

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,  
акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«30» мая 2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Современные концепции неорганической химии**

**Уровень высшего образования:**  
Подготовка кадров высшей квалификации

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.06.01 Химические науки

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Химия твердого тела 02.00.21

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №4 от 29.05.2014)

Москва 2014

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» на основе Образовательного стандарта, самостоятельно установленного МГУ имени М.В.Ломоносова (далее – ОС МГУ), утвержденного Приказом № 552 от 23.06.2014 г. по МГУ с учетом изменений в ОС МГУ, внесенных Приказом №831 по МГУ от 31.08.2015 г..

Год (годы) приема на обучение 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018,  
2018/2019, 2019/ 2020

1. Краткая аннотация:

Цель дисциплины - подготовка высококвалифицированных специалистов, знающих современное состояние неорганической химии, ее роль в современном естествознании и материаловедении, фундаментальные основы методов получения объектов исследования неорганической химии и материалов на их основе, фундаментальные подходы к дизайну и синтезу новых неорганических соединений, методы описания химической связи и строения неорганических соединений, фундаментальные принципы современных экспериментальных методов исследования вещества; умеющих интерпретировать собственные и опубликованные в литературе результаты в области неорганической химии на основе современных представлений о химической связи и реакционной способности неорганических соединений, планировать эксперимент, выбирая наиболее информативные методы исследования для решения конкретных задач, применять современное программное обеспечение для обработки экспериментальных данных и проведения теоретических расчетов, пользоваться базами данных и интернет-ресурсами; владеть методами синтеза неорганических соединений с заданными свойствами, современными инструментальными методами исследования состава, строения и свойств неорганических соединений, навыками проведения экспериментов и обработки экспериментальных данных, способами численного моделирования и теоретического прогнозирования реакционной способности неорганических соединений.

2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. Направление подготовки 04.06.01 Химические науки.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Вариативная часть ООП, обязательная дисциплина по направленности программы, которую учащийся должен освоить при подготовке к сдаче экзамена кандидатского минимума, блок 1 «Дисциплины (модули)».

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<b>СПК-1:</b> Способность планировать и осуществлять синтез твердотельных материалов с заданными свойствами	<b>Знать</b> современные методы синтетической неорганической химии, их фундаментальные основы и способы реализации <b>Владеть</b> методами синтеза неорганических соединений с заданными свойствами

<p><b>СПК-2:</b> Способен выполнять комплексное исследование общих и функциональных свойств твердотельных материалов с использованием современных физико-химических методов; интерпретировать и анализировать результаты исследований</p>	<p><b>Знать</b> способы численного моделирования и теоретического прогнозирования реакционной способности неорганических соединений  <b>Уметь</b> интерпретировать собственные и опубликованные в литературе результаты в области неорганической химии на основе современных представлений о пространственном и электронном строении и реакционной способности твердофазных веществ и материалов  <b>Владеть</b> современными инструментальными методами исследования состава, строения и свойств неорганических соединений</p>

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых 74 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (36 часов - занятия лекционного типа, 16 часов – занятия семинарского типа, 20 часов - мероприятия текущей и промежуточной аттестации в виде научно-практических конференций), 106 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

В специалитете или бакалавриате должны быть освоены общие курсы «Неорганическая химия» и «Физическая химия», на старших курсах специалитета или в магистратуре, а также на 1-2 годах аспирантуры должны быть прослушаны спецкурсы по выбору, посвященные физико-химическим методам исследования неорганических веществ, строению кристаллических неорганических веществ, квантовой химии, методам синтеза неорганических материалов, химии координационных соединений.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Текущий контроль успеваемости коллоквиумы,	<b>Всего</b>	Выполнение домашних заданий	Работа с оригинальной литературой. подготовка рефератов и т.п.	<b>Всего</b>
Раздел 1. Дизайн и синтез неорганических соединений с заданными свойствами и создание функциональных материалов на их основе	<b>56</b>	12	4	-	-	6	<b>22</b>	-	34	<b>34</b>
Раздел 2. Современные подходы к исследованию химической связи и строения неорганических соединений, в том числе квантово-механические расчеты	<b>52</b>	10	4	-	-	6	<b>20</b>	-	32	<b>32</b>
Раздел 3. Синтез новых координационных соединений, исследование физико-химических свойств и реакционной способности координационных соединений, в том числе для их ис-	<b>34</b>	6	4	-	-	4	<b>14</b>	-	20	<b>20</b>

пользования в качестве предшественников при создании новых функциональных материалов.										
Раздел 4. Использование современных методов исследования для установления взаимосвязи между составом, строением и свойствами неорганических соединений, в том числе для нано-кристаллических и наноструктурированных объектов	38	8	4	-	-	4	16	-	22	22
<b>Итого</b>	<b>180</b>	36	16			20	<b>72</b>		106	<b>106</b>

9. Образовательные технологии (отметить если применяется электронное обучение и дистанционные технологии).

Используются следующие технологии: лекции-демонстрации и интерактивные лекции. Преподавание дисциплины проводится в форме авторских курсов по программам, которые составлены на основе результатов исследований, проведенных научными школами МГУ.

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и перечень тем рефератов. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы, а также из интернет-ресурсов. Аспирантам предоставляется также программа-минимум кандидатского экзамена, а также список дополнительных вопросов и примеры контрольных заданий, предлагаемые на экзамене кандидатского минимума.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### **Основная литература**

1. Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю. Неорганическая химия. М.: Химия, 2001. т. 1, 2.
2. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. 3е изд. М.: Высш. шк. 1998.
3. Хьюи Дж. Неорганическая химия: строение вещества и реакционная способность. М.: Химия. 1987.
4. Д. Шрайвер, П. Эткинс. Неорганическая химия. В 2 томах. М.: Мир, 2004.
5. Н. Гринвуд, А. Эрншо. Химия элементов. В 2 томах. М.: Бинوم, 2008.

6. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. М.: Химия. 2001.
7. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. М.: Мир. 1969. т. 1–3.
8. Суворов А.В., Никольский А.Б. Общая химия. М.: Мир. 1997.

### **Дополнительная литература**

1. Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения. В 2 частях. М.: Мир, 1988.
2. Гиллеспи Р, Харгиттай И. Модель отталкивания электронных пар валентной оболочки и строение молекул. М.: Мир. 1992.
3. Джонсон Д. Термодинамические аспекты неорганической химии. М.: Мир. 1985.
4. Драго А. Физические методы в химии. М.: Мир. 1981. т. 1, 2.
5. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Строение вещества. М.: Высш. шк. 1978.
6. Н.А.Костромина, В.Н.Кумок, Н.А.Скорик. Химия координационных соединений. М.: Высш. шк. 1990.
7. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. М.: Высш. шк. 2001.
8. Некрасов Б.В. Основы общей химии. М.: Химия. 1972, 1973. т. 1, 2.
9. Пиментел Дж., Кунрод Дж. Возможности химии сегодня и завтра. М.: Мир. 1992.
10. Полторацк О.И., Ковба Л.М. Физико-химические основы неорганической химии. М.: Изд. Моск. ун-та. 1984.
11. Спицын В.И., Мартыненко Л.И. Неорганическая химия. М.: Изд. Моск. ун-та. 1991, 1994. т.1, .2.
12. Турова Н.Я. Неорганическая химия в таблицах. М.: ВХК РАН. 1999.
13. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. М.: Высш. шк. 2001.
14. Уэллс А. Структурная неорганическая химия. М.: Мир. 1987. т. 1–3
15. Фримантл М. Химия в действии. М.: Мир. 1991. т. 1, 2.

### **Периодическая литература**

Журналы «Успехи химии», «Журнал неорганической химии», «Неорганические материалы», «Кристаллография», «Известия РАН. Серия химическая», «Доклады Академии наук. Серия химия», «Журнал структурной химии», «Координационная химия», Materials Chemistry, Mendeleev Communications, Scientific Reports, Journal of Materials Chemistry, Journal of Alloys and Compounds, Inorganic Chemistry, European Journal of Inorganic Chemistry, Chemistry - A European Journal, Journal of Crystal Growth and Design.

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Используются следующие технологии: проблемно-ориентированные лекции, лекции-демонстрации, интерактивные лекции. Лекции читаются ведущими учеными Московского университета и приглашенными профессорами – российскими и зарубежными учеными с мировым именем, специализирующимися в области современной неорганической химии.

Интернет-ресурсы:

- Международный союз кристаллографии: [www.iucr.org](http://www.iucr.org)
- Сайт разработчиков программы PLATON: [www.cryst.chem.uu.nl/spek/platon](http://www.cryst.chem.uu.nl/spek/platon)
- Сайт разработчиков программ SHELX: [shelx.uni-ac.gwdg.de/SHELX](http://shelx.uni-ac.gwdg.de/SHELX)
- Кембриджская база структурных данных: [www.ccdc.cam.ac.uk](http://www.ccdc.cam.ac.uk)
- Сайт разработки системы CALPHAD: [www.calphad.org](http://www.calphad.org)
- Сайт международного сообщества по вычислительной термодинамике: [www.opencalphad.com](http://www.opencalphad.com)
- Доступ к различным базам данных по материаловедению: [materials.springer.com](http://materials.springer.com)
- Сайт разработки и распространения программы Thermo-Calc: [www.thermocalc.com](http://www.thermocalc.com)
- База данных ИВТАНТЕРМО: [www.ihed.ras.ru](http://www.ihed.ras.ru)

- Материально-техническое обеспечение: занятия проводятся в обычной аудитории с возможностью подключения техники для демонстрации презентаций и выходом в сеть ИНТЕРНЕТ.

Вспомогательный материал в виде презентаций доступен аспирантам на сайтах

1. [http://www.inorg.chem.msu.ru/index\\_r.php?topic=asp](http://www.inorg.chem.msu.ru/index_r.php?topic=asp)
2. [http://www.inorg.chem.msu.ru/index\\_r.php?topic=col](http://www.inorg.chem.msu.ru/index_r.php?topic=col)
3. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/general-spec.html>

12. Язык преподавания - русский

13. Преподаватели.

ведущий научный сотрудник, доктор химических наук Кузнецов Алексей Николаевич, e-mail [alexei@inorg.chem.msu.ru](mailto:alexei@inorg.chem.msu.ru), тел. (495)9395502

профессор, доктор химических наук Гаськов Александр Михайлович, [gaskov@inorg.chem.msu.ru](mailto:gaskov@inorg.chem.msu.ru), тел. (495)9395471



профессор, доктор химических наук Дунаев Сергей Федорович, [dunaev@general.chem.msu.ru](mailto:dunaev@general.chem.msu.ru)

профессор, доктор химических наук Булычев Борис Михайлович, [b.bulychev@highp.chem.msu.ru](mailto:b.bulychev@highp.chem.msu.ru)

### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

Курс является ключевым для подготовки и сдачи кандидатского минимума по специальности 02.00.01 Неорганическая химия. Программа кандидатского экзамена вынесена отдельно в связи с тем, что в учебном плане по направленности (профилю) Неорганическая химия) сдача экзамена выделена отдельным структурным элементом учебного плана.

1. Планируемые результаты обучения приведены в п.5.
2. Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала.

#### *Примерные темы рефератов*

1. Применение мессбауэровской спектроскопии для исследования оксидов переходных металлов
2. Гидротермальный синтез функциональных материалов
3. Квантово-химические исследования углеродных наноструктур
4. Нанотермодинамика
5. Методы описания фазовых равновесий в процессе жидкофазной экстракции
6. Методы синтеза плоских (2D) наночастиц полупроводниковых материалов
7. Повышение жаростойкости сплавов методом избирательного легирования
8. Переменная (осциллирующая) валентность церия в интерметаллических соединениях

#### *Примерные темы устных докладов на научном семинаре*

1. Современные люминесцирующие материалы для клеточной биовизуализации
2. Магнитные наночастицы и коллоидные растворы на их основе
3. Ионные жидкости. Основные свойства и применения.
4. Легирование коллоидных квантовых точек ионами переходных и редкоземельных элементов.
5. Создание планарных структур на основе наночастиц благородных металлов для аналитических целей.
6. Металлические сплавы с тяжелофермионными свойствами

## 7. Образование оксидных наноструктур на поверхности электродов в электрокаталитических реакциях

### *Примеры ПКЗ.*

#### Задание 1.

Предложите группу неорганических соединений, кристаллическая структура которых определяет наличие сверхпроводимости при высокой температуре. Укажите, какие элементы кристаллической структуры отвечают за сверхпроводящие свойства. Предложите методы синтеза материалов на основе этих соединений в форме керамики и протяженных пленочных структур. Предложите методы определения фазового состава, химического состава, кристаллической структуры, функциональных свойств.

#### Задание 2.

Опишите строение и свойства комплексов 4d- и 5d-элементов с применением теории кристаллического поля и метода молекулярных орбиталей. Проследите взаимосвязь между электронным строением комплексов, их термодинамической и кинетической устойчивостью, оптическими и магнитными свойствами.

#### Задание 3.

Обсудите общие характеристики элементов главной и побочной подгрупп выбранной Вами группы Периодической системы. Обоснуйте наблюдаемые основные тенденции в изменении свойств элементов, физических и химических свойств простых веществ, характерных степеней окисления, основные типы соединений, координационные числа и типичные комплексы.

### **Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения**

В рамках изучения каждого из разделов аспирантами готовятся рефераты (аналитические обзоры) по заданным темам, предложенным с учетом тематики аспирантского исследования. Разделы заканчиваются научно-практическими конференциями с участием преподавателей и научных сотрудников кафедры, на которых аспиранты делают доклады, которые обсуждаются участниками. Жюри из состава присутствующих сотрудников кафедры оценивает каждого аспиранта в аспектах качества подготовки реферата, качества доклада, корректности ответов на вопросы, а также его участие в обсуждении докладов других аспирантов. Уровень подготовки аспиранта и уровень его участия в конференции оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». По итогам семестра оценку "зачтено" получают аспиранты, участвовавшие во всех конференциях и получившие оценки не ниже, чем "удовлетворительно". Ведомость приема зачета подписывается членами комиссии, принимавшими зачет.

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач