

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Химический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**  
**НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Кафедра неорганической химии и химической экологии

Образовательная программа  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) программы  
Неорганическая химия

Уровень высшего образования  
Специалитет

Форма обучения  
Очная

Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений

Махачкала 2021

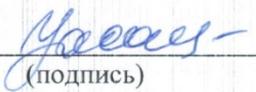
Рабочая программа дисциплины «Физико-химические методы исследования неорганических соединений» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» от «13» 07 2017 г №652

Разработчики: кафедра неорганической химии и химической экологии, к.х.н., доцент Гасангаджиева У.Г.

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры неорганической химии и химической экологии  
от «31» 05 2021г., протокол № 9

Зав. кафедрой  Исаев А.Б.  
(подпись) (Ф.И.О)

на заседании Методической комиссии химического факультета  
от «18» 06 2021г., протокол № 10.

Председатель  Гасангаджиева У.Г.  
(подпись) (Ф.И.О)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением «09» 07 2021г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.  
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физико-химические методы исследования неорганических соединений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП специалитета по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой неорганической химии и химической экологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методологией физико-химических методов исследования неорганических соединений, изучением современной аппаратуры и условий проведения эксперимента, а также овладением практических навыков использования методов для интерпретации экспериментальных результатов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-6, профессиональных – ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5

Преподавание дисциплины предусматривает проведение лекционных, лабораторно-практических занятий и организацию самостоятельной работы студентов.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля: текущей успеваемости – в форме собеседования, устного опроса, тестирования, проведения контрольных работ и коллоквиумов, промежуточной аттестации – в форме экзамена.

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, в том числе 108 академических часов по видам учебных занятий:

| Семестр | Учебные занятия |  |                             |     |                  |  |  | СРС,<br>в том<br>числе<br>экзамен | Форма<br>промежуточной<br>аттестации (зачет,<br>дифференцирован<br>ный зачет,<br>экзамен) |
|---------|-----------------|--|-----------------------------|-----|------------------|--|--|-----------------------------------|---|
|         | в том числе:    |  |                             |     |                  |  |  |                                   |   |
|         | всего           | Контактная работа обучающихся с преподавателем |                             |     |                  |  |  |                                   |   |
|         |                 | всего  | из них                      |     |                  |  |  |                                   |   |
|         | Лекции<br>и     | Лаборато<br>рные<br>занятия                    | Практиче<br>ские<br>занятия | КСР | консульта<br>ции |  |  |                                   |   |
| 7       | 108             | 60   | 24                          | 36  |                  |  |  | 48                                | экзамен   |

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины является ознакомление студентов с методологией важнейших для химиков физических методов исследования неорганических соединений, изучение современной аппаратуры и условий проведения эксперимента и овладение практическими навыками использования методов для интерпретации экспериментальных результатов.

Основными задачами, решаемыми в процессе изучения курса, являются приобретение обучающимися четких представлений о методах исследования строения и структуры неорганических соединений, формирование навыков по оптимальному выбору экспериментальных методов для решения поставленных научно-исследовательских задач.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Физико-химические методы исследования неорганических соединений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП специалитета по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Курс строится на базе знаний по химическим и физическим дисциплинам, а также высшей математике, объём которых определяется программами химического образования в высшей школе.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

