

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

**Химический факультет**

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол № 6 от 31 мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Химия координационных соединений**

Уровень высшего образования

**Магистратура**

Направление подготовки / специальность

**18.04.01. Химическая технология**

Направленность образовательной программы

**Химическая технология и материаловедение**

Форма обучения

**Очная**

Нижегород  
2023 год набора

### Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Химия координационных соединений» относится к профессиональному циклу ОПОП по направлению подготовки 04.04.01 – Химия (Б1.В.03.02), является обязательной дисциплиной для освоения студентами очной формы обучения на первом году обучения во 2 семестре.

Для освоения дисциплины «Химия координационных соединений» обучающиеся используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения базовых дисциплин «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Квантовая химия», «Химия элементоорганических соединений».

#### 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции<br>(код, содержание компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции  |   | Наименование оценочного средства |
|--|--|---|----------------------------------|
|  | Индикатор достижения компетенции*<br>(код, содержание индикатора)  | Результаты обучения по дисциплине**   |                                  |
| <b>ПК-3-н.</b><br>Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области физической химии и/или смежных с химией науках | <b>ПК-3-н-1.</b><br>Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными<br><b>ПК-3-н-2.</b> Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов | <b>Уметь</b> искать и анализировать данные по реакционной способности и спектральным характеристикам координационных соединений; уметь объяснять наблюдаемые закономерности свойств координационных соединений на основе знаний о строении координационных соединений; уметь предсказывать реакционную способность (реакции замещения, окислительно-восстановительные реакции) на основании строения координационных соединений.<br><b>Знать</b> основные характеристики и типы координационных соединений и лигандов, используемых для их синтеза; основные законы физической химии, позволяющие определять физико-химические характеристики координационных соединений из экспериментальных данных ЭПР, ЯМР, ИК, УФ-спектроскопий; Знать основы теории групп и применения их для определения характеристик координационных соединений.<br><b>Владеть</b> методиками обработки экспериментальных данных. Владеть практическими навыками по определению координационных чисел, полиэдра координационных соединений, установления кинетической и термодинамической устойчивости координационных соединений | экзамен                          |

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

|  | очная форма<br>обучения | очно-заочная<br>форма<br>обучения | заочная<br>форма<br>обучения |
|--|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| <b>Общая трудоемкость</b>                          | <b>36 ЗЕТ</b>           | <b>36 ЗЕТ</b>                     | <b>___ ЗЕТ</b>               |
| <b>Часов по учебному плану</b>                     | <b>180</b>              | <b>180</b>                        |                              |
| <b>в том числе</b>                                 |                         |                                   |                              |
| <b>аудиторные занятия (контактная<br/>работа):</b> | <b>36</b>               | <b>36</b>                         |                              |
| - занятия лекционного типа                         | 18                      | 18                                |                              |
| - занятия семинарского типа                        | 18                      | 18                                |                              |
| - КСРИФ  | 2                       | 2                                 |                              |
| <b>самостоятельная работа</b>                      | <b>106</b>              | <b>106</b>                        |                              |
| <b>Промежуточная аттестация –<br/>экзамен</b>      |                         |                                   |                              |

#### 3.2. Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины       | Всего (часы)             |                           |                            | в том числе   |              |              |         |              |              |         |              |              |         |              |              | Самостоятельная работа обучающегося, часы |              |         |
|---|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---|--------------|--------------|---------|--------------|--------------|---------|--------------|--------------|---------|--------------|--------------|---|--------------|---------|
|   |                          |                           |                            | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы |              |              |         |              |              |         |              |              |         |              |              |   |              |         |
|   |                          |                           |                            | из них  |              |              |         |              |              |         |              |              |         |              |              |   |              |         |
|   | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | Всего   | Очная        | Очно-заочная | Заочная | Очная        | Очно-заочная | Заочная | Очная        | Очно-заочная | Заочная | Очная        | Очно-заочная | Заочная                                   |              |         |
| Очная   |                          |                           |                            |   | Очно-заочная | Заочная      | Очная   | Очно-заочная | Заочная      | Очная   | Очно-заочная | Заочная      | Очная   | Очно-заочная | Заочная      | Очная                                     | Очно-заочная | Заочная |
| Раздел 1. Виды изомерии и номенклатура координационных соединений | 22                       | 22                        |                            | 4   | 4            |              | 4       | 4            |              | -       |              |              | 8       | 8            |              | 14  | 14           |         |
| Раздел 2. Связи в координационных соединениях                     | 34                       | 34                        |                            | 4   | 4            |              | 4       | 4            |              | -       |              |              | 8       | 8            |              | 26  | 26           |         |
| Раздел 3. Термодинамический и                                     | 52                       | 52                        |                            | 6   | 6            |              | 6       | 6            |              | -       |              |              | 12      | 12           |              | 40  | 40           |         |

|   |     |     |  |    |    |  |    |    |  |   |  |  |    |    |  |     |     |
|---|-----|-----|--|----|----|--|----|----|--|---|--|--|----|----|--|-----|-----|
| кинетический аспекты в химии координационных соединений |     |     |  |    |    |  |    |    |  |   |  |  |    |    |  |     |     |
| Раздел 4. Координационные соединения в катализе         | 34  | 34  |  | 4  | 4  |  | 4  | 4  |  | - |  |  | 8  | 8  |  | 26  | 26  |
| Контроль самостоятельной работы                         | 2   | 2   |  |    |    |  |    |    |  |   |  |  |    |    |  |     |     |
| Промежуточная аттестация – экзамен (2 семестр)          | 36  | 36  |  |    |    |  |    |    |  |   |  |  |    |    |  |     |     |
| Итого   | 180 | 180 |  | 18 | 18 |  | 18 | 18 |  |   |  |  | 36 | 36 |  | 106 | 106 |

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках семинарских занятий. Промежуточный контроль осуществляется при проведении **экзамена**.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Теоретическая подготовка к промежуточной аттестации может осуществляться по следующим литературным источникам:

##### 4.1. Основная литература

1. Коттон, Ф. Современная неорганическая химия. Часть 1 [Текст]: Учебник / Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. – М.: Мир, 1969. – 224 с.
2. Коттон, Ф. Современная неорганическая химия. Часть 3 [Текст]: Учебник / Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. – М.: Мир, 1969. – 592 с.
3. Берсукер, И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений: введение в теорию [Текст]: Монография / И.Б. Берсукер. – Л.: Химия, 1986. – 286 с.

##### 4.2. Дополнительная литература

1. Абакумов, Г.А. Введение в химию координационных соединений [Текст]: Учебное пособие / Г.А. Абакумов. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2007. – 168 с.
2. Кукушкин, Ю.Н. Химия координационных соединений [Текст]: Учебное пособие / Ю.Н. Кукушкин. – М.: Высшая школа, 1985. – 455 с.
3. Кендлин, Дж. Реакции координационных соединений переходных металлов [Текст]: Монография / Дж. Кендлин, К. Тейлор, Д. Томпсон. – М.: Мир, 1970. – 392 с.
4. Темкин, О.Н. Гомогенный металлокомплексный катализ [Текст]: Монография / О.Н. Темкин. – М.: Академкнига, 2008. – 918 с.
5. Хенрици-Оливэ, Г. Координация и катализ [Текст]: Монография / Г. Хенрици-Оливэ, С. Оливэ. – М.: Мир, 1980. – 421 с.

##### 4.3. Рекомендуемая литература

1. Wilkinson, G. Comprehensive coordination chemistry. Vol. 1. Theory & Background [Текст]: Учебник / G. Wilkinson, R.D. Gillard, J.A. McCleverty. – Oxford: Pergamon Press, Oxford, 1987. – 613 p.
2. Leigh, G.J. Modern coordination chemistry [Текст]: Учебник / G.J. Leigh, N. Winterton. – Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2002. – 386 p.
3. Elschenbroich, Ch. Organometallics. A concise introduction [Текст]: Монография /

Ch. Elschenbroich, A. Salzer. – Weinheim: Wiley-VCH Verlag, 1992. – 508 p.

4. Лен, Ж.-М. Супрамолекулярная химия: концепции и перспективы [Текст]: Монография / Ж.-М. Лен. – Новосибирск: Наука, 1998. – 334 с.
5. Варфоломеев, С.Д. Биокинетика [Текст]: Учебное пособие / С.Д. Варфоломеев, К.Г. Гуревич. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. – 720 с.
6. Хьюи, Дж. Неорганическая химия: строение вещества и реакционная способность [Текст]: Монография / Дж. Хьюи. – М.: Химия, 1987. – 696 с.
7. Маррел, Дж. Химическая связь [Текст]: Монография / Дж. Маррел, С. Кеттл, Дж. Теддер. – М.: Мир, 1980. – 382 с.
8. Гейтс, Б. Химия каталитических процессов [Текст]: Учебник / Б. Гейтс, Дж. Кетцир, Г. Шуйт. – М.: Мир, 1981. – 452 с.
9. Басоло, Ф. Механизм неорганических реакций. Изучение комплексов металлов в растворе [Текст]: Учебник / Ф. Басоло, Р. Пирсон. – М.: Мир, 1971. – 592 с.
10. Эйринг, Г. Квантовая химия [Текст]: Учебник / Г. Эйринг, Д. Уолтер, Д. Кимбалл. – М.: ГИЗ, 1948. – 528 с.

#### **4.4. Интернет-ресурсы**

<http://elibrary.ru>.

<http://link.springer.com>.

<http://www.sciencedirect.com>.

<http://pubs.acs.org>.

<http://pubs.rsc.org>.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе ZNANIUM.COM, доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС ZNANIUM.COM содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства «Лань», доступ к которой также предоставлен студентам. ЭБС Издательства «Лань» включает в себя электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства «Лань» обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

**5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | Шкала оценивания сформированности компетенций  |   |   |   |  |  |  |
|--|--|---|---|---|--|--|--|
|  | плохо  | неудовлетворительно   | удовлетворительно   | хорошо  | очень хорошо   | отлично  | превосходно  |
|  | Не зачтено   |   | зачтено   |   |  |  |  |
| <u>Знания</u>  | Отсутствие знаний теоретического материала.<br><br>Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.                          | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок                                | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.   | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.   |
| <u>Умения</u>  | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа                     | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u>  | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа                   | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.  | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами                                       | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами   | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без недочетов.   | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.  | Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач  |

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

| Оценка |                     | Уровень подготовки   |
|--------|---------------------|--|
|        | Превосходно         | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»   |
|        | Отлично             | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»                     |
|        | Очень хорошо        | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»           |
|        | Хорошо              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»                       |
|        | Удовлетворительно   | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
|        | Неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»  |
|        | Плохо               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»  |

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

### 5.2.1 Контрольные вопросы

| вопросы  | Код формируемой компетенции |
|--|-----------------------------|
| Координационное число, координационный полиэдр и геометрия комплексов.   | <b>ПК-3-н</b>               |
| Изомерия координационных соединений (геометрическая, оптическая, гидратная, ионизационная, солевая, координационная, полимеризационная, редокс-изомерия)                         |                             |
| Метод молекулярных орбиталей (МО). Основные соотношения в приближении Малликена-Вольфсберга-Гельмгольца (МВГ). Групповые орбитали и их нахождение с использованием теории групп. |                             |
| Кинетические аспекты в химии координационных соединений. Инертные и лабильные комплексы. Механизмы химических  |                             |

|  |  |
|--|--|
| превращений комплексов. Транс-влияние..  |  |
| Метод валентных связей в приложении к координационным соединениям. Гибридизация. Правило Сиджвика и его приложение.  |  |
| Многэлектронные состояния. Энергетические термы (схема Рассела-Саундерса). Отнесение состояний к определенным термам. Параметры Рака. Диаграммы Танабе-Сугано.                                       |  |
| Корреляция между методами ТКП и МО. Расщепление в кристаллическом поле в рамках метода МО. Влияние $\pi$ -связывания на величину $\Delta$ . Какие электроны обуславливают связь в молекуле комплекса |  |

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции \_\_\_\_\_

1. Какое координационное число и геометрия расположения лигандов в комплексе  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_2(\text{NO}_2)]^-$ : а) 3, треугольник; б) 4, квадрат; в) 4, тетраэдр; г) 6, октаэдр
2. Укажите верные утверждения:
  - а) Скорость окислительно-восстановительных реакций координационных соединений не зависит от природы реагентов для внешнесферного механизма
  - б) Скорость окислительно-восстановительных реакций координационных соединений не зависит от природы реагентов для внутрисферного механизма
  - б) Скорость окислительно-восстановительных реакций координационных соединений зависит от разницы редокс-характеристик участвующих в реакции реагентов для внешнесферного механизма протекания реакции
  - в) Скорость осуществления внутрисферного механизма выше скорости внешнесферного механизма.
3. Для 3,5-диметилпиразола укажите верные утверждения:
  - А) при координации он может выступать только в качестве нейтрального лиганда
  - Б) данный лиганд может координироваться только одним атомом азота на один металл
  - В) данный лиганд не может быть мостиковым при образовании полиядерных комплексов
  - Г) данный лиганд может быть мостиковым при образовании полиядерных комплексов

### 5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции \_\_\_\_\_

1. Предложите синтез цис- и транс- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_2(\text{NO}_2)]^-$  из  $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ . Объясните разницу между выбранными Вами стратегиями синтеза.
2. Какая из реакций будет протекать быстрее и почему?  
 $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-} + {}^{18}\text{NO}_2^- \rightarrow [\text{Co}(\text{NO}_2)_5({}^{18}\text{NO}_2)]^{3-} + \text{NO}_2^-$   
 $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{4-} + {}^{18}\text{NO}_2^- \rightarrow [\text{Co}(\text{NO}_2)_5({}^{18}\text{NO}_2)]^{4-} + \text{NO}_2^-$
3. Для каких комплексов ионов из следующего списка будет наблюдаться эффект Яна-Теллера? Ответ поясните: Cr (II), Cr (III), Ni (III), Mn (III), Co(III), Ti(III), Ti(IV), Cu(II), Ag(I), Zn(II)
4. Объясните, почему комплекс  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$  является диамагнитным, а  $[\text{NiCl}_4]^{2-}$  парамагнитным? Какое строение имеют данные частицы? Оцените значение эффективного магнитного момента для  $[\text{NiCl}_4]^{2-}$  считая, что она является чисто спиновой.
5. Инертными или лабильными являются следующие комплексные частицы в реакции замещения лиганда (на воду) в водной среде: а)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ; б)  $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ; в)  $[\text{Ru}(\text{py})_6]^{2+}$ ; г)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ; д)  $[\text{Ca}(\text{edta})]^{2-}$  Ответ поясните.



6. Парамагнитным или диамагнитным является соединение  $V(CO)_6$ ?

#### 5.2.4. Темы рефератов

1. Определение геометрического полиэдра в пятикоординационных комплексах Sb на основании кристаллографических данных
2. Молекулярные тетраэдры и использование их в катализе.
3. Магнитные свойства комплексов Co с редокс-активными лигандами.
4. Использование катехоламидных лигандов для экстракции тяжелых металлов.
5. Редокс-активация комплексов Cu (II) в катализе.
6. Определение спектральных характеристик люминесцентных комплексов на примере фталоцианиновых комплексов Zn(II).
7. Применение ЯМР-спектроскопии для изучения парамагнитных комплексов.
8. Использование координационных комплексов лантоноидов в современных излучающих устройствах.
9. Синтез и молекулярная динамика геликатных структур на основе комплексов Ga(III).

#### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Коттон, Ф. Современная неорганическая химия. Часть 1 [Текст]: Учебник / Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. – М.: Мир, 1969. – 224 с.
2. Коттон, Ф. Современная неорганическая химия. Часть 3 [Текст]: Учебник / Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. – М.: Мир, 1969. – 592 с.
3. Берсукер, И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений: введение в теорию [Текст]: Монография / И.Б. Берсукер. – Л.: Химия, 1986. – 286 с.

б) дополнительная литература:

1. Абакумов, Г.А. Введение в химию координационных соединений [Текст]: Учебное пособие / Г.А. Абакумов. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2007. – 168 с.
2. Кукушкин, Ю.Н. Химия координационных соединений [Текст]: Учебное пособие / Ю.Н. Кукушкин. – М.: Высшая школа, 1985. – 455 с.
3. Кендлин, Дж. Реакции координационных соединений переходных металлов [Текст]: Монография / Дж. Кендлин, К. Тейлор, Д. Томпсон. – М.: Мир, 1970. – 392 с.
4. Темкин, О.Н. Гомогенный металлокомплексный катализ [Текст]: Монография / О.Н. Темкин. – М.: Академкнига, 2008. – 918 с.
5. Хенрици-Оливэ, Г. Координация и катализ [Текст]: Монография / Г. Хенрици-Оливэ, С. Оливэ. – М.: Мир, 1980. – 421 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)  
<http://elibrary.ru>.

<http://link.springer.com>.

<http://www.sciencedirect.com>.

<http://pubs.acs.org>.

<http://pubs.rsc.org>.

1. Wilkinson, G. Comprehensive coordination chemistry. Vol. 1. Theory & Background [Текст]: Учебник / G. Wilkinson, R.D. Gillard, J.A. McCleverty. – Oxford: Pergamon Press, Oxford, 1987. – 613 p.

2. Leigh, G.J. Modern coordination chemistry [Текст]: Учебник / G.J. Leigh, N. Winterton. – Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2002. – 386 p.
3. Elschenbroich, Ch. Organometallics. A concise introduction [Текст]: Монография / Ch. Elschenbroich, A. Salzer. – Weinheim: Wiley-VCH Verlag, 1992. – 508 p.
4. Лен, Ж.-М. Супрамолекулярная химия: концепции и перспективы [Текст]: Монография / Ж.-М. Лен. – Новосибирск: Наука, 1998. – 334 с.
5. Варфоломеев, С.Д. Биокинетика [Текст]: Учебное пособие / С.Д. Варфоломеев, К.Г. Гуревич. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. – 720 с.
6. Хьюи, Дж. Неорганическая химия: строение вещества и реакционная способность [Текст]: Монография / Дж. Хьюи. – М.: Химия, 1987. – 696 с.
7. Маррел, Дж. Химическая связь [Текст]: Монография / Дж. Маррел, С. Кеттл, Дж. Теддер. – М.: Мир, 1980. – 382 с.
8. Гейтс, Б. Химия каталитических процессов [Текст]: Учебник / Б. Гейтс, Дж. Кетцир, Г. Шуйт. – М.: Мир, 1981. – 452 с.
9. Басоло, Ф. Механизм неорганических реакций. Изучение комплексов металлов в растворе [Текст]: Учебник / Ф. Басоло, Р. Пирсон. – М.: Мир, 1971. – 592 с.
10. Эйринг, Г. Квантовая химия [Текст]: Учебник / Г. Эйринг, Д. Уолтер, Д. Кимбалл. – М.: ГИЗ, 1948. – 528 с.

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Дисциплина обеспечена учебными аудиториями для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, промежуточной аттестации, а также помещениями для самостоятельной работы. Материально-техническое обеспечение включает: ноутбук, переносной экран, проектор, доска. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология».

Автор:

кандидат химических наук \_\_\_\_\_ Арсеньев М.В.

Рецензент:

доктор химических наук, профессор РАН,

зам. директора ИМХ им. Г.А. Разуваева РАН \_\_\_\_\_ Пискунов А.В.

Заведующий кафедрой физической химии

доктор химических наук, профессор \_\_\_\_\_ Маркин А.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии химического факультета от 7 мая 2023 года, протокол № 7.