

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Иванов А.Г.

подпись

« 30 »

2017г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.07.02 ЯМР- И ЭПР-СПЕКТРОСКОПИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ  
И КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Направление подготовки – 04.03.01 Химия

Направленность/профиль – Неорганическая химия и химия  
координационных соединений

Программа подготовки – академическая

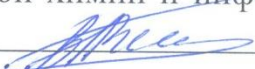
Форма обучения – очная

Квалификация выпускника – бакалавр

Краснодар 2017

**Рабочая программа дисциплины ЯМР- И ЭПР- СПЕКТРОСКОПИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ** составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 – Химия (профиль Неорганическая химия и химия координационных соединений) №210 от 12 марта 2015 г. (Зарегистрирован в Минюсте 07 апреля 2015 г. № 36766)

**Программу составил**

Волынкин В.А., доцент кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии, к.х.н. 

Рабочая программа дисциплины ЯМР- И ЭПР- СПЕКТРОСКОПИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии протокол № 7 «22» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой (разработчика)  
д.х.н., профессор Буков Н.Н. 

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей)  
протокол № 7 «22» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)  
д.х.н., профессор 

Буков Н.Н.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий

протокол № 5 «27» июня 2017 г.

Председатель УМК факультета Стороженко Т.П. 

**Рецензенты:**

Крапивин Г.Д, профессор кафедры биоорганической химии ФГБОУ ВО «КубГТУ», д.х.н., профессор

Болотин С.Н, доцент кафедры экологии и природопользования ФГБОУ ВО «КубГУ», к.х.н, доцент

**Рабочая программа учебной дисциплины  
«ЯМР- и ЭПР- спектроскопия неорганических и  
координационных соединений»  
для студентов факультета химии и высоких технологий  
направление подготовки 04.03.01 – Химия**

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

### **1.1. Цель дисциплины:**

Обучить студентов владению современными методами исследования ЯМР и ЭПР спектроскопии, освоить основные приемы работы и принципы исследования комплексных соединений, подготовить к самостоятельному решению практических задач в данной области от постановки задачи и планирования эксперимента до получения конечного результата.

### **1.2. Задача дисциплины:**

- знакомство студентов с основными методами исследования комплексных соединений, обработки результатов спектроскопических исследований, принципами планирования эксперимента, моделирования спектров сложных равновесных систем.
- студенты должны познакомиться с современными методами, научным оборудованием и программным обеспечением. Уметь активно применять современные методы исследования в профессиональной сфере.

### **1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Курс «ЯМР- и ЭПР- спектроскопия неорганических и координационных соединений» относится к вариативной части Блока Б1 «Дисциплины (модули)» (Б1.В.ДВ.07.02). Для его изучения используются знания курсов Б1.Б.10 «Физические методы анализа» и Б1.Б.07 «Физика». Знания и навыки, полученные в результате освоения данного курса, могут быть использованы при изучении специальных профильных дисциплин, таких как «Направленный синтез неорганических и координационных соединений», «Супрамолекулярная химия», «Методы исследования неорганических и композитных материалов» а также в научно-исследовательской работе студентов.

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1);
- владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
- владением системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                  | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                             |                                                                                                                     |                                                                                            |
|--------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                        | знать                                                                                   | уметь                                                                                                               | владеть                                                                                    |
| 1      | ОПК-3              | способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности | Основные принципы ядерного магнитного резонанса и электронного парамагнитного резонанса | Использовать знания о природе и особенностях изучаемых ядер, выбирать оптимальные параметры проведения эксперимента | Основными приемами получения спектров в соответствии со свойствами изучаемых материалов    |
| 2      | ПК-1               | способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам                                  | Основные методики подготовки образцов и проведения анализа.                             | Проводить подготовку образцов и выполнять анализ для образцов различного типа.                                      | Методикой подготовки образцов и выполнения анализа для образцов различного типа.           |
| 3      | ПК-2               | владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований   | Основные части современных спектрометров ЯМР и ЭПР и принцип их действия                | Проводить основные операции и техническое обслуживание прибора                                                      | базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований |
| 4      | ПК-3               | владением системой фундаментальных химических понятий                                                  | Принципы ядерного магнитного резонанса и электронного парамагнитного резонанса          | Выбирать необходимые параметры и условия для получения наилучшего результата анализа.                               | Основными понятиями о природе и свойствах изучаемых материалов                             |

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

| Вид учебной работы                                                    |                               | Всего часов | Семестры (часы) |      |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|-----------------|------|---|---|
|                                                                       |                               |             | 5               | 6    |   |   |
| Контактная работа, в том числе:                                       |                               |             |                 |      |   |   |
| Аудиторные занятия (всего):                                           |                               | 112         | 54              | 58   |   |   |
| Занятия лекционного типа                                              |                               | 36          | 18              | 18   | - | - |
| Лабораторные занятия                                                  |                               | 76          | 36              | 40   | - | - |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)            |                               | -           | -               | -    | - | - |
|                                                                       |                               | -           | -               | -    | - | - |
| Иная контактная работа:                                               |                               |             |                 |      |   |   |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                 |                               | 22          | 2               | 20   |   |   |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                        |                               | 0,4         | 0,2             | 0,2  |   |   |
| Самостоятельная работа, в том числе:                                  |                               |             |                 |      |   |   |
| Курсовая работа                                                       |                               | 14          | -               | 14   | - | - |
| Проработка учебного (теоретического) материала                        |                               | 16          | 8               | 8    | - | - |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) |                               | 8           | 4               | 4    | - | - |
| Реферат                                                               |                               | -           | -               | -    | - | - |
|                                                                       |                               |             |                 |      |   |   |
| Подготовка к текущему контролю                                        |                               | 7,6         | 3,8             | 3,8  | - | - |
| Контроль:                                                             |                               |             |                 |      |   |   |
| Подготовка к экзамену                                                 |                               | -           | -               | -    |   |   |
| Общая трудоемкость                                                    | час.                          | 180         | 72              | 108  | - | - |
|                                                                       | в том числе контактная работа | 134,4       | 56,2            | 78,2 |   |   |
|                                                                       | зач. ед                       | 5           | 2               | 3    |   |   |

### 2.2 Структура дисциплины.

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре (для студентов ОФО)

| №  | Наименование разделов (тем) | Количество часов |                   |          |           |                      |
|----|-----------------------------|------------------|-------------------|----------|-----------|----------------------|
|    |                             | Всего            | Аудиторная работа |          |           | Внеаудиторная работа |
|    |                             |                  | Л                 | ПЗ       | ЛР        | СРС                  |
| 1  | 2                           | 3                | 4                 | 5        | 6         | 7                    |
| 1. | Спектроскопия ЭПР           | 31,8             | 8                 |          | 16        | 7,8                  |
| 2. | Спектроскопия ЯМР           | 38               | 10                |          | 20        | 8                    |
|    | <b>Итого по дисциплине:</b> |                  | <b>18</b>         | <b>-</b> | <b>36</b> | <b>15,8</b>          |
|    |                             |                  |                   |          |           |                      |

## Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре (для студентов ОФО)

| №  | Наименование разделов (тем)             | Количество часов |                   |          |           |                      |
|----|-----------------------------------------|------------------|-------------------|----------|-----------|----------------------|
|    |                                         | Всего            | Аудиторная работа |          |           | Внеаудиторная работа |
|    |                                         |                  | Л                 | ПЗ       | ЛР        | СРС                  |
| 1  | 2                                       | 3                | 4                 | 5        | 6         | 7                    |
| 1. | ЯМР релаксация                          | 28               | 6                 | -        | 10        | 12                   |
| 2. | Исследование координационных соединений | 34               | 6                 | -        | 16        | 12                   |
| 3. | ЯМР твердого тела                       | 25,8             | 6                 |          | 14        | 5,8                  |
|    | <b>Итого по дисциплине:</b>             |                  | <b>18</b>         | <b>-</b> | <b>40</b> | <b>29,8</b>          |
|    |                                         |                  |                   |          |           |                      |

### 2.3 Содержание разделов дисциплины

#### 2.3.1 Занятия лекционного типа

1 семестр.

| №  | Наименование раздела                    | Содержание раздела                                                                                                                                       | Форма текущего контроля         |
|----|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1  | 2                                       | 3                                                                                                                                                        | 4                               |
| 1. | Спектроскопия ЭПР                       | Основные понятия спектроскопии ЭПР. Параметры спектров ЭПР (g-фактор, константа СТВ, ширина линии). Особенности ЭПР растворов                            | <i>Коллоквиум</i>               |
| 2. | Спектроскопия ЯМР                       | Основные понятия спектроскопии ЯМР. Параметры спектров ЯМР. Устройство ЯМР спектрометра. Импульсный ЯМР и его особенности. Применение импульсных методов | <i>Реферат. Доклад на тему.</i> |
| 3. | Методы определения структуры соединений | Специальные методики: методы двойного резонанса, ЯЭО и др. Многомерные эксперименты. Измерение времен релаксации.                                        | <i>Решение задач</i>            |

2 семестр.

| №  | Наименование раздела                 | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                             | Форма текущего контроля |
|----|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                                    | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4                       |
| 1. | Исследование комплексных соединений. | Равновесия в растворах комплексных соединений. Устойчивость комплексных соединений Методы определения констант устойчивости спектроскопическими методами. Информация, получаемая из ЯМР и ЭПР спектров комплексных соединений. Исследование кинетики и механизма реакций комплексообразования. | <i>Коллоквиум</i>       |

| №  | Наименование раздела             | Содержание раздела                                                                                                                                     | Форма текущего контроля                     |
|----|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1  | 2                                | 3                                                                                                                                                      | 4                                           |
| 2. | Анализ формы линии.              | Классическое рассмотрение. Квантово-химическое рассмотрение. Анализ формы линии спектров ЯМР и ЭПР с использованием метода матрицы спиновой плотности. | <i>Проверка работ. Отчеты о выполнении.</i> |
| 3. | ЯМР спектро-скопия твердого тела | Особенности экспериментальных техник. Вращение под магическим углом Получение структурной информации из спектров ЯМР твердого тела.                    | <i>Выполнение индивидуальных заданий</i>    |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

(учебным планом занятия семинарского типа не предусмотрены)

### 2.3.3 Лабораторные занятия

1 семестр.

| №  | Наименование лабораторных работ                                                                             | Форма текущего контроля     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1  | 3                                                                                                           | 4                           |
| 1. | Знакомство с ЭПР спектрометром. Съёмка спектров различных соединений. Анализ и интерпретация спектров.      | <i>Устный опрос</i>         |
| 2. | Исследования комплексообразования меди с органическими лигандами. Приготовление растворов, съёмка спектров. | <i>Отчет по лаб. работе</i> |
| 3. | Анализ спектров и обработка полученных результатов.                                                         | <i>Решение задач</i>        |
| 4. | Знакомство с ЯМР спектрометром. Съёмка спектров различных соединений. Анализ и интерпретация спектров.      | <i>Отчет по лаб. работе</i> |

2 семестр.

| №  | Наименование лабораторных работ                                                                           | Форма текущего контроля     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1  | 3                                                                                                         | 4                           |
| 1. | Исследование структуры соединений. Специальные методики.                                                  | <i>Отчет по лаб. работе</i> |
| 2. | Исследования комплексообразования РЗЭ с органическими лигандами. Приготовление растворов, съёмка спектров | <i>Отчет по лаб. работе</i> |
| 3. | Анализ спектров и обработка полученных результатов.                                                       | <i>Решение задач</i>        |
| 4. | Приготовление образцов твердого тела, съёмка спектров, расшифровка результатов                            | <i>Отчет по лаб. работе</i> |

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

1. Синтез и изучение строения и свойств координационных соединений d- и f-элементов современными физическими методами исследования.

- Использование методов квантовой химии для расчета свойств координационных соединений и материалов на их основе.
- Синтез и физико-химическое изучение координационных соединений включения, в том числе потенциальных фарм. препаратов.
- Синтез, строение и свойства координационных соединений и соединений включения по данным ЯМР спектроскопии.
- Получение новых материалов с включением наночастиц d- и f-элементов, изучение их оптических и магнитных свойств.
- Синтез, строение и спектральные свойства комплексных соединений лантаноидов с функционализированными органическими лигандами.
- Получение и изучение свойств тонкопленочных материалов на основе комплексов лантаноидов.
- Использование методов молекулярной спектроскопии при исследовании свойств композиционных материалов.
- Влияние структуры и состава гибридных органо-неорганических твердофазных систем на их функциональные свойства.
- Анодный синтез люминесцирующих координационных соединений РЗЭ в координирующих растворителях.
- Электрохимический синтез координационных соединений лантаноидов - эффективных люминофоров.

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС                      | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                   |
|---|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1 | Теоретическая самоподготовка | Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.<br>Интернет ресурсы по дисциплине, в том числе указанные в п.6. |
| 2 | Подготовка к ЛР              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3 | Реферат                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4 | Доклады, презентации         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,



– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии**

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий).

Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют моделирование проблемных ситуаций, мультимедийные презентации в лекционном курсе. В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, выступают с презентациями, накапливают портфолио разработок.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

| Семестр | Вид занятия<br>(Л, ПР, ЛР) | Используемые интерактивные образовательные технологии | Количество часов |
|---------|----------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|
| 5, 6    | ЛР                         | Беседы, разбор ситуаций, работа в малых группах       | 20               |
|         | ЛР                         | презентация разработок в формате мини-конференции     | 30               |
| Итого:  |                            |                                                       | 50               |

### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Текущий контроль осуществляется в устной и электронной форме в процессе выполнения лабораторных работ. Промежуточный контроль проводится в виде тестов и контрольных работ. Итоговый контроль осуществляется приемом зачета в 5 семестре и зачета в 6 семестре.

#### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации**

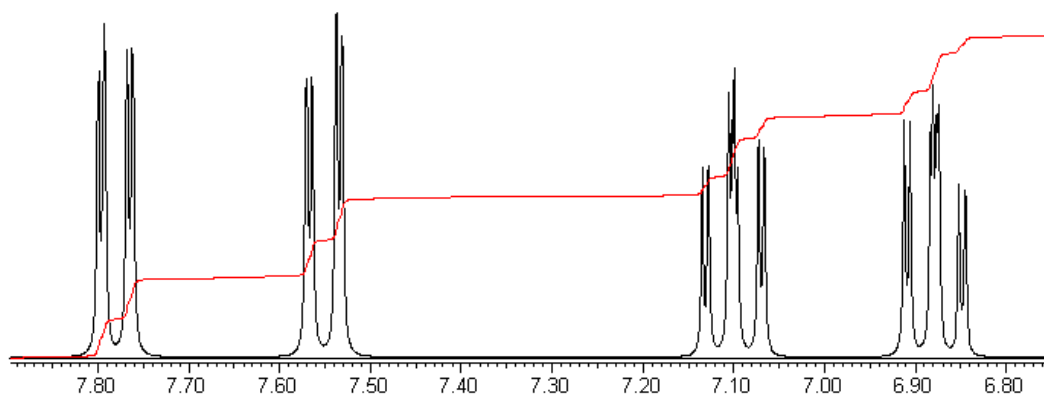
##### **4.1.1 Примерные темы рефератов, докладов, эссе**

##### **4.1.2 Примеры вариантов контрольных работ, тестов**

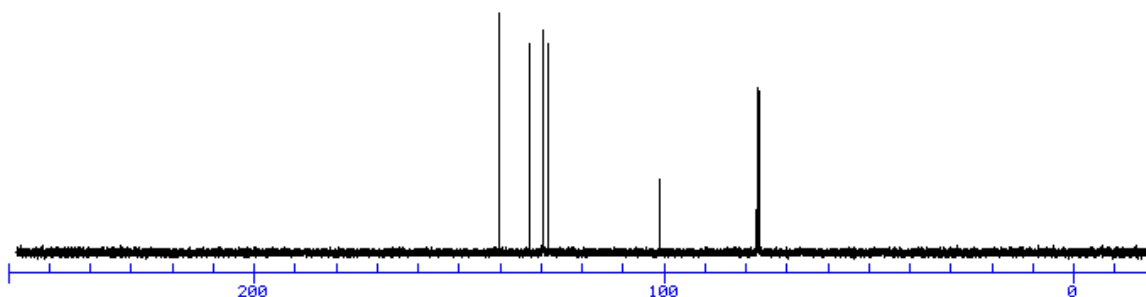
**ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**  
по теме «Исследование структуры соединений»

Вариант №4.

<sup>1</sup>H ЯМР спектр - C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>BrI



<sup>13</sup>C ЯМР спектр - C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>BrI (140.2, 132.6, 129.6, 129.3, 128.3, 101.1, 77.3, 76.9, 76.6)



## 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### 4.2.1 Вопросы для подготовки к зачету

#### Вопросы для подготовки к зачету (1 семестр)

1. Явление ядерного магнитного резонанса. Классическое описание.
2. Устройство спектрометра ЯМР.
3. Основные параметры спектра ЯМР. Химический сдвиг.
4. Основные параметры спектра ЯМР. Константа спин-спинового взаимодействия.
5. Процессы релаксации. Природа спин-решеточной и спин-спиновой ре-

- лаксации.
6. Общий подход к анализу спектров ЯМР. Анализ спектров первого и более высоких порядков.
  7. Специальные методы эксперимента в спектроскопии ЯМР. Методы двойного и множественного резонанса. Многомерная спектроскопия ЯМР, основные типы экспериментов.
  8. Динамические эффекты в спектроскопии ЯМР. Понятие быстрого и медленного обмена. Точка коалесценции.
  9. Изменения спектров ЯМР, вызываемые процессами комплексообразования. Анализ систем в приближении медленного обмена.
  10. Анализ спектров в приближении быстрого обмена. Понятие предельного химического сдвига. Использование аддитивной модели для наблюдаемого химического сдвига для расчета параметров динамических систем.

### **Вопросы для подготовки к зачету (2 семестр)**

1. Анализ формы линии спектра. Классический подход (метод ГМС).
2. Квантовомеханический подход к описанию спектров. Теория матрицы спиновой плотности.
3. Принцип метода ЭПР. Теория метода. Эффект Зеемана.
4. Устройство спектрометра ЭПР.
5. Основные параметры спектров ЭПР. g-фактор.
6. Основные параметры спектров ЭПР. Константа СТВ. Природа сверхтонкого взаимодействия.
7. Уширение линий спектра ЭПР. Механизмы процессов уширения.
8. Применение спектроскопии ЭПР для исследования координационных соединений. Исследования в твердом виде и в растворах.
9. Форма линии спектра ЭПР. Классическое описание спектров ЭПР (метод кривых Лоренца.). Ограничения метода.
10. Применение метода матрицы спиновой плотности к описанию динамических систем.

### **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **5.1 Основная литература**

1. Устынюк, Ю.А. Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса [Электронный ресурс]. Ч. 1 (вводный курс) / Ю.А. Устынюк. – М.: Техносфера, 2016. - 288 с. - ISBN 978-5-94836-410-0. – Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=444862&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=444862&sr=1)

#### **5.2 Дополнительная литература**

1. Устынчук, Ю.А. Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса [Текст] . Ч. 1 (вводный курс) / Ю. А. Устынчук. - Москва : Техносфера, 2016. - 285 с. : ил. - (Мир химии). - Библиогр.: с. 285.
2. Пентин, Юрий Андреевич, Вилков, Лев Васильевич. Физические методы исследования в химии. - М. : Изд-во "МИР" Изд-во "АСТ", 2003. - 683с.
3. В.Т. Панюшкин, Ю.Е. Черныш, В.А. Волынкин, Г.С. Бородкин, И.Г. Бородкина. Ядерный магнитный резонанс в структурных исследованиях / Отв. ред. Р.З. Сагдеев. – М.: Красанд, 2017. – 350 с.

### **5.3 Периодические издания**

Периодические журналы: " Журнал координационной химии "; "Журнал структурной химии".

### **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <http://www.sciencedirect.com>
2. <http://www.spectroscopynow.com>
3. <http://www.msg.ameslab.gov/games/>

### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

#### **Методические рекомендации преподавателям по методике проведения основных видов учебных занятий**

##### **Лекции**

##### *Методика чтения лекций*

Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплине, которые должны решать следующие задачи:

- изложить важнейший материал программы курса, освещающий основные моменты;
- развить у студентов потребность к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее главных положений. Рекомендуются на первой лекции довести до внимания студентов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим.

##### *Содержание лекций*

Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Крайне желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему курса и представляла собой логически вполне законченную работу. Лучше сократить тему, но не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта.

## **Лабораторные занятия**

### *Методика проведения лабораторных занятий*

Целями проведения лабораторных работ являются:

- установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории;
- обучение студентов умению анализировать полученные результаты;
- контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса;
- обучение навыкам профессиональной деятельности

Цели лабораторного практикума достигаются наилучшим образом в том случае, если выполнению эксперимента предшествует определенная подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студентов график выполнения лабораторных работ с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной домашней подготовкой. Перед началом очередного занятия преподаватель должен удостовериться в готовности студентов к выполнению лабораторной работы путем короткого собеседования и проверки наличия у студентов заготовленных протоколов проведения работы.

### **Указания по самостоятельной работе.**

Самостоятельная работа составляет не менее 50% от времени, отводимого на изучение дисциплины. При самостоятельной работе студент должен ознакомиться с основными учебниками и учебными пособиями, дополнительной литературой и иными доступными литературными источниками. При работе с литературой по конкретным темам курса, в том числе указанным для самостоятельной проработки, основное внимание следует уделять важнейшим понятиям, терминам, определениям, для скорейшего усвоения которых целесообразно вести краткий конспект.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **8.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

В курсе лабораторных работ используется следующее программное обеспечение: ACD Labs Chems sketch freeware, HyperChem 8.0, JEOL Delta.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

ЯМР спектрометры JEOL JMN-ECA-400, TESLA BS-587A, ЭПР спектрометры JEOL JES FA-300, Radiopan SE/X-2543.

| <b>№</b> | <b>Вид работ</b>                           | <b>Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащённость</b>                                                                                                                                                                                      |
|----------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.       | Лекционные занятия                         | Лекционная аудитория, оснащенная учебной мебелью, переносным проектором, ноутбуком, доской-экраном универсальным и соответствующим программным обеспечением (ауд. 435С).                                                                                           |
| 2.       | Лабораторные занятия                       | Лаборатории с установленным оборудованием: ЯМР спектрометр JEOL JMN-ECA-400, ЭПР спектрометр JEOL JES FA-300 (ауд. А020), ЯМР спектрометр TESLA BS-587A, ЭПР спектрометр Radiopan SE/X-2543 (ауд. 136)                                                             |
| 3.       | Групповые (индивидуальные) консультации    | Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, оснащенная учебной мебелью, интерактивной доской SMART Board, короткофокусным интерактивным проектором, ноутбуком, меловой доской и соответствующим программным обеспечением (422С)      |
| 4.       | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная учебной мебелью, интерактивной доской SMART Board, короткофокусным интерактивным проектором, ноутбуком, меловой доской и соответствующим программным обеспечением (422С) |
| 5.       | Самостоятельная работа                     | Помещение для самостоятельной работы студентов, оснащенное учебной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченное доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. (ауд. 428с, 431с)           |