

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

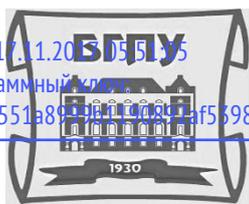
ФИО: Щёкина Бера Витальевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 17.11.2015 05:51:05

Уникальный программный ключ:

a2232a55157e576551a81c9b110789af53989420420336ffbf573a434e5771e



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФГБОУ ВПО «Благовещенский государственный педагогический университет»

**ПРОГРАММА АСПИРАНТУРЫ**  
**Рабочая программа дисциплины**



Утверждаю  
Проректор по НР  
Т.Д. Каргина  
4 июня 2015 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

**ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ ХИМИИ ВИСМУТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**  
**(с изменениями и дополнениями 2015 г.)**

**Направление подготовки**  
04.06.01 ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Направленность (профиль)**  
**ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Квалификация выпускника - Исследователь. Преподаватель-исследователь

**Принята на заседании кафедры химии**  
**(протокол № 1 от «17» сентября 2014 г.)**

**Принята**  
**на заседании Учёного совета**  
**естественно-географического факультета**  
**(протокол № 2 от 22.10. 2014 г.)**

**Благовещенск 2015**

## СОДЕРЖАНИЕ

№		стр.
1	Пояснительная записка.....	3
2	Учебно-тематический план.....	5
3	Содержание разделов (тем).....	6
4	Методические рекомендации (указания) аспирантам по изучению дисциплины .....	10
5	Практикум по дисциплине.....	11
6	Дидактические материалы для контроля (самоконтроля) усвоенного материала.....	12
7	Перечень информационных технологий, используемых в процессе обучения.....	37
8	Список литературы и информационных ресурсов.....	37
9	Материально-техническая база.....	39
10	Лист изменений и дополнений.....	41

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа призвана помочь аспирантам в организации самостоятельной работы по освоению дисциплины «Избранные главы химии висмутоорганических соединений», которая изучается на базе ранее полученных знаний по предметам химического цикла. Специфика в изучении дисциплины «Избранные главы химии висмутоорганических соединений» состоит в том, что она тесно связана с дисциплинами «Актуальные задачи органической химии», «Физические методы исследования», «Биометаллоорганическая химия», «Химия координационных соединений» и позволит аспирантам развить профессиональные компетенции, приобретенные на первых двух уровнях высшего образования.

Основными разделами дисциплины являются теоретические представления о природе химических связей и электронном строении висмутоорганических соединений, реакционная способность висмутоорганических соединений, физические методы исследования структуры и электронного строения висмутоорганических соединений.

### **Цели и задачи освоения дисциплины.**

Развить у обучающихся в результате освоения дисциплины следующие компетенции: способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области химии висмутоорганических соединений с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий, готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук, готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования, способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (профилю) Химия элементоорганических соединений.

Познакомить аспирантов с наукоемкими технологиями: теоретическими представлениями о природе химических связей и электронном строении висмутоорганических соединений, физическими методами исследования структуры и электронного строения висмутоорганических соединений, сведениями и представлениями об органических производных висмута, отработать навыки аспирантов в планировании направления собственных научных исследований в области синтеза висмутоорганических соединений, разработке синтетической последовательности в синтезе и методах выделения и анализа новых висмутоорганических соединений, разработка различных условий протекания реакций висмутоорганических соединений, прогнозировать химические свойства полученных висмутоорганических соединений и подтверждать прогноз химических свойств экспериментом, описывать полученные висмутоорганические соединения методами РСА, ЯМР, ИК-спектроскопии.

### **Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры.**

Дисциплина «Избранные главы химии висмутоорганических соединений» относится к дисциплинам по выбору Блока 1.

Для освоения дисциплины «Избранные главы химии висмутоорганических соединений» аспиранты используют знания, умения, навыки, сформированные за время обучения в университете по программе специалитета или магистратуры.

Дисциплина «Избранные главы химии висмутоорганических соединений» тесно связана с другими дисциплинами: органической химией, общей и неорганической химией, физической химией, преподавание которых базируется на знании законов химии и закономерностей протекания химических реакций.

### Требования к результатам освоения дисциплины.

Дисциплина направлена на формирование компетенции: УК-5, ОПК-3, ПК-1 и результатов обучения, представленных в таблице.

Формируемые компетенции	Планируемые результаты освоения содержания дисциплины
УК-5: способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.	З (УК-5)-1 знать: содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда; У (УК-5)-1 уметь: формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей;
ОПК-3: готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	З (ОПК-3)-2 знать: требования к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров; У (ОПК-3)-2 уметь: курировать выполнение квалификационных работ бакалавров, специалистов, магистров; В (ОПК-3)-1 владеть: технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования;
ПК-1: способность к самостоятельному проведению научных исследований и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (профилю) Химия элементоорганических соединений.	З (ПК-1)-1 знать: современное состояние науки в области химии элементоорганических соединений; У(ПК-1)-1 уметь: представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях; У (ПК-1)-2 уметь: готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по научным исследованиям в области химии элементоорганических соединений; У (ПК-1)-3 уметь: представлять результаты научных исследований (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу; В (ПК-1)-1 владеть: методами планирования, подготовки, проведения научных исследований, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (профилю) Химия элементоорганических соединений; В (ПК-1)-2 владеть: навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научных исследований по направленности подготовки Химия элементоорганических соединений.

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 ч)**

### ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
--------------------	-------------	---------

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
Общая трудоемкость	72	3
Аудиторные занятия	36	
Лекции	16	
Лабораторные работы	20	
Самостоятельная работа	36	
Вид итогового контроля		зачет

## 2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Наименование разделов	Количество часов			Форма текущего контроля	
		Всего	Аудиторная работа			
			ЛК	ЛР		СР
1	Введение. Предмет и объекты химии висмутоорганических соединений, классификация висмутоорганических соединений и их реакций; история химии висмутоорганических соединений.	4	2		2	УО-1 УО-2
2	Типы лигандов в висмутоорганических соединениях. Способы синтеза и свойства висмутоорганических соединений с лигандами $\eta^1$ - $\eta^4$ - $\eta^5$ - $\eta^8$ - типа.	3	1		2	УО-2, ПР-1
3	Теоретические представления о природе химических связей и электронном строении висмутоорганических соединений.	3	1		2	УО-1, ТС-2 УО-4
4	Реакционная способность висмутоорганических соединений.	10	2	4	4	ПР-4
5	Физические методы исследования структуры и электронного строения висмутоорганических соединений.	10	2	4	4	ТС-2, ПР-4, ПР-7
6	Одностадийный окислительный синтез производных триоргановисмута(V) с органическими и минеральными кислотами.	12	2	4	4	ПР-2, ПР-4
7	Реакции термического разложения диацилатов триоргановисмута(V) в инертных растворителях и спиртах.	12	2	4	4	ТС-2, ПР-4
8	Изучение каталитических реакций O-, N-, C-арилирования (алкилирования) некоторых органических соединений производными висмута(III, V) в присутствии солей меди и палладия.	12	2	4	6	ПР-4, ПР-6
9	Прикладные аспекты использования некоторых производных органовисмута(III, V).	5	1		4	УО-1 УО-2

10	Использование висмутоорганических соединений в тонком органическом синтезе.	5	1		4	ПР-7, ПР-3
	ИТОГО:	72	16	20	36	

### 3 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ (ТЕМ)

1. Введение. Предмет и объекты химии висмутоорганических соединений, классификация висмутоорганических соединений и их реакций; история химии висмутоорганических соединений.

Предмет и объекты химии висмутоорганических соединений, классификация висмутоорганических соединений и их реакций; история химии висмутоорганических соединений.

2. Теоретические представления о природе химических связей и электронном строении висмутоорганических соединений.

Классификация висмутоорганических соединений. Основные этапы развития химии висмутоорганических соединений. Ее влияние на теорию химического строения молекулярных систем. Основные положения квантовой химии. Уравнение Шредингера для атомно-молекулярной системы как основа для теоретического исследования ее структуры и электронного строения. Электронное строение атомов и их ионов. Атомные орбитали и их классификация.

Теоретические методы моделирования структуры и электронного строения молекул. Адиабатическое приближение. Понятие о поверхности потенциальной энергии молекулы. Метод молекулярных орбиталей (МО) как основа современной квантовой химии. Основные принципы построения неэмпирических и полуэмпирических квантово-химических методов. Использование методов квантовой химии для расчетов наблюдаемых свойств молекул. Анализ электронного строения молекул в терминах эффективных зарядов на атомах и заселенностей (порядков) связей.

Сопряженные молекулы как лиганды в висмутоорганических соединениях. Электронное строение сопряженных молекул в  $\pi$ -электронном приближении. Метод Хюккеля. Схемы  $\pi$ -электронных уровней энергий и  $\pi$ -МО аллила, бутадиена, аниона циклопентадиенила, бензола, циклооктатетраена.

Концепция ароматичности в химии висмутоорганических соединений. Примеры металлоорганических ароматических систем.

Природа химических связей в висмутоорганических соединениях. Гибридные орбитали и принципы их использования в качественной теории химического строения. Классификация типов химических связей в висмутоорганических соединениях. Природа связи в олефиновых, ацетиленовых, циклопентадиенильных и ареновых комплексах висмутоорганических соединений. Кратные связи висмут-углерод и висмут-висмут. Многоцентровые связи.

Симметрия молекул и ее использование в теории химического строения висмутоорганических соединений. Молекулярные орбитали в олефиновых, аллильных, циклопентадиенильных и ареновых комплексах. Химические связи в электронодефицитных молекулах (на примерах простейших и полиэдрических гидридов бора и карборанов). Качественные способы оценки стабильности висмутоорганических соединений. Правило эффективного атомного номера. Принцип изоlobalьной аналогии и его приложения.

Теоретические основы стереохимии висмутоорганических соединений. Понятие о конформациях и конфигурациях. Координационные полиэдры, характерные для координационных чисел 4, 5, 6. Хиральность полиэдров с моно- и бидентатными лигандами. Планарная хиральность и оптическая активность металлокомплексов с  $\pi$ -олефиновыми,  $\pi$ -циклопентадиенильными,  $\pi$ -ареновыми лигандами.

3. Типы лигандов в висмутоорганических соединениях. Способы синтеза и свойства висмутоорганических соединений с лигандами  $\eta^1$ - $\eta^4$ - $\eta^5$ - $\eta^8$ - типа.

Способы синтеза и свойства висмутоорганических соединений с лигандами  $\eta^1$ - $\eta^4$ - $\eta^5$ - $\eta^8$ - типа.

4. Реакционная способность висмутоорганических соединений

Основные типы реагентов (электрофилы, нуклеофилы, протофилы, радикалофилы, карбеноиды). Классификация основных типов реакций с участием висмутоорганических соединений. Реакции по связи висмут-лиганд (реакции замещения, присоединения, элиминирования, фрагментации, внедрения, окислительного присоединения, восстановительного элиминирования). Превращения лигандов в координационной сфере металлов (структурно нежесткие соединения, внутримолекулярные перегруппировки и молекулярная динамика висмутоорганических соединений (таутомерия, металлотропия, внутренние вращения вокруг связи сурьма-лиганд). Окислительно-восстановительные превращения висмутоорганических соединений.

Различия в строении и свойствах висмутоорганических соединений в газовой, жидкой и твердой фазах. Роль полярности среды и специфической сольватации. Ионы и ионные пары, их реакционная способность.

Равновесная СН-кислотность, шкалы СН-кислотности, влияние строения СН-кислот на равновесную СН-кислотность, кинетическая кислотность СН-кислот.

5. Физические методы исследования структуры электронного строения висмутоорганических соединений.

ЯМР-спектроскопии (импульсная ЯМР-Фурье спектроскопия, динамический ЯМР) в исследовании строения и реакционной способности висмутоорганических соединений. Физические и теоретические основы метода. Понятие об основных ЯМР-параметрах: химическом сдвиге, константах спин-спинового взаимодействия, временах релаксации. Области применения в химии висмутоорганических соединений: изучение строения и динамики молекул, определение примесей.

Масс-спектрометрия. Физические и теоретические основы метода. Области применения в химии висмутоорганических соединений: установление состава и строения молекул, качественный и количественный анализ смесей (хромато-масс-спектрометрия), определение микропримесей, изотопный анализ, измерение термодинамических параметров (энергии ионизации молекул, энергии появления ионов, энергии диссоциации связей), изучение ионно-молекулярных реакций, газофазная кислотность и основность молекул.

Метод рентгеноструктурного анализа (РСА). Физические и теоретические основы метода. Области применения в химии висмутоорганических соединений: установление строения молекул и кристаллов, исследование природы химических связей.

Фото- (ФЭС) и рентгенофотоэлектронная (ЭСХА) спектроскопии. Физические и теоретические основы методов. Применение в химии висмутоорганических соединений: изучение электронного строения молекул, измерение энергий ионизации.

Оптическая спектроскопия (ИК, УФ, КР). Физические и теоретические основы методов. Применение в химии висмутоорганических соединений: установление строения молекул, изучение динамики молекул, измерение концентрации. Применение симметрии при интерпретации экспериментальных спектров.

Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Физические и теоретические основы методов. Применение в химии висмутоорганических соединений: установление строения радикалов, изучение динамики молекул и механизмов радикальных реакций.

6. Одностадийный окислительный синтез производных триоргановисмута(V) с органическими и минеральными кислотами.

Синтез диацилатов триарилвисмута(V) по реакции  $Ar_3M$  с  $t-BuOOH$  или  $H_2O_2$  в присутствии карбоновых кислот.

Синтез диацилатов триметилсурьмы(V) по реакции  $\text{Me}_3\text{Sb}$  с  $t\text{-BuOOH}$  в присутствии карбоновых кислот.

Окислительный синтез диацрилатов триоргановисмута(V).

Синтез  $\text{Ph}_3\text{M}(\text{O}_2\text{CR})_2$  ( $\text{M} = \text{Bi}, \text{Sb}$ ) по реакции  $\text{Ph}_3\text{M}$  с  $t\text{-BuOOH}$  в присутствии ангидридов карбоновых кислот.

Синтез  $\text{Ph}_3\text{M}(\text{OAc})_2$  ( $\text{M} = \text{Sb}, \text{Bi}, \text{As}$ ) по реакции  $\text{Ph}_3\text{M}$  с  $t\text{-BuOOAc}$  в присутствии уксусной кислоты и уксусного ангидрида.

Окислительный синтез производных трифенилвисмута(V) с минеральными кислотами.

7. Реакции термического разложения диацилатов триоргановисмута(V) в инертных растворителях и спиртах.

Термическая устойчивость диацилатов триоргановисмута(V) и реакции термического разложения в инертных растворителях.

Реакции термического разложения диацилатов трифенилвисмута в спиртах.

8. Изучение каталитических реакций O-, N-, C-арилрования (алкилирования) некоторых органических соединений производными висмута(III, V) в присутствии солей меди и палладия.

Производные триоргановисмута(V) как реагенты каталитического O-, N-арилрования (алкилирования) спиртов, фенолов и аминов в присутствии солей меди.

Реакция фенилирования (алкилирования) спиртов и аминов соединениями  $\text{Bi(III)}$  в присутствии солей меди.

Каталитические реакции ацидолиза и алкоголиза триоргановисмута(III) в присутствии солей меди.

Фенильные производные висмута(III, V) в присутствии солей палладия как реагенты C-фенилирования функциональных производных этилена.

9. Прикладные аспекты использования некоторых производных органовисмута(III, V).

Некоторые вопросы инициирования процесса полимеризации MMA и получения  $\text{Bi}$ -наполненного ПММА

Получение соединений висмута(V) и их использование в органическом синтезе.

Синтез производных висмута по реакции дефенилирования.

Синтез производных висмута по реакции перераспределения лигандов.

Синтез производных висмута по реакции обмена.

Синтез производных висмута общей формулы  $\text{Ar}_3\text{BiX}_2$  по реакции окислительного присоединения.

Использование висмутоорганических соединений в тонком органическом синтезе.

Использование висмутоорганических соединений в качестве окисляющих реагентов

Использование висмутоорганических соединений в качестве фенилирующих агентов

Синтез соединений висмута(III).

Синтез производных висмута(III) из соединений общей формулы  $\text{BiX}_3$ .

Деарилрование триарилвисмута кислотами, галогенидами, оксидами и солями

Синтез нейтральных комплексных соединений висмута.

10. Использование висмутоорганических соединений в тонком органическом синтезе.

Синтез ионных комплексов с  $\text{Bi}$ -содержащими катионами или анионами

Строение соединений висмута(V).

Строение соединений висмута(III).

Строение комплексов висмута(III) с элементоорганическими анионами.

Строение комплексов висмута(III) с неорганическими анионами.

Арильные соединения висмута, синтез, строение, применение.

Дефенилирование пентафенилвисмута и трифенилвисмута кислотами.

Синтез соединений общей формулы  $\text{Ph}_4\text{BiX}$  по реакции дефенилирования пентафенилвисмута кислотами.

Дефенилирование трифенилвисмута карбоновыми кислотами.

Одностадийный окислительный синтез соединений висмута(V).

Особенности строения соединений висмута общей формулы  $\text{Ph}_3\text{BiX}_2$ .

Реакции перераспределения лигандов с участием висмутоорганических соединений

Некоторые реакции арильных соединений висмута(V).

Синтез комплексных соединений висмута.

Химические превращения и строение арильных соединений висмута(III) и (V).

Химические свойства триарилвисмута.

Реакции окисления триарилвисмута.

Реакции восстановления и деариллирования триарилвисмута.