| Код и наименование компетенции из ОПОП   | Код и наименование индикатора достижения компетенций  | Планируемые результаты обучения   | Процедура освоения                           |
|--|---|---|--|
| ОПК-6 Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе | ОПК-6.1. Грамотно составляет отчет о проделанной работе в письменной форме  | <b>Знает:</b> требования к рабочему журналу химика; правила составления протоколов отчетов химических опытов; требования к представлению результатов исследований в виде курсовых и квалификационных работ.<br><b>Умеет:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии; представить результаты химических исследований в соответствии с требованиями к квалификационным работам.<br><b>Владеет:</b> опытом представления результатов экспериментальных и расчетно-теоретических работ в виде протоколов испытаний, отчетов, курсовых и квалификационных работ | Письменный опрос, устный опрос, тестирование |
|  | ОПК-6.2. Представляет результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языке | <b>Знает:</b> требования к тезисам и научным статьям химического профиля;<br><b>Умеет:</b> составить тезисы доклада и отдельные разделы статьи на русском и английском языке<br><b>Владеет:</b> навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-  | Проведение лабораторных работ.               |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|   |   | образовательной среде   |  |
|   | <b>ОПК-6.3.</b><br>Представляет результаты работы в устной форме на русском и английском языках   | <b>Знает:</b> грамматику, орфографию и орфоэпию русского и английского языка.<br><b>Умеет:</b> представить результаты исследований в виде постера; формулировать вопросы к членам профессионального сообщества и отвечать на вопросы по теме проведенного исследования; грамотно и логично изложить результаты проделанной работы в устной форме на русском и английском языке.<br><b>Владеет:</b> свободно русским и английским языком.  | прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала |
| <b>ПК-1.</b> Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках | <b>ПК-1.1.</b> Собирает информацию по тематике научного проекта в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных | <b>Знает:</b> Знает перечень открытых источников информации и специализированных баз данных в области неорганической химии.<br><b>Умеет:</b> пользоваться электронными ресурсами и базами данных, а также периодическими изданиями в области неорганической химии.<br><b>Владеет:</b> навыками сбора информации по тематике научного проекта в области неорганической химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных, в том числе Scopus и Web of Science. | Письменный опрос, устный опрос, тестирование               |
|   | <b>ПК-1.2.</b> Анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования в выбранной области химии  | <b>Знает:</b> знает методы систематизации и классификации литературных данных по тематике исследования в области неорганической химии.<br><b>Умеет:</b> систематизировать и классифицировать литературные данные по тематике исследования в области неорганической химии.<br><b>Владеет:</b> навыками систематизации и классификации литературных данных по тематике исследования в области неорганической химии.   | Проведение лабораторных работ.                             |
| <b>ПК-2.</b> Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках                        | <b>ПК-2.1.</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.   | <b>Знает:</b> методы составления планов отдельных стадий и общего плана исследования в области неорганической химии.<br><b>Умеет:</b> составлять планы отдельных стадий и общий плана исследования в области неорганической химии.<br><b>Владеет:</b> навыками составляет общего плана исследования в области неорганической химии и детальных планов отдельных стадий.   | Письменный опрос, устный опрос, тестирование               |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  | <p><b>ПК-2.2.</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.</p>  | <p><b>Знает:</b> экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области неорганической химии.<br/> <b>Умеет:</b> выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области неорганической химии исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.<br/> <b>Владеет:</b> навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя в области неорганической химии из имеющихся материальных и временных ресурсов.</p>                        | <p>Проведение лабораторных работ.</p>                             |
|  | <p><b>ПК-2.3.</b> Планирование и проведение научно-исследовательских работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.</p> | <p><b>Знает:</b> методы нормативные документы по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.<br/> <b>Умеет:</b> планировать и проводить научно-исследовательские работы по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.<br/> <b>Владеет:</b> навыками планирования и проведения научно-исследовательских работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.</p> | <p>прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала</p> |
| <p><b>ПК-3.</b> Способен проводить экспериментальные и расчетно-теоретические работы по заданной теме в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p> | <p><b>ПК-3.1.</b> Проводит экспериментальные исследования по заданной теме в выбранной области химии</p>   | <p><b>Знает:</b> методы проведения экспериментальных исследований по заданной теме в области неорганической химии.<br/> <b>Умеет:</b> проводить экспериментальные исследования по заданной теме в области неорганической химии.<br/> <b>Владеет:</b> навыками проведения экспериментальных исследований под руководством руководителя по заданной теме в области неорганической химии.</p>   | <p>Письменный опрос, устный опрос, тестирование</p>               |
|  | <p><b>ПК-3.2.</b> Проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в выбранной области</p>  | <p><b>Знает:</b> методы расчетно-теоретических исследования по заданной теме в области неорганической химии.<br/> <b>Умеет:</b> проводит расчетно-теоретические исследования по</p>  | <p>Проведение лабораторных работ.</p>                             |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | химии   | заданной теме в области неорганической химии.<br><b>Владеет:</b> навыками качественного проведения расчетно-теоретических исследований по заданной теме в области неорганической химии.   |  |
