

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«20» мая 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Семинар по специализации «Неорганическая химия»**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Неорганическая химия

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

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 / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 29 декабря 2018 года № 1770(с изменениями по приказу № 1109 от 11.09.2019).

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>УК-7.С.</b> Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах	<b>УК-7.С.1</b> Использует современные информационные технологии для обмена информацией в деловой и профессиональной сфере с учетом основных требований информационной безопасности	<b>Владеть:</b> навыками применения современных информационных технологий для обмена информацией в профессиональной сфере
<b>ОПК-9.С.</b> Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.	<b>ОПК-9.С.1.</b> Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	<b>Уметь:</b> проанализировать литературные данные по заданной теме и доложить их представителям профессионального сообщества <b>Владеть:</b> навыками представления физико-химической информации в форме презентации научного доклада
<b>СПК-2.С.</b> Способен использовать представления о взаимосвязи состава, кристаллического и электронного строения, химических и физических свойствах неорганических веществ и материалов с различной морфологией, микроструктурой и дисперсностью, кристаллохимические, термодинамические и кинетические знания для проведения направленного неорганического синтеза	<b>СПК-2.С.1</b> Использует полуэмпирические корреляции характеристик веществ и материалов при планировании неорганического синтеза	<b>Знать:</b> классификацию неорганических материалов по кристаллической структуре, составу и функциональным свойствам; <b>Знать:</b> основные физико-химические параметры, определяющие ход химических превращений, термодинамический прогноз возможности реализации синтеза.

<p><b>СПК-5.С.</b> Владеет основным терминологическим и понятийным аппаратом современного неорганического материаловедения; знание основных классов функциональных материалов, методов их получения, взаимосвязи структуры и свойств, умение анализировать и предлагать способы получения функциональных материалов с заданными свойствами, выбирать оптимальные материалы для дизайна устройств с заданным функционалом</p>	<p><b>СПК-5.С.1</b> Грамотно использует термины и понятия современного неорганического материаловедения при представлении результатов научной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b> классификацию неорганических материалов по кристаллической структуре, составу и функциональным свойствам;  <b>Знать:</b> основные физико-химические параметры, определяющие ход химических превращений, термодинамический прогноз возможности реализации синтеза.  <b>Владеть:</b> основными методами исследования состава и структуры кристаллов, пленок и гетероструктур с учетом локальности и глубины анализа: электронная микроскопия, рентгеновская дифракция, спектроскопия поглощения.  <b>Владеть:</b> основными методами измерения функциональных свойств: электрофизических, оптических, фотоэлектрических, магнитных, термоэлектрических свойств.</p>
	<p><b>СПК-5.С.2</b> Предлагает способы получения функциональных материалов с заданными свойствами,</p>	<p><b>Уметь:</b> выбирать условия синтеза материалов и определять основные параметры функциональных неорганических материалов: электрофизические, фотоэлектрические, оптические, магнитные, термоэлектрические и др. свойства.  <b>Уметь:</b> определять основные операционные параметры синтеза материалов.</p>
<p><b>СПК-6.С.</b> Способен применять знание теоретических основ современных методов исследования состава, структуры и свойств неорганических веществ и материалов, основных принципов работы приборов для грамотного выбора параметров проведения эксперимента, методов регистрации, обработки и интерпретации полученных результатов</p>	<p><b>СПК-6.С.1</b> Предлагает методы идентификации неорганических веществ и материалов, выбирает оптимальные с учетом имеющихся ресурсов</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы, практические и методологические особенности методов исследования неорганических веществ.  <b>Уметь:</b> выбрать условия проведения исследования исходя из методологических особенностей метода, подготовить образец к анализу.  <b>Владеть:</b> программным обеспечением методов исследования.</p>

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

*Объем дисциплины (модуля) составляет 7 зачетных единиц, всего 252 часа, из которых 32 часа составляет контактная работа студента с преподавателем (28 часов – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 220 часов составляет самостоятельная работа студента.*

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

Требуется освоение спецкурсов «Современная неорганическая химия», «Фундаментальные основы неорганического синтеза», «Методы исследования неорганических веществ (введение в специальность)», читаемых в рамках специализации на кафедре неорганической химии Химического факультета МГУ.

Обучающийся должен

**Знать:** Современные концепции неорганической химии и химии твердого тела, современные методы синтеза и диагностики неорганических веществ и материалов, классификацию современных неорганических материалов.

**Уметь:** составлять стратегию синтеза и диагностики неорганических веществ исходя из ожидаемого агрегатного состояния, аспектов строения и свойств, которые нужно охарактеризовать.

**Владеть:** подходами к синтезу и характеристике строения и функциональных свойств неорганических веществ и материалов.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

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	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Тема 1. Основы твердофазного	18		2				2	8	8	16

синтеза неорганических веществ.										
Тема 2. Основы синтеза неорганических веществ и материалов из растворов, расплавов и газовой фазы.	27		4				4	11	12	23
Тема 3. Применение методов «мягкой химии» для получения материалов с заданными свойствами.	18		2				2	8	8	16
Тема 4. Методы выращивания монокристаллов неорганических веществ из раствора, расплава и пара.	18		2				2	8	8	16
Тема 5. Методы получения неорганических наноматериалов.	27		4				4	11	12	23
Тема 6. Основы подхода к моделированию неорганических молекулярных и твердотельных соединений.	18		2				2	8	8	16
Тема 7. Основы методов исследования состава и строения неорганических соединений.	27		4				4	11	12	23
Тема 8. Строение и свойства оксидов переходных элементов.	18		2				2	8	8	16
Тема 9. Неорганические координационные соединения. Теоретиче-	18		2				2	8	8	16

ское описание, взаимосвязь состава, строения и свойств.										
Тема 10. Особенности синтеза и строения нестехиометрических соединений.	27		4				4	11	12	23
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	36			2		2	4			32
<b>Итого</b>	<b>252</b>		<b>28</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>32</b>			<b>220</b>

#### 6. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

#### 7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

К дисциплине существует список контрольных вопросов и презентационные материалы по темам.

#### 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу. Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются:

<http://nbmgu.ru/>

#### Основная литература

1. А. Вест. Химия твёрдого тела. Теория и приложения. Часть 1. Москва "Мир", 1988, 558 с.
2. Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков Физические методы исследования в химии М Мир 2006 683с
3. Д. Брандон, У. Каплан. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля. Москва: Техносфера, 2004. – 384 с.
4. Д. Синдо, Т. Оикава, Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия. Перевод с английского языка. Москва. Техносфера, 2006.
5. Дж. Хьюи. Неорганическая химия. Ленинград.Химия. 1986

6. А. Драго. Физические методы в химии. Москва. Мир .1981
7. Д. Шрайвер, П. Эткинс. Неорганическая химия. Москва. Мир. 2004
8. И.Б. Берсукер. Электронное строение и свойства координационных соединений. Ленинград. Химия. 1986
9. Ф. Басоло, Р. Пирсон. Механизмы неорганических реакций. Москва. Мир. 1971

#### **Дополнительная литература**

1. Л.Н. Мазалов. Рентгеновские спектры. Новосибирск: ИНХ СО РАН, 2003.
  2. В. В.Михайлин Синхротронное излучение в спектроскопии М МГУ 2007 160с
  3. К. Накамото ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. Пер. с англ. к. х. н. Христенко Л. В., под ред. д. х. н. проф. Пентина Ю. А. - М.: Мир. 1991г. -536 с.
  4. Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А., Зотов А.В., Катаяма М. Введение в физику поверхности М, Наука, 2006, 490с.
  5. В. Миронов. Основы сканирующей зондовой микроскопии М Техносфера 2009 144с
  6. С.П. Губин. Химия кластеров. Москва. Наука. 1987
  7. Ф.А. Коттон, Р. Уолтон. Кратные связи металл-металл. Москва. Мир. 1985
- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами)

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели: д.х.н., в.н.с. Кузнецов А.Н.

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

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамена. На экзамене проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

#### **Вопросы для экзамена:**

1. Твердофазный синтез неорганических веществ, преимущества и недостатки, способы его активации. Гомогенизация методами «мягкой химии»: золь-гель процесс, криохимический метод, метод Печини. Механохимический подход и синтез при высоком давлении.
2. Методы выращивания монокристаллов неорганических веществ из расплава. Получение монокристаллов конгруэнтно и инконгруэнтно плавящихся соединений, методы Бриджмена, Чохральского, кристаллизация из раствора в расплаве. Принцип зонной очистки.
3. Синтез неорганических веществ и материалов из растворов. Основы сольво- и гидротермального синтеза. Синтез в сверхкритических условиях.

4. Получение веществ и материалов из газовой фазы: метод химического осаждения из пара, химические транспортные реакции. Термодинамические основы выбора транспортного агента.
5. Методы получения наноразмерных неорганических веществ различной размерности: 0D, 1D, 2D, теоретическое обоснование и практическая реализация. Золь-гель процесс, криохимический метод, распылительная сушка, синтез в сверхкритическом CO<sub>2</sub>.
6. Подходы к теоретическому моделированию неорганических молекулярных и твердотельных соединений: основные положения метода Хартри-Фока и теории функционала плотности, их области применения. Различия в подходах к описанию ограниченных объектов и протяженных структур.
7. Неорганические координационные соединения (КС). Описание электронного строения комплексов методами ТКП и МО, связь электронного строения со свойствами.
8. Основы метода Гиллеспи и метода молекулярных орбиталей. Их применение для описания геометрии, электронного строения и химических свойств молекул.
9. На примере выбранной Вами группы периодической системы Д.И. Менделеева рассмотрите основные тенденции в изменении химических свойств р-элементов и их соединений.
10. На примере выбранной Вами группы периодической системы Д.И. Менделеева рассмотрите основные тенденции в изменении химических свойств d-элементов и их соединений.

### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

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>				
<b>Оценка</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Результат</b>				
<b>Знания</b>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b>	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
<b>Навыки (владения)</b>	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
<p>Знать: классификацию неорганических материалов по кристаллической структуре, составу и функциональным свойствам;</p> <p>Знать: основные физико-химические параметры, определяющие ход химических превращений, термодинамический прогноз возможности реализации синтеза.</p> <p>Знать: классификацию неорганических материалов по кристаллической структуре, составу и функциональным свойствам;</p> <p>Знать: основные физико-химические параметры, определяющие ход химических превращений, термодинамический прогноз возможности реализации синтеза.</p> <p>Знать: теоретические основы, практические и методологические особенности методов исследования неорганических веществ.</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене и выступление на семинаре</p>
<p>Уметь: проанализировать литературные данные по заданной теме и доложить их представителям профессионального сообщества</p> <p>Уметь: выбирать условия синтеза материалов и определять основные параметры функциональных неорганических материалов: электрофизические, фотоэлектрические, оптические, магнитные, термоэлектрические и др свойства.</p> <p>Уметь: определять основные операционные параметры синтеза материалов.</p> <p>Уметь: выбрать условия проведения исследования исходя из методологических особенностей метода, подготовить образец к анализу.</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене и выступление на семинаре</p>
<p>Владеть: навыками применения современных информационных технологий для обмена информацией в профессиональной сфере</p> <p>Владеть: навыками представления физико-химической информации в форме презентации научного доклада</p> <p>Владеть: основными методами исследования состава и структуры кристаллов, пленок и гетероструктур с учетом локальности и глубины анализа: электронная микроскопия, рентгеновская дифракция, спектроскопия поглощения.</p> <p>Владеть: основными методами измерения функциональных свойств: электрофизических, оптических, фотоэлектрических, магнитных, термоэлектрических свойств.</p> <p>Владеть: программным обеспечением методов исследования.</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене и выступление на семинаре</p>