Химические свойства производных висмута  $\text{Ar}_3\text{BiX}_2$  и  $\text{Ar}_4\text{BiX}$ .

Реакции замещения, восстановления, перераспределения лигандов.

Строение арильных соединений висмута(III) и (V).

Синтез и строение арильных соединений висмута(III) и (V).

Синтез производных висмута по реакции перераспределения лигандов.

Синтез производных висмута общей формулы  $\text{Ar}_3\text{BiX}_2$  по реакции окислительного присоединения.

Синтез производных висмута из трифенилвисмута и кислоты в присутствии кислорода воздуха.

Строение производных пятивалентного висмута.

Строение производных висмута общей формулы  $\text{Ar}_3\text{BiX}_2$ .

Строение дикарбоксилатов триарилвисмута.

Строение производных висмута общей формулы  $\text{Ph}_4\text{BiX}$ .

#### **4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) АСПИРАНТАМ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Программа призвана помочь аспирантам в организации самостоятельной работы по освоению дисциплины «Избранные главы химии висмутоорганических соединений» - предмет, который изучается на базе ранее полученных знаний по предметам химического цикла, поэтому важно иметь об этом предмете целостное представление.

Специфика в изучении курса «Избранные главы химии висмутоорганических соединений» состоит в том, что он тесно связан с дисциплинами «Актуальные задачи органической химии», «Физические методы исследования», «Биометаллоорганическая химия», «Химия координационных соединений».

При изучении предмета необходимо тщательно изучить общие вопросы и основные закономерности химии органических соединений непереходных и переходных элементов, освоить терминологию, «вернуться» в другие разделы химии (физическая, неорганическая и органическая химия), повторить требуемые для изучения данного предмета законы, принципы и закономерности.

Затем приступаем к изучению отдельных разделов предмета, к изучению конкретных типов соединений, обращая особое внимание на способы синтеза и реакционную способность каждого класса висмутоорганических соединений. Способы получения имеют свои специфические особенности, в связи с этим изменение условий проведения реакции ведет к изменению выхода продукта, скорости процесса, качества продукта и т.д.

Прежде, чем приступить к выполнению заданий для самоконтроля, необходимо изучить теоретический материал темы: номенклатуру висмутоорганических соединений, способы их получения и основные реакции.

В процессе освоения дисциплины необходимо регулярно обращаться к списку рекомендованной (основной и дополнительной) литературы.

Рабочей программой дисциплины «Избранные главы химии висмутоорганических соединений» предусмотрена самостоятельная работа аспирантов в объеме 36 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение аспирантами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным занятиям,
- работу с Интернет - источниками;
- подготовку к контрольным работам, выполнению тестовых заданий и сдаче зачета.

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

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы.

Контроль освоения материала аспирантом осуществляется на научных семинарах, коллоквиумах и проч.

## 5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Шарутин В.В. Реакции органических соединений элементов: монография / В.В. Шарутин, В.С. Сенчурин. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2008. – 228 с.

### Образовательные технологии

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги, семинары в диалоговом режиме, групповые дискуссии по результатам научно-исследовательской работы, преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ вуза, лекция-дискуссия, лекция с ошибками, лекция-консультация, круглые столы, работа в малых группах, Case-study(анализ конкретных, практических ситуаций), учебные групповые дискуссии, и др.)

### Интерактивное обучение по дисциплине «Избранные главы химии висмутоорганических соединений»

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1	Реакционная способность висмутоорганических соединений.	ЛК	Лекция с ошибками	2 ч.
2	Физические методы исследования структуры и электронного	ЛК	Лекция-консультация	2 ч.

	строения висмутоорганических соединений.			
3	Реакции термического разложения диацилатовтриоргановисмута(V) в инертных растворителях и спиртах.	ЛК	Лекция-дискуссия	2 ч.
4	Прикладные аспекты использования некоторых производных органовисмута(III, V).	ЛР	Работа в малых группах	4 ч.
5	Использование висмутоорганических соединений в тонком органическом синтезе.	ЛР	Работа в малых группах	4 ч.
	Всего			12 ч.

## 6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕНИЯ МАТЕРИАЛА

### 6.1 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение. Предмет и объекты химии висмуторганических соединений, классификация висмуторганических соединений и их реакций; история химии висмуторганических соединений.	З (УК-5)-1 У (УК-5)-1 В (УК-5)-1	УО-1 УО-2
2	Типы лигандов в висмуторганических соединениях. Способы синтеза и свойства висмуторганических соединений с лигандами $\eta^1$ - $\eta^4$ - $\eta^5$ - $\eta^8$ - типа.	З (УК-5)-1 У (УК-5)-1 В (УК-5)-1	УО-2, ПР-1
3	Теоретические представления о природе химических связей и электронном строении висмуторганических соединений.	З (УК-5)-1 У (УК-5)-1 З (ОПК-3)-2 У (ОПК-3)-2 В (ОПК-3)-1	УО-1, УО-4, ТС-2
4	Реакционная способность висмуторганических соединений.	З (ПК-1)-1 У (ПК-1)-1 В (ПК-1)-1	ПР-4
5	Физические методы исследования структуры и электронного строения висмуторганических соединений.	З (ПК-1)-2 У (ПК-1)-1 В (ПК-1)-1	ТС-2, ПР-4, ПР-7
6	Одностадийный окислительный синтез производных триоргановисмута(V) с органическими и минеральными кислотами.	З (ПК-1)-1 У (ПК-1)-1 В (ПК-1)-1	ПР-2, ПР-4
7	Реакции термического разложения диацилатов триоргановисмута(V) в инертных растворителях и спиртах.	З (ПК-1)-1 У (ПК-1)-1 В (ПК-1)-1	ТС-2, ПР-4
8	Изучение каталитических реакций О-, N-, С-арилрования (алкилирования) некоторых органических соединений производными висмута(III, V) в присутствии солей меди и палладия.	З (ПК-1)-1 У (ПК-1)-1 В (ПК-1)-1	ПР-4, ПР-6

9	Прикладные аспекты использования некоторых производных органиовисмута(III, V).	З (ПК-1)-1 У (ПК-1)-1 В (ПК-1)-2	УО-1 УО-2
10	Использование висмуторганических соединений в тонком органическом синтезе.	З (ПК-1)-1 У(ПК-1)-1 У (ПК-1)-2 У (ПК-1)-3 В (ПК-1)-1 В (ПК-1)-2	ПР-7, ПР-3

### Наименование оценочного средства

Устный опрос (УО): собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2), зачет (УО-3), экзамен по дисциплине, модулю (УО-4), итоговый государственный экзамен (УО-5).

Письменные работы (ПР): тесты (ПР-1), контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам (ПР-6), отчеты по научному исследованию аспирантов (НИ) (ПР-7).

Технические средства контроля (ТС): программы компьютерного тестирования (ТС-1), учебные задачи (ТС-2), комплексные ситуационные задания (ТС-3).

Информационные системы и технологии (ИС): обучающие тесты (ИС-1), электронные аттестующие тесты (ИС-2), электронный практикум (ИС-3), виртуальные лабораторные работы (ИС-4) и др.

Инновационные оценочные средства: модульно-рейтинговая система, кейс-метод, метод проектов, портфолио, «метод Дельфи», эссе.

## КАРТЫ КОМПЕТЕНЦИЙ

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**УК-5: способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личного развития.**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

**Универсальная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки.

**ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ**

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры должен:

- **знать:** возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития;
- **уметь:** выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту; формулировать цели профессионального и личного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей;
- **владеть:** приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования.

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (УК-5) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
знать: содержание процесса целеполагания профессионального и личност-	Не имеет базовых знаний о сущности процесса целеполагания, его особенно-	Допускает существенные ошибки при раскрытии содержания процесса	Демонстрирует частичные знания содержания процесса целеполагания, неко-	Демонстрирует знания сущности процесса целеполагания, отдельных особенно-	Раскрывает полное содержание процесса целеполагания, всех его особенностей, аргументированно обосновывает

<p>ного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда.</p> <p>Шифр: З (УК-5)-1</p>	<p>стях и способах реализации.</p>	<p>целеполагания, его особенностей и способов реализации.</p>	<p>торых особенностей профессионального развития и самореализации личности, указывает способы реализации, но не может обосновать возможность их использования в конкретных ситуациях.</p>	<p>стей процесса и способов его реализации, характеристик профессионального развития личности, но не выделяет критерии выбора способов целереализации при решении профессиональных задач.</p>	<p>критерии выбора способов профессиональной и личностной целереализации при решении профессиональных задач.</p>
<p>уметь: формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.</p> <p>Шифр: У (УК-5)-1</p>	<p>Не умеет и не готов формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.</p>	<p>Имея базовые представления о тенденциях развития профессиональной деятельности и этапах профессионального роста, не способен сформулировать цели профессионального и личного развития.</p>	<p>При формулировке целей профессионального и личного развития не учитывает тенденции развития сферы профессиональной деятельности и индивидуально-личностные особенности.</p>	<p>Формулирует цели личного и профессионального развития, исходя из тенденций развития сферы профессиональной деятельности и индивидуально-личностных особенностей, но не полностью учитывает возможные этапы профессиональной социализации.</p>	<p>Готов и умеет формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.</p>
<p>уметь: осуществлять личный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оцени-</p>	<p>Не готов и не умеет осуществлять личный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных</p>	<p>Готов осуществлять личный выбор в конкретных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, но не</p>	<p>Осуществляет личный выбор в конкретных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценива-</p>	<p>Осуществляет личный выбор в стандартных профессиональных и морально-ценностных ситуа-</p>	<p>Умеет осуществлять личный выбор в различных нестандартных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принято-</p>

<p>вать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом. Шифр: У (УК-5)-2</p>	<p>ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом.</p>	<p>умеет оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом.</p>	<p>ет некоторые последствия принятого решения, но не готов нести за него ответственность перед собой и обществом.</p>	<p>циях, оценивает некоторые последствия принятого решения и готов нести за него ответственность перед собой и обществом.</p>	<p>го решения и нести за него ответственность перед собой и обществом.</p>
<p>владеть: приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач.  Шифр: В (УК-5)-1</p>	<p>Не владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач.</p>	<p>Владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению <b>стандартных</b> профессиональных задач, допуская ошибки при выборе приемов и технологий и их реализации.</p>	<p>Владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению <b>стандартных</b> профессиональных задач, давая не полностью аргументированное обоснование предлагаемого варианта решения.</p>	<p>Владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению <b>стандартных</b> профессиональных задач, полностью аргументируя предлагаемые варианты решения.</p>	<p>Демонстрирует владение системой приемов и технологий целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению <b>нестандартных</b> профессиональных задач, полностью аргументируя выбор предлагаемого варианта решения.</p>
<p>владеть: способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития.  Шифр: В (УК-5)-2</p>	<p>Не владеет способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития.</p>	<p>Владеет информацией о способах выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путях достижения более высокого уровня их развития, допуская существенные ошибки при применении</p>	<p>Владеет некоторыми способами выявления и оценки индивидуально-личностных и профессионально-значимых качеств, необходимых для выполнения профессиональной деятельности, при этом не демонстрирует спо-</p>	<p>Владеет отдельными способами выявления и оценки индивидуально-личностных и профессионально-значимых качеств, необходимых для выполнения профессиональной деятельности, и выделяет конкретные пути са-</p>	<p>Владеет системой способов выявления и оценки индивидуально-личностных и профессионально-значимых качеств, необходимых для профессиональной самореализации, и определяет адекватные пути самосовершенствования.</p>

		данных знаний.	способность оценки этих качеств и выделения конкретных путей их совершенствования.	мосовершенствования.	
--	--	----------------	--	----------------------	--

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ОПК-3: готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования**

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

**Общепрофессиональная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки; осваивается в течение всего периода обучения в рамках дисциплин (модулей) вариативной части и педагогической практики независимо от формирования других компетенций, и обеспечивает реализацию обобщенной трудовой функции «преподавание» по программам высшего образования.

**ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ**

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

- знать: основные тенденции развития в соответствующей области науки;
- уметь: осуществлять отбор материала, характеризующего достижения науки с учетом специфики направления подготовки;
- владеть: методами и технологиями межличностной коммуникации, навыками публичной речи.

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ОПК-3) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
знать:	Отсутствие знаний.	Фрагментарные	Сформированные	Сформированные	сформировать пред-

нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования. 3 (ОПК-3)-1		представления об основных требованиях, предъявляемых к преподавателям в системе высшего образования.	представления о требованиях, предъявляемых к обеспечению учебной дисциплины и преподавателю, ее реализующему в системе во.	представления о требованиях к формированию и реализации учебного плана в системе высшего образования.	ставления о требованиях к формированию и реализации ооп в системе высшего образования.
знать: требования к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров. Шифр 3 (ОПК-3)-2	Отсутствие знаний.	Фрагментарные представления о требованиях к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров.	Неполные представления о требованиях к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о требованиях к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров.	Сформированные систематические представления о требованиях к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров.
уметь: осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания. Шифр У (ОПК-3)-1	отсутствие умений	Отбор и использование методов, не обеспечивающих освоение дисциплин	Отбор и использование методов преподавания с учетом специфики преподаваемой дисциплины	Отбор и использование методов с учетом специфики направленности (профиля) подготовки	Отбор и использование методов преподавания с учетом специфики направления подготовки
уметь: курировать выполнение квалификационных работ бакалавров, специалистов, магистров. Шифр: У (ОПК-3) -2	Отсутствие умений	Затруднения с разработкой плана и структуры квалификационной работы	Умение разрабатывать план и структуру квалификационной работы	Оказание разовых консультаций учащимся по методам исследования и источникам информации при выполнении квалификационных работ бакалавров,	Оказание систематических консультаций учащимся по методам исследования и источникам информации при выполнении квалификационных работ бакалавров, специали-

				специалистов, магистров	стов, магистров
владеть: технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования. Шифр: В (ОПК-3)-1	не владеет	проектируемый образовательный процесс не приобретает целостности	проектирует образовательный процесс в рамках дисциплины	проектирует образовательный процесс в рамках модуля	проектирует образовательный процесс в рамках учебного плана

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ПК-1: Способность к самостоятельному проведению научных исследований и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (профилю) Химия элементоорганических соединений**

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

**Профессиональная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки **Пороговый (входной) уровень знаний, умений, опыта деятельности, требуемый для формирования компетенции**

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

- знать: фундаментальные основы химии элементоорганических соединений и специальных дисциплин;
- уметь: составлять план работы по заданной теме, анализировать получаемые результаты, составлять отчеты о научно-исследовательской работе;
- владеть: синтетическими и физико-химическими методами исследований в области химии элементоорганических соединений.

#### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК-1) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

<b>Планируемые результаты обучения</b> (показатели достижения заданного уровня освоения)	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>				
	1	2	3	4	5

компетенций)					
знать: современное состояние науки в области химии элементоорганических соединений.  Шифр 3 (ПК-1)-1	Отсутствие знаний.	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области химии элементоорганических соединений.	Неполные представления о современном состоянии науки в области химии элементоорганических соединений.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии науки в области химии элементоорганических соединений.	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области химии элементоорганических соединений.
знать: нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов научных исследований. Шифр 3 (ПК-1)-2	Отсутствие знаний.	Фрагментарные представления о нормативных документах для составления заявок, грантов, проектов научных исследований.	Неполные представления о нормативных документах для составления заявок, грантов, проектов научных исследований.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов научных исследований.	Сформированные систематические знания нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов научных исследований.
знать: требования к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях. Шифр 3 (ПК-1)-3	Отсутствие знаний.	Фрагментарные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.	Общие представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие однократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях.	Сформированные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие неоднократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях.
уметь: представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых	Отсутствие умений.	Фрагментарное использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях.	В целом успешное, но не систематическое использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензи-	Сформированное умение использовать методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях.

научных изданиях. Шифр У(ПК-1)-1			научных изданиях.	руемых научных изданиях.	
уметь: готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по научным исследованиям в области химии элементоорганических соединений.  Шифр: У (ПК-1)-2	Отсутствие умений	Умение готовить отдельные материалы для заявки на получение научных грантов по поручению научного руководителя.	В целом успешное, но не систематическое использование умения готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по научным исследованиям.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение готовить предложения по тематике и плану реализации исследовательских проектов, а также оформлять проект согласно установленным требованиям.	Сформированное умение готовить предложения по тематике и плану реализации исследовательских проектов; обосновывать предложения с точки зрения реалистичности сроков, трудозатрат и ресурсной обеспеченности; оформлять проект согласно установленным требованиям.
уметь: представлять результаты научных исследований (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.  Шифр: У (ПК-1)-3	Отсутствие умений.	Умение представлять результаты научных исследований узкому кругу специалистов.	В целом успешное, умение представлять результаты научных исследований (в т.ч., диссертационной работы) академическому сообществу.	Успешное умение представлять результаты научных исследований (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.	Сформированное умение представлять результаты научных исследований (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу; определять целевые группы и форматы продвижения результатов собственной научной деятельности.
владеть: методами планирования, подготовки, проведения научных исследований, анализа	Отсутствие навыков.	Фрагментарное применение методов планирования, подготовки и проведения научных исследований, анализа и	В целом успешное, но не систематическое применение методов планирования, подготовки, проведения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение методов планирования, подготовки, проведения	Успешное и систематическое применение методов планирования, подготовки и проведения научных исследо-

полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (профилю). Химия элементоорганических соединений Шифр В (ПК-1)-1		обсуждения полученных данных.	научных исследований, анализа полученных данных.	научных исследований, анализа полученных данных, формулировка выводов по результатам научных исследований.	ваний и анализа и обсуждения экспериментальных данных; формулировка выводов и рекомендаций по результатам научных исследований
владеть: навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научных исследований по направленности подготовки Химия элементоорганических соединений. Шифр: В (ПК-1)-2	Отсутствие навыков.	Фрагментарное применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научных исследований по направленности подготовки.	В целом успешное, но не систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научных исследований по направленности подготовки.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научных исследований по направленности подготовки.	Успешное и систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научных исследований по направленности подготовки.

## 6.2 ТЕМЫ КОЛЛОКВИУМОВ

### Критерии оценивания

Оценка «отлично»

- глубокое и прочное усвоение программного материала;
- полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания;
- свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала;
- правильно обоснованные принятые решения;
- владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка «хорошо»

- знание программного материала;
- грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос;
- правильное применение теоретических знаний;
- владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач.

Оценка «удовлетворительно»

- усвоение основного материала;
- при ответе допускаются неточности;
- при ответе недостаточно правильные формулировки;
- нарушение последовательности в изложении программного материала;
- затруднения в выполнении практических заданий.

Оценка «неудовлетворительно»

- незнание программного материала;
- при ответе возникают ошибки;
- затруднения при выполнении практических работ.

### Коллоквиум 1

Одностадийный окислительный синтез производных триоргановисмута(V) с органическими и минеральными кислотами.

1. Синтез диацилатов триарилвисмута(V) по реакции  $Ar_3M$  с  $t-BuOOH$  или  $H_2O_2$  в присутствии карбоновых кислот.
2. Синтез диацилатов триметилсурьмы(V) по реакции  $Me_3Sb$  с  $t-BuOOH$  в присутствии карбоновых кислот.
3. Окислительный синтез диакрилатов триоргановисмута(V).
4. Синтез  $Ph_3M(O_2CR)_2$  ( $M = Bi, Sb$ ) по реакции  $Ph_3M$  с  $t-BuOOH$  в присутствии ангидридов карбоновых кислот.
5. Синтез  $Ph_3M(OAc)_2$  ( $M = Sb, Bi, As$ ) по реакции  $Ph_3M$  с  $t-BuOOAc$  в присутствии уксусной кислоты и уксусного ангидрида.
6. Окислительный синтез производных трифенилвисмута(V) с минеральными кислотами.

### Коллоквиум 2

Реакции термического разложения диацилатов триоргановисмута(V) в инертных растворителях и спиртах.

1. Термическая устойчивость диацилатов триоргановисмута(V).
2. Реакции термического разложения в инертных растворителях.
3. Реакции термического разложения диацилатов трифенилвисмута в спиртах.

### Коллоквиум 3

Изучение каталитических реакций O-, N-, C-арилрования (алкилирования) некоторых органических соединений производными висмута(III, V) в присутствии солей меди и палладия.

1. Производные триоргановисмута(V) как реагенты каталитического O-, N-арилрования (алкилирования) спиртов, фенолов и аминов в присутствии солей меди.

2. Реакция фенилирования (алкилирования) спиртов и аминов соединениями  $\text{Vi(III)}$  в присутствии солей меди.
3. Каталитические реакции ацидолиза и алкоголиза триоргановисмута(III) в присутствии солей меди.
4. Фенильные производные висмута(III, V) в присутствии солей палладия как реагенты C-фенилирования функциональных производных этилена.

### 6.3 КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

#### Критерии оценки письменной контрольной работы:

оценка «отлично» выставляется аспиранту, если работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты;

оценка «хорошо» если аспирант выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов;

оценка «удовлетворительно» если аспирант правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.

оценка «неудовлетворительно» допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»

**Тема 1:** Симметрия молекул и ее использование в теории химического строения висмутоорганических соединений.

Вариант 1.

Молекулярные орбитали в олефиновых, аллильных, циклопентадиенильных и ареновых комплексах. Химические связи в электронодефицитных молекулах (на примерах простейших и полиэдрических гидридов бора и карборанов). Качественные способы оценки стабильности висмутоорганических соединений. Правило эффективного атомного номера. Принцип изолябальной аналогии и его приложения.

**Тема 2:** Метод рентгеноструктурного анализа (РСА).

Вариант 1.

Физические и теоретические основы метода. Области применения в химии висмутоорганических соединений: установление строения молекул и кристаллов, исследование природы химических связей.

Фото- (ФЭС) и рентгенофотоэлектронная (ЭСХА) спектроскопии. Физические и теоретические основы методов. Применение в химии висмутоорганических соединений: изучение электронного строения молекул, измерение энергий ионизации.

### 6.4 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Изучение каталитических реакций O-, N-, C-арилирования (алкилирования) некоторых органических соединений производными висмута(III, V) в присутствии солей меди и палладия.
2. Производные триоргановисмута(V) как реагенты каталитического O-, N-арилирования (алкилирования) спиртов, фенолов и аминов в присутствии солей меди.
3. Реакция фенилирования (алкилирования) спиртов и аминов соединениями  $\text{Vi(III)}$  в присутствии солей меди.
4. Каталитические реакции ацидолиза и алкоголиза триоргановисмута(III) в присутствии солей меди.
5. Фенильные производные висмута(III, V) в присутствии солей палладия как реагенты C-фенилирования функциональных производных этилена.
6. Прикладные аспекты использования некоторых производных органовисмута(III, V).

7. Некоторые вопросы инициирования процесса полимеризации ММА и получения Вi-наполненного ПММА

## 6.5 ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

### Критерии оценивания тестовых заданий:

- «отлично» - при 90-100% набранных тестовых баллов,  
«хорошо» - 89-80%,  
«удовлетворительно» - 79-61%.

### Рубежный контроль

#### Тест по химии органических соединений непереходных элементов

#### Инструкция для аспиранта

*Тест содержит 25 заданий, из них 15 заданий – часть А, 5 заданий – часть В, 5 заданий – часть С. На его выполнение отводится 90 минут. Если задание не удаётся выполнить сразу, перейдите к следующему. Если останется время, вернитесь к пропущенным заданиям. Верно выполненное задание части А оценивается в 1 балл, части В – 2 балла, части С – 5 баллов.*

#### ЧАСТЬ А

**К каждому заданию части А даны несколько ответов, из которых только один верный. Выполнив задание, выберите верный ответ и укажите в бланке ответов.**

**A1.** Какое из следующих соединений может существовать в оптически активных формах?

Выберите правильный ответ.

1. Метилхлорбромсилан.
2. Метилдихлорсилан.
3. Диметилхлорсилан.
4. Диметилбромсилан.

**A2.** На хлористый германий последовательно действовали этилмагнийбромидом (избыток), затем бромоводородом и литийалюминийгидридом. Какое соединение получено?

Выберите правильный ответ.

1. Этилгерман.
2. Диэтилгерман.
3. Триэтилгерман.
4. Тетраэтилгерман.

**A3.** Какое из перечисленных соединений не реагирует с углекислым газом?

Выберите правильный ответ.

1. Триэтилбор.
2. Триэтилалюминий.
3. Триэтилгаллий.
4. Триэтилталлий.

**A4.** По какому механизму будет протекать взаимодействие диацетата ртути с бензолом?

Выберите правильный ответ.

1. S<sub>N</sub>1.
2. S<sub>N</sub>2.
3. A<sub>N</sub>.
4. S<sub>E</sub>.

**A5.** С помощью каких химических реакций можно различить трифенилфосфин и трифенилвисмут?

Выберите правильный ответ.

1. Реакция со щёлочью.

2. Реакция с кислотой.
3. Реакция с перманганатом калия.
4. Нагревание.

**A6.** В какой из реакций продукты написаны верно?

Выберите правильный ответ.

1. Фениллитий + оксид серы (IV) → фенилсульфонат лития.
2. Фениллитий + оксид серы (IV) → фенилсульфинат лития.
3. Фениллитий + оксид серы (VI) → фенилсульфонат лития.
4. Фениллитий + оксид серы (VI) → фенилсульфинат лития.

**A7.** Какое из перечисленных соединений наиболее реакционноспособно в реакции ацетата ртути с ареном?

Выберите правильный ответ.

1. *n*-Нитрометилбензол.
2. Метилбензол.
3. *m*-Динитробензол.
4. *n*-Бромметилбензол.

**A8.** В какой из приведённых ниже реакций *m*-нитробензофенон получится с наибольшим выходом?

Выберите правильный ответ.

1. *m*-Нитробензоилхлорид с фенилкадмийбромидом.
2. *m*-Нитробензоилхлорид с фенилмеркуробромидом.
3. Бензоилхлорид с *bis*(*m*-нитрофенил)цинком.
4. Бензоилхлорид с гидридом *bis*(*m*-нитрофенил)алюминия.