|  | <b>ПК-3.3.</b> Управляет высокотехнологичным химическим оборудованием                                       | <b>Знает:</b> технические характеристики высокотехнологического химического оборудования.<br><b>Умеет:</b> управлять высокотехнологичным химическим оборудованием.<br><b>Владеет:</b> навыками управления и обслуживания высокотехнологичного химического оборудования.   | Письменный опрос, устный опрос, тестирование               |
|  | <b>ПК-3.4.</b> Проводит испытания новых образцов продукции  | <b>Знает:</b> методы проведения анализа новых образцов продукции.<br><b>Умеет:</b> проводить анализ новых образцов продукции.<br><b>Владеет:</b> навыками анализа образцов новых реальных объектов.   | Проведение лабораторных работ.                             |
|  | <b>ПК-3.5.</b> Разрабатывает новые методики контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции                 | <b>Знает:</b> методологию разработки новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции.<br><b>Умеет:</b> проверять правильность новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции.<br><b>Владеет:</b> навыками разработки новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции и проверки их правильности. | прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала |
| <b>ПК-4.</b> Способен обрабатывать и интерпретировать результаты проведенных работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов. | <b>ПК-4.1.</b> Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации.      | <b>Знает:</b> современные методы анализа информации.<br><b>Умеет:</b> применять современные методы анализа информации для обработки полученных данных.<br><b>Владеет:</b> навыками обработки полученных результатов анализа реальных объектов с использованием современных методов анализа информации.                                      | Письменный опрос, устный опрос, тестирование               |
|  | <b>ПК-4.2.</b> Грамотно интерпретирует результаты исследований в выбранной области химии.                   | <b>Знает:</b> методы интерпретации результатов исследований в области неорганической химии.<br><b>Умеет:</b> грамотно интерпретировать результаты исследований в области неорганической химии.<br><b>Владеет:</b> навыками интерпретации и наглядного представления результатов исследований в области неорганической химии.                | Проведение лабораторных работ.                             |
|  | <b>ПК-4.3.</b> Анализирует результаты испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценивает степень их | <b>Знает:</b> стандарты и технологические регламенты сырья, прекурсоров, готовой продукции.<br><b>Умеет:</b> анализировать результаты испытаний сырья, прекурсоров,   | прием лабораторных работ, оформление лабораторного         |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | соответствия нормативным документам (стандартам и технологическим регламентам).   | готовой продукции.<br><b>Владеет:</b> навыками статистической обработки результатов испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценки степени их соответствия стандартам и технологическим регламентам.   | журнала                                      |
| <b>ПК-5.</b> Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках | <b>ПК-5.1.</b> Критически анализирует полученные результаты исследований в выбранной области химии, выявляет достоинства и недостатки | <b>Знает:</b> методы критического анализа полученных результатов исследований в области аналитической химии, способы выявления достоинств и недостатков.<br><b>Умеет:</b> критически анализировать полученные результаты анализа реальных объектов и научных исследований в области неорганической химии.<br><b>Владеет:</b> навыками критического анализа полученных результатов анализа реальных объектов и научных исследований в области неорганической химии | Письменный опрос, устный опрос, тестирование |
|  | <b>ПК-5.2.</b> Готовит отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии                                 | <b>Знает:</b> методологию подготовки отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии.<br><b>Умеет:</b> готовить отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в области неорганической химии.<br><b>Владеет:</b> навыками подготовки отдельных разделов отчетов по результатам НИР и НИОКР в области неорганической химии.  | Проведение лабораторных работ.               |
|  | <b>ПК-5.3.</b> Формулирует рекомендации по продолжению исследования в выбранной области химии.  | <b>Знает:</b> способы подготовки рекомендаций по продолжению исследования в области неорганической химии.<br><b>Умеет:</b> формулировать рекомендации по продолжению исследования в области неорганической химии.<br><b>Владеет:</b> навыками формулировки рекомендаций по продолжению исследования в области неорганической химии  | Письменный опрос, устный опрос, тестирование |
|  | <b>ПК-5.4.</b> Анализирует полученные результаты и формулирует предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса  | <b>Знает:</b> методы анализа полученных результатов и оптимизации отдельных стадий технологического процесса.<br><b>Умеет:</b> анализировать полученные результаты и формулировать предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса.<br><b>Владеет:</b> навыками анализа полученных результатов и  | Проведение лабораторных работ.               |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  |   | разработки предложений по оптимизации отдельных стадий технологического процесса.  |  |
|  | <b>ПК-5.5.</b><br>Разрабатывает техническую документацию и регламенты | <b>Знает:</b> виды технической документации и регламентов в области неорганической химии.<br><b>Умеет:</b> разрабатывать техническую документацию и регламенты в области неорганической химии.<br><b>Владеет:</b> навыками и практическим опытом разработки технической документации и регламентов в области неорганической химии. | прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала |

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины

| № п/п | Разделы и темы дисциплины  | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                      |                      |                       | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)<br>Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|--|---------|--|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|---|
|       |  |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные занятия | Контроль самост. раб. |                        |   |
|       | Модуль 1.  |         |  |                      |                      |                       |                        |   |
| 1.    | Введение. Общая характеристика и классификация методов исследования строения молекул и кристаллов. | 7       | 2  |                      | 2                    |                       | 2                      | Устный опрос,   |
| 2.    | Электронная спектроскопия и спектрофотометрия  | 7       | 4  |                      | 4                    |                       | 1                      | Устный опрос, тестирование  |
| 3.    | Инфракрасная спектроскопия.  | 7       | 2  |                      | 4                    |                       | 1                      | Устный опрос  |
| 4.    | Дифракционные методы исследования. Рентгеноструктурный анализ                                      | 7       | 4  |                      | 6                    |                       | 2                      | Тестирование  |
|       | <i>Итого по модуль 1:</i>  |         | <b>12</b>  |                      | <b>18</b>            |                       | <b>6</b>               | Коллоквиум  |
|       | Модуль 2.  |         |  |                      |                      |                       |                        |   |
| 5.    | Спектроскопия ядерного магнитного резонанса.   | 7       | 4  |                      | 4                    |                       | 2                      | Устный опрос, тестирование  |
| 6.    | Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса.   | 7       | 4  |                      | 4                    |                       | 1                      | Устный опрос, тестирование  |
| 7.    | Масс-спектрометрия   | 7       | 2  |                      | 4                    |                       | 1                      | Устный опрос  |
| 8.    | Термогравиметрия и дериватография  | 7       | 2  |                      | 4                    |                       | 1                      | Устный опрос, тестирование  |
| 9.    | Атомно-силовая микроскопия.  | 7       | 2  |                      | 4                    |                       | 1                      | Устный опрос  |
|       | <i>Итого по модуль 2</i>   |         | <b>12</b>  |                      | <b>18</b>            |                       | <b>6</b>               | Коллоквиум  |
|       | Модуль 3 Подготовка к экзамену   |         |  |                      |                      |                       |                        |   |
|       | Подготовка к экзамену  |         |  |                      |                      |                       | 36                     | <b>экзамен</b>  |
|       | <i>Итого по модуль 3</i>   |         |  |                      |                      |                       | <b>36</b>              | <b>экзамен</b>  |

|  |                         |  |           |  |           |  |           |                |
|--|-------------------------|--|-----------|--|-----------|--|-----------|----------------|
|  | <b>Всего за семестр</b> |  | <b>24</b> |  | <b>36</b> |  | <b>48</b> | <b>экзамен</b> |
|--|-------------------------|--|-----------|--|-----------|--|-----------|----------------|

### **4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам, разделам и модулям.**

#### **4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине**

##### **Модуль 1.**

**1.** Введение. Общая характеристика и классификация методов исследования строения молекул и кристаллов.

**2.** Электронная спектроскопия и спектрофотометрия. Теоретические основы метода. Электромагнитное излучение и его характеристики. Поглощение и рассеяние света. Закон Бугера -Ламберта-Бера. Спектр поглощения. Колебательная и вращательная структура спектральной полосы. Электронные переходы и их классификация. Правила отбора, сила осциллятора и интенсивность спектральных полос. Спектры неорганических ионов в растворах. Качественный и количественный анализ. Техника эксперимента.

**3.** Инфракрасная спектроскопия. Теоретические основы метода Основные понятия. Двух- и многоатомные молекулы. Представление об анализе колебаний. Задачи, решаемые методами колебательной спектроскопии. Идентификация функциональных групп в различных соединениях методом ИК спектроскопии Понятие о групповых (характеристических) частотах Интерпретация ИК спектров Примеры задач, решаемых методами колебательной спектроскопии Техника эксперимента

**4.** Дифракционные методы исследования. Рентгеноструктурный анализ. Природа рентгеновского излучения, методы его получения, Симметрия и сингонии кристаллов, пространственные группы, прямая и обратная решетка. Дифракция рентгеновских лучей кристаллами (по Лауэ и Брэггу), основные принципы и уравнения дифракции, методы получения дифракционной картины. Структурный фактор, структурная амплитуда, электронная плотность кристалла. Взаимосвязь структурной амплитуды и электронной плотности. Основные этапы рентгеноструктурного анализа монокристаллов. Техника эксперимента.

