

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«30» августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Спецпрактикум**

**Уровень высшего образования:**  
Магистратура

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.04.01 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 (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» (программа магистратуры) в редакции приказа МГУ от 30 августа 2019 г., №1033.

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>ОПК-1.М</b> Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современного научного оборудования, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	<b>ОПК-1.М.2</b> Проводит экспериментальные и (или) расчетно-теоретические работы в области химии, соответствующей профилю магистерской программы, с использованием современного научного оборудования и программного обеспечения	<b>Уметь:</b> самостоятельно составлять план исследования <b>Уметь:</b> проводить математическую обработку физико-химических данных, обобщать полученные результаты. <b>Владеть:</b> навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения.
<b>СПК-5.М</b> Способен обоснованно выбирать и применять современные методы исследования состава, структуры и свойств неорганических веществ и материалов, знание теоретических основ этих методов и основных принципов работы приборов для выбора параметров проведения эксперимента, обработки и интерпретации полученных результатов	<b>СПК-5.М.1</b> Предлагает методы исследования состава, структуры и свойств неорганических веществ и материалов, адекватные поставленной задаче	<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>СПК-5.М.2</b> Проводит измерения функциональных свойств неорганических материалов с использованием современного научного оборудования	<b>Уметь:</b> выполнять измерения состава и свойств неорганических веществ и материалов по заданной методике <b>Владеть:</b> программным обеспечением методов исследования.

3. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего **72** часа, из которых **66** часов составляет контактная работа студента с преподавателем (57 часов – лабораторные занятия, 7 часов – индивидуальные консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), **6** часов составляет самостоятельная работа студента.

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

Обучающийся должен

**Знать:** материал общих курсов по Неорганической химии, Аналитической химии, Общей физике, Математического анализа, Кристаллохимии, Физической химии и материал спецкурса Введение в специализацию «неорганическая химия».

**Уметь:** обрабатывать полученный экспериментально материал, используя знания, полученные в курсах Аналитической химии, Общей физики, Математического анализа.

**Владеть:** современными представлениями о строении твердых тел и фундаментальными закономерностями проявления физических свойств.

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 лабораторного 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. Рентгеновские методы исследования.	<b>13</b>		12		1		<b>13</b>			
Тема 2. Термические методы анализа	<b>5</b>		4		1		<b>5</b>			
Тема 3. ИК-спектроскопия	<b>6</b>		5		1		<b>6</b>			
Тема 4. * Задача 1.	<b>20</b>		18		2		<b>20</b>			
Тема 5. * Задача 2.	<b>20</b>		18		2		<b>20</b>			
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	<b>8</b>					2	<b>2</b>			<b>6</b>
<b>Итого</b>	<b>72</b>		<b>57</b>		<b>7</b>	<b>2</b>	<b>66</b>	<b>6</b>		<b>6</b>

\* Для каждого дипломника научный руководитель выбирает две задачи из 6 предложенных, наиболее соответствующие выполняемой студентом научно-исследовательской работе из списка, приведенного ниже:

1. Удельная площадь поверхности.
  2. Исследование электронных переходов в полупроводниковых наночастицах.
  3. Метод масс-спектрометрии в неорганической химии.
  4. Электронная микроскопия и электронная дифракция.
  5. Магнитные методы.
  6. Определение химического состава веществ.
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):  
Повторить курс лекций «Методы исследования неорганических материалов», который имеет электронную версию для презентации.
8. Ресурсное обеспечение:
- 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. Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения. Москва. Мир. 1988
2. Егунов В.П. Введение в термический анализ. Москва. Мир. 1996
3. Шестак Я. Теория термического анализа. Москва. Мир. 1987
4. Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. Москва. Мир. 1991
5. Пентин Ю.А., Курамшина Г.М. Основы молекулярной спектроскопии. Москва. Мир. 2008
6. Краснов К.С., Воробьев Н.К., Годнев И.Н. и др. Физическая химия. В 2 кн. Кн. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ: Учеб. для вузов. Москва. Высшая школа. 1995
7. Байрамов В.М. Катализ / Уч. пособие для студ. химич. факультетов вузов. Москва. 2000
8. Сокольский Д.В., Друзь В.А. Введение в теорию гетерогенного катализа. Москва. Высшая школа. 1981
9. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии. Москва. Мир. 2009