**A9.** С каким из перечисленных соединений триметилгермилфуран даёт продукты замещения водорода в положении 2?

Выберите правильный ответ.

1. Иодистый метил.
2. Метилмагниййодид.
3. Оксид серы (VI).
4. Амид натрия.

**A10.** На этилмагнийбромид последовательно подействовали ацетальдегидом, водой, кислотой. Какое соединение получится?

Выберите правильный ответ.

1. Бутанол-1.
2. Пропанол-1.
3. 1-метилэтанол.
4. Бутаналь.

**A11.** Какое из перечисленных соединений не взаимодействует с водой при комнатной температуре?

Выберите правильный ответ.

1. Триэтилбор.
2. Диэтилбор.
3. Диэтилалюминийгидрид.
4. Триэтилалюминий.

**A12.** Установите строение вещества  $\text{SiC}_3\text{H}_{10}$ , если известно, что оно реагирует с непредельными соединениями и *bis*(триэтилгермил)ртутью, а при нагревании с кислородом образует соединение  $\text{Si}_2\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}$ .

Выберите правильный ответ.

1. метилэтилсилан.
2. пропилсилан.
3. триметилсилан.

4. изопропилсилан.

**A13.** Для какого из приведённых ниже соединений реакции таллирования протекают с наибольшей скоростью?

Выберите правильный ответ.

1. Толуол.
2. Нитробензол.
3. Бензальдегид.
4. Бутан.

**A14.** Какой из ниже перечисленных реагентов будет способствовать превращению  $\text{Ph}_2\text{SbCl}$  в  $\text{Ph}_2\text{SbH}$ ?

Выберите правильный ответ.

1.  $\text{LiNO}_2$
2.  $\text{LiCl}$ .
3.  $\text{LiOH}$ .
4.  $\text{LiAlH}_4$ .

**A15.** Каким методом можно очистить пентафенилсурьму от примеси трифенилсурьмы?

Выберите правильный ответ.

1. Действием бромной воды.
2. Реакцией с водным раствором перманганата калия.
3. Обработкой смеси фениллитием.
4. Реакцией с хлоридом одновалентной меди.

### **ЧАСТЬ В**

**Будьте внимательны! Задания части В могут быть трёх типов:**

- 1. задания, содержащие несколько верных ответов;**
- 2. задания на установление соответствия;**
- 3. задания, в которых ответ должен быть дан в виде числа, слова, символа.**

**V1.** Расположите в ряд по упрочению химической связи следующие соединения:

1. тетрафенилсвинец,
2. тетрафенилкремний,
3. тетрафенилолово,
4. тетрафенилгерманий.

**V2.** Расположите в порядке увеличения активности в реакции расщепления связи Э-С хлороводородом следующие соединения:

1. трифенилфосфин;
2. трифенилвисмут;
3. трифенилмышьяк,
4. трифенилсурьма.

**V3.** Какие из перечисленных ниже соединений могут проявлять оптическую активность:

1. трифенилгерман,
2. дифенилметилгерман,
3. фенилдиметилгерман,
4. фенилметилэтилгерман.

**V4.** Расположите в порядке увеличения термической устойчивости следующие вещества:

1. этиллитий,
2. диэтилцинк,
3. триэтилалюминий,
4. триэтилсурьма,
5. диэтилмагний.

**В5.** Среди перечисленных соединений укажите те, которые можно восстановить до гидридов:

1. дифенилхлорвисмут,
2. дифенилхлорсурьма,
3. тетраэтилгерман,
4. хлорид трифенилгермания.

### **Часть С**

**Ответы к заданиям части С формулируйте в свободной краткой форме и записывайте в бланк ответов.**

**С1.** Какие реагенты следует использовать для превращения алюминия в триэтилалюминий. Запишите реагенты в порядке их применения. Укажите условия применения реагентов.

**С2.** Для динитрататрифенилвисмута напишите уравнение реакции с азотной кислотой. Назовите полученные вещества.

**С3.** Назовите соединение состава  $C_3H_9P$ , которое взаимодействует с водными растворами кислот, а в результате реакции с иодистым метилом превращается в фосфониевую соль.

**С4.** Дайте определение асимметрического атома германия.

**С5.** Закончите фразу «электрофил – это.....».

### **6.6 Критерии оценивания реферата**

Реферат – краткая запись идей, содержащихся в одном или нескольких источниках, которая требует умения сопоставлять и анализировать различные точки зрения. Реферат – одна из форм интерпретации исходного текста или нескольких источников. Поэтому реферат, в отличие от конспекта, является новым, авторским текстом. Новизна в данном случае подразумевает новое изложение, систематизацию материала, особую авторскую позицию при сопоставлении различных точек зрения.

Реферирование предполагает изложение какого-либо вопроса на основе классификации, обобщения, анализа и синтеза одного или нескольких источников.

Специфика реферата (по сравнению с курсовой работой):

- не содержит развернутых доказательств, сравнений, рассуждений, оценок,
- дает ответ на вопрос, что нового, существенного содержится в тексте.

#### **Виды рефератов**

По полноте изложения	Информативные (рефераты-конспекты).
	Индикативные (рефераты-резюме).
По количеству реферируемых источников	Монографические.
	Обзорные.

Структура реферата:

- 1) титульный лист;
- 2) план работы с указанием страниц каждого вопроса, подвопроса (пункта);
- 3) введение;
- 4) текстовое изложение материала, разбитое на вопросы и подвопросы (пункты, подпункты) с необходимыми ссылками на источники, использованные автором;
- 5) заключение;
- 6) список использованной литературы;
- 7) приложения, которые состоят из таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, схем (необязательная часть реферата).

Приложения располагаются последовательно, согласно заголовкам, отражающим их содержание.

Реферат оценивается научным руководителем исходя из установленных кафедрой показателей и критериев оценки реферата.

### Критерии и показатели, используемые при оценивании реферата

Критерии	Показатели
1. Новизна реферированного текста. Макс. - 20 баллов	- актуальность проблемы и темы; - новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; - наличие авторской позиции, самостоятельность суждений;
2. Степень раскрытия сущности проблемы. Макс. - 30 баллов	- соответствие плана теме реферата; - соответствие содержания теме и плану реферата; - полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы; - обоснованность способов и методов работы с материалом; - умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы;
3. Обоснованность выбора источников. Макс. - 20 баллов	- круг, полнота использования литературных источников по проблеме; - привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.);
4. Соблюдение требований к оформлению. Макс. - 15 баллов	- правильное оформление ссылок на используемую литературу; - грамотность и культура изложения; - владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; - соблюдение требований к объему реферата; - культура оформления: выделение абзацев;
5. Грамотность. Макс. - 15 баллов	- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей; - отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых; - литературный стиль.

Реферат оценивается по 100 балльной шкале, баллы переводятся в оценки успеваемости следующим образом:

- 86 – 100 баллов – «отлично»;
- 70 – 75 баллов – «хорошо»;
- 51 – 69 баллов – «удовлетворительно»;
- менее 51 балла – «неудовлетворительно».

Баллы учитываются в процессе текущей оценки знаний программного материала.

#### Темы рефератов

1. Химические превращения и строение арильных соединений висмута (III) и (V).
2. Химические свойства триарилвисмута.
3. Реакции окисления триарилвисмута.
4. Реакции восстановления и деарилирования триарилвисмута.
5. Химические свойства производных висмута  $Ar_3BiX_2$  и  $Ar_4BiX$ .
6. Реакции замещения, восстановления, перераспределения лигандов.
7. Строение арильных соединений висмута (III) и (V).
8. Синтез и строение арильных соединений висмута (III) и (V).
9. Синтез производных висмута по реакции перераспределения лигандов.
10. Синтез производных висмута общей формулы  $Ar_3BiX_2$  по реакции окислительного присоединения.
11. Синтез производных висмута из трифенилвисмута и кислоты в присутствии кислорода воздуха.
12. Строение производных пятивалентного висмута.

13. Строение производных висмута общей формулы  $Ar_3BiX_2$ .
14. Строение дикарбоксилатов триарилвисмута.
15. Строение производных висмута общей формулы  $Ph_4BiX$ .

#### **Темы докладов и презентаций**

1. Одностадийный окислительный синтез производных триоргановисмута(V) с органическими и минеральными кислотами.
2. Синтез диацилатов триарилвисмута(V) по реакции  $Ar_3M$  с  $t-BuOOH$  или  $H_2O_2$  в присутствии карбоновых кислот.
3. Синтез диацилатов триметилсурьмы(V) по реакции  $Me_3Sb$  с  $t-BuOOH$  в присутствии карбоновых кислот.
4. Окислительный синтез диакрилатов триоргановисмута(V).
5. Синтез  $Ph_3M(O_2CR)_2$  ( $M = Bi, Sb$ ) по реакции  $Ph_3M$  с  $t-BuOOH$  в присутствии ангидридов карбоновых кислот.
6. Синтез  $Ph_3M(OAc)_2$  ( $M = Sb, Bi, As$ ) по реакции  $Ph_3M$  с  $t-BuOOAc$  в присутствии уксусной кислоты и уксусного ангидрида.
7. Окислительный синтез производных трифенилвисмута(V) с минеральными кислотами.
8. Реакции термического разложения диацилатов триоргановисмута(V) в инертных растворителях и спиртах.
9. Термическая устойчивость диацилатов триоргановисмута(V) и реакции термического разложения в инертных растворителях.
10. Реакции термического разложения диацилатов трифенилвисмута в спиртах.