##### **Модуль 2.**

**5.** Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Теоретические основы метода. Магнитные свойства ядер. Явление ядерного магнитного резонанса. Релаксация. Спектрометр ЯМР Химические сдвиги магнитных ядер. Спектры ЯМР высокого разрешения Отнесение сигналов в спектре <sup>1</sup>H-ЯМР и расшифровка спектра. Количественный анализ с помощью спектроскопии ЯМР. Динамический ЯМР. Техника эксперимента.

**6.** Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. Теоретические основы метода. Магнетизм электрона и ядер. Магнитные взаимодействия в парамагнитной частице с электронным спином  $S = \frac{1}{2}$ , содержащей ядра с магнитными моментами. Анизотропия зеемановского и диполь-дипольного взаимодействий. Форма линий в спектрах ЭПР неориентированных систем. Системы со спином  $S = 1$ .  $3d^n$  - ионы переходных металлов в конденсированной фазе. Техника эксперимента.

**7.** Масс-спектрометрия. Теоретические основы метода Основные понятия Изотопное распределение и точное значение массы Основные методы ионизации. Техника эксперимента. Основные характеристики и классификация масс-спектрометров. Детектирование ионов Применение масс-спектрометрии в аналитических целях Применение масс-спектрометрии в физико-химических исследованиях.

**8.** Термогравиметрия и дериватография. Обзор термических методов анализа, их возможности. Термогравиметрия. Основы метода. Дериватография. Основные характеристики дифференциальных сканирующих калориметров. Факторы, влияющие на результаты измерений.

**9.** Атомно-силовая микроскопия. Теоретические основы метода. Общие сведения. Сканирующая зондовая микроскопия. Метод атомно-силовой микроскопии.

### **4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.**

#### **Модуль 1**

1. Введение. Общая характеристика и классификация методов исследования строения молекул и кристаллов. Не спектральные методы исследования: дифракционные методы (рентгеноструктурный анализ, электронография, нейтронография), масс-спектрометрия, электрические и магнитные методы. Спектроскопические методы. Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов, молекул и кристаллов. Классификация спектральных методов по длинам волн ( $\gamma$ -резонанс, рентгеновская, УФ, видимая, ИК, микроволновая, радиоспектроскопия), по природе переходов (ядерные, электронные, колебательные, вращательные спектры, ЯМР, ЭПР, ЯКР), по типу взаимодействия (спектры поглощения, испускания, рассеяния). Интеграция методов (практическое занятие).

2. Электронная спектроскопия и спектрофотометрия. Определение констант скорости двух последовательных реакций замещения лигандов в комплексных соединениях хрома (лабораторная работа).

3. Инфракрасная спектроскопия. ИК-спектроскопическое изучение комплексных соединений de-элементов с аминокислотами (лабораторная работа)

4. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Определение термодинамических параметров кетоенольного равновесия в 1,3-дикетонах (практическая работа).

#### **Модуль 2**

5. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. Определение количества парамагнитных центров и образце. ЭПР-дозиметрия ионизирующего излучения с использованием L- $\alpha$ -аланина (практическая работа).

6. Дифракционные методы исследования. Рентгено-структурный анализ. Качественный рентгенофазовый анализ. Задачи, решаемые методом фазового анализа. Рентгеновская характеристика вещества, реперные линии. Методы проведения качественного фазового анализа. Чувствительность качественного фазового анализа. Факторы, влияющие на чувствительность фазового анализа. Базы данных рентгенограмм картотека ASTM (American Society for Testing Materials). Получить дифрактограмму смеси двух неизвестных веществ, найти два набора межплоскостных расстояний, провести идентификацию соединений, из которых была приготовлена смесь (используя картотека ASTM) (лабораторная работа).

7. Масс-спектрометрия. Определение энергий появления ионов в масс-спектрометре с ионизацией электронным ударом (практическая работа)

8. Термогравиметрия и дериватография. Аппаратное исполнение установок для термического анализа Устройство термовесов, виды регистраций сигналов, графическое представление экспериментальных данных. Обработка результатов термического анализа, определение количества стадий, начала и конца процессов (лабораторная работа).

9. Атомно-силовая микроскопия. Исследование топологии поверхности материалов методом сканирующей зондовой микроскопии (лабораторная работа).

### **5. Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование при проведении занятий по неорганической химии инновационных (объяснительно-иллюстративное обучение, предметно-ориентированное обучение, профессионально-ориентированное обучение, проектная методология обучения, организация самостоятельного обучения, интерактивные методы обучения) и традиционных (лекция-визуализация, лекция-презентация, компьютерные симуляции, лабораторная работа, самостоятельная работа) технологий обучения. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах составляет не менее 30 % аудиторных занятий. Предполагается встреча с ведущими учеными республики.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

1. Теоретическая подготовка. Проработка учебного материала.
2. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
3. Решение задач.
4. Подготовка к коллоквиуму.
5. Подготовка к экзамену.

| № | Вид самостоятельной работы                               | Вид контроля  | Учебно-методическое обеспечение   |
|---|--|---|---|
| 1 | Теоретическая подготовка. Проработка учебного материала. | Устный опрос, тестирование  | Лекции, рекомендованная литература, интернет ресурсы. См. разделы 4.3, 8-10 данного документа |
| 2 | Подготовка к отчетам по лабораторным работам             | Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе | См. разделы 8-10 данного документа  |
| 3 | Решение задач  | Проверка задач, заданных на дом, Решение у доски.   | См. разделы 8-10 данного документа  |
| 5 | Подготовка к коллоквиуму                                 | Промежуточная аттестация в форме контрольной работы   | См. разделы 4.3, 7; 8-10 данного документа  |
| 7 | Подготовка к экзамену                                    | Опрос по экзаменационным билетам  | См. разделы 7; 8-10 данного документа   |

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение задач.
3. Промежуточная аттестация в форме коллоквиума.

*Текущий контроль* успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения.

*Промежуточный контроль* проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся задачи, уравнения.

*Итоговый контроль* проводится либо в форме устного экзамена, либо в форме компьютерного тестирования.

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены, и студент не может показать владение материалом.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

### 7.1. Типовые контрольные задания

#### Контрольные вопросы

1. Введение. Общая характеристика и классификация методов исследования строения молекул и кристаллов.
2. Не спектральные методы исследования: дифракционные методы (рентгеноструктурный анализ, электронография, нейтронография), масс-спектрометрия, электрические и магнитные методы.
3. Спектроскопические методы.
4. Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов, молекул и кристаллов.

5. Классификация спектральных методов по длинам волн ( $\gamma$ -резонанс, рентгеновская, УФ, видимая, ИК, микроволновая, радиоспектроскопия), по природе переходов (ядерные, электронные, колебательные, вращательные спектры, ЯМР, ЭПР, ЯКР), по типу взаимодействия (спектры поглощения, испускания, рассеяния).
6. Инфракрасная спектроскопия. Теоретические основы метода. Основные понятия.
7. Представление об анализе колебаний. Задачи, решаемые методами колебательной спектроскопии.
8. Идентификация функциональных групп в различных соединениях методом ИК спектроскопии.
9. Понятие о групповых (характеристических) частотах. Интерпретация ИК спектров
10. Электронная спектроскопия и спектрофотометрия. Теоретические основы метода.
11. Электромагнитное излучение и его характеристики. Поглощение и рассеяние света. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
12. Спектр поглощения. Колебательная и вращательная структура спектральной полосы.
13. Электронные переходы и их классификация. Правила отбора, сила осциллятора и интенсивность спектральных полос.
14. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Теоретические основы метода.
15. Магнитные свойства ядер. Явление ядерного магнитного резонанса. Релаксация. Химические сдвиги магнитных ядер.
16. Количественный анализ с помощью спектроскопии ЯМР.
17. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. Теоретические основы метода. Магнетизм электрона и ядер.
18. Магнитные взаимодействия в парамагнитной частице с электронным спином  $S = \frac{1}{2}$ , содержащей ядра с магнитными моментами.
19. Рентгеноструктурный анализ. Природа рентгеновского излучения, методы его получения.
20. Дифракция рентгеновских лучей кристаллами (по Лауэ и Брэггу). Основные этапы рентгеноструктурного анализа монокристаллов.
21. Масс-спектрометрия. Теоретические основы метода Основные понятия
22. Изотопное распределение и точное значение массы. Основные методы ионизации.
23. Применение масс-спектрометрии в аналитических целях и в физико-химических исследованиях.
24. Термогравиметрия и дериватография. Термические методов анализа, их возможности. Термогравиметрия. Дериватография.
25. Основные характеристики дифференциальных сканирующих калориметров. Факторы, влияющие на результаты измерений.
26. Атомно-силовая микроскопия. Теоретические основы метода. Общие сведения.
27. Сканирующая зондовая микроскопия. Метод атомно-силовой микроскопии.

## **7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 10 баллов,
- выполнение домашнего задания и допуск к лабораторным работам – 25 баллов,
- выполнение и сдача лабораторных работ – 25 баллов,
- письменные контрольные работы – 20 баллов,
- тестирование – 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

Коллоквиум – 100 баллов

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:**

а) основная:

1. Тамм М.Е., Третьяков Ю.Д. Неорганическая химия. Т. 1. Физико-химические основы неорганической химии. М.: Академия, 2004.
2. Фарус, О.А. Физические и физико-химические методы анализа: лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / О.А. Фарус, Г.И. Якушева. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 78 с. : ил. - Библиогр.: с. 60-62. - ISBN 978-5-4475-5682-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=375309>
3. Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю. Неорганическая химия. Химия элементов. Кн. 1 и 2. М.: Химия. 2-ое издание 2007.
4. Павличенко, Л.А. Термический анализ двухкомпонентных систем : учебно-методическое пособие / Л.А. Павличенко, Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 104 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1379-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259106>
5. Суворов А.В., Никольский А.Б. Общая химия. Учеб. для ВУЗов. СПб.: Химиздат, 2007

б) дополнительная:

6. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах : учебное пособие / Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская и др. ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 168 с. - ISBN 978-5-7882-1549-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427846>
7. Вилков, Лев Васильевич. Физические методы исследования в химии: Структурные методы и оптическая спектроскопия : [учеб. для хим. спец. вузов] / Вилков, Лев Васильевич, Ю. А. Пентин. - М. : Высш. шк., 1987. - 366,[1] с. : ил.; 23 см. - Библиогр.: с. 356-358. - Предм. указ.: с. 359-364. - 1-20
8. Алешин В.А., Дунаева К.М., Субботина Н.А. Неорганические синтезы. Практикум. М.: Химия, 2001.

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федерального портала Российское образование <http://www.window.edu.ru>
2. Образовательный ресурс по химии himhelp.ru <http://www.himhelp.ru/>
3. Каталог образовательных интернет-ресурсов <http://www.edu.ru/>
4. Химические ресурсы Рунета <http://www.ximicat.com/>
5. Портал фундаментального Химического образования XuMuK <http://www.chemnet.ru>.
6. Химические серверы ChemWeb, ChemExpress Online, ChemNet.com <http://www.Himhelp.ru>
7. Сайт по химии ХиМик.ru <http://www.xumuk.ru/>
8. Все о химии Ximia.org <http://www.ximia.org/>
9. Различные материалы по химии и смежным наукам alhimikov.net <http://www.alhimikov.net/>
10. Химическая информационная сеть. Химический факультет МГУ <http://www.chem.msu.su/>
11. Электронная библиотека по химии и технике <http://www.rushim.ru/books/books.htm>
12. Книги по химии gigapedia <http://gigapedia.com/>

13. Журналы по естественно-научным дисциплинам Oxford Journals. Life Sciences <http://www.oxfordjournals.org/>
14. Химическая наука и образование в России <http://www.chem.msu.su/rus/>
15. Научная электронная библиотека eLIBRARY <http://elibrary.ru>
16. Естественно-научный образовательный портал <http://www.en.edu.ru/>
17. Химическая энциклопедия <http://www.chemport.ru>
18. Отделение химии и наук о материалах РАН <http://www.chem.ras.ru/>

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению программы**

На лекциях систематически и последовательно излагается материал теоретического характера. Основное внимание при этом уделяется рассмотрению основных (опорных) понятий и теоретических основ молекулярной спектроскопии. При подготовке к лекции целесообразно прочитать материал лекции по любому из рекомендованных в списке литературы учебников. Это существенно помогает продуктивно воспринимать материал лекции и хорошо его законспектировать. После лекции студентам рекомендуется внимательно проработать написанный конспект лекции, непонятые места попытаться уяснить с помощью учебников. Если обучающиеся не могут самостоятельно найти ответы на возникшие вопросы, можно обратиться к лектору или преподавателю на практических занятиях.

Лабораторные занятия. Перед началом лабораторных занятий, студент должен самостоятельно изучить методику выполнения и получить допуск у преподавателя. В ходе лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет лабораторные задания, позволяющие закрепить лекционный материал по изучаемой теме, научиться выполнять статистическую обработку полученных данных, научиться работать с методиками, руководящими документами, информацией различного уровня. Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

Самостоятельная работа студентов способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формированию навыков исследовательской работы и ориентированию студентов на умение применять теоретические знания на практике. Поэтому только постоянная, систематическая самостоятельная работа обучающихся будет способствовать нормальному усвоению знаний. Формы и виды самостоятельной работы студентов, а также формы их контроля представлены в разделе 6. Результаты самостоятельной работы студентов учитываются при аттестации студента (при сдаче зачета).

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

При проведении занятий используются:

а) технические средства:

компьютерная техника и средства связи (проектор, экран, видеокамера), проводится компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов, информационные справочные системы, электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных учебной рабочей программой.

б) программные системы:

операционные системы Microsoft Windows XP, Microsoft Vista;

поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo;

специализированное программное обеспечение СДО Moodle, SunRAV BookOffice Pro, SunRAV TestOfficePro;

программное обеспечение по химии [http://www.mdli.com](http://www.mdli.com;);

химическое программное обеспечение <http://www.acdlabs.com/download/>;  
программное обеспечение по химии. [Cambridge Soft](#) (Chem Office);  
модели молекул [TORVS Research Team: Molecular Models](#); визуализация молекул  
(более 175000 трехмерных молекулярных моделей с возможностью поиска) [online GIF/PNG creator for chemical structures](#);

рисование лабораторного оборудования [The Glassware Gallery](#)

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованную учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещения для лекционных и практических занятий укомплектованы комплектами электропитания ЩЭ (220 В, 2 кВт, в комплекте с УЗО), специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждые двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы по неорганической химии. Материально-технические средства для проведения лабораторного практикума по дисциплине неорганическая химия включает в себя: специальное оборудование (комплект электропитания ЩЭ, водоснабжение), лабораторное оборудование (лабораторные весы типа ВЛЭ 250 и ВЛЭ 1100, кондуктометр, термометры, рН-метры, печи трубчатая и муфельная, сушильный шкаф, устройство для сушки посуды, дистиллятор, очки защитные, колбагреватели, штативы лабораторные, штативы для пробирок), Лабораторная посуда (Стаканы (100, 250 и 500 мл), колбы конические (100 мл), колбы круглодонные (250 мл) колбы плоскодонные (100, 250 и 500 мл), колбы Вюрца (250 и 100 мл), цилиндры мерные (100, 25 и 50 мл), воронки капельные, химические, воронки для хлора, воронки Мюнке, промывалки, U-образные трубки, реакционные трубки, фарфоровые чашки, тигли фарфоровые, холодильники прямой, обратный, воронки лабораторные, дефлегматоры), специальная мебель и оргсредства (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, мультимедиа проектор (переносной) с ноутбуком, экран, стол преподавателя, стул-кресло преподавателя, столы лабораторные прямоугольного профиля с твердым химическим и термически стойким покрытием, табуреты, вытяжные шкафы лабораторные, мойка).

При проведении занятий используется учебное и лабораторное оборудование: Атомно-абсорбционный спектрометр, Contr AA-700, AnalytikJena, Германия; Спектрофотометр UV-3600 с интегрирующей сферой LISR-3100, UV-3600, Япония; Многоцелевой экспериментальный масс-спектрометрический комплекс ЭМК, Россия; Рентген-флуоресцентный спектрометр EDX-800 HS, Япония; ИК-Фурье спектрометр ИнфРАИОМ ФТ-02, Россия; Спектрофлуориметр F-700, Япония; Спектрофотометр, SPECORD 210 PlusBU, AnalytikJena, Германия; Спектрометрический комплекс МДР-41 в комплекте с азотным проточным криостатом OptCryo198, Россия; Микроволновая система минерализации проб под давлением, TOPwaveIV, AnalytikJena, Германия; Система капиллярного электрофореза, Капель-105М, ЛЮМЕКС, Санкт-Петербург; Рентгеновский

дифрактометр, EmpyreanSeries 2 Фирма Panalytical (Голландия); Дифференциальный сканирующий калориметр, NETZSCH STA 409 PC/PG, Германия; Лабораторная экстракционная система, SFE1000M1-2-FMC-50, Waters, США; Хромато-масс-спектрометр, 7820 Маэстро, США, Россия; Высокоэффективный жидкостной хроматограф, Agilent 1220 Infinity, США.