

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева  
Российской академии наук  
(ИМХ РАН)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Чл.-корр. РАН



И.Л. Федюшкин

«07» *сентября* 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«КОМПЛЕКСЫ ЛАНТАНОИДОВ В ГОМОГЕННОМ КАТАЛИЗЕ И СОЗДАНИИ  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ»**

Б1.В.ДВ.2 «Вариативная часть»; раздел «Дисциплины по выбору» основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации **04.06.01 Химические науки**

Направленность (профиль) **02.00.08 «Химия элементоорганических соединений»**

Форма обучения **очная**

**Нижний Новгород**

**2015**

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 г. № 869.

Разработчики:

Зав. лабораторией ПМОС, д.х.н., профессор

М.Н. Бочкарев

Зав. лабораторией ХКС, д.х.н.

А.А. Трифонов

Рецензент:

Программа принята на заседании Ученого совета ИМХ РАН

Протокол № 10 от « 24 » июня 2015 г.

Ученый секретарь, к.х.н.



К.Г. Шальнова

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

### Цели дисциплины:

- формирование знаний о взаимосвязи понятий строение - реакционная способность - каталитическая активность; факторах, определяющих устойчивость и реакционную способность координационных и металлоорганических соединений лантаноидов, а также о путях их модифицирования;
- развитие представлений об основных принципах гомогенного катализа, разнообразии типов реакций, катализируемых комплексами лантаноидов;
- изучение представлений о роли координационных соединений в развитии современных инновационных технологий и разработке новых функциональных материалов.

### Задачи дисциплины:

- изучение синтетических методов и подходов координационной и металлоорганической химии лантаноидов;
- формирование представлений об основных классах реакций, катализируемых соединениями лантаноидов.
- знакомство с перспективными направлениями использования функциональных материалов на базе соединений лантаноидов (магнитные материалы, люминесцентные материалы, материалы с нелинейно-оптическими свойствами, материалы для медицинских применений: диагностика и терапия).
- формирование навыков и умения в области молекулярного дизайна.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная дисциплина относится к группе дисциплин по выбору в Вариативной части образовательной компоненты основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» по специальности 02.00.08 «Химия элементоорганических соединений» и находится в логической и содержательно-методической взаимосвязи с курсами обязательных дисциплин «Классификация и общие характеристики элементоорганических соединений» «Синтетические методы элементоорганической химии».

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, приобретенными в результате усвоения предшествующих частей ООП, и необходимые при усвоении специальной дисциплины:

- знание теоретических основ и владение практическими навыками по органическому синтезу, методами физико-химического анализа;
- владение навыками пользования учебными электронными изданиями и Интернет-ресурсов.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции:

УК-1 - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

УК-5 - способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;

ОПК-1 - способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

ОПК-2 - готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук;

ПК-1 - углубленное знание теоретических и методологических основ химии элементоорганических соединений, умение работать с аппаратурой и приборами, предназначенными для исследований элементоорганических веществ;

ПК-2 - Способность ставить и решать инновационные задачи в области химии элементоорганических соединений, связанные с получением элементоорганических веществ, их практическим применением, определением строения и реакционной способности с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний;

**Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:**

*Знать:* о возможностях гомогенного катализа и о сферах применения соединений лантаноидов в инновационных технологиях, в том числе при создании перспективных классов функциональных материалов;

*Уметь:* выбрать оптимальные пути синтеза в целях управления реакционной способностью соединений;

*Владеть:* основными приемами молекулярного дизайна;

### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа). Дисциплина изучается в 5 семестре (3 год обучения). Дисциплина состоит из 5 разделов.

#### 4.1. Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб/сем.	Прак.	КСР.		
1.	Комплексы лантаноидов в гомогенном катализе и создании функциональных материалов	72	36	35	-	-	1	36	Зачет

#### 4.2. Содержание дисциплины

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)				Самостоят. работа
		Лек.	Лаб./сем.	Пр.	КСР	
1.	Физико-химические особенности металлов семейства лантаноидов	7	-	-	-	7
2.	Синтетические методы и подходы в координационной и металлоорганической химии лантаноидов	7	-	-	-	8
3.	Физико-химические методы в химии лантаноидов	7	-	-	-	7
4.	Реакции, катализируемые комплексами лантаноидов	7	-	-	-	7
5.	Комплексы лантаноидов в получении новых материалов	7	-	-	1	7

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения
-------	---------------------------------	---------------------------	------------------

			<b>занятий</b> (лекции, семинары и т.д.)
1.	Физико-химические особенности металлов семейства лантаноидов	Электронное строение лантаноидов, устойчивые степени окисления, участие f-электронов во взаимодействии металл-лиганд, ионные радиусы, окислительно-восстановительные, магнитные, люминесцентные свойства ионов лантаноидов. Природа связи Ln-лиганд, устойчивость комплексов лантаноидов.	Лекции, самостоятельная работа
2.	Синтетические методы и подходы в координационной и металлоорганической химии лантаноидов.	Методы синтеза и выделения соединений лантаноидов. Обменные реакции, реакции окисления металла лигандом, реакции присоединения. Синтетические методы перехода от одних классов соединений лантаноидов к другим.	Лекции, самостоятельная работа
3.	Физико-химические методы в химии лантаноидов	Методы идентификации соединений лантаноидов.	Лекции, самостоятельная работа
4.	Реакции, катализируемые комплексами лантаноидов	Введение в «зеленую» химию. Понятие атом-экономности, концепции устойчивого развития. Реакции, катализируемые кислотами Льюиса. Реакции каталитического образования связи C-C, C-Si, C-B, C-N. Комплексы лантаноидов в реакциях полимеризации олефинов и циклических эфиров.	Лекции, самостоятельная работа
5.	Комплексы лантаноидов в получении новых материалов	Получение молекулярных магнетиков и магнитных материалов. Люминесцентные материалы, электролюминесцентные устройства, OLED. Комплексы лантаноидов в создании солнечных батарей. Материалы с нелинейно-оптическими свойствами. «Контейнеры» для хранения водорода на основе координационных полимеров и сплавов лантаноидов в водородной энергетике. Комплексы лантаноидов в медицинской диагностике и терапии.	Лекции, самостоятельная работа

## **5. Образовательные технологии**

При реализации учебной работы используются активные образовательные технологии (семинары), технологии интерактивного обучения (презентации), информационно-коммуникативные технологии (компьютер, средства мультимедиа).

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Изучение курса базируется на следующих видах самостоятельной работы обучающегося: в читальном зале библиотеки, в компьютерных классах и в домашних условиях, с доступом к лабораторному оборудованию, приборам, базам данных, к ресурсам Интернет. Самостоятельная работа подкреплена учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций.

Итоговый контроль знаний: зачет

#### Контрольные вопросы к зачету:

1. Электронное строение лантаноидов. Устойчивые степени окисления, соединения лантаноидов в нетрадиционных степенях окисления.
2. Участие f-электронов во взаимодействии металл-лиганд, ионные радиусы. Лантаноидное сжатие.
3. Люминесцентные свойства ионов лантаноидов. Особенности f-f переходов, методы снятия орбитальных запретов и повышения интенсивности люминесценции.
4. Окислительно-восстановительные, магнитные свойства лантаноидов. Молекулярные магниты.
5. Устойчивость органических и координационных соединений лантаноидов. Понятие термодинамической и кинетической устойчивости, методы стабилизации комплексов лантаноидов. Пути распада органических производных лантаноидов. Кинетическая лабильность координационных комплексов.
6. Методы синтеза органических производных лантаноидов.
7. методы синтеза координационных комплексов лантаноидов.
8. Алкильные и гидридные комплексы лантаноидов. Основные типы стабилизирующих лигандов. Методы синтеза, строение.
9. Реакционная способность алкильных и гидридных комплексы лантаноидов.
10. Применение алкильных и гидридных комплексов лантаноидов в гомогенном катализе. Полимеризация олефинов и диенов, реакции гидроаминирования, гидросилилирования, гидроборирования, гидрирования.
11. Координационные комплексы лантаноидов в реакциях, катализируемых кислотами Льюиса.
12. Комплексы лантаноидов в получении биodeградируемых и биосовместимых полимеров.
13. Методы идентификации соединений лантаноидов.
14. Молекулярные магнетики и магнитные материалы на основе соединений лантаноидов.

15. Люминесцентные материалы, элекролюминесцентные устройства, OLED на основе соединений лантаноидов.
16. Комплексы лантаноидов в создании солнечных батарей.
17. Материалы с нелинейно-оптическими свойствами на основе соединений лантаноидов.
18. Понятие координационных полимеров и MOFS. Координационные полимеры на основе комплексов лантаноидов. «Контейнеры» для хранения водорода на основе координационных полимеров и сплавов лантаноидов в водородной энергетике.
19. Комплексы лантаноидов в медицинской диагностике и терапии. Комплексы гадолиния как контрастные реагенты в ЯМР-томографии, влияние на время релаксации протонов воды. Комплексы лантаноидов в фотодинамической терапии рака.

Критерии оценок выполнения задания:

Зачтено	Знание основного содержания разделов дисциплины, допускаются неточности, нарушения в последовательности изложения материала. Правильное применение теоретических знаний для решения практических задач.
Незачтено	Не знает значительной части основного содержания разделов дисциплины. Имеющихся знаний недостаточно для освоения дисциплин последующих курсов.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. J. Ribas Gispert, Coordination chemistry, Wiley-VCH Verlag GmbH Weinheim, 2006.
2. M.N. Bochkarev, L.N. Zakharov, G. S. Kalinina, Organoderivatives of rare-earth elements, Kluwer academic publishers, Dordrecht, 1995.
3. Olefin upgrading catalysis by nitrogen-based metal complexes (Ed. G. Giambastiani, J. Campora), Springer, Dordrecht 2011.
4. К. Эльшенбройх, Металлоорганическая химия, Бином, М., 2011.

б) дополнительная литература:

1. А.А. Трифонов, Неметаллоценовые металлоорганические производные редкоземельных элементов: синтез, строение и применение в превращениях ненасыщенных субстратов, Успехи химии, 2007, 76, 1122-1144.
2. A. Trifonov. Alkyl and Hydrido Rare-Earth Complexes Supported by Guanidinate and Aminopyridinate Ligands, Coord. Chem. Rev., 2010, 254, 1327-1347.

3. В.В. Скопенко, А.Ю. Цивадзе, Л.Н. Савранский, А.Д. Гарновский. Координационная химия, Академкнига, М., 2007.

4. Modern coordination chemistry (Ed. G.J. Leigh, N. Winterton), Tomas Graham house, Cambridge, 2002.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://www.sciencedirect.com>

<http://www.springerlink.com>

<http://pubs.acs.org/>

[http:// elibrary.ru](http://elibrary.ru)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Наличие оснащенного читального зала для демонстрации презентаций и учебный класс для проведения семинаров, рабочие места, оборудованные компьютерами с доступом к международным и российским научным базам данных и электронным библиотекам, специализированные исследовательские лаборатории со стандартным комплексом оборудования, центр коллективного пользования научным оборудованием для проведения физико-химических исследований.