#### **6.7 Критерии оценивания зачета**

Оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если:

- 1) вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок;
- 2) показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
- 3) продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.

Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется, если:

- не раскрыто основное содержание учебного материала;
- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
- допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;
- не сформированы компетенции, умения и навыки.

#### **Вопросы к зачету**

1. Одностадийный окислительный синтез производных триоргановисмута(V) с органическими и минеральными кислотами.
2. Синтез диацилатов триарилвисмута(V) по реакции  $Ar_3M$  с  $t-BuOOH$  или  $H_2O_2$  в присутствии карбоновых кислот.
3. Синтез диацилатов триметилсурьмы(V) по реакции  $Me_3Sb$  с  $t-BuOOH$  в присутствии карбоновых кислот.
4. Окислительный синтез диакрилатов триоргановисмута(V).
5. Синтез  $Ph_3M(O_2CR)_2$  ( $M = Bi, Sb$ ) по реакции  $Ph_3M$  с  $t-BuOOH$  в присутствии ангидридов карбоновых кислот.
6. Синтез  $Ph_3M(OAc)_2$  ( $M = Sb, Bi, As$ ) по реакции  $Ph_3M$  с  $t-BuOOAc$  в присутствии уксусной кислоты и уксусного ангидрида.
7. Окислительный синтез производных трифенилвисмута(V) с минеральными кислотами.

8. Реакции термического разложения диацилатов триоргановисмута(V) в инертных растворителях и спиртах.
9. Термическая устойчивость диацилатов триоргановисмута(V) и реакции термического разложения в инертных растворителях.
10. Реакции термического разложения диацилатов трифенилвисмута в спиртах.
11. Изучение каталитических реакций O-, N-, C-арилрования (алкилирования) некоторых органических соединений производными висмута(III, V) в присутствии солей меди и палладия.
12. Производные триоргановисмута(V) как реагенты каталитического O-, N-арилрования (алкилирования) спиртов, фенолов и аминов в присутствии солей меди.
13. Реакция фенилирования (алкилирования) спиртов и аминов соединениями Bi(III) в присутствии солей меди.
14. Каталитические реакции ацидолиза и алкоголиза триоргановисмута(III) в присутствии солей меди.
15. Фенильные производные висмута(III, V) в присутствии солей палладия как реагенты C-фенилирования функциональных производных этилена.
16. Прикладные аспекты использования некоторых производных органовисмута(III, V).
17. Некоторые вопросы инициирования процесса полимеризации MMA и получения Bi-наполненного ПММА
18. Получение соединений висмута (V) и их использование в органическом синтезе.
19. Синтез производных висмута по реакции дефенилирования.
20. Синтез производных висмута по реакции перераспределения лигандов.
21. Синтез производных висмута по реакции обмена.
22. Синтез производных висмута общей формулы  $Ar_3BiX_2$  по реакции окислительного присоединения.
23. Использование висмутоорганических соединений в тонком органическом синтезе.
24. Использование висмутоорганических соединений в качестве окисляющих реагентов
25. Использование висмутоорганических соединений в качестве фенилирующих агентов
26. Синтез соединений висмута (III).
27. Синтез производных висмута (III) из соединений общей формулы  $BiX_3$ .
28. Деарилрование триарилвисмута кислотами, галогенидами, оксидами и солями
29. Синтез нейтральных комплексных соединений висмута.
30. Синтез ионных комплексов с Bi-содержащими катионами или анионами
31. Строение соединений висмута(V).
32. Строение соединений висмута (III).
33. Строение комплексов висмута (III) с элементоорганическими анионами.
34. Строение комплексов висмута (III) с неорганическими анионами.
35. Арильные соединения висмута, синтез, строение, применение.
36. Дефенилирование пентафенилвисмута и трифенилвисмута кислотами.
37. Синтез соединений общей формулы  $Ph_4BiX$  по реакции дефенилирования пентафенилвисмута кислотами.
38. Дефенилирование трифенилвисмута карбоновыми кислотами.
39. Одностадийный окислительный синтез соединений висмута (V).
40. Особенности строения соединений висмута общей формулы  $Ph_3BiX_2$ .
41. Реакции перераспределения лигандов с участием висмутоорганических соединений
42. Некоторые реакции арильных соединений висмута (V).
43. Синтез комплексных соединений висмута.
44. Химические превращения и строение арильных соединений висмута (III) и (V).
45. Химические свойства триарилвисмута.
46. Реакции окисления триарилвисмута.
47. Реакции восстановления и деарилования триарилвисмута.

48. Химические свойства производных висмута  $Ar_3BiX_2$  и  $Ar_4BiX$ .
49. Реакции замещения, восстановления, перераспределения лигандов.
50. Строение арильных соединений висмута (III) и (V).
51. Синтез и строение арильных соединений висмута (III) и (V).
52. Синтез производных висмута по реакции перераспределения лигандов.
53. Синтез производных висмута общей формулы  $Ar_3BiX_2$  по реакции окислительного присоединения.
54. Синтез производных висмута из трифенилвисмута и кислоты в присутствии кислорода воздуха.
55. Строение производных пятивалентного висмута.
56. Строение производных висмута общей формулы  $Ar_3BiX_2$ .
57. Строение дикарбоксилатов триарилвисмута.
58. Строение производных висмута общей формулы  $Ph_4BiX$ .

## **7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ**

Мультимедийные презентации по основным разделам дисциплины: Ресурсы удаленного доступа: Виртуальный читальный зал РГБ, Лань, РУКОНТ, ПОЛПРЕД, Университетская библиотека, Айбукс.

### **Технологии освоения программы.**

Освоение программы предусматривает сочетание аудиторных занятий, основанных на интерактивных формах освоения учебного материала и самостоятельной работы, ориентированной на включение освоенного материала в реальную практику для решения конкретных проблем в своей профессиональной деятельности и проведения диссертационного исследования. Изучение дисциплины заканчивается подготовкой краткого литературного обзора по свойствам выбранного класса координационных соединений и сдачей индивидуального коллоквиума.

### **Организация самостоятельной работы.**

Анализ литературных данных и написание короткого литературного обзора по химии и применению различных типов координационных соединений.

### **Типовые задания для самостоятельной работы.**

Подготовить литературный обзор по синтезу, структуре, основным типам реакций и применению комплексов переходных металлов с производными пиразина (ацетилена, циклопентадиена и т.д.).

### **Аттестация.**

- а) Текущая аттестация - сдача индивидуального коллоквиума по дисциплине
- б) Итоговая аттестация – включена в кандидатский экзамен по специальности

**Вопросы к зачету (экзамену)** – включены в программу кандидатского экзамена по специальности

## **8 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ**

### **Основная**

1. Егорова И.В. Синтез, строение и некоторые реакции арильных соединений висмута: Монография / И.В. Егорова, В.В. Шарутин, О.К. Шарутина. – Благовещенск: Изд-во БГПУ. 2007. – 240 с.
2. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия; пер. с нем. / К. Эльшенбройх. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2011. – 746 с.

### **Дополнительная**

1. Биометаллоорганическая химия / под ред. Ж. Жауэна; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 494 с.

2. Кисилев Ю.М. Химия координационных соединений / Ю.М. Кисилев, Н.А. Добрынина. – М.: Академия, 2007. – 352 с.
3. Колмен Дж. Металлоорганическая химия переходных металлов / Дж. Колмен, Л. Хигедас, Дж. Нортон, Р. Финке. – М.: Мир – 1989 с.
4. Несмеянов А.Н. Методы элементоорганической химии / под ред. А.Н. Несмеянова, К.А. Кочеткова. – М.: Наука, 1968-1975.
5. Пакулина А.П. Синтез и некоторые реакции сурьмаорганических соединений: Монография. / А.П. Пакулина, В.В. Шарутин, О.К. Шарутина. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2005. – 141 с.
6. Скопенко В.В. Координационная химия / В.В. Скопенко, А.Ю. Цивадзе, Л.Н. Савранский, А.И. Гарновский. – М.: Академкнига, 2007. – 487 с.
7. Чернышев Е.А. Химия элементоорганических мономеров и полимеров / Е.А. Чернышев, В.Н. Таланов. – М.: КолосС, 2011. – 439 с.
8. Шарутин В.В. Синтез элементоорганических соединений: Учебное пособие для студентов и аспирантов / В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, И.В. Егорова, Т.К. Иваненко, Л.П. Панова. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2005. – 163 с.
9. Шарутин В.В. Реакции органических соединений элементов: монография / В.В. Шарутин, В.С. Сенчурин. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2008. – 228 с.
10. Hartwig J. Organotransition metal chemistry. From bonding to catalysis /Hartwig J. - Sausalito, California: University Science Books, 2010.
11. Suzuki H. Organobismuth Chemistry / H. Suzuki, T. Ogawa, N. Komatsu, Y. Matano, T. Murafuji, T. Ikegami. Elsevier: Amsterdam, 2001. – 620 с.

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

XuMuK.ru <http://www.xumuk.ru/> - здесь можно найти информацию по различным разделам химии. Интерфейс в высшей степени дружелюбный, прямо с главной страницы доступна быстрая навигация по «Химической энциклопедии».

Естественно-научный портал <http://en.edu.ru/> - портал является составной частью федерального портала «Российское образование». Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия, биология и математика).

Популярная библиотека химических элементов <http://n-t.ru/ri/ps/> - история открытия, распространение в природе, роль в жизнедеятельности растений и человека, свойства и применение.

#### *Электронные журналы*

Журнал неорганической химии <http://www.maikonline.com> – ежемесячное периодическое издание, которое выходит с 1956 года. Тематика журнала: синтез и свойства неорганических соединений, координационные соединения, высокотемпературные сверхпроводники, физикохимический анализ неорганических систем, физические методы исследования и физическая химия растворов. Регулярно появляются тематические обзоры, рецензии на книги и сообщения о конференциях. Полнотекстовая электронная версия доступна по подписке с сайта научной электронной библиотеки <http://elibrary.ru>.

Журнал общей химии <http://springeronline.com/journal/11176> – это крупнейший журнал в области научной химии. Предшественником этого журнала был первый российский химический журнал «Журнал русского химического общества», основанный в 1869 для освещения всех проблем в области химии. В настоящее время журнал ориентируется на междисциплинарные области химии (металлоорганические соединения, органические соединения металлоидов, органические и неорганические комплексы, механохимия, нанохимия и т. д.), новые достижения и долгосрочные результаты в каждой области. В журнале публикуются обзоры, текущие научные статьи, письма к редактору, дискуссионные статьи, обзоры книг, сообщения и доклады о научных конференциях. Содержания и анно-

тации статей русской версии журнала можно посмотреть на сайте <http://elibrary.ru>. Полнотекстовые версии статей доступны на сайте по подписке.

Химия <http://him.1september.ru/index.php> - электронная версия газеты.

Химическая и биологическая безопасность <http://www.cbsafety.ru/> - информационно-аналитический журнал.

Успехи химии <http://rcr.ioc.ac.ru/ukh.htm> - сайт журнала Российской Академии. Наук имеет наивысший импакт-фактор среди российских научных журналов по химии. Успехи химии [http://www.uspkhim.ru/ukh\\_frm.phtml?jrnid=rc&page=ft](http://www.uspkhim.ru/ukh_frm.phtml?jrnid=rc&page=ft) - журнал публикует обзоры по актуальным проблемам химии и смежных с нею наук. С 2004 г. появилась возможность подписаться на электронную (on-line) версию журнала Успехи химии и оперативно получать новые статьи с сайта за 3 недели до выхода в свет очередного номера журнала. С 2006 г. появилась возможность приобретать полные тексты статей в виде PDF-файлов. Подробности в разделе «Подписка». Выпуск для ознакомления в свободном доступе. Англ. и рус. версия.

Органическая химия в России <http://www.rusanalytchem.org/> - сайт о российской органической химии в Интернете. Призван давать широкую информацию о новых научных решениях в этой области, о структуре и организации органической химии, о людях, работающих в этой сфере.

Журнал общей химии [genchemistry@mail.ru](mailto:genchemistry@mail.ru) - издаётся Санкт-Петербургской издательской фирмой «Наука» Академиздатцентра Российской академии наук. Журнал одновременно выходит на английском языке под названием «Russian Journal of General Chemistry» в издательстве Pleiades Publishing, Ltd. (дистрибьютор - Springer).

Координационная химия [coord@igic.ras.ru](mailto:coord@igic.ras.ru) - издатель МАИК «Наука/Interperiodica». В издательстве Pleiades Publishing, Ltd выходит версия на английском языке под названием «Russian Journal of Coordination Chemistry» (дистрибьютор - Springer).

### **Программное обеспечение современных информационных компьютерных технологий**

Программное обеспечение дисциплин: Microsoft Windows, Microsoft Office, IBM / DOFRELL / IBM SPSS Statistics Base, MatLab, Adobe Photoshop CS3, AutoCAD, CorelDraw Graphics Suite, Autodesk 3ds Max, SolidWorks.

Обеспечен доступ к Cambridge Structural Database System, Version 5.36, 2014 - Кембриджский банк структурных данных содержит библиографические, кристаллографические и химические сведения более, чем о 700 000 органических, металлоорганических и неорганических соединениях.

Программный пакет PCGAMESS (Firefly) для выполнения квантово-механических расчетов, в том числе моделирование колебательных спектров многоатомных молекул, расчет энергии и параметров структуры (длины связей, углы), расчеты потенциальных кривых молекул в основном и возбужденном состояниях со спектроскопической точностью, расчеты энергетических профилей химических реакций.

### **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА**

Общая площадь лаборатории «Химии элементоорганических соединений» 50,22 м<sup>2</sup>. Площадь на одного обучающегося составляет 4 м<sup>2</sup>, при численности студентов в подгруппе в количестве 12 человек.

Материально-техническое обеспечение лаборатории «Избранные главы химии висмутоорганических соединений» включает в себя:

**учебное (учебно-научное) оборудование:** запирающиеся шкафы для оборудования, столы письменные, стол для ЛПЗ, стулья, ИК-спектрометр с Фурье преобразователем, спектрометр атомно-абсорбционный AAnalyst 400, спектрометр рентгенофлуоресцентный Эра-3, спектрометр рентгенофлуоресцентный ARL ADVANT X, спектрометр эмиссион-

ный с индуктивно-связанной плазмой PRODIGY, дифрактометр порошковый рентгеновский ARL XTRA, весы для сыпучих материалов с разновесами, сушильный шкаф, дистиллятор, бани водяные, вытяжные шкафы, термометры стеклянные лабораторные в 1°С от 0° до + 100°С, газовые горелки, поляриметр, рефрактометр, микроскоп «Биолам», весы технические, плитки электрические, штативы, прибор для определения температур плавления;

**химические реактивы (классификация не ниже ч.д.а):** растворы солей, растворы кислот, растворы щелочей, концентрированные растворы кислот, концентрированные растворы щелочей, концентрированные растворы аммиака, сухие соли, специальные реактивы и органические растворители, индикаторная бумага, растворы индикаторов, органические вещества;

**лабораторная посуда:** колбы мерные на 50, 100, 200, 250, л; колбы одно-, двух-трехгорлые; алонжи, насадки Вюрца, водяные холодильники, водоструйный насос, пипетки на 1, 2, 5, 10 мл; колбы конические для титрования на 50 мл; стаканы химические на 50, 100, 250 мл; чашки Петри, часовые стекла, выпарительные чашки, фарфоровые ступки, стеклянные капилляры, склянки для реактивов;

**другое необходимое оборудование:** нихромовые проволочки, шпатели, штативы для пробирок, штативы железные с набором колец, лапок, деревянные или металлические держатели для пробирок, тигельные щипцы, асбестовые сетки, горелки.

## **ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Рабочая программа дисциплины разработана на основе:

- ФГОС ВО, утверждённого приказом Министерством образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 869 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
- Учебного плана по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 04.06.01 ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ, утвержденного Ученым советом БГПУ от «4» июня 2015 г. Протокол № 6;
- Приказа Министерства образования и науки РФ № 1259 от 19.11.2013 г. «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образова-

- тельными программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»;
- СМК СТО 7.3-2.9.07 – 2015 Положения о программе аспирантуры ФГБОУ ВПО «БГПУ», утвержденного и введенного в действие Решением Ученого совета ФГБОУ ВПО «БГПУ» № 2 от 25 февраля 2015 г.

Разработчики: И.В. Егорова, доктор химических наук, профессор;  
В.В. Жидков, кандидат химических наук, доцент.

## 10 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

**Утверждение изменений в рабочей программе дисциплины для реализации в 2015/2016 уч. г.**

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2015/2016 учебном году на заседании кафедры (протокол № 9 от 4 июня 2015 г.).

В рабочую программу дисциплины внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1 № страницы с изменением: 32	
Исключить:	Включить:
	Список литературы и информационных ресурсов. Дополнительная Биометаллоорганическая химия / под ред. Ж. Жауэна; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 494 с.
№ изменения: 2 № страницы с изменением: 35	
Исключить:	Включить:
	Пункт Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья