиска оптимальных методик

синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристик соединений. Подготовка сообщения о полученных результатах.

**Тема 5. Методы синтеза и исследования органических производных элементов II и III группы главной подгруппы (24 часов). В том числе с использованием МАО 14 ч.**

**Занятие №1 Лабораторная работа.**

**Тема:** Синтез гетероцепных бор-кислородсодержащих полимеров (12 час.)

**Цель:** познакомить студентов со способами получения, выделения и анализа гетероцепных бор-кислородсодержащих полимеров.

**Метод:** проектов. Работа в группе.

**Ход занятия:**

1.1. Приветствуют преподавателя

1.2. Осознают тему, цели и задачи учебного занятия

2.1 Конспектируют основные положения метода

2.2 Задают вопросы, уточняют понятия цель, задачи, этапы

2.3 получают задания для проведения литературного поиска оптимальных методик синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристик гетероцепных бор-кислородсодержащих полимеров;

3.1 Сообщение о существующих методах синтеза и литературных константах гетероцепных бор-кислородсодержащих полимеров. Обсуждение и выбор оптимальной методики синтеза.

3.2 Осуществление синтеза гетероцепных бор-кислородсодержащих полимеров:

а) подготовка необходимых растворителей

б) очистка исходных соединений

в) подготовка установки для синтеза гетероцепных бор-кислородсодержащих полимеров;

г) проведение синтеза, выделения и очистки гетероцепных бор-кислородсодержащих полимеров;

3.3 Исследование полученного соединения методами элементного анализа, установление состава вещества.

3.4 Исследование полученного соединения с помощью физико-химических методов. Установление структуры вещества

4. Обработывают полученные данные, делают сообщение о полученных результатах

**Задание на дом:** Проведение литературного поиска оптимальных методик синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристиках соединений. Подготовка сообщения о полученных результатах

## **Занятие №2 Лабораторная работа.**

**Тема:** Синтез магнийорганических соединений (**12 час.**)

**Цель:** познакомить студентов со способами получения, выделения и анализа магнийорганических соединений.

**Метод:** проектов. Работа в группе.

### **Ход занятия:**

1.1. Приветствуют преподавателя

1.2. Осознают тему, цели и задачи учебного занятия

2.1 Конспектируют основные положения метода

2.2 Задают вопросы, уточняют понятия цель, задачи, этапы

2.3 получают задания для проведения литературного поиска оптимальных методик синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристиках магнийорганических соединений;

3.1 Сообщение о существующих методах синтеза и литературных константах магнийорганических соединений. Обсуждение и выбор оптимальной методики синтеза.

3.2 Осуществление синтеза магнийорганических соединений:

а) подготовка необходимых растворителей

б) очистка исходных соединений

в) подготовка установки для синтеза магнийорганических соединений;

г) проведение синтеза, выделения и очистки магнийорганических соединений;

3.3 Исследование полученного соединения методами элементного анализа, установление состава вещества.

3.4 Исследование полученного соединения с помощью физико-химических методов. Установление структуры вещества

4. Обработывают полученные данные, делают сообщение о полученных результатах

### **Пример методики синтеза:**

#### **Синтез Гриньяра.**

В четырехгорлую колбу, снабженную механической мешалкой, капельной воронкой, обратным холодильником и газоподводящей трубкой, помещают 1 моль (2.4 г) магниевой стружки и наливают 700 мл эфира. Для иницирования реакции бросают кристаллик иода. При интенсивном перемешивании приливают 5-10 мл бромистого бутила. О начале реакции судят по обесцвечиванию и помутнению раствора. Затем добавляют бромистый бутил (137 г) с такой скоростью, чтобы обеспечить нормальное кипение эфира. После добавления всего бромистого бутила реакционную смесь кипятят на водяной бане до полного растворения магния. Синтез проводят в атмосфере сухого аргона.

**Задание на дом:** Проведение литературного поиска оптимальных методик синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристиках соединений. Подготовка сообщения о полученных результатах

**Тема 6. Методы модификации поверхности элементоорганическими соединениями (14 час.). В том числе с использованием МАО 8 ч.**

#### **Занятие №1 Лабораторная работа.**

**Тема:** Методы модификации поверхности элементоорганическими соединениями (14 часов)

**Цель:** познакомить студентов с методами модификации поверхности элементоорганическими соединениями

**Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

**Ход занятия:**

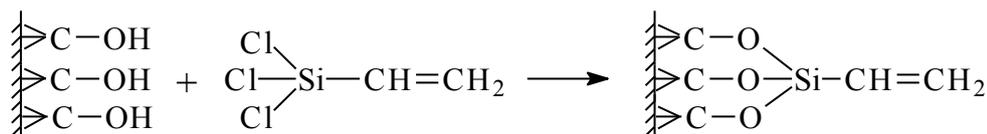
- Студенты получают индивидуальные задания по литературному поиску оптимальных методик модификации поверхности элементоорганическими соединениями;
- производится выбор оптимальной методики;
- студент собирает лабораторную установку для модификации поверхности элементоорганическими соединениями;
- студент производит модификацию поверхности элементоорганическими соединениями полученного образца по выбранной методике.

**Пример методики модификации поверхности элементоорганическими соединениями:**

**Методика обработки сорбента кремнийорганическим соединением.**

100 г высушенного до постоянного веса сорбента помещают в круглодонную колбу на 500 мл и заливают абсолютным бензолом на треть выше поверхности сорбента. Затем приливают модифицирующий реагент - винилтрихлорсилан (перегнаный). Количество винилтрихлорсилана рассчитывается следующим образом:

обычная емкость угля - 3.6 ммоль/г, то есть 360 ммоль/100 г - это 0.36 моль/100 г.



На 3 функциональные группы сорбента приходится 1 моль  $\text{C}_2\text{H}_3\text{SiCl}_3$ , а на 0.36 моль - 0.12 моль  $\text{C}_2\text{H}_3\text{SiCl}_3$ .

Моль  $\text{C}_2\text{H}_3\text{SiCl}_3 = 161.5$  у.е.

$0.12 \cdot 161.5 = 19.38$  г ( $d = 1.264$  г/мл);  $V = 19.38/1.264 = 15.3$  мл.

Таким образом, 15.3 мл винилтрихлорсилана прибавляют к 100 г углеродного сорбента в 250 мл бензола. После этого содержимое колбы кипятят с обратным холодильником в течение 10 часов. О прохождении реакции судят по выделению хлористого водорода. По окончании проведения реакции образец сорбента тщательно промывают бензолом, после чего сушат в вакуумном

шкафу при  $P = 1$  мм рт.ст. и  $T = 150^{\circ}\text{C}$  в течение 4 часов. Затем уже сухой сорбент кипятят в дистиллированной воде. При этом вода постоянно меняется путем декантации. Кипячение ведут до тех пор, пока показатель преломления воды не станет равным показателю преломления дистиллированной воды. После полной отмывки сорбент сушат при  $105^{\circ}\text{C}$  до постоянного веса (провести анализ на Si).

**Задание на дом:** Подготовка сообщения о полученных результатах.

### **Практические работы (18 часов):**

**Занятие №1. Техника безопасности. Общие приемы работы по элементоорганическому синтезу. Подготовка растворителей и твердых реагентов. Ведение лабораторного журнала. Очистка растворителей. Перекристаллизация твердых веществ.(2 час.)**

**Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

**Задание на дом:** Подготовка сообщения о проведенном литературном поиске по методам синтеза элементоорганических соединений.

**Занятия №№ 2-3. Синтез исходных веществ и конечных продуктов(4 час.), с использованием метода активного обучения - метод проектов. (4 час.)**

Метод позволяет ранжировать конкретные задачи и этапы достижения цели, что в свою очередь помогает правильно сформулировать и откорректировать саму цель. Способствует развитию понятийного мышления у студентов, умению правильно формулировать свои мысли. Совершенствует навыки для правильной организации учебной и научно-исследовательской работы.

Помогает студенту структурировать проблемы и проблемные ситуации и вырабатывать адекватный алгоритм их решения. Позволяет студенту выработать навык установления причинно-следственных отношений. Помогает преподавателю сформировать у студентов представления в соотношении цели, задач и механизмов, нацеленных на достижение поставленной цели.

**Задание на дом:** Проведение литературного поиска оптимальных методик химического и физико-химического анализа элементоорганических соединений.и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристик соединений.

**Занятия №№ 4-5. Химический и физико-химический анализ конечного продукта.(4 часа)**

**Задание на дом:** Подготовка сообщения о полученных результатах. Составление письменного отчета.

**Занятия №№ 6-7. Обсуждение методов синтеза низкомолекулярных элементоорганических соединений (2 часа).**

Синтез Гриньяра, его особенности. Синтез дикетонатов металлов. Синтез хлорсиланов. Синтез органических производных металлов. Синтез фосфорорганических соединений. Разбор задач.

**Занятия №№ 8-9. Обсуждение методов синтеза высокомолекулярных элементоорганических соединений (2 часа).**

Синтез полиэлементоорганосилоксанов. Синтез дендримеров. Разбор задач.

**Занятия №№ 10. Физико-химические методы исследования элементоорганических соединений (2 часа).**

ИК-, ЯМР-, УФ- спектроскопия элементоорганических соединений. Рентгенофазовый анализ. Расшифровка спектров.

**Занятие №11. Защита проекта (2 часа).**

**Метод:** Групповое обсуждение результатов.

**Ход занятия:**

1. Сообщение (презентация) о результатах исследования в течение 10 минут.
2. Ответы на вопросы.
3. Коллективное обсуждение результатов.
4. Тестовая проверка знаний.
5. Оценка работы.

**Модуль 2- Координационные соединения (92 часа)**

**Лабораторные работы (92 часа)**

**Тема лабораторных работ: Синтез и исследование координационного соединения-дикетонатного или кетоиминатного комплекса.**

МАО - Проект (Работа в малых группах. Индивидуальная работа.) Кейс-стади (Моделирование производственных ситуаций.)(36 часов).

**Лабораторная работа 1. Литературный поиск. (10 часов)**

**Цель:** Провести литературный поиск по заданной тематике исследования, собрать данные для предстоящей лабораторной работы.

**Краткое описание:** Работа с базами данных (ресурсы научной библиотеки ДВФУ) – издательство «Лань», «Университетская библиотека онлайн», Web of Science, Scopus, журналы Российских и зарубежных издательств.

## Лабораторная работа 2 Синтез, очистка и исследование лиганда (28 часов)

**Цель:** Ознакомится с одним из методов синтеза  $\beta$ -дикетонов и кетоиминнов.

**Метод:** Исследовательский, работа по индивидуальному заданию.

**Краткое описание работы:** Изучаются препаративные методы синтеза одного из дикетонов (по заданию) преподавателя. Выбирается методика. Обсуждаются особенности синтеза и ожидаемые физико-химические характеристики. Проводится синтез. Проводится исследование лиганда методами хроматографии ИК, ЯМР, УФ.

### *Примеры:*

#### *Синтез 3-хлор-2,4-пентандиона*

1. В трехгорлую колбу на литр, снабженную мешалкой, трубкой для ввода газа и обратным холодильником, помещают 200 г (2 моль) ацетилацетона и 400 мл дистиллированной воды. Через трубку, опущенную до дна, пропускают интенсивный ток хлора до тех пор, пока органический слой не станет тяжелей водного. В ходе реакции водный и органический слои поменяются местами. О конце хлорирования судят по привесу. (Колбу с содержимым взвешивают до и после). Органический слой отделяют на делительной воронке и сушат над безводным хлористым кальцием сутки, затем фильтруют через бумажный фильтр. Фильтрат разгоняют над вакуумом. (Лит. данные:  $T_{\text{кип.}} = 37\text{--}38/6 \text{ мм}$ ;  $n_{\text{д}}^{20} = 1.4850$ ).

2. К 75 мл (0.75 моль) ацетилацетона в трехгорлой колбе на 250 мл при наружном охлаждении (лед+соль, температура бани:  $15\text{--}5^{\circ}\text{C}$ ) при перемешивании по каплям ( $\sim 1.5$  часа) прибавляют 60 мл (эквивалент) хлористого сульфуррила, поддерживая температуру в реакционной смеси в пределах  $-3\text{+}2^{\circ}\text{C}$ . Полноту прохождения реакции контролируют методом ТСХ (силуфол, элюент-бензол), пластину проявляют в слабом растворе хлорного железа, при необходимости прибавляют  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  до исчезновения пятна исходного ацетилацетона.

Для разрушения непрореагировавшего хлористого сульфурила при внешнем охлаждении (температура в колбе не выше 0°C) прибавляют 100 мл воды (особенно осторожно и медленно первые 30 мл). После того, как смесь нагрелась до комнатной температуры, хлорацетилацетон отделяют на делительной воронке, дважды промывают водой, сушат сульфатом натрия. При фильтрации продукта осушитель промывают эфиром, растворитель и продукт перегоняют при температуре, равной 150-155°C.

*Следует помнить, что галогенацетилацетоны являются лакриматорами!*

### **Лабораторная работа 3. Реакции хелатирования (28 часов)**

**Цель:** Ознакомится с реакцией хелатирования  $\beta$ -дикетонов и кетоиминов.

**Метод:** Исследовательский, работа в малых группах.

**Краткое описание работы:** Полученный ранее лиганд, вводят в реакцию хелатирования. Выбирается комплексообразователь и обсуждается подходящая методика. Готовятся растворители. Проводится синтез.

**Примеры:**

#### ***Синтез трис(2,4-пентандионата) кобальта(III)***

1. *Получение комплексного карбоната кобальта(III),  $\text{Na}_3\text{Co}(\text{CO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .* К взвеси 126 г (1.5 моль) гидрокарбоната натрия в 150 мл воды в 1-литровом стакане при интенсивном перемешивании по каплям прибавляют раствор 87.3 г  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (0.3 моль) и 40 мл (избыток) 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$  в 150 мл воды. Перемешивание продолжают еще 0.5 часа при охлаждении ледяной водой. Осадок отфильтровывают, промывают ледяной водой, спиртом, эфиром и высушивают в вакуумном шкафу.

*Получение ацетилацетоната кобальта(III).* Смесь стехиометрических количеств карбоната кобальта(III) и ацетилацетона перемешивают в ацетоне, прибавляя ледяную уксусную кислоту, кипятят в течение 30 минут, охлаждают. Продукт отфильтровывают, промывают небольшим количеством растворителя, сушат.

2. К взвеси комплексного карбоната, полученному аналогично в двухлитровой колбе, при интенсивном перемешивании по каплям прибавляют раствор 90 мл (0.9 моль) Насас в 90 мл (1.5 моль) уксусной кислоты (ледяной), а затем еще 30 мл  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (в ходе прибавления происходит сильное вспенивание). Реакционную смесь кипятят в течение 30 минут, охлаждают. Выход хелата после фильтрации, промывания небольшим количеством холодной воды и сушки - 88 г (82%).

Хелат перекристаллизовывают из смеси метилэтилкетон-вода (10:1). На 10 г ацетилацетоната кобальта(III) берут 150 мл МЭК и 15 мл воды.

#### **Лабораторная работа 4. Очистка и исследование физико-химических свойств комплексного соединения. (26 часов)**

**Краткое описание работы:** Полученный комплекс исследуют хроматографически, очищают перекристаллизацией или методами препаративной хроматографии. Готовятся растворители. Проводится исследование физико – химических свойств синтезированного соединения.

#### **Практические занятия (36 часов):**

**Занятие 1. Знакомство с возможностями программ по обработке данных физико-химического исследования. (12 часов)**

**Цель:** Приобрести навыки работы с химическими программами.

**Метод:** Исследовательский, работа в малых группах.

**Краткое описание работы:** Рассматриваются возможности программ и программных комплексов для обработки результатов физико-химических исследований. Решаются индивидуальные задания.

**Занятие 2. Физико-химический анализ  $\beta$ -дикетонатного комплекса (12 часов)**

**Цель:** Изучить основные особенности ИК, ЯМР и УФ- спектров дикетонатных комплексов. Выявить характеристические полосы в спектре синтезированного вещества. Записать ИК, УФ и ЯМР спектры. Привести доказательства строения дикетонатного комплекса.

**Метод:** Исследовательский, индивидуальная работа.

**Краткое описание работы:** Записываются и изучаются спектры дикетонатного комплекса

**Занятие 3. Знакомство с Кембриджской базой рентгеноструктурных данных (12 часов)**

**Цель:** Познакомится с базой данных CCDC и ее возможностями.

**Метод:** Исследовательский, работа по индивидуальному заданию.

**Краткое описание работы:** Работа в программе рентгеноструктурной базы. Работа с программой «Mercury».

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
<b>Модуль 1 (осенний семестр)</b>				
1.	1 недели	Подготовка к выполнению эксперимента на лабораторной работе № 1 и практической работе.	6	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой.
2.	2-6 недели	Подготовка к выполнению эксперимента на лабораторных работах № 2 и практической работе.	8	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой
3.	7 неделя	Решение тестовых заданий	6	Тестовый контроль
4.	8-12 недели	Подготовка к выполнению эксперимента на лабораторных работах № 3-4 и практической работе.	8	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой
5	13-15 недели	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 5 и практической	6	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой

		работе.		
6.	16-17 неделя	Подготовка к защите итогового отчета по работе	6	Принятие отчета с оценкой
7.	18 неделя январь 2019	Подготовка к зачетному занятию.	6	Зачет
<b>Модуль 2 (весенний семестр)</b>				
1.	1-3 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работе № 1 и практическому занятию 1.	6	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой.
2.	4-7 недели	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 2 и практическому занятию 2.	8	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой
3.	8 неделя	Решение тестовых заданий	8	Тестовый контроль
4.	9-12 недели	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 3	8	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой
5	13-15 недели	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 4 и практическому занятию 3.	8	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой
6.	16-17 неделя	Подготовка к защите итогового отчета по работе	8	Принятие отчета с оценкой
7.	18 неделя Июнь 2019	Подготовка к экзамену	72	Экзамен

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

по дисциплине «Синтез и исследование координационных, низко- и высокомолекулярных элементоорганических соединений» включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
<b>Модуль 1 (осенний семестр)</b>				
1.	1 недели	Подготовка к выполнению эксперимента на лабораторной работе № 1 и практической работе.	6	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой.
2.	2-6 недели	Подготовка к выполнению эксперимента на лабораторных работах № 2 и практической работе.	8	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой
3.	7 неделя	Решение тестовых заданий	6	Тестовый контроль
4.	8-12 недели	Подготовка к выполнению эксперимента на лабораторных работах № 3-4 и практической работе.	8	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой
5	13-15 недели	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 5 и практической работе.	6	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой

6.	16-17 неделя	Подготовка к защите итогового отчета по работе	6	Принятие отчета с оценкой
7.	18 неделя январь 2019	Подготовка к зачетному занятию.	6	Зачет
<b>Модуль 2 (весенний семестр)</b>				
1.	1-3 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работе № 1 и практическому занятию 1.	6	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой.
2.	4-7 недели	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 2 и практическому занятию 2.	8	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой
3.	8 неделя	Решение тестовых заданий	8	Тестовый контроль
4.	9-12 недели	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 3	8	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой
5	13-15 недели	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 4 и практическому занятию 3.	8	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета с оценкой
6.	16-17 неделя	Подготовка к защите итогового отчета по работе	8	Принятие отчета с оценкой
7.	18 неделя Июнь 2019	Подготовка к экзамену	72	Экзамен

**Задание на дом:** Проведение литературного поиска оптимальных методик синтеза и сведений о температурах кипения, плавления и прочих характеристик соединений.

Для проведения литературного поиска используйте периодические научные издания, интернет-ресурсы:

1. база данных о веществах и их свойствах <http://www.chemspider.com/> -

2. база данных о веществах и их свойствах <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

3. поисковая система печатных материалов <http://www.scopus.com>

**Задание на дом:** Подготовить письменный отчет.

**Требования к оформлению отчета:**

Отчет должен содержать следующие разделы:

1. Оглавление.
2. Введение.
3. Литературный обзор.
4. Обсуждение результатов.
5. Экспериментальная часть.
6. Выводы.
7. Литература.
8. Приложение (ИК-, УФ-, ЯМР- спектры и др.)

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ.

Теоретической базой для выполнения практикума являются знания по химии элементоорганических соединений, элементоорганическим ВМС, координационным соединениям.

**Тесты самоподготовки:**

**Координационные соединения:**

1. Определите степень окисления центрального атома в соединениях:

- а)  $[\text{CoCo}_3(\text{NO}_2)_4]^{4+}$ ,  $\text{K}_3[\text{Ir}(\text{C}_2\text{O}_4)_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{Rh}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$
- б)  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{CO}_3)_2]^{2-}$ ,  $\text{Cs}_3[\text{Sc}(\text{SO}_4)_3]$ ,  $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$
- в)  $[\text{Bi}(\text{SO}_3\text{S})_3]^{3-}$ ,  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]$ ,  $[\text{Cr}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$
- г)  $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}$ ,  $[\text{Cr}(\text{en})_2(\text{NCS})_2]\text{NCS}$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]^+$
- д)  $(\text{NH}_4)_3[\text{Fe}(\text{SO}_3)_3]$ ,  $[\text{Ir}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_3]^{2+}$ ,  $[\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2]$
- е)  $[\text{Co}(\text{CO}_3)_2(\text{NO}_2)_2]^{3-}$ ,  $\text{Rb}_2[\text{Al}(\text{NO}_3)_5]$ ,  $[\text{Ni}(\text{en})_3]^{2+}$

2. Составьте названия следующих комплексов:

- а)  $[\text{Co}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$ ,  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+}$ ,  $[\text{SiF}_6]^{2-}$
- б)  $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ ,  $[\text{Sn}(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]^+$ ,  $[\text{SbS}_4]^{3-}$
- в)  $[\text{Mn}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^{2+}$ ,  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$
- г)  $[\text{Os}(\text{CO})_5]$ ,  $[\text{Zr}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{SO}_4)_2]$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ,  $[\text{HgI}_4]^{2-}$
- д)  $[\text{Ti}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$ ,  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NCS})_3]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{2+}$ ,  $[\text{AuBr}_4]^-$
- е)  $[\text{W}(\text{CO})_6]$ ,  $[\text{Ti}(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Cl}]$ ,  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

3. Составьте названия следующих комплексов:

- а)  $[\text{Co}_2(\text{CO})_8]$ ,  $[\text{Cr}_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{CH}_3\text{COO})_4]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ,  $[\text{Mo}(\text{CN})_8]^{4-}$

- б)  $[\text{Ir}(\text{CO})_{12}]$ ,  $[\text{Hf}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{SO}_4)_2]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$ ,  $[\text{Sc}(\text{OH})_6]^{3-}$   
 в)  $[\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}]$ ,  $[\text{Pt}_2(\text{CO})_2\text{Cl}_4]$ ,  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$ ,  $[\text{TaF}_7]^{2-}$   
 г)  $[\text{Re}_3\text{Cl}_9]$ ,  $[\text{Cu}_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{CH}_3\text{COO})_4]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ,  $[\text{HgI}_3]^-$   
 д)  $[\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}]$ ,  $[\text{Rh}_2(\text{CO})_4\text{SO}_4]$ ,  $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$ ,  $[\text{NiF}_6]^{3-}$   
 е)  $[\text{Rh}_2(\text{CO})_8]$ ,  $(\text{Hf}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{NO}_3)_2(\text{OH})_2)$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$

**4. Составьте названия следующих комплексов:**

- а)  $[\text{V}(\text{CO})_6]$ ,  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{ICl}_2]^+$ ,  $[\text{Sb}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^-$ ,  $[\text{Re}(\text{Cl}_{12})]^{3-}$   
 б)  $[\text{Ru}(\text{CO})_5]$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]$ ,  $[\text{Ir}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ,  $[\text{Sn}(\text{N}_3)_6]^{2-}$ ,  $[\text{Nb}_2\text{F}_{11}]^-$   
 в)  $[\text{V}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$ ,  $[\text{Pt}(\text{CO})_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{ClF}_2]^+$ ,  $[\text{As}(\text{OH})\text{F}_5]^-$ ,  $[\text{W}_2\text{Cl}_9]^{3-}$   
 г)  $[\text{Cr}(\text{CO})_6]$ ,  $[\text{Cd}(\text{N}_2\text{H}_4)_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ,  $[\text{Hg}(\text{S})_2]^{2-}$ ,  $[\text{Bi}_2\text{Cl}_8]^{2-}$   
 д)  $[\text{Os}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$ ,  $[\text{Rh}_2(\text{CO})_4\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{BrF}_4]^+$ ,  $[\text{Pb}(\text{OH})_6]^{2-}$ ,  $[\text{Bi}(\text{SO}_3\text{S})_3]^{2-}$   
 е)  $[\text{Mo}(\text{CO})_6]$ ,  $[\text{Ti}_2(\text{N}_2)_2(\text{C}_5\text{H}_5)_4]$ ,  $[\text{ClF}_6]^+$ ,  $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$ ,  $[\text{Be}(\text{CO}_3)_2]^{2-}$

**5. Составьте названия комплексных соединений:**

- а)  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4](\text{ClO}_4)_2$ ,  $[\text{Zn}(\text{en})_3][\text{Pt}^{\text{II}}\text{Cl}_4]$ ,  $\text{Na}[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{SO}_3)_2]$ ,  $\text{Rb}[\text{SeOF}_5]$   
 б)  $[\text{PtH}_2\text{O}(\text{NH}_3)\text{Cl}_2]$ ,  $\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{NO}_2)_2]$ ,  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2][\text{Sb}^{\text{V}}\text{Cl}_6]$ ,

$\text{NH}_4[\text{TeOF}_5]$

- в)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4][\text{Pt}^{\text{II}}\text{Cl}_4]$ ,  $\text{K}_2\text{Sr}[\text{Ni}(\text{NO}_2)_6]$ ,  $[\text{Co}(\text{en})_2\text{NH}_3(\text{OH})\text{Cl}_2]$ ,  $\text{Rb}_2[\text{CrCl}_5\text{O}]$   
 г)  $\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$ ,  $[\text{Li}(\text{H}_2\text{O})_3][\text{Cu}^{\text{II}}\text{Cl}_3]$ ,  $[\text{Ru}(\text{py})_2(\text{CO})_2\text{I}_2]$ ,  $\text{NH}_4[\text{CrCl}_4\text{O}]$   
 д)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{Cl}_3$ ,  $\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{CrO}_4)_2]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Cr}^{\text{III}}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{Ag}[\text{CrOF}_4]$   
 е)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{HSO}_4$ ,  $[\text{Ni}(\text{en})_3][\text{Pt}^{\text{II}}\text{Cl}_4]$ ,  $\text{K}_3[\text{Ir}(\text{C}_2\text{O}_4)_2\text{Cl}_2]$ ,  $\text{K}[\text{Cr}(\text{I})\text{O}_3]$

**6. Составьте названия комплексных соединений:**

- а)  $[\text{CoH}_2\text{O}(\text{NH}_3)_5]_2[\text{Pt}^{\text{IV}}\text{Cl}_6]_3$ ,  $(\text{NH}_4)_3[\text{Al}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ ,  $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2\text{Br}_2]$ ,  $\text{Xe}[\text{TaF}_6]_2$   
 б)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4(\text{I})\text{Br}]\text{CO}_3$ ,  $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$ ,  $\text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ ,  $\text{Ga}[\text{Ga}^{\text{III}}\text{Br}_4]$   
 в)  $[\text{Co}(\text{NH}_2\text{OH})_6]\text{Br}_3$ ,  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4][\text{Pt}^{\text{II}}\text{Cl}_4]$ ,  $\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{NH}_3)(\text{CN})_5]$ ,  $\text{Ga}[\text{Ga}^{\text{III}}\text{Cl}_4]$   
 г)  $[\text{Cr}(\text{en})_2(\text{NCS})_2]\text{NCS}$ ,  $\text{Ag}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2][\text{Sb}^{\text{V}}\text{Cl}_6]$ ,

$\text{In}[\text{In}^{\text{III}}\text{Br}_4]$

- д)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{PO}_4]$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{N}_2\text{H}_4)_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6][\text{Cr}^{\text{III}}\text{F}_6]$ ,  $\text{In}[\text{In}^{\text{III}}\text{Cl}_4]$   
 е)  $[\text{Pt}(\text{en})_2(\text{NH}_3)\text{Br}]_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6][\text{Sb}^{\text{V}}\text{Cl}_6]_2$ ,  $\text{H}_3\text{O}[\text{SbF}_6]$

**8. Составьте формулы следующих комплексов:**

- а) трихлоротрипиридинродий  
 пента(циано-С)амминферрат(II)-ион  
 катион бис(тиоцианато-N)бис(этилендиамин)хрома(III)  
 б) дихлоротетрапиридинникель  
 трибромотриаквадмат(II)-ион  
 катион нитропентаамминкобальт(III)  
 в) диацетатодипиридинцинк  
 дигидроксодиоксалатоманганат(IV)-ион  
 катион триамминтриаквакобальта(III)  
 г) трихлоротриамминиридий

тетратиостибат(V)-ион

катион динитробис(этилендиамин)кобальта(III)

д) дихлоронитрозилпиридинплатина

**Химия элементоорганических соединений:**

1. (75%) РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ГИДРОГАЛОГЕНОРГАНИЛ-ГЕРМАНОВ В РЕАКЦИЯХ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ПАДАЕТ В РЯДУ

1)  $\text{R}_2\text{HGeCl}_2 > \text{R}_2\text{HGeCl} > \text{R}_3\text{GeH} > \text{HGeCl}_3$

2)  $\text{HGeCl}_3 > \text{R}_2\text{HGeCl}_2 > \text{R}_2\text{GeHCl} > \text{R}_3\text{GeH}$

3)  $\text{R}_2\text{HGeCl} > \text{R}_2\text{HGeCl}_2 > \text{R}_3\text{GeH} > \text{HGeCl}_3$

4)  $\text{R}_3\text{GeH} > \text{R}_2\text{HGeCl}_2 > \text{R}_2\text{HGeCl} > \text{HGeCl}_3$

2. (75%) ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ  $\text{R}_3\text{GeH}$  С КЕТОНАМИ ПРИВОДИТ К

1)  $\text{R}_3\text{Ge-O-GeR}_3 + \text{H}_2\text{CR}'\text{R}''$

2)  $\text{R}_3\text{Ge-O-CHR}'\text{R}''$

3)  $\text{R}_3\text{Ge-C(OH)R}'\text{R}''$

4)  $\text{R}_2\text{Ge-C(OR)R}'\text{R}'' + \frac{1}{2}\text{H}_2$

3. (75%) РЕАКЦИЯ  $\text{GeCl}_4 + \text{R}_4\text{Ge}$  ПРОТЕКАЕТ С ОБРАЗОВАНИЕМ

1)  $\text{Ge} + 4\text{RCl}$

2)  $\text{Cl}_3\text{Ge-GeR}_3 + \text{RCl}$

3)  $\text{R}_3\text{Ge-GeR}_3 + \text{Cl}_2 + \text{RCl}$

4)  $\text{R}_2\text{GeCl}_2$

4. (75%) РЕАКЦИЯ  $\text{H}_3\text{GeCl} + \text{H}_2\text{NR} \rightarrow$  ПРОТЕКАЕТ С ОБРАЗОВАНИЕМ

1)  $\text{GeH}_4 + \text{Cl}_2\text{NR}$

2)  $\text{H}_3\text{Ge-NHR} + \text{HCl}$

3)  $\text{RNH-GeH-NHR} + \text{HCl} + \text{H}_2$

4)  $\text{H}_2\text{Ge=NR} + \text{H}_2 + \text{HCl}$

5. (75%) СОЕДИНЕНИЯ  $\text{R}_2\text{P(O)H}$  ОТНОСЯТСЯ К КЛАССУ ПО КОСО-ЛАПОВУ

1) фосфатов

2) фосфиноксидов

3) фосфитов

4) фосфинов

6. (75%) СОЕДИНЕНИЯ  $(\text{RO})_2\text{PSSH}$  ОТНОСЯТСЯ К КЛАССУ

1) фосфонатов

2) фосфитов

3) фосфинатов

4) тиофосфатов

7. (75%) СОЕДИНЕНИЕ  $\text{C}_6\text{H}_5(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})\text{P(S)SH}$  НОСИТ НАЗВАНИЕ

1) О,этил-фенилтиофосфит

2) О-этил,фенилдитиофосфонат

3) фенил,этилфосфат

4) О-этил,фенилфосфинат

8. (75%)СОЕДИНЕНИЕ  $P(C_6H_5)_5$  ОТНОСИТСЯ К КЛАССУ

1) фосфатов

2) фосфоратов

3) фосфинатов

4) фосфоранов

9. (75%)СОЕДИНЕНИЕ  $(C_6H_5)_3P=O$  ОТНОСИТСЯ К КЛАССУ

1) фосфонатов

2) фосфиноксидов

3) фосфоринанов

4) фосфитов

10. (75%)СОЕДИНЕНИЕ  $(C_2H_5O)(Me)P(O)SCH_2CH_2N(CH_3)_2$  НАЗЫВА-  
ЕТСЯ

1) О-этил,метилтиоэтилдиметиламинофосфат

2) О-этил,S( $\beta$ -диметиламино)этилметилфосфонат

3) О-этил,S( $\beta$ -диметиламино)этилметилфосфинат

4) О-этил,S( $\beta$ -диметиламино)этил,метилфосфин

11. (75%)РЕАКЦИЕЙ АРБУЗОВА ЯВЛЯЕТСЯ

1)  $PCl_3 + 3HOR \rightarrow HOP(OR)_2 + RCl + 3HCl$

2)  $PCl_3 + 3NaOR \rightarrow P(OR)_3 + 3NaCl$

3)  $POCl_3 + 3NaOR \rightarrow PO(OR)_3 + 3NaCl$

4)  $POCl_3 + 3HOR \rightarrow OP(OR)_3 + 3HCl$

12. (75%)РЕАКЦИЕЙ ПОЛУЧЕНИЯ СРЕДНИХ ФОСФИТОВ ЯВЛЯ-  
ЕТСЯ

1)  $POCl_3 + 3HOR \xrightarrow{NR_3} PO(OR)_3 + 3HCl \cdot NR_3$

2)  $POCl_3 + 3NaOR \rightarrow P(O)(OR)_3 + 3NaCl$

3)  $PCl_3 + 3HOR \rightarrow HOP(OR)_2 + RCl$

4)  $PCl_3 + HOR \xrightarrow{NR_3} P(OR)_3 + 3HCl \cdot NR_3$

13. (75%)РЕАКЦИЕЙ ПЕРКОВА ЯВЛЯЕТСЯ

1)  $P(OR)_3 + CCl_4 \xrightarrow{h\nu} Cl_3CP(O)(OR)_2 + RCl$

2)  $P(OR)_3 + CCl_3C(O)H \rightarrow (RO)_2P(O)-OCH=CCl_2 + RCl$

3)  $P(OR)_3 + R'C(O)H \rightarrow (RO)_2P(O)-CH(OH)R' + R'OR$

4)  $(C_4H_9O)_3P \xrightarrow{300^\circ} (C_4H_9O)_2P(O)H + CH_2=CH-C_2H_5$

14. (75%)НАЗВАНИЕ  $(C_4H_9O)_2P(O)H$

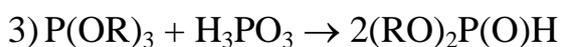
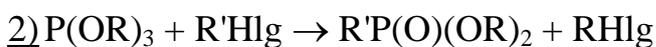
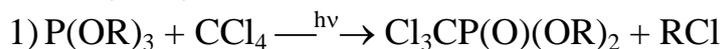
1) О,О,дибутилфосфиноксид

2) О,О,дибутилфосфит

3) O,O,дибутилфосфонит

4) O,O,дибутилфосфинит

15. (75%) ПЕРЕГРУППИРОВКА АРБУЗОВА ПРОТЕКАЕТ ПО СХЕМЕ



16. (75%) ПЕРЕГРУППИРОВКА АРБУЗОВА ПРОТЕКАЕТ ЧЕРЕЗ ОБРАЗОВАНИЕ ИНТЕРМЕДНАТА

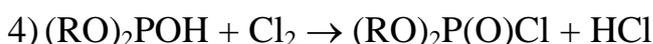
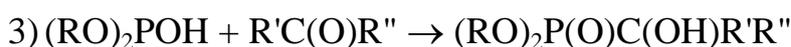
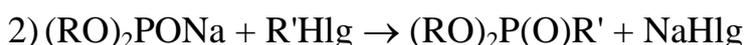
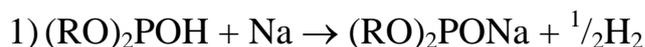
1) фосфоранового типа

2) фосфоренанового типа

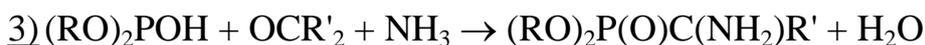
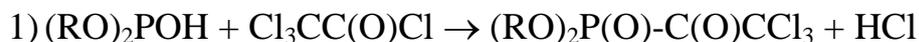
3) квазифосфониевого типа

4) фосфатного типа

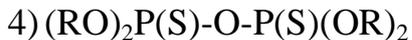
17. (75%) РЕАКЦИЯ МИХАЭЛИСА-БЕККЕРА ПРОТЕКАЕТ ПО СХЕМЕ



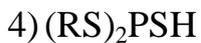
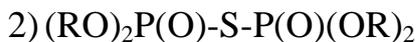
18. (75%) РЕАКЦИЯ КАБАЧНИКА-ФИЛДСА ПРОТЕКАЕТ ПО СХЕМЕ



19. (75%) РЕАКЦИЯ  $(RO)_2POH + S_2Cl_2$  ПРОТЕКАЕТ С ОБРАЗОВАНИЕМ ФОС



20. (75%) РЕАКЦИЯ  $(RO)_2POH$  С СЕРОЙ ПРОТЕКАЕТ С ОБРАЗОВАНИЕМ ФОС



21. (75%) РЕАКЦИЯ  $(RO)_2POH$  С  $R'MgX$  ПОСЛЕ ГИДРОЛИЗА ПРОТЕКАЕТ С ОБРАЗОВАНИЕМ ФОС

- 1)  $R'_3P$
- 2)  $R'_2POH$
- 3)  $(RO)_2PR'$
- 4)  $(RO)_2PH$

22. (75%) РЕАКЦИЯ  $H_3PO_3$  С НЕДОСТАТКОМ  $ROH$  ПРОТЕКАЕТ С ОБРАЗОВАНИЕМ ФОС

- 1)  $ROP(OH)_2$
- 2)  $(RO)_2POH$
- 3)  $(RO)_3P$
- 4)  $(RO)_3PO$

23. (75%) РЕАКЦИЯ  $PCl_3$  С  $3HSR$  ПРОТЕКАЕТ С ОБРАЗОВАНИЕМ ФОС

- 1)  $P(SR)_3$
- 2)  $P(SR)_2Cl$
- 3)  $(RS)_2PSH$
- 4)  $(RS)_2P(S)SH$

24. (75%) ПЕРЕГРУППИРОВКА ПРОТЕКАЕТ ПО СХЕМЕ

- 1)  $(RS)_3P + R'XZ \rightarrow (RS)_2P(S)R' + RX$
- 2)  $(RS)_3P + R'X \rightarrow (RS)_2PX + R'SR$
- 3)  $(RS)_3P + RX \rightarrow (RS)_2PSR' + RX$
- 4)  $(RS)_3P + 2R'X \rightarrow (RS)_2P(S)SR' + RX + \frac{1}{2}X_2$

25. (75%) РЕАКЦИЯ ДИАЛКИЛХЛОРОФОСФИТА С СЕРОВОДОРОДОМ В ПРИСУТСТВИИ АМИНА ПРИВОДИТ К ОБРАЗОВАНИЮ ФОС

- 1)  $(RO)_2P(S)Cl$
- 2)  $(RO)_2PSH$
- 3)  $(RO)_2PSCl$
- 4)  $(RO)_2PH$

### **Методические рекомендации для подготовки к вопросам по лабораторным работам**

Большая часть учебного материала должна быть проработана студентом самостоятельно, вне аудиторных занятий. Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой составной частью процесса подготовки специалистов.

Под самостоятельной работой студента понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия. Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирование умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к

лабораторным работам, описание проделанной экспериментальной работы с приведением расчетов, графиков, таблиц и выводов, подготовка к защите теории по работе, самоконтроль знаний по теме работы с помощью вопросов к каждой работе, подготовка к коллоквиумам, индивидуальное написание и защиту реферата.

Для качественного выполнения лабораторных работ каждый студент должен заранее подготовиться к очередной работе. Подготовка складывается из изучения цели, задач и содержания лабораторной работы, повторения теоретического материала, относящегося к работе, и теоретическом ознакомления со свойствами химических веществ до выполнения работы. Результаты подготовки отражаются студентами в рабочих тетрадях, куда записываются перечень необходимых измерительных приборов и аппаратура, план выполнения лабораторной работы, расчетные формулы и зарисовываются схемы установок, таблицы для записи опытных и расчетных данных. Все записи в рабочих тетрадях как при подготовке к работе, так и в процессе выполнения ее должны вестись аккуратно.

В начале занятия преподаватель путем опроса и ознакомления с записями в рабочих тетрадях проверяет подготовленность каждого студента. Неподготовленные студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

Титульный лист – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета).

Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.).

Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных.

Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы).

Список литературы – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

*Оформление плана-конспекта занятия и отчета по лабораторной работе.* План-конспект занятия и отчет по лабораторной работе относится к категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
  - интервал межстрочный – полуторный;
  - шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
  - выравнивание текста – «по ширине»;

- поля страницы - левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;

- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).

- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

### **Критерии оценки самостоятельной работы**

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

По теме для самостоятельного изучения студенты опрашиваются устно на консультациях согласно графику, оцениваются по пятибалльной системе.

#### Оценка «Отлично»

- А) Задание выполнено полностью.
- Б) Отчет/ответ составлен грамотно.
- В) Ответы на вопросы полные и грамотные.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

#### Оценка «Хорошо»

- А), Б) - те же, что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

#### Оценка «Удовлетворительно»

- А), Б) - те же, что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов.

Г) Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно.

Оценка «Неудовлетворительно»

А) Программа не выполнена полностью.

Б) Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные.

В) Материал не понят, не осознан и не усвоен.

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью контрольных вопросов и заданий.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	<p><b>Модуль 1.</b>  <b>Занятие №1.</b>                      Техника безопасности. Общие приемы работы по элементоорганическому синтезу. Техника лабораторных работ.  <b>Занятия №№2 - 3.</b>                      Подготовка растворителей и твердых реагентов.  <b>Занятия №№ 4-11.</b>                      Синтез исходных веществ и конечных продуктов  <b>Занятия №№ 12-15.</b> Химический и физико-химический анализ конечного продукта.</p> <p><b>Модуль 2.</b>  <b>(Лабораторные работы 1-4)</b></p>	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	Знает Нормы техники безопасности при работе с органическим и и неорганическими соединениями, электрическим и приборами, химической посудой.	Проверка готовности к лабораторной работе №1. (ПР-б).	Экзаменационные вопросы №№1 – 8
			Умеет Безопасно обращаться с химическими реактивами, подготавливать их к эксперименту, качественно и безопасно планировать синтетическую и аналитическую		

			ю часть синтезов.		
			Владеет навыками безопасного обращения с химическими реактивами, приборами и лабораторным оборудованием	Групповая дискуссия (УО-4).	Экзаменационные вопросы №№1 – 8
2.	<p><b>Модуль 1.</b> <b>Занятие №1.</b> Техника безопасности. Общие приемы работы по элементоорганическому синтезу. Техника лабораторных работ. <b>Занятия №№2 - 3.</b> Подготовка растворителей и твердых реагентов. <b>Занятия №№ 4-11.</b> Синтез исходных веществ и конечных продуктов <b>Занятия №№ 12-15.</b> Химический и физико-химический анализ конечного продукта. <b>Модуль 2.</b> <b>(Лабораторные работы 1-4)</b></p>	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	Знает Основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки	Проверка отчета по лабораторным работам №№2-9 (ПР -6). Групповой разбор задач. (УО-4). Тестовый контроль(ПР-1).	Экзаменационные вопросы №№9-15
			Умеет Проводить расчеты при анализе полученных соединений, опираясь на основные естественнонаучные законы, делать выводы о строении и составе полученных соединений	Выполнение лабораторных работ №№ 2-3 и подготовка отчета по ним. (ПР -6). Собеседование (УО-1).	Экзаменационные вопросы №№9-15
			Владеет навыками постановки и проведения химического эксперимента и математической обработки	Групповая дискуссия. (УО-4).	Экзаменационные вопросы №№9-15

			опытных данных.		
3	<p><b>Модуль 1.</b> <b>Занятие №1.</b> Техника безопасности. Общие приемы работы по элементоорганическому синтезу. Техника лабораторных работ. <b>Занятия №№2 - 3.</b> Подготовка растворителей и твердых реагентов. <b>Занятия №№ 4-11.</b> Синтез исходных веществ и конечных продуктов <b>Занятия №№ 12-15.</b> Химический и физико-химический анализ конечного продукта. <b>Занятие № 16.</b> Защита проекта. <b>Модуль 2.</b> <b>(Практические занятия1-3)</b></p>	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	Знает методы представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций	Проверка готовности к лабораторной работе №4-6.	Экзаменационные вопросы №№16-28
			Умеет самостоятельно обобщать полученные в ходе выполнения практических и лабораторных занятий результаты в виде кратких отчетов и презентаций	Проверка отчета по лабораторной работе №4-6, (ПР -6).	Экзаменационные вопросы №№16 – 28.
			владеет опытом представления полученных в ходе выполнения практических и лабораторных занятий результатов в виде кратких отчетов и презентаций	Групповая дискуссия (УО-4).	Экзаменационные вопросы №№16 – 28

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в фонде оценочных средств.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Чернышев Е.А., Таланов В.Н. Химия элементоорганических мономеров и полимеров. М.: Колос, 2011-439 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:756739&theme=FEFU> (4 экз.)
2. Жауэн Ж. Биометаллоорганическая химия Жауэн Ж./ М.: БИНОМ. Лаб. Знаний.- 2013. – 494с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:760911&theme=FEFU> (4 экз.)
3. Металлоорганическая химия [Электронный ресурс] / К. Эльшенбройх ; пер. с нем. -2-е изд. (эл.). -М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.- 746 с. : ил. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313327.html>
4. Федотов М.А. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии. Растворы и жидкости. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 384 с. - ISBN 978-5-9221-1202-4 <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112024.html>
5. Кленин, В.И. Высокмолекулярные соединения [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Кленин, И.В. Федусенко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 509 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=5842](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=5842) — Загл. с экрана.

### Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Шапкин Н.П., Капустина А.А., Аликовский А.В., Свистунова И.В., Поляков В.Ю./ Общий практикум по химии неорганических и элементоорганических соединений. Учебное пособие.- Владивосток, Изд. ДВГУ, 2003. – Кафедра общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН ДВФУ, лаборатория L656 <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:4747&theme=FEFU>
2. Шапкин Н.П., Капустина А.А., Свистунова И.В. Баженов В.В./ Практикум по химии элементоорганических соединений. Учебное пособие. – Владивосток, Изд. ДВГУ, 2009. – Кафедра общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН ДВФУ, лаборатория L656 <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:279868&theme=FEFU>
3. Гринвуд Н. Химия элементов. Гринвуд Н., Эрншо А. / М.: БИНОМ. Лаб.знаний.- 2008.- 607 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:274592&theme=FEFU>
4. Шишонок, М.В. Высокмолекулярные соединения [Электронный ре-

курс] : учеб. пособие / М.В. Шишонок. - Минск: Выш. шк., 2012. - 535 с.: ил. - ISBN 978-985-06-1666-1.

<http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code=%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5+%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D0%B8&page=2#none>

5. Аликовский, А.В Синтез элементоорганических соединений [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Аликовский, С.Г. Красицкая, В.В. Васильева. – Электрон. дан. – Владивосток : Дальневост. федерал. ун-т, 2013. – Режим доступа: <https://bb.dvfu.ru>. – Загл. с экрана

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://e.lanbook.com/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://znanium.com/>
4. <http://www.nelbook.ru/>
5. база данных о веществах и их свойствах <http://www.chemspider.com/> -
6. база данных о веществах и их свойствах <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
7. поисковая система печатных материалов <http://www.scopus.com>
8. Химия элементоорганических соединений./ Интернет-книга Иркутского государственного университета [www.chem.isu.ru/eos/index.html6](http://www.chem.isu.ru/eos/index.html6)

#### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Платформа электронного обучения Blackboard ДВФУ.

[https://bb.dvfu.ru/webapps/blackboard/content/listContentEditable.jsp?content\\_id=159675\\_1&course\\_id=4959\\_1](https://bb.dvfu.ru/webapps/blackboard/content/listContentEditable.jsp?content_id=159675_1&course_id=4959_1)

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины**

Время, отведённое на самостоятельную работу, должно быть использовано обучающимися планомерно в течение семестра.

Планирование – важнейшая черта человеческой деятельности. Для организации учебной деятельности эффективным вариантом является использование средств, напоминающих о стоящих перед вами задачах, и их последовательности выполнения. В роли таких средств могут быть ИТ-технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т.п.), имеющие приложения/программы по организации распорядка дня/месяца/года и сигнализирующих о важных событиях, например, о выполнении заданий по

дисциплине «Синтез и исследование координационных, низко- и высокомолекулярных элементоорганических соединений».

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине «Синтез и исследование координационных, низко- и высокомолекулярных элементоорганических соединений», это позволит морально настроиться на выполнение поставленных задач, подготовиться к ним и выработать правила выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций, чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время два часа на одно занятие.

### **Описание последовательности действий, обучающихся при изучении дисциплины**

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает на занятиях и дома разделы лекционного курса, готовится к практическим занятиям, проходит контрольные точки текущей аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (собеседование, тестирование и др.).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Внимательное чтение рабочей программы учебной дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов). В ней содержится перечень контрольных испытаний для всех разделов и тем, включая экзамен; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины «Синтез и исследование координационных, низко- и высокомолекулярных элементоорганических соединений».

2. Неотъемлемой составной частью освоения курса является посещение лекций и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебниками.

3. Регулярная подготовка к практическим занятиям и активная работа на них, включающая:

- повторение материала лекции по теме;
- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями по подготовке к занятию;
- изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях;
- чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
- посещение консультаций с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к практическим занятиям.

4. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала

всего курса дисциплины.

### **Рекомендации по работе с литературой**

Изучение дисциплины следует начинать с проработки тематического плана лекций, уделяя особое внимание структуре и содержанию темы и основных понятий. Изучение «сложных» тем следует начинать с составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между ними. Целесообразно прибегнуть к классификации материала, в частности при изучении тем, в которых присутствует большое количество незнакомых понятий, категорий, теорий, концепций, либо насыщенных информацией типологического характера.

При работе с литературой обязательно выписывать все выходные данные по каждому источнику. Можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц). Ищите аргументы «за» или «против» идеи автора.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Используйте основные установки при чтении научного текста:

1. информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Для работы с научными текстами применяйте следующие виды чтения:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
2. просмотрное – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Основным для студента является изучающее чтение – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в профессиональной области.

При работе с литературой можно использовать основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

### **Подготовка к лабораторным занятиям.**

#### **Задание на дом к лабораторному занятию № 1**

Просмотреть материал учебников и методическое пособие к практическим занятиям. Актуализировать знания по технике безопасности.

Просмотреть материал учебников и методическое пособие, подготовиться к очистке растворителей. Актуализировать знания по перекристаллизации твердых веществ.

#### **Задание на дом к лабораторным занятиям №№ 2-7**

Подготовиться к решению практических задач по очистке исходных

веществ и синтезу продуктов. Найти в литературных источниках план синтеза веществ. Продумать порядок их выполнения

### **Задание на дом к лабораторным занятиям №№ 8-11**

Найти в литературных источниках план анализа веществ. Продумать порядок их выполнения.

### **Задание на дом к лабораторному занятию №11**

1. Решить вопрос о последовательности изложения темы.
2. Написать отчет по практикуму и подготовиться к его защите.

**Учебное пособие к лабораторным работам находится в Приложении 3.**

### **Подготовка к практическим занятиям**

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется пользоваться рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Ответы, выносимые на обсуждение, должны быть тщательно подготовлены и по ним составлена схема (план), которой студент пользуется на занятии. При ответе надо логически грамотно выражать и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать понятиями и категориями. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса.

### **Подготовка к экзамену**

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к экзаменам. Для этого важны следующие моменты - соблюдение режима дня: сон не менее 8 часов в сутки; занятия заканчивать не позднее, чем за 2-3 часа до сна; прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом во время перерывов между занятиями. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Химическая лаборатория. Стандартный набор оборудования химических лабораторий: реактивы, стеклянная посуда, весы, плитки, рефрактометры, рН-метры, ротор-испаритель. Спектрометр ядерного магнитного резонанса высокого разрешения AVANCE 400МГц (Bruker); жидкостной хроматограф 1200 Agilent Technologies. США; жидкостной хроматограф 1100 Agilent Technologies. США; газовые хроматографы 6890 с детектором 5975N; газовый хроматограф 6890 с детектором 5973N, газовый хроматограф 6850 с пламенно –ионизационным детектором и детектором по теплопередачи; ИК-Фурье спектрофотометр Vertex 70 с приставкой комбинационного рассеивания RAM II и ИК- микроскопом Hyperion 1000 (Bruker); ИК-Фурье спектрометр Spektrum BX (PerkinElmer), двулучевой сканирующий спектрофотометр УФ\видимого диапазона Cintra 5 (JBC Scientific equipment), анализатор углерода, водорода и азота(Thermo finnigan), микроволновая система Discoveri, а также иное научное оборудование в центрах коллективного пользования ДВФУ и ДВО РАН.

## VIII. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ Паспорт ФОС

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	<b>Модуль 1.</b> <b>Занятие №1.</b> Техника безопасности. Общие приемы работы по элементоорганическому синтезу. Техника лабораторных работ. <b>Занятия №№2 - 3.</b> Подготовка растворителей и твердых реагентов. <b>Занятия №№ 4-11.</b> Синтез исходных веществ и конечных продуктов	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	Знает Нормы техники безопасности при работе с органическим и неорганическими соединениями, электрическим и приборами, химической посудой.	Проверка готовности к лабораторной работе №1. (ПР -б).	Экзаменационные вопросы №№1 – 8
			Умеет Безопасно обращаться с химическими реактивами,		

	<p><b>Занятия №№ 12-15.</b> Химический и физико-химический анализ конечного продукта.  <b>Модуль 2.</b>  <b>(Лабораторные работы 1-4)</b></p>		<p>подготавливать их к эксперименту, качественно и безопасно планировать синтетическую и аналитическую часть синтезов.</p>		
			<p>Владеет навыками безопасного обращения с химическими реактивами, приборами и лабораторным оборудованием</p>	<p>Групповая дискуссия (УО-4).</p>	<p>Экзаменационные вопросы №№1 – 8</p>
<p>2.</p>	<p><b>Модуль 2.</b>  <b>Занятие №1.</b>  Техника безопасности. Общие приемы работы по элементоорганическому синтезу. Техника лабораторных работ.  <b>Занятия №№2 - 3.</b>  Подготовка растворителей и твердых реагентов.  <b>Занятия №№ 4-11.</b>  Синтез исходных веществ и конечных продуктов  <b>Занятия №№ 12-15.</b> Химический и физико-химический анализ конечного продукта.  <b>Модуль 2.</b>  <b>(Лабораторные</b></p>	<p>ОПК-1,  ОПК-2, ПК-1</p>	<p>Знает  Основные естественнонаучные законы и закономерности и развития химической науки</p>	<p>Проверка отчета по лабораторным работам №№2-9 (ПР -6).  Групповой разбор задач. (УО-4).  Тестовый контроль(ПР-1).</p>	<p>Экзаменационные вопросы №№9-15</p>
			<p>Умеет  Проводить расчеты при анализе полученных соединений, опираясь на основные естественнонаучные законы, делать выводы о строении и составе полученных соединений</p>	<p>Выполнение лабораторных работ №№ 2-3 и подготовка отчета по ним. (ПР -6).  Собеседование (УО-1).</p>	<p>Экзаменационные вопросы №№9-15</p>
			<p>Владеет</p>	<p>Групповая</p>	<p>Экзаменационн</p>

	работы 1-4)		навыками постановки и проведения химического эксперимента и математической обработки опытных данных.	дискуссия. (УО-4).	ые вопросы №№9-15
3	<b>Модуль 3.</b> <b>Занятие №1.</b> Техника безопасности. Общие приемы работы по элементоорганическому синтезу. Техника лабораторных работ. <b>Занятия №№2 - 3.</b> Подготовка растворителей и твердых реагентов. <b>Занятия №№ 4-11.</b> Синтез исходных веществ и конечных продуктов <b>Занятия №№ 12-15.</b> Химический и физико-химический анализ конечного продукта. <b>Занятие № 16.</b> Защита проекта. <b>Модуль 2.</b> <b>(Практические занятия 1-3)</b>	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	Знает методы представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций	Проверка готовности к лабораторной работе №4-6.	Экзаменационные вопросы №№16-28
			Умеет самостоятельно обобщать полученные в ходе выполнения практических и лабораторных занятий результаты в виде кратких отчетов и презентаций	Проверка отчета по лабораторной работе №4-6, (ПР -6).	Экзаменационные вопросы №№16 – 28.
			владеет опытом представления полученных в ходе выполнения практических и лабораторных занятий результатов в виде кратких отчетов и презентаций	Групповая дискуссия (УО-4).	Экзаменационные вопросы №№16 – 28

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Общепрофессиональные навыки	<p><b>ОПК-1.</b> Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений</p>	<p><b>ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов</p> <p><b>ОПК-1.2.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии</p> <p><b>ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</p>
	<p><b>ОПК-2.</b> Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p><b>ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p> <p><b>ОПК-2.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик</p> <p><b>ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе</p> <p><b>ОПК-2.4.</b> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования</p>

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объекты или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)
Тип задач профессиональной деятельности: <i>Научно-исследовательский</i>				
Осуществление вспомогательной научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных задач химической направленности; разработка веществ и материалов, создание новых видов химической продукции	Химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения	<b>ПК-1.</b> Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	<b>ПК-1.1.</b> Планирует отдельные стадии синтеза координационных, низко- и высокомолекулярных соединений <b>ПК-1.2.</b> Обобщает полученные в ходе выполнения практических и лабораторных занятий результаты в виде кратких отчетов и презентаций <b>ПК-1.3.</b> Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для исследования полученных координационных, низко- и высокомолекулярных соединений <b>ПК-1.4.</b> Проводит синтез координационных, низко- и высокомолекулярных соединений	Анализ опыта, ПС: 19.002 26.003 26.014 40.011 40.012 40.033 40.136

### Примерный перечень оценочных средств (ОС)

**I. Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

К аттестации по дисциплине допускаются студенты, выполнившие все

лабораторные работы и защитившие отчеты по ним.

### **Примерный перечень оценочных средств (ОС)**

#### **I. Устный опрос**

1. Экзамен (Средство промежуточного контроля) – Вопросы к экзамену

#### **Вопросы к зачету**

1. Состояние исследований по получению элементоорганических соединений.

2. Методы синтеза отдельных классов элементоорганических соединений.

3. Методы установления строения элементоорганических соединений.

4. Применение элементоорганических соединений.

5. Объекты изучения химии элементоорганических соединений. Значение элементоорганических соединений в фундаментальном и прикладном плане. Классификация и номенклатура элементоорганических соединений.

6. Методы подготовки органических растворителей (способы очистки, осушения, перегонки).

7. Способы подготовки исходных соединений: перекристаллизация, вакуумная перегонка.

8. Применение спектральных методов для исследования структуры элементоорганических соединений.

9. Синтез и свойства органических соединений трехвалентного фосфора

10. Средние и кислые фосфиты. Методы синтеза.

11. Реакции Мелобендзкого-Сахновского, Арбузова. Физические и химические свойства органических соединений трехвалентного фосфора.

12. Реакции Арбузова, Перкова, Михаэлиса-Беккера, Кабачника-Филдса. Области применения.

13. Тиофосфиты, тритиофосфиты. Синтез и свойства.

14. Синтез и свойства органических соединений пятивалентного фосфора.

15. Методы синтеза производных фосфорной, фосфоновой, фосфиновой кислот.

16. Методы исследования физических и химических свойств фосфорной, фосфоновой, фосфиновой кислот.

17. Тиофосфорные кислоты. Методы синтеза, методы исследования физических, химических свойств.

18. Фосфины. Синтез, физические и химические свойства. Реакция Пищимуки. Фосфиноксиды. Области применения.

19. Синтез и свойства германийорганических соединений.

20. Классификация и номенклатура германийорганических соединений.

21. Методы синтеза германийорганических соединений.

22. Органил(хлоргидро, гидроксо)германы. Физические и химические свойства. Полимерные органогерманы, органогерманооксаны. Области применения.
23. Гетероцепные бор-углеродные полимеры. Синтез и свойства.
24. Карборансодержащие полимеры. Синтез и свойства.
25. Боринаты, боронаты, бораты Поликарборанилены. Синтез и свойства.
26. Гетероцепные бор-азотсодержащие полимеры. Синтез и свойства.
27. Гетероцепные бор-кислородсодержащие полимеры. Синтез и свойства.
28. Кремнийорганические соединения. Методы синтеза. Свойства.

### **Вопросы к экзамену**

1. Основные понятия химии комплексных соединений: комплексное соединение, координационное соединение, соединение включения, аддукт, комплексообразователь (центральная частица), лиганд, координационное число, донорный атом, дентатность, координационная сфера, молекулярный комплекс, ионный ассоциат.
2. Предмет изучения координационной химии.
3. Номенклатура координационных соединений. Правила составления названий.
4. Изомерия координационных соединений. Типы изомерии.
5. Теория валентных связей. Основные положения теории. Объяснение устойчивости комплексов.
6. Объяснение пространственного строения комплексов с позиций теории валентных связей. Гибридизация электронных орбиталей комплексообразователя. Типы гибридизации, соответствующие координационным числам 2, 4, 6.
7. Объяснение магнитных свойств комплексов с позиций теории валентных связей. Внешне- и внутриорбитальные комплексы. Высоко- и низкоспиновые комплексы.
8. Влияние химической природы лиганда на тип гибридизации.
9. Теория кристаллического поля. Область применения теории. Основные положения. Расщепление d-орбиталей комплексообразователя в октаэдрическом поле лигандов
10. Сила кристаллического поля. Энергия (фактор) расщепления. Энергия стабилизации кристаллическим полем. Объяснение устойчивости комплексов с позиций теории кристаллического поля.
11. Объяснение магнитных и спектральных свойств комплексов с позиций теории кристаллического поля. Спектрохимический ряд лигандов.

12. Объяснение искажения октаэдрической формы комплексов с позиций теории кристаллического поля. Эффект Яна-Теллера. Объяснение эффекта.
13. Классификация комплексообразователей в соответствии со строением электронной оболочки. Категории комплексообразователей. Краткая характеристика сродства к донорным атомам лигандов, устойчивости и лабильности образующихся комплексов для каждой категории комплексообразователей.
14. Теория кислот и оснований Льюиса. Основные положения теории. Жесткие и мягкие кислоты и основания.
15. Молекула воды и гидроксил-анион как лиганды координационных соединений: донорные атомы, строение электронной оболочки донорных атомов, потенциальная дентатность, краткая характеристика свойств комплексов. Влияние центрального иона на кислотно-основные свойства лигандов.
16. Амины как лиганды координационных соединений: донорные атомы, строение электронной оболочки донорных атомов, потенциальная дентатность, краткая характеристика свойств комплексов. Влияние строения органического радикала на свойства лигандов.
17. Фосфины как лиганды координационных соединений: донорные атомы, строение электронной оболочки донорных атомов, потенциальная дентатность, краткая характеристика свойств комплексов. Влияние строения органического радикала на свойства лигандов.
18. Транс-влияние и цис-влияние лигандов в комплексах. Проявление эффектов взаимного влияния лигандов.
19. Оксо-анионы как лиганды координационных соединений: донорные атомы, строение электронной оболочки донорных атомов, потенциальная дентатность, краткая характеристика свойств комплексов. Влияние строения органического радикала на свойства лигандов.
20.  $\pi$ -комплексы. Лиганды, образующие  $\pi$ -комплексы. Механизм образования химической связи в  $\pi$ -комплексах.
21. Лиганды, их классификация, принцип ЖМКО.
22. Координационное число центрального атома, конфигурация комплексов.
23. Типы комплексных соединений.
24. Циклические комплексные соединения.
25. Полиядерные комплексные соединения.
26. Химические и физико-химические методы изучения строения комплексов.

27. Спектральные методы изучения строения комплексов.
28. Функции, характеризующие комплексообразование в растворах.
29. Графические и расчетные методы определения констант устойчивости
30. по функциям, характеризующим комплексообразование в растворах.
31. Общий обзор экспериментальных методов изучения равновесий
32. комплексов в растворах.
33. Потенциометрические методы изучения комплексообразования.
34. Спектрофотометрические методы изучения коомплексообразования.
35. Изучение комплексообразования методами растворимости, ионного обмена, экстракции.
36. Реакции замещения в октаэдрических комплексах.
37. Реакции замещения в комплексах с к.ч.= 4.
38. Реакции изомеризации.
39. Внутрисферные и внешнесферные окислительно-восстановительные
40. реакции.
41. Реакции внедрения (миграции) как стадии гомогенного катализа.
42. Изменение реакционных свойств лигандов вследствие его координации.

**Экзаменационные билеты  
(примеры)**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

Школа естественных наук

04.03.01 «Химия»

Дисциплина «Синтез и исследование координационных, низко- и высокомолекулярных  
элементоорганических соединений»

Форма обучения очная \_\_\_\_\_

Семестр 8 \_\_\_\_\_ 2022 - 2023 учебного года

Реализующая кафедра -общей ,неорганической и элементоорганической химии

**Экзаменационный билет № 1**

1. Исследование комплексообразования методом изомолярных серий.

2. Одноядерные координационные соединения. Вернеровские комплексы (аквакомплексы, ацидокомплексы, гидроксокомплексы, аммиакаты, гидриды, анионгалогенаты и катионгалгены).

Зав. кафедрой

Капустина А.А.

М.П. (школы)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

Школа естественных наук

04.03.01 «Химия»

Дисциплина «Синтез и исследование координационных, низко- и высокомолекулярных  
элементоорганических соединений»

Форма обучения очная \_\_\_\_\_

Семестр \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_ 2022 - 2023 учебного года

Реализующая кафедра - общей, неорганической и элементоорганической химии

**Экзаменационный билет № 2**

1. Термодинамика образования и диссоциации координационных соединений .
2. ММО применительно к координационным соединениям

Зав. кафедрой

Капустина А.А.

**II. Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

**Примерный перечень оценочных средств (ОС)**

**I. Устный опрос**

1. Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) - Вопросы по темам/разделам дисциплины.

2. Групповая дискуссия (УО-4) (Групповая дискуссия – рассмотрение, анализ различных позиций, точек зрения ученых на содержание той или иной проблемы, концепции выбора путей практической реализации стоящих перед обучающимися задач.) - Тема, вопросы для обсуждения. Задания для подготовки.

**II. Письменный контроль**

1 Курсовые работы

Примерные темы курсовых работ

1. Синтез кремнийсодержащих дендримеров на основе октавинилсилсесквиоксана.

2. Синтез и исследование борсодержащих полифенилсилоксанов

3. Синтез и исследование тиозамещенных дикетонатов дифторида бора
4. Синтез и исследование азотсодержащих аналогов дикетонатов дифторида бора
5. Синтез сульфенилхлоридных производных комплексов бора
6. Синтез и исследование полиметиновых красителей на основе комплексов дифторида бора
7. Механохимический синтез полисурьмафенилсилоксанов.
8. Синтез и исследование полимарганецфенилсилоксанов с заданным соотношением кремния к металлу
9. Синтез фенилбороновой кислоты
10. Синтез пирокатехиновых производных дикетонатов бора
11. Синтез и исследование дифенилстибиновой кислоты
12. Синтез полигаллийорганилсилоксанов
13. Синтез поликальцийорганил силоксанов заданного состава
14. Поливисмутфенилсилоксаны, синтез и свойства
15. Полимагнийорганил силоксаны – синтез и исследование.

#### **Вопросы к лабораторным работам №№ 1-3 (УО-1)**

1. Назовите правила техники безопасности при работе в химической лаборатории.
2. Расскажите о правилах оказания первой помощи.
3. Назовите правила пожарной безопасности при работе в химической лаборатории.
4. Методы подготовки органических растворителей (способы очистки, осушения, перегонки).
5. Способы подготовки исходных соединений: перекристаллизация, вакуумная перегонка.

#### **Вопросы к лабораторным работам №№ 2-7(УО-1)**

1. Синтез и свойства органических соединений пятивалентного фосфора.
2. Методы синтеза производных фосфорной, фосфоновой, фосфиновой кислот.
3. Методы исследования физических и химических свойств фосфорной, фосфоновой, фосфиновой кислот.
4. Тиофосфорные кислоты. Методы синтеза, методы исследования физических, химических свойств.
5. Фосфины. Синтез, физические и химические свойства. Реакция Пицимуки. Фосфиноксиды. Области применения.
6. Синтез и свойства германийорганических соединений.
7. Классификация и номенклатура германийорганических соединений.
8. Методы синтеза германийорганических соединений.

9. Органил(хлоргидро, гидроксо)германы. Физические и химические свойства. Полимерные органогерманы, органогерманооксаны. Области применения.
10. Гетероцепные бор-углеродные полимеры. Синтез и свойства.
11. Карборансодержащие полимеры. Синтез и свойства.
12. Боринаты, боронаты, бораты Поликарборанилены. Синтез и свойства.
13. Гетероцепные бор-азотсодержащие полимеры. Синтез и свойства.
14. Гетероцепные бор-кислородсодержащие полимеры. Синтез и свойства.
15. Кремнийорганические соединения. Методы синтеза. Свойства.

### **Вопросы к лабораторным работам №№ 8-11(УО-1)**

1. Методы установления строения элементоорганических соединений.
2. Применение спектральных методов для исследования структуры элементоорганических соединений.
3. Применение хроматографических методов для исследования структуры элементоорганических соединений.
4. Применение рентгеновских методов для исследования структуры элементоорганических соединений.
5. Применение электронной спектроскопии для исследования структуры элементоорганических соединений.

### **Групповая дискуссия (УО-4)**

Вопросы для обсуждения на лабораторной работе № 11.

1. Соответствуют ли задачи исследования поставленным целям.
2. Является ли выбранный метод синтеза оптимальным. Соответствует ли он цели исследования.
3. Достигнута ли цель исследования.
4. Убедительно ли доказательство состава и строения полученных соединений.  
Какие методы использовались для этого.
5. Убедительны ли выводы, сделанные в работе.
6. Каково качество ответов на вопросы.
7. Демонстрирует ли докладчик знание литературы по данной теме.
8. Каковы качество доклада и презентации.
9. Вопросы по содержанию работы.

### **Задания для подготовки**

1. Подготовить письменный отчет.
2. Подготовить доклад и презентацию доклада.
3. Подготовиться к ответам на вопросы.

### **Требования к оформлению отчета:**

Отчет должен содержать следующие разделы:

1. Оглавление.

2. Введение.
3. Литературный обзор.
4. Обсуждение результатов.
5. Экспериментальная часть.
6. Выводы.
7. Литература.
8. Приложение (ИК-, УФ-, ЯМР- спектры и др.)

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ.

### III. Письменные работы

1. Тест (ПР-1) (Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося) - Фонд тестовых заданий.

2. Лабораторная работа (ПР -6).(Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу) - Комплект лабораторных заданий представлен в приложении 3.

3. Контрольные работы (ПР-2).

#### Тестовые задания для текущей проверки

##### Координационные соединения:

1. Определите степень окисления центрального атома в соединениях:

- а)  $[\text{CoCo}_3(\text{NO}_2)_4]^{4+}$ ,  $\text{K}_3[\text{Ir}(\text{C}_2\text{O}_4)_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{Rh}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$
- б)  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{CO}_3)_2]^{2-}$ ,  $\text{Cs}_3[\text{Sc}(\text{SO}_4)_3]$ ,  $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$
- в)  $[\text{Bi}(\text{SO}_3\text{S})_3]^{3-}$ ,  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]$ ,  $[\text{Cr}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$
- г)  $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}$ ,  $[\text{Cr}(\text{en})_2(\text{NCS})_2]\text{NCS}$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]^+$
- д)  $(\text{NH}_4)_3[\text{Fe}(\text{SO}_3)_3]$ ,  $[\text{Ir}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_3]^{2+}$ ,  $[\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2]$
- е)  $[\text{Co}(\text{CO}_3)_2(\text{NO}_2)_2]^{3-}$ ,  $\text{Rb}_2[\text{Al}(\text{NO}_3)_5]$ ,  $[\text{Ni}(\text{en})_3]^{2+}$

2. Составьте названия следующих комплексов:

- а)  $[\text{Co}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$ ,  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+}$ ,  $[\text{SiF}_6]^{2-}$
- б)  $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ ,  $[\text{Sn}(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]^+$ ,  $[\text{SbS}_4]^{3-}$
- в)  $[\text{Mn}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$ ,  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$
- г)  $[\text{Os}(\text{CO})_5]$ ,  $[\text{Zr}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{SO}_4)_2]$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ,  $[\text{HgI}_4]^{2-}$
- д)  $[\text{Ti}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$ ,  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NCS})_3]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{2+}$ ,  $[\text{AuBr}_4]^-$
- е)  $[\text{W}(\text{CO})_6]$ ,  $[\text{Ti}(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Cl}]$ ,  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

3. Составьте названия следующих комплексов:

- а)  $[\text{Co}_2(\text{CO})_8]$ ,  $[\text{Cr}_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{CH}_3\text{COO})_4]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ,  $[\text{Mo}(\text{CN})_8]^{4-}$
- б)  $[\text{Ir}(\text{CO})_{12}]$ ,  $[\text{Hf}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{SO}_4)_2]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$ ,  $[\text{Sc}(\text{OH})_6]^{3-}$
- в)  $[\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}]$ ,  $[\text{Pt}_2(\text{CO})_2\text{Cl}_4]$ ,  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$ ,  $[\text{TaF}_7]^{2-}$
- г)  $[\text{Re}_3\text{Cl}_9]$ ,  $[\text{Cu}_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{CH}_3\text{COO})_4]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ,  $[\text{HgI}_3]^-$
- д)  $[\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}]$ ,  $[\text{Rh}_2(\text{CO})_4\text{SO}_4]$ ,  $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$ ,  $[\text{NiF}_6]^{3-}$

е)  $[\text{Rh}_2(\text{CO})_8]$ ,  $(\text{Hf}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{NO}_3)_2(\text{OH})_2)$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$

**4. Составьте названия следующих комплексов:**

а)  $[\text{V}(\text{CO})_6]$ ,  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{ICl}_2]^+$ ,  $[\text{Sb}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^-$ ,  $[\text{Re}(\text{Cl}_{12})]^{3-}$

б)  $[\text{Ru}(\text{CO})_5]$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]$ ,  $[\text{Ir}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ,  $[\text{Sn}(\text{N}_3)_6]^{2-}$ ,  $[\text{Nb}_2\text{F}_{11}]^-$

в)  $[\text{V}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$ ,  $[\text{Pt}(\text{CO})_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{ClF}_2]^+$ ,  $[\text{As}(\text{OH})\text{F}_5]$ ,  $[\text{W}_2\text{Cl}_9]^{3-}$

г)  $[\text{Cr}(\text{CO})_6]$ ,  $[\text{Cd}(\text{N}_2\text{H}_4)_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ,  $[\text{Hg}(\text{S})_2]^{2-}$ ,  $[\text{Bi}_2\text{Cl}_8]^{2-}$

д)  $[\text{Os}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$ ,  $[\text{Rh}_2(\text{CO})_4\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{BrF}_4]^+$ ,  $[\text{Pb}(\text{OH})_6]^{2-}$ ,  $[\text{Bi}(\text{SO}_3\text{S})_3]^{2-}$

е)  $[\text{Mo}(\text{CO})_6]$ ,  $[\text{Ti}_2(\text{N}_2)_2(\text{C}_5\text{H}_5)_4]$ ,  $[\text{ClF}_6]^+$ ,  $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$ ,  $[\text{Be}(\text{CO}_3)_2]^{2-}$

**5. Составьте названия комплексных соединений:**

а)  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4](\text{ClO}_4)_2$ ,  $[\text{Zn}(\text{en})_3][\text{Pt}^{\text{II}}\text{Cl}_4]$ ,  $\text{Na}[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{SO}_3)_2]$ ,  $\text{Rb}[\text{SeOF}_5]$

б)  $[\text{PtH}_2\text{O}(\text{NH}_3)\text{Cl}_2]$ ,  $\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{NO}_2)_2]$ ,  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2][\text{Sb}^{\text{V}}\text{Cl}_6]$ ,

$\text{NH}_4[\text{TeOF}_5]$

в)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4][\text{Pt}^{\text{II}}\text{Cl}_4]$ ,  $\text{K}_2\text{Sr}[\text{Ni}(\text{NO}_2)_6]$ ,  $[\text{Co}(\text{en})_2\text{NH}_3(\text{OH})\text{Cl}_2]$ ,  $\text{Rb}_2[\text{CrCl}_5\text{O}]$

г)  $\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$ ,  $[\text{Li}(\text{H}_2\text{O})_3][\text{Cu}^{\text{II}}\text{Cl}_3]$ ,  $[\text{Ru}(\text{py})_2(\text{CO})_2\text{I}_2]$ ,  $\text{NH}_4[\text{CrCl}_4\text{O}]$

д)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{Cl}_3$ ,  $\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{CrO}_4)_2]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Cr}^{\text{III}}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{Ag}[\text{CrOF}_4]$

е)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{HSO}_4$ ,  $[\text{Ni}(\text{en})_3][\text{Pt}^{\text{II}}\text{Cl}_4]$ ,  $\text{K}_3[\text{Ir}(\text{C}_2\text{O}_4)_2\text{Cl}_2]$ ,  $\text{K}[\text{Cr}(\text{I})\text{O}_3]$

**6. Составьте названия комплексных соединений:**

а)  $[\text{CoH}_2\text{O}(\text{NH}_3)_5]_2[\text{Pt}^{\text{IV}}\text{Cl}_6]_3$ ,  $(\text{NH}_4)_3[\text{Al}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ ,  $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2\text{Br}_2]$ ,  $\text{Xe}[\text{TaF}_6]_2$

б)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4(\text{I})\text{Br}]\text{CO}_3$ ,  $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$ ,  $\text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ ,  $\text{Ga}[\text{Ga}^{\text{III}}\text{Br}_4]$

в)  $[\text{Co}(\text{NH}_2\text{OH})_6]\text{Br}_3$ ,  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4][\text{Pt}^{\text{II}}\text{Cl}_4]$ ,  $\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{NH}_3)(\text{CN})_5]$ ,  $\text{Ga}[\text{Ga}^{\text{III}}\text{Cl}_4]$

г)  $[\text{Cr}(\text{en})_2(\text{NCS})_2]\text{NCS}$ ,  $\text{Ag}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2][\text{Sb}^{\text{V}}\text{Cl}_6]$ ,

$\text{In}[\text{In}^{\text{III}}\text{Br}_4]$

д)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{PO}_4]$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{N}_2\text{H}_4)_2]\text{Cl}_2$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6][\text{Cr}^{\text{III}}\text{F}_6]$ ,  $\text{In}[\text{In}^{\text{III}}\text{Cl}_4]$

е)  $[\text{Pt}(\text{en})_2(\text{NH}_3)\text{Br}]_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6][\text{Sb}^{\text{V}}\text{Cl}_6]_2$ ,  $\text{H}_3\text{O}[\text{SbF}_6]$

**8. Составьте формулы следующих комплексов:**

а) трихлоротрипиридинродий

пента(циано-С)амминферрат(II)-ион

катион бис(тиоцианато-N)бис(этилендиамин)хрома(III)

б) дихлоротетрапиридинникель

трибромотриаквакадмат(II)-ион

катион нитропентаамминкобальт(III)

в) диацетатодипиридинцинк

дигидроксодиоксалатоманганат(IV)-ион

катион триамминтриаквакобальта(III)

г) трихлоротриамминиридий

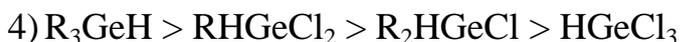
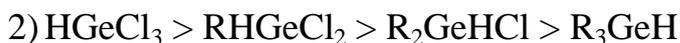
тетратиостибат(V)-ион

катион динитробис(этилендиамин)кобальта(III)

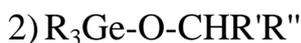
д) дихлоронитрозилпиридинплатина

**Химия элементоорганических соединений:**

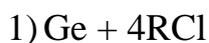
1. (75%) РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ГИДРОГАЛОГЕНОРГАНИЛ-ГЕРМАНОВ В РЕАКЦИЯХ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ПАДАЕТ В РЯДУ



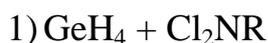
2. (75%) ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ  $\text{R}_3\text{GeH}$  С КЕТОНАМИ ПРИВОДИТ К



3. (75%) РЕАКЦИЯ  $\text{GeCl}_4 + \text{R}_4\text{Ge}$  ПРОТЕКАЕТ С ОБРАЗОВАНИЕМ



4. (75%) РЕАКЦИЯ  $\text{H}_3\text{GeCl} + \text{H}_2\text{NR} \rightarrow$  ПРОТЕКАЕТ С ОБРАЗОВАНИЕМ



5. (75%) СОЕДИНЕНИЯ  $\text{R}_2\text{P(O)H}$  ОТНОСЯТСЯ К КЛАССУ ПО КОСО-ЛАПОВУ

1) фосфатов

2) фосфиноксидов

3) фосфитов

4) фосфинов

6. (75%) СОЕДИНЕНИЯ  $(\text{RO})_2\text{PSSH}$  ОТНОСЯТСЯ К КЛАССУ

1) фосфонатов

2) фосфитов

3) фосфинатов

4) тиофосфатов

7. (75%) СОЕДИНЕНИЕ  $\text{C}_6\text{H}_5(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})\text{P(S)SH}$  НОСИТ НАЗВАНИЕ

1) О,этил-фенилтиофосфит

2) О-этил,фенилдитиофосфонат

3) фенил,этилфосфат

4) О-этил,фенилфосфинат

8. (75%) СОЕДИНЕНИЕ  $\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_5$  ОТНОСИТСЯ К КЛАССУ

- 1) фосфатов
- 2) фосфоратов
- 3) фосфинатов
- 4) фосфоранов

9. (75%)СОЕДИНЕНИЕ  $(C_6H_5)_3P=O$  ОТНОСИТСЯ К КЛАССУ

- 1) фосфонатов
- 2) фосфиноксидов
- 3) фосфоринанов
- 4) фосфитов

10. (75%)СОЕДИНЕНИЕ  $(C_2H_5O)(Me)P(O)SCH_2CH_2N(CH_3)_2$  НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) О-этил,метилтиоэтилдиметиламинофосфат
- 2) О-этил,S(β-диметиламино)этилметилфосфонат
- 3) О-этил,S(β-диметиламино)этилметилфосфинат
- 4) О-этил,S(β-диметиламино)этил,метилфосфин

11. (75%)РЕАКЦИЕЙ АРБУЗОВА ЯВЛЯЕТСЯ

- 1)  $PCl_3 + 3HOR \rightarrow HOP(OR)_2 + RCl + 3HCl$
- 2)  $PCl_3 + 3NaOR \rightarrow P(OR)_3 + 3NaCl$
- 3)  $POCl_3 + 3NaOR \rightarrow PO(OR)_3 + 3NaCl$
- 4)  $POCl_3 + 3HOR \rightarrow OP(OR)_3 + 3HCl$

12. (75%)РЕАКЦИЕЙ ПОЛУЧЕНИЯ СРЕДНИХ ФОСФИТОВ ЯВЛЯЕТСЯ

- 1)  $POCl_3 + 3HOR \xrightarrow{NR_3} PO(OR)_3 + 3HCl \cdot NR_3$
- 2)  $POCl_3 + 3NaOR \rightarrow P(O)(OR)_3 + 3NaCl$
- 3)  $PCl_3 + 3HOR \rightarrow HOP(OR)_2 + RCl$
- 4)  $PCl_3 + HOR \xrightarrow{NR_3} P(OR)_3 + 3HCl \cdot NR_3$

13. (75%)РЕАКЦИЕЙ ПЕРКОВА ЯВЛЯЕТСЯ

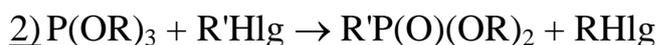
- 1)  $P(OR)_3 + CCl_4 \xrightarrow{h\nu} Cl_3CP(O)(OR)_2 + RCl$
- 2)  $P(OR)_3 + CCl_3C(O)H \rightarrow (RO)_2P(O)-OCH=CCl_2 + RCl$
- 3)  $P(OR)_3 + R'C(O)H \rightarrow (RO)_2P(O)-CH(OH)R' + R'OR$
- 4)  $(C_4H_9O)_3P \xrightarrow{300^\circ} (C_4H_9O)_2P(O)H + CH_2=CH-C_2H_5$

14. (75%)НАЗВАНИЕ  $(C_4H_9O)_2P(O)H$

- 1) О,О,дибутилфосфиноксид
- 2) О,О,дибутилфосфит
- 3) О,О,дибутилфосфонит
- 4) О,О,дибутилфосфинит

15. (75%)ПЕРЕГРУППИРОВКА АРБУЗОВА ПРОТЕКАЕТ ПО СХЕМЕ

- 1)  $P(OR)_3 + CCl_4 \xrightarrow{h\nu} Cl_3CP(O)(OR)_2 + RCl$



16. (75%) ПЕРЕГРУППИРОВКА АРБУЗОВА ПРОТЕКАЕТ ЧЕРЕЗ ОБРАЗОВАНИЕ ИНТЕРМЕДНАТА

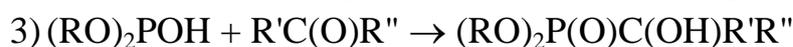
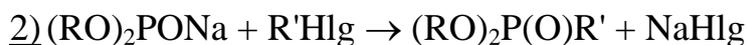
1) фосфоранового типа

2) фосфоренанового типа

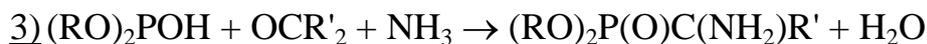
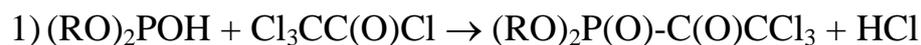
3) квазифосфониевого типа

4) фосфатного типа

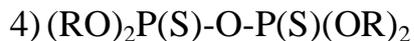
17. (75%) РЕАКЦИЯ МИХАЭЛИСА-БЕККЕРА ПРОТЕКАЕТ ПО СХЕМЕ



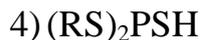
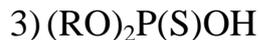
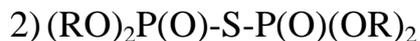
18. (75%) РЕАКЦИЯ КАБАЧНИКА-ФИЛДСА ПРОТЕКАЕТ ПО СХЕМЕ



19. (75%) РЕАКЦИЯ  $(RO)_2POH + S_2Cl_2$  ПРОТЕКАЕТ С ОБРАЗОВАНИЕМ ФОС



20. (75%) РЕАКЦИЯ  $(RO)_2POH$  С СЕРОЙ ПРОТЕКАЕТ С ОБРАЗОВАНИЕМ ФОС



21. (75%) РЕАКЦИЯ  $(RO)_2POH$  С  $R'MgX$  ПОСЛЕ ГИДРОЛИЗА ПРОТЕКАЕТ С ОБРАЗОВАНИЕМ ФОС



22. (75%) РЕАКЦИЯ  $\text{H}_3\text{PO}_3$  С НЕДОСТАТКОМ  $\text{RON}$  ПРОТЕКАЕТ С ОБРАЗОВАНИЕМ ФОС

- 1)  $\text{ROP}(\text{OH})_2$
- 2)  $(\text{RO})_2\text{POH}$
- 3)  $(\text{RO})_3\text{P}$
- 4)  $(\text{RO})_3\text{PO}$

23. (75%) РЕАКЦИЯ  $\text{PCl}_3$  С  $3\text{HSR}$  ПРОТЕКАЕТ С ОБРАЗОВАНИЕМ ФОС

- 1)  $\text{P}(\text{SR})_3$
- 2)  $\text{P}(\text{SR})_2\text{Cl}$
- 3)  $(\text{RS})_2\text{PSH}$
- 4)  $(\text{RS})_2\text{P}(\text{S})\text{SH}$

24. (75%) ПЕРЕГРУППИРОВКА ПРОТЕКАЕТ ПО СХЕМЕ

- 1)  $(\text{RS})_3\text{P} + \text{R}'\text{XZ} \rightarrow (\text{RS})_2\text{P}(\text{S})\text{R}' + \text{RX}$
- 2)  $(\text{RS})_3\text{P} + \text{R}'\text{X} \rightarrow (\text{RS})_2\text{PX} + \text{R}'\text{SR}$
- 3)  $(\text{RS})_3\text{P} + \text{RX} \rightarrow (\text{RS})_2\text{PSR}' + \text{RX}$
- 4)  $(\text{RS})_3\text{P} + 2\text{R}'\text{X} \rightarrow (\text{RS})_2\text{P}(\text{S})\text{SR}' + \text{RX} + \frac{1}{2}\text{X}_2$

25. (75%) РЕАКЦИЯ ДИАЛКИЛХЛОРОФОСФИТА С СЕРОВОДОРОДОМ В ПРИСУТСТВИИ АМИНА ПРИВОДИТ К ОБРАЗОВАНИЮ ФОС

- 1)  $(\text{RO})_2\text{P}(\text{S})\text{Cl}$
- 2)  $(\text{RO})_2\text{PSH}$
- 3)  $(\text{RO})_2\text{PSCl}$
- 4)  $(\text{RO})_2\text{PH}$

**Лабораторные работы представлены в приложении 3**

**Требования к оформлению отчета по лабораторной работе:**

Отчет должен содержать следующие разделы:

1. Оглавление.
2. Введение.
3. Литературный обзор.
4. Обсуждение результатов.
5. Экспериментальная часть.
6. Выводы.
7. Литература.
8. Приложение (ИК-, УФ-, ЯМР- спектры и др.)

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ.

Теоретической базой для выполнения практикума являются знания по химии элементоорганических соединений, элементоорганическим ВМС, координационным соединениям.

## **Контрольные работы.**

### **Вопросы к контрольным работам (модуль 1):**

1. Средние и кислые фосфиты. Методы синтеза.
2. Реакции Мелобендзкого-Сахновского, Арбузова. Физические и химические свойства органических соединений трехвалентного фосфора.
3. Реакции Арбузова, Перкова, Михаэлиса-Беккера, Кабачника-Филдса. Области применения.
4. Тиофосфиты, тритиофосфиты. Синтез и свойства.
5. Синтез и свойства органических соединений пентавалентного фосфора.
6. Методы синтеза производных фосфорной, фосфоновой, фосфиновой кислот.
7. Методы исследования физических и химических свойств фосфорной, фосфоновой, фосфиновой кислот.
8. Тиофосфорные кислоты. Методы синтеза, методы исследования физических, химических свойств.
9. Фосфины. Синтез, физические и химические свойства. Реакция Пищимуки. Фосфиноксиды. Области применения.
10. Синтез и свойства германийорганических соединений.
11. Классификация и номенклатура германийорганических соединений.
12. Методы синтеза германийорганических соединений.
13. Органил(хлоргидро, гидроксо)германы. Физические и химические свойства. Полимерные органогерманы, органогерманооксаны. Области применения.
14. Гетероцепные бор-углеродные полимеры. Синтез и свойства.
15. Карборансодержащие полимеры. Синтез и свойства.
16. Боринаты, боронаты, бораты Поликарборанилены. Синтез и свойства.
17. Гетероцепные бор-азотсодержащие полимеры. Синтез и свойства.
18. Гетероцепные бор-кислородсодержащие полимеры. Синтез и свойства. Кремнийорганические соединения. Методы синтеза. Свойства.

### **Пример теста (модуль 2)**

#### **ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ:**

1. (80%) В КАКОЙ ГРУППЕ ВСЕ ЛИГАНДЫ ЯВЛЯЮТСЯ МОНОДЕНТАНТНЫМИ
  - 1)  $I$ ,  $CN^-$ ,  $CO$
  - 2)  $NH_3$ ,  $CO$ ,  $C_2O_4^-$
  - 3)  $C_2O_4^-$ , ЭДТА,  $H_2O$

2. (90%) В КАКИХ ИЗ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЗАРЯД КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЯ РАВЕН 0

- 1) роданидах
- 2) карбонилах
- 3) аммиакатах

3. (50%) ПРИ ОБРАЗОВАНИИ СВЯЗИ МЕЖДУ МЕТАЛЛАМИ И ЛИГАНДАМИ МОГУТ ПРОИСХОДИТЬ ПРОЦЕССЫ, В РЕЗУЛЬТАТЕ КОТОРЫХ ИЗМЕНЯЕТСЯ

- 1) конформация лиганда, стабилизация высших валентных состояний комплексобразователя
- 2) заряд лиганда, стабилизация низшего валентного состояния комплексобразователя
- 3) заряд лиганда, заряд комплексобразователя

4. (90%) СОЕДИНЕНИЕ  $\text{NH}_4[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{SCN})_4]$  НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) тетрацианоdiamминхромат(III) аммония
- 2) diamминтетрароданохромат(III) аммония
- 3) тетрароданоdiamминхромат(III) аммония

5. (90%) СОЕДИНЕНИЕ  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) хлоропентаамминкобальт(III) хлорид
- 2) хлорид пентаамминхлорокобальта(III)
- 3) трихлорпентаамминкобальт(III)

УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ:

6. (70%) КООРДИНАЦИОННОЕ ЧИСЛО

ВОЗМОЖНАЯ ГЕОМЕТРИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЧАСТИЦЫ

- |      |                            |
|------|----------------------------|
| 1) 4 | А) тригональная бипирамида |
| 2) 5 | В) тетраэдр                |
| 3) 6 | С) октаэдр                 |

ОТВЕТЫ: 1 \_\_\_\_; 2 \_\_\_\_; 3 \_\_\_\_.

ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ:

7. (70%) ДЛЯ КООРДИНАЦИОННОГО ЧИСЛА 6 ВОЗМОЖНЫМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ КОНФИГУРАЦИЯМИ ЯВЛЯЮТСЯ

- 1) октаэдр, тригональная призма, плоский шестиугольник

- 2) пентагональная бипирамида, додекаэдр, октаэдр
- 3) тригональная бипирамида, тетраэдр, октаэдр

8. (60%) В ТЕОРИИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ПОЛЯ КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕКТРОНОВ НА РАСЩЕПЛЕННЫХ d ИЛИ f ОРБИТАЛЯХ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ СУММОЙ ЭЛЕКТРОНОВ

- 1) комплексообразователя и всех лигандов
- 2) лигандов
- 3) комплексообразователя

9. (60%) В ОКТАЭДРИЧЕСКОМ ПОЛЕ ЛИГАНДОВ (ТКП) ЭНЕРГИЯ ПОВЫШАЕТСЯ ДЛЯ ОРБИТАЛЕЙ

- 1)  $e_g$
- 2)  $t_{2g}$
- 3)  $e_g$  и  $t_{2g}$

10. (80%) ВЫБЕРЕТЕ РЯД, В КОТОРОМ ВЕЩЕСТВА РАСПОЛОЖЕНЫ В ПОРЯДКЕ ВОЗРАСТАНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ИХ РАСТВОРОВ

- 1)  $K_3[Co(CN)_6]$ ;  $[Pt(NH_3)_6NO_2]NO_3$ ;  $K_2[Pt(NO_2)_4]$
- 2)  $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ ;  $K_2[Co(CN)_6]$ ;  $K_3[Co(CN)_6]$
- 3)  $(NH_4)_2[Fe(SO_4)_2]$ ;  $K_2[Pt_9(NO_2)_4]$ ;  $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$

11. (100%) ДЛЯ ИОНИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ИОНА  $[HgI_4]^{2-}$  ВЫБЕРЕТЕ ПРАВИЛЬНОЕ ВЫРАЖЕНИЕ КОНСТАНТЫ НЕСТОЙКОСТИ

$$1) K_H = \frac{[Hg^{2+}][I^-]^4}{[HgI_4]^{2-}}$$

$$2) K_H = \frac{[Hg^{2+}][I^-]}{[HgI_4]^{2-}}$$

$$3) K_H = \frac{[HgI_4]^{2-}}{[Hg^{2+}][I^-]^4}$$

12. (50%) ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНАЯ И ДАТИВНАЯ СВЯЗИ ДРУГ ДРУГА

- 1) ослабляют
- 2) усиливают
- 3) не изменяют

УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ:

13.(70%) ГИБРИДИЗАЦИЯ

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ФОРМА  
КОМПЛЕКСА

- 1)  $d^2s, sp^2$
- 2)  $sp^3d^2, d^2sp^3$
- 3)  $sp^3d$

- А) октаэдр, тригональная призма
- В) треугольник
- С) тригональная бипирамида

ОТВЕТЫ: 1 \_\_\_; 2 \_\_\_; 3 \_\_\_.

ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ:

14. (70%)СХЕМА СРОДСТВА ДОНОРНЫХ АТОМОВ К КАТИОНАМ  
КЛАССА Б:

- 1)  $N \ll P > As > Sb$
- 2)  $N > P > As > Sb$
- 3)  $N = P = As = Sb$

15. (70%)СРОДСТВО ДОНАРНЫХ АТОМОВ К КАТИОНАМ КЛАССА А  
ОПИСЫВАЕТСЯ СХЕМОЙ

- 1)  $O \ll S \approx Se \approx Te$
- 2)  $O > S > Se > Te$
- 3)  $O = S = Se = Te$

16. (70%)МЯГКИЕ ОСНОВАНИЯ ЛЬЮИСА (СУЛЬФИДЫ, ЦИАНИДЫ,  
КАРБОНИЛЫ, АЛКЕНЫ) ОБЛАДАЮТ ПОВЫШЕННЫМ СРОДСТВОМ К  
КАТИОНАМ КЛАССА

- 1) С
- 2) А
- 3) Б

17. (60%)ВЫБРАТЬ ГРУППУ КАТИОНОВ, ДЛЯ КОТОРЫХ ФТОРИД-  
ИОН ЯВЛЯЕТСЯ МАСКИРУЮЩИМ РЕАКТИВОМ

- 1)  $Be^{2+} Na^+ Ca^{2+}$
- 2)  $Cu^+ Ag^+ Hg^{2+}$
- 3)  $Pd^{2+} Pt^{2+} Ir^{2+}$

18. (80%)ПРИ РАСТВОРЕНИИ ЗОЛОТА ЛУЧШЕ ВСЕГО ИСПОЛЬЗО-  
ВАТЬ СМЕСЬ КИСЛОТ

- 1)  $HF$  и  $HNO_3$

2) HCl и HNO<sub>3</sub>

3) HBr и HNO<sub>3</sub>

19. (80%) ДЛЯ КАРБЕНИЛОВ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ПРАВИЛО

1) эффективного атомного номера

2) эффективного атомного заряда

3) эффективной атомной поляризации

20. (60%) СОГЛАСНО ПРАВИЛУ ЭАН ДЛЯ ЖЕЛЕЗА ОБРАЗУЕТСЯ КОМПЛЕКС

1) Fe(CO)<sub>6</sub>

2) Fe(CO)<sub>5</sub>

3) Fe(CO)<sub>4</sub>

21. (70%) ВЫСОКОСПИНОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ОБРАЗУЮТСЯ, ЕСЛИ ЭНЕРГИЯ РАСЩЕПЛЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИМ ПОЛЕМ ЛИГАНДОВ ПО СРАВНЕНИЮ С ЭНЕРГИЕЙ СПАРИВАНИЯ

1) меньше

2) больше

3) равна

22. (70%) МЕТОД ВАЛЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ ПОЗВОЛЯЕТ ОБЪЯСНИТЬ

1) цвет комплексов

2) геометрическую конфигурацию

3) образование молекулярных орбиталей

23. (80%) ЗА СЧЕТ ЭФФЕКТА ЯНА-ТЕЙЛЕРА СИММЕТРИЧНЫЕ КОНФИГУРАЦИИ

1) образуются

2) искажаются

3) превращаются в еще более симметричные

24. (100%) ЗНАЧЕНИЕ КООРДИНАЦИОННОГО ЧИСЛА ЗАВИСИТ ОТ

1) радиуса комплексообразователя

2) радиуса лиганда

3) соотношения радиусов комплексообразователя и лиганда

25. (70%) ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ДАТИВНОЙ СВЯЗИ ЛИГАНД ИГРАЕТ РОЛЬ

- 1) донора
- 2) акцептора
- 3) не принимает участия в образовании этой связи

26.(60%)В КАКОЙ ГРУППЕ ОБЪЕДЕНЕНЫ АТОМЫ, НАИБОЛЕЕ СКЛОННЫЕ К ОБРАЗОВАНИЮ ДАТИВНЫХ СВЯЗЕЙ?

- 1) Ag, Ni, Fe
- 2) Ca, Al, Ga
- 3) V, Sc, La

27. (60%)ТОЛЬКО ОДИН СПОСОБ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ НА  $t_{2g}$  И  $e_g$  ОРБИТАЛЯХ ВОЗМОЖЕН ДЛЯ КОНФИГУРАЦИЙ

- 1)  $d^8d^9d^{10}d^1$
- 2)  $d^8d^1d^2d^6$
- 3)  $d^4d^5d^6d^7$

УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ:

28. (80%)ЛИГАНДЫ

- 1) сильного поля
- 2) слабого поля

КОМПЛЕКСЫ

- А) низкоспиновые
- В) высокоспиновые

ОТВЕТЫ: 1 \_\_\_\_; 2 \_\_\_\_.

ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ:

29.(80%) УСТАНОВИТЬ КОЛИЧЕСТВО НЕСПАРЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ ИОНА-КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЯ И ОТНЕСТИ КОМПЛЕКС К ВЫСОКО- ИЛИ НИЗКОСПИНОВОМУ ТИПУ МОЖНО ПО КОЛИЧЕСТВУ \_\_\_\_ МОМЕНТА.

30. (70%)ЭНЕРГИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИМ ПОЛЕМ ЛИГАНДОВ РАВНА НУЛЮ ДЛЯ КОНФИГУРАЦИЙ

- 1)  $d^2d^3$
- 2)  $d^0d^{10}$
- 3)  $d^5d^6$

УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ:

31.(70%) КЛАСС КАТИОНА

- 1) А

В РАСТВОРЕ АММИАКА ОБРАЗУЕТСЯ

- А) аммиакат

2) Б

В) гидроксид

ОТВЕТЫ: 1\_\_\_\_; 2\_\_\_\_\_.

**ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ:**

32. (60%)КАКОЕ СОЕДИНЕНИЕ ИМЕЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗОМЕРЫ

- 1)  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$
- 2)  $[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]^{2-}$
- 3)  $[\text{Fe}(\text{CN})_4\text{NOCl}]^{2-}$

**ДОПОЛНИТЕ:**

33. (60%)НЕОДИНАКОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЕКУЛ ВОДЫ МЕЖДУ ВНУТРЕННЕЙ И ВНЕШНЕЙ СФЕРОЙ ЯВЛЯЕТСЯ ПРИЧИНОЙ ИЗОМЕРИИ.

**ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ:**

34. (90%)ТИПИЧНЫМИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЯВЛЯЮТСЯ ЭЛЕМЕНТЫ

- 1) p и f
- 2) d и f
- 3) p и d

35. (70%)СТЕПЕНИ ОКИСЛИТЕЛЯ АТОМОВ МЕДИ И СЕРЕБРА В СЛЕДУЮЩИХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ  $\text{K}_7[\text{Cu}(\text{IO}_6)_2] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_6\text{H}_3\text{Ag}(\text{TeO}_6)_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$  РАВНЫ СООТВЕТСТВЕННО

- 1) +3; +3
- 2) +2; +1
- 3) +3; +2

36. (80%)КОМПЛЕКС КОБАЛЬТА  $[\text{Co}_2(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2]\text{Cl}_4$  ЯВЛЯЕТСЯ

- 1) бидентантным
- 2) биядерным
- 4) хелатным

**ДОПОЛНИТЕ:**

37. (60%)ИЗОМЕРИЯ, КОТОРАЯ ПРОЯВЛЯЕТСЯ В НЕОДИНАКОВОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ АНИОНОВ МЕЖДУ ВНУТРЕННЕЙ И ВНЕШНЕЙ СФЕРОЙ НАЗЫВАЕТСЯ \_\_\_\_\_.

38. (60%)ИЗОМЕРИЯ, КОТОРАЯ ВЫРАЖАЕТСЯ В РАЗЛИЧНОЙ КООРДИНАЦИИ ДВУХ ТИПОВ ЛИГАНДОВ ОТНОСИТЕЛЬНО ДВУХ РАЗНЫХ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАЗЫВАЕТСЯ \_\_\_\_\_.

39. (100%)КАЖДАЯ ПОСЛЕДУЮЩАЯ КОНСТАНТА УСТОЙЧИВОСТИ \_\_\_\_\_ ПРЕДЫДУЩЕЙ.

40. (70%)СОГЛАСНО ПРАВИЛУ Л.А. ЧУГАЕВА, НАИБОЛЕЕ УСТОЙЧИВЫМИ ЯВЛЯЮТСЯ \_\_ И \_\_ ЧЛЕННЫЕ ХЕЛАТНЫЕ ЦИКЛЫ.

**ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ:**

41. (70%)В ФЕРРОЦЕНЕ ЛИГАНД ЯВЛЯЕТСЯ ДОНОРОМ ЭЛЕКТРОНОВ

- 1)  $\pi$
- 2) p
- 3) s

42. (90%)В СТРУКТУРЕ ДИМЕТИЛГЛИОКСИМАТА НИКЕЛЯ СОДЕРЖИТСЯ ЦИКЛОВ

- 1) 1
- 2) 3
- 3) 2

43. (60%)ПОЛИДЕНТАНТНЫЙ ЛИГАНД ЧАЩЕ ВСЕГО ЗАНИМАЕТ В КООРДИНАЦИОННОЙ СФЕРЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- 1) транс-
- 2) цис-
- 3) с одинаковой вероятностью цис- и транс-

44. (80%)ОБЫЧНОЙ КООРДИНАЦИОННОЙ ФИГУРОЙ ДЛЯ КОМПЛЕКСОВ  $Pt^{2+}$  ЯВЛЯЕТСЯ

- 1) октаэдр
- 2) квадрат
- 3) тетраэдр

45. (70%)ХЛОРОФИЛЛ (ЗЕЛЕНЬ ПИГМЕНТ ЛИСТЬЕВ) ИМЕЕТ СТРУКТУРУ

- 1) порфириновую
- 2) антроценовую
- 3) ацетилацетоатную

46. (60%) НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЙ СПОСОБ КООРДИНАЦИИ АЦЕТИЛАЦЕТОНА С ИОНАМИ МЕТАЛЛОВ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ЧЕРЕЗ АТОМЫ

- 1) азота
- 2) углерода
- 3) кислорода

47. (60%) В АЦЕТИЛАЦЕТОНАТАХ ЦИКЛ СЧИТАЕТСЯ

- 1) не ароматическим
- 2) квазиароматическим
- 3) ароматическим

48. (70%) ВЫСОКОЗАРЯДНЫЕ КАТИОНЫ ОБРАЗУЮТ КОМПЛЕКСНЫЕ СОЛИ, ЧЬЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПО СРАВНЕНИЮ С ОБЫЧНЫМИ СОЛЯМИ

- 1) больше
- 2) меньше
- 3) одинакова

49. (70%) МОСТИКОВЫЕ СВЯЗИ ПО СРАВНЕНИЮ С ТЕРМИНАЛЬНЫМИ

- 1) более длинные
- 2) равные
- 3) более короткие

**ДОПОЛНИТЕ:**

50. (60%) В СОЕДИНЕНИЯХ  $B_2H_6$ ;  $Al_2Cl_6$ ;  $Pt_2(SCN)_2Cl_4$  ЛИГАНДЫ ОБРАЗУЮТ \_\_\_\_\_ СВЯЗИ.

**ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ:**

51. (80%) **ВЫБЕРИТЕ СИНОНИМ НАЗВАНИЯ «КРИСТАЛЛОГИДРАТЫ»:**

- 1) «двойные соли»
- 2) «аквакомплексы»
- 3) «аммиакаты»

52. (80%) ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ МОСТИКОВЫХ ГРУПП УПОТРЕБЛЯЕТСЯ БУКВА

- 1)  $\beta$

2)  $\mu$

3)  $\eta$

**УСТАНОВИТЕ ПРАВИЛЬНУЮ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ:**

53.(80%)ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССОВ «СТАРЕНИЯ» ОСАД-  
КОВ

— аквакомплексы

— оксокомплексы

— гидроксокомплексы

**ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ:**

54.(80%)ТРИЛОН-Б – ЭТО

1) этилендиаминтетрауксусная кислота

2) динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты

3) диметилглиоксим

55. (60%)ДЛЯ УКАЗАНИЯ АТОМА, ЧЕРЕЗ КОТОРЫЙ КООРДИНИРУ-  
ЕТСЯ ЛИГАНД ИСПОЛЬЗУЕТСЯ БУКВА

1)  $\mu$

2)  $\alpha$

3)  $\eta$

56. (70%)ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ КАКОЙ ГРУППЫ НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕР-  
НО ОБРАЗОВАНИЕ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТ

1) III

2) V

3) VI

57. (90%)НАИБОЛЕЕ ТИПИЧНЫЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛИ

1) s-элементы

2) p-элементы

3) d-элементы

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ИХ  
ОЦЕНИВАНИЯ**

**Отметка «Отлично»**

Сформированные, прочные и глубокие знания методик проведения химического эксперимента, методов синтеза элементоорганических соединений, их химического и физико-химического анализа; методов контроля

протекания химических реакций при синтезе элементоорганических соединений. Уверенное владение умениями и навыками в данной области.

#### **Отметка «Хорошо»**

Сформированные, прочные и глубокие, но содержащие отдельные неточности, знания методик проведения химического эксперимента, методов синтеза элементоорганических соединений, их химического и физико-химического анализа; методов контроля протекания химических реакций при синтезе элементоорганических соединений. Не достаточно уверенное, хотя и сформированное, владение умениями и навыками в данной области.

#### **Отметка « Удовлетворительно»**

Неполные представления о методиках проведения химического эксперимента, методах синтеза элементоорганических соединений, их химического и физико-химического анализа; методов контроля протекания химических реакций при синтезе элементоорганических соединений. Не достаточно сформированное владение умениями и навыками в данной области.

#### **Отметка « Неудовлетворительно»**

Фрагментарные представления о методиках проведения химического эксперимента, методах синтеза элементоорганических соединений, их химического и физико-химического анализа; методах контроля протекания химических реакций при синтезе элементоорганических соединений; Неумение применить имеющиеся знания на практике.

### **Критерии оценки знаний умений и навыков при текущей проверке**

*К аттестации по дисциплине допускаются студенты, выполнившие все лабораторные и практические работы и защитившие отчеты по ним.*

#### **I. Оценка устных ответов:**

##### **Отметка "Отлично"**

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

##### **Отметка "Хорошо"**

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию учителя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

##### **Отметка "Удовлетворительно"**

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к

объяснению новых фактов).

2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

### **Отметка "Неудовлетворительно"**

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.

2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

### **II. Оценка письменных работ:**

Критерии те же. Из оценок за каждый вопрос выводится средняя итоговая оценка за письменную работу.