10. Суздаев И.П. Физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. Москва. КомКнига. 2006
11. Сидоров Л.Н., Коробов М.В., Журавлёва Л.В. Масс-спектральные термодинамические исследования. Москва. Изд-во МГУ. 1985
12. Семенов Г. А., Николаев Е.Н., Францева К.Е. Применение масс-спектрометрии в неорганической химии. Ленинград. 1976
13. Томас Г., Гориндж М.Д. Просвечивающая электронная микроскопия материалов. Москва. Наука. 1983
14. Дж. Спенс. Экспериментальная электронная микроскопия высокого разрешения. Москва. Наука. 1986
15. Синто Д., Оикава Т. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия. Москва. Техносфера. 2006
16. Williams D.B., Carter C.B. Transmission Electron Microscopy. NY and London. Plenum Press. 1996. I-IV
17. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электроннооптический анализ. Москва. МИСиС. 1994
18. Карлин Р. Магнетохимия. Москва. Мир. 1989
19. Калинин В.Г., Ракитин Ю.В. Введение в магнетохимию. Метод статической магнитной восприимчивости в химии. Москва. Мир. 1984
20. Вонсовский С.В. Магнетизм. Москва. Наука. 1971
21. Томпсон М., Уолш Д.Н. Руководство по спектрометрическому анализу с индуктивно-связанной плазмой. Москва. Недра. 1988
22. Васильева И.Е., Шабанова Е.В., Васильев И.Л. Диагностика материалов. Москва. Мир. 2001.
23. Давыдов А.А. ИК-спектроскопия в химии поверхности окислов. Москва. Наука. 1984

### Дополнительная литература

- Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. Москва. Изд-во МГУ. 1976
- Курс физической химии. Герасимов Я.И. Москва. Химия. 1973
- Сиенко М., Плейн Р., Хестер Р. Структурная неорганическая химия. Москва. Мир. 1968
- Уханов Ю.И. Оптические свойства полупроводников. Москва. Наука. 1977
- Хирш П., Хови А., Николсон Р., Пэшли Д., Уэлан М. Электронная микроскопия тонких кристаллов. Москва. Мир. 1968

### Интернет-ресурсы

1. Профессиональные поисковые системы.
2. База данных NIST Chemical WebBook (<http://webbook.nist.gov/chemistry/>).
3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, интернет-ресурсы:
  - [http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct\\_frame\\_top.cgi](http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi) База данных AIST
  - <http://webbook.nist.gov/chemistry/> База данных NIST
4. Профессиональные поисковые системы:
  - [http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/special/magnetochem\\_1.html](http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/special/magnetochem_1.html)
  - <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin.pdf>
5. Интернет-ресурс <http://www.fnm.msu.ru/main.php?topic=11&show=29>

- Материально-техническое обеспечение дисциплины - приборы и соответствующее им программное обеспечение (по темам):
  1. Рентгенофазовый анализ. Индексирование дифрактограммы соединения, кристаллизующегося в кубической сингонии  
Программное обеспечение: WinXrow (программный пакет STOE), Профессиональные поисковые системы PC PDF-2.
  2. Термические методы анализа  
Программное обеспечение Proteus приборов STA 409 PC Luxx, QMS 403 CF Aölos, DIL 402 C (NETZSCH-Gerätebau GmbH, Германия).
  3. Исследование реакционной способности поверхности твердых веществ методом ИК спектроскопии  
Программное обеспечение ИК-Фурье спектрометра; программа обработки спектров PeakFit; программа обработки данных Origin.
  4. Исследование кристаллической структуры неорганических соединений методом ИК-спектроскопии.  
Программное обеспечение ИК-Фурье спектрометра Spectrum 5.0.1 или последующие версии; программы для построения спектров (на выбор) Origin, MS Excel, ACD Freeware (бесплатная), OpenOffice Spreadsheet (бесплатная); текстовые редакторы MS Word или OpenOffice TextDocument (бесплатная).
  5. Определение удельной площади поверхности и химических свойств поверхности высокодисперсных оксидов металлов  
Программное обеспечение прибора Chemisorb 2750 (Micromeritics); программа обработки спектров PeakFit; программа обработки данных Origin.
  6. Исследование электронных переходов в полупроводниковых наночастицах  
Программное обеспечение прибора Cary50 (Varian); программа обработки спектров PeakFit; программа обработки данных Origin.
  7. Метод масс-спектрометрии в неорганической химии  
Пакет программ Origin или Excel для проведения обработки экспериментальных данных и построения графических зависимостей.  
Программа по обработке результатов экспериментов по изотопному обмену, разработана сотрудниками института катализа им. Борескова СО РАН.
  8. Электронная микроскопия и электронная дифракция  
Программное обеспечение: <http://cimewww.epfl.ch/people/stadelmann/jemswebsite/jems.html>  
(P.A.Stadelmann. EMS - a software package for electron diffraction analysis and HREM image simulation in materials science, Ultramicroscopy, 1987, v.21, p.131-146.)  
Профессиональные поисковые системы PDF2 ICDD.
  8. Магнитные измерения  
Для проведения измерений - оригинальные программы, разработанные в группе магнитных измерений: Iгореk.exe; Magnetometria.exe; Measure-ments.exe  
Для интерпретации данных - пакет программ фирмы OriginLab Corporation, Microsoft Excel, или подобные.

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели: к.х.н., доц. Шаталова Т.Б., к.х.н., доц. Розова М.Г., к.х.н., доц. Колесник И.В., к.х.н., доц. Васильев Р.Б., д.х.н., проф. Румянцев М.Н., к.х.н., доц. Болталин А.И., к.х.н., доц. Мазо Г.Н., д.х.н., проф. Кнотько А.В., инж. Елисеев А.А.

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

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

#### **Список заданий для проведения текущей аттестации**

##### 1.1. Рентгенофазовый анализ

Отчет в форме таблицы с результатами фазового анализа и, если возможно, количественного анализа с использованием корундовых чисел.

##### 1.2. Индицирование дифрактограммы соединения, кристаллизующегося в кубической сингонии

Отчет в форме таблицы с результатами индицирования – файла, сформированного программой WinXPow с расширением .lrf.

##### 2. Термические методы анализа

Для оксалата кальция объяснить происхождение пиков на термограмме при проведении анализа в окислительной и инертной атмосфере. Рассчитать гидратное число, определить температуры начала процессов, рассчитать количество теплоты процессов. Проанализировать термограммы, полученные при варьировании условий анализа оксалата кальция (скорости нагрева, атмосферы, навески образца, степени гомогенизации образца), объяснить закономерности изменения вида термограмм при изменении условий проведения анализа. Соотнести пики на масс-спектрах с процессами, происходящими при нагревании различных неорганических веществ. Проанализировать поведение дилатометрических кривых в зависимости от условий проведения анализа на примере биокерамических материалов.

##### 3.1. Исследование реакционной способности поверхности твердых веществ методом ИК спектроскопии.

Для аттестации студенты предоставляют отчет по плану.

##### 1) Возможности ИК-спектроскопии при изучении взаимодействий твердое тело – газ

1.1. Исследование адсорбции газов и химических реакций адсорбатов на поверхности твердых веществ

1.2. Анализ активных центров на поверхности

##### 2) Обоснование выбора методики измерений

##### 3) Экспериментальная часть

3.1. Характеристики прибора

3.2. Описание образца

3.3. Пробоподготовка

3.4. Измерение фонового спектра



3.5. Измерение спектров образца в контролируемых условиях (состав газовой фазы, температура)

4) Обсуждение результатов

4.1. Отнесение пиков в ИК-спектрах образца

4.2. Сравнение волновых чисел колебаний молекул в газовой фазе (по базе данных) и молекул, адсорбированных на поверхности твердого вещества

4.3. Полуколичественный анализ концентрации адсорбированных молекул

5) Выводы

5.1. Характер адсорбции исследованных газофазных молекул на поверхности вещества при данных условиях (молекулярная / диссоциативная)

5.2. Характеризация активных центров на поверхности вещества (сила адсорбции – качественно, адсорбционная емкость – полуколичественно)

5.3. Схема возможных химических превращений адсорбированных молекул на поверхности вещества

3.2. Исследование кристаллической структуры неорганических соединений методом ИК-спектроскопии.

После выполнения задачи студенты получают спектры измеренных ими соединений в виде двухколоночных файлов. Для аттестации им необходимо написать отчет (7-10 страниц), который должен иметь следующий план.

1. Возможности ИК-спектроскопии при анализе веществ и материалов

1.1. Структурный анализ кристаллических модификаций неорганических соединений:

1.2. Анализ колебаний заданной изолированной группы атомов\* с точки зрения теории групп

1.3. Позиционный анализ колебаний заданной группы атомов\* в кристаллических ячейках кальцита и арагонита

2. Обоснование выбора методики измерений

3. Экспериментальная часть

3.1. Характеристики прибора

3.2. Описание образцов

3.3. Подготовка к измерениям

3.4. Измерение фонового спектра

3.5. Измерение спектров образцов

4. Обсуждение результатов

4.1. Отнесение пиков в спектрах образцов

5. Выводы

\*Имеется в виду небольшая молекула или ион, положение которой в кристаллической структуре исследуют студенты при выполнении задачи. Например, группа  $\text{CO}_3^{2-}$  в структурах кальцита и арагонита.

4. Определение удельной площади поверхности и химических свойств поверхности высокодисперсных оксидов металлов.

1. Расчет удельной площади поверхности образца из полученных экспериментальных данных.

2. Расчет количества водорода, поглощенного в ходе восстановления оксида металла.

3. Определение промежуточных и конечного продуктов реакции восстановления.
4. Расчет количества кислорода, хемосорбированного на поверхности высокодисперсного оксида металла.
5. Расчет общего числа кислотных центров на поверхности высокодисперсного оксида металла.
6. Определение доли слабых, средних, сильных кислотных центров.
7. Отнесение пиков десорбции аммиака к конкретному типу поверхностных центров.
8. Оформление отчета.
5. Исследование электронных переходов в полупроводниковых наночастицах.

Построить спектры поглощения образца квантовых точек в спектральной и энергетической шкалах. Рассчитать основные характеристики экситонного перехода (положение максимум, уширение, оптическую плотность). Привести результаты расчета размеров, относительной дисперсии размеров, концентрации квантовых точек.

#### 6. Метод масс-спектрометрии в неорганической химии.

- 1) Провести включение прибора и осуществить фокусировку ионного пучка, используя масс-спектр паров изотопов ртути.
- 2) Переключиться на диапазон измерения легких молекул (10 -50 а.е.м), провести дополнительную фокусировку и прописать масс-спектр. Провести идентификацию молекул  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ .
- 3) Используя систему напуска, проанализировать газ из баллона ( $\text{Ar}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ) на содержание примесей ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ )
- 4) Провести съемку зависимости ионного тока от температуры и времени для указанных ионов
- 5) Провести обработку полученных зависимостей в соответствии с имеющейся методикой.
- 6) На основании обработки экспериментальных зависимостей провести расчет  $\Delta H_{\text{subl}}^0$  (задача а) указанного вещества.
- 7) На основании обработки экспериментальных зависимостей провести расчет относительного содержания молекул  $^{16}\text{O}^{18}\text{O}$  ( $f_{34}$ ) и содержания изотопа  $^{18}\text{O}$  ( $\alpha_{18}$ ) по соотношению интенсивностей ионных токов с 32, 34 и 36 а.е.м.. Получение экспериментальной зависимости ионных токов кислорода от температуры при пропускании газовой смеси  $\text{O}_2/\text{Ar}$  над сложным оксидом.
- 8) Построение зависимостей  $f_{34}$  и  $\alpha_{18}$  от времени и температуры. Аппроксимация полученных зависимостей теоретическими кривыми с целью установления характеристик кислородного обмена (коэффициентов диффузии и энергий активации).

#### 7. Электронная микроскопия и электронная дифракция.

Проиндексировать дифрактограмму известного вещества по следующей схеме:

1. Измерить несколько векторов ОР не лежащих на одной прямой, найти отношение их длин и соответствующим рефлексам приписать пробные индексы hkl.
2. Измерить угол между векторами ОР и приписать этим векторам знаки и индексы в соответствии со значением угла.
3. Найти векторное произведение этих векторов, которое дает направление распространения электронного пучка (ось зоны).
4. В соответствии с индексами оси зоны и предполагаемой симметрией кристалла приписать индексы hkl остальным пятнам на электронограмме.

#### 8. Магнитные измерения

По результатам измерений, полученных с помощью метода Фарадея, произвести расчет намагниченности и коэрцитивной силы для ферромагнетиков, и расчет магнитной восприимчивости для диа- и парамагнетиков. В отчете привести петли гистерезиса для ферромагнетиков и значения магнитной восприимчивости для диа- и парамагнетиков. Результаты измерений полученные с помощью индукционного магнетометра

представить в виде температурной зависимости комплексной магнитной восприимчивости. По характеру зависимости определить тип магнитного материала. Сделать выводы о связи полученных результатов со строением исследованного вещества.

9. Определение химического состава образца методом АЭС

- 1) Определение предела обнаружения конкретного элемента при заданных условиях проведения анализа.
- 2) Нахождение количественного содержания элементов с помощью установленных предварительно градуировочных зависимостей.
- 3) Написание отчета о проведении анализа.
- 4) Анализ возможности возникновения ошибок при выполнении анализа.

### **Перечень вопросов к зачету:**

#### **1.1. Рентгенофазовый анализ**

1. Каков спектральный состав рентгеновского излучения?
2. От чего зависит длина волны рентгеновского излучения?
3. Как влияет выбор материала анода на вид рентгенограммы?
4. Закон Брэгга-Вульфа.
5. Какие факторы влияют на положение и интенсивность линий на рентгенограмме?
6. Базы рентгенографических данных. Основные ключевые параметры для поиска соединений в автоматическом режиме.
7. Какие критерии можно использовать для фазового анализа смеси веществ?

#### **1.2. Индексирование дифрактограммы соединения, кристаллизующегося в кубической сингонии**

1. Какие аналитические функции используются для описания профиля рефлексов на рентгенограмме?
2. Индексы Миллера. Формула, связывающая межплоскостные расстояния индексы Миллера.
3. Какие типы центрировки возможны в кубической сингонии?
4. Анализ погасаний по результатам индексирования и определение центрировки кубической элементарной ячейки.
5. Критерии правильности индексирования.

#### **2. Термические методы анализа**

1. Преимущества проведения термического анализа в динамической атмосфере.
2. Особенности проведения анализа металлов и сплавов для определения их температур плавления.
3. В каких условиях нужно проводить анализ образца для а) определения промежуточных стадий разложения; б) получения пиков ДТА с хорошим разрешением; в) обнаружения слабо выраженных переходов.
4. Как определить, какой газ образовался при разложении образца, если массовые числа различных ионов одинаковые?

#### **3.1. Исследование реакционной способности поверхности твердых веществ методом ИК спектроскопии.**

1. Какую информацию об адсорбционной/реакционной способности поверхности вещества по отношению к молекулам газа удалось получить?
2. Какая пробоподготовка потребовалась для проведения измерений и почему?
3. Особенности съемки ИК-спектров с использованием высокотемпературной проточной камеры: ограничение диапазона регистрируемых волновых чисел, из-за чего?
4. Достоинства и недостатки метода ИК-спектроскопии при исследовании химических процессов на поверхности твердых веществ.

### **3.2. Исследование кристаллической структуры неорганических соединений методом ИК-спектроскопии.**

1. Какую информацию об исследуемых образцах удалось получить при анализе их ИК-спектров в ходе выполнения практикума?
2. Какую пробоподготовку было необходимо провести перед измерениями и почему?
3. Каково влияние дисперсности образца и его коэффициента поглощения на вид ИК-спектра?
4. Какие особенности фонового спектра необходимо учитывать при измерении спектров образцов и обработке данных?
5. Является ли полученная информация уникальной для метода ИК-спектроскопии или может быть получена/дополнена результатами других методов.

### **4. Определение удельной площади поверхности и химических свойств поверхности высокодисперсных оксидов металлов.**

1. Уравнение БЭТ.
2. Основы метода ТПД. Распределение адсорбционных центров по энергиям активации десорбции аммиака.
3. Ранжирование оксидов металлов по их объемной кислотности Льюиса: методы оптической основности и электроотрицательности Сандерсона.
4. Формы хемосорбированного кислорода на поверхности оксидов металлов.
5. Классификация оксидов по типу доминирующих на их поверхности адсорбированных анионов.

### **5. Исследование электронных переходов в полупроводниковых наночастицах.**

1. Эффект размерного квантования.
2. Основные характеристики спектра поглощения квантовых точек.
3. Типичные растворители и спектральные границы их использования.
4. Расчет концентрации квантовых точек из спектральных данных.
5. Основные типы уширения полос поглощения для квантовых точек.

### **6. Метод масс-спектрометрии в неорганической химии.**

Подготовить письменный отчет, в котором представить результаты работы на масс-спектрометре по выполнению учебной задачи (а или б).

Наряду с расчетами и полученными результатами, в отчете представить обоснование задачи, литературный обзор по одной из тем, указанных в разделе «самостоятельная работа» ( в п. VII настоящей программы) и провести сопоставление полученных результатов с литературными данными.

### **7. Электронная микроскопия и электронная дифракция.**

Подготовить отчет, в котором отразить результаты заданий для проведения текущей аттестации. Построить дифракционную картину

для кристалла флюорита в заданном направлении электронного пучка.

### 8. Магнитные измерения

1. Основные типы магнитных материалов, используемых в настоящее время.
2. Ферромагнитные материалы с рекордными свойствами.
3. Опишите основные участки петли гистерезиса.
4. Приведите примеры магнитомягких и магнито жестких материалов.
5. Какими кристаллическими структурами обладают ферриты?
6. Где практически используются ферриты и материалы на их основе?

### 9. Определение химического состава образца методом АЭС

1. Сформулируйте закон Бугера-Ламберта-Бера.
2. Объясните понятие - чувствительность обнаружения элементов.
3. Какие преимущества и недостатки имеет индуктивно-связанная плазма.
4. Как правильно провести пробоподготовку твердого образца в случае анализа его водного раствора.
5. Требования к калибровочным растворам.

### 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>				
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

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
Знать: теоретические основы, практические и методологические особенности методов исследо-	мероприятия текущего контроля ус-

вания неорганических веществ.	певаемости, устный опрос на зачете и при сдаче задачи
Уметь: самостоятельно составлять план исследования Уметь: проводить математическую обработку физико-химических данных, обобщать полученные результаты. Уметь: выбрать условия проведения исследования исходя из методологических особенностей метода, подготовить образец к анализу.	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете и при сдаче задачи
Владеть: навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения. Владеть: программным обеспечением методов исследования.	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете и при сдаче задачи