

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 15.05.2026 12:28:37  
Уникальный программный ключ:  
ca953a01204891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»  
Факультет физико-математических и естественных наук**  
(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

#### **04.04.01 ХИМИЯ**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

#### **ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2026 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Физические методы исследования веществ и материалов» входит в программу магистратуры «Фундаментальная и прикладная химия» по направлению 04.04.01 «Химия» и изучается во 2 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра общей и неорганической химии. Дисциплина состоит из 5 разделов и 13 тем и направлена на изучение основ физико-химических методов исследования веществ.

Целью освоения дисциплины является ознакомление студентов-химиков с основами современных физико-химических методов исследования. Для достижения поставленной цели выделяются такие задачи курса, как получение фундаментальных знаний о теории и практике физико-химических методов анализа веществ, основных закономерностях, лежащих в основе методов, их связи с современными технологиями, особенностях экспериментальной реализации методов.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Физические методы исследования веществ и материалов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

| Шифр | Компетенция  | Индикаторы достижения компетенции<br>(в рамках данной дисциплины)  |
|------|--|--|
| ПК-1 | Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках | ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов; |

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Физические методы исследования веществ и материалов» относится к блоку по выбору блока образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Физические методы исследования веществ и материалов».

*Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины*

| Шифр | Наименование компетенции   | Предшествующие дисциплины/модули, практики*  | Последующие дисциплины/модули, практики*  |
|------|--|--|---|
| ПК-1 | Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, | Научно -исследовательская работа;<br>Экспериментальные методы исследования в химии;<br>Методы органической химии;<br>Основы биотехнологии; | Научно -исследовательская работа;<br>Преддипломная практика;<br>Химия природных соединений;<br>Основы дизайна |

| Шифр | Наименование компетенции                          | Предшествующие дисциплины/модули, практики*   | Последующие дисциплины/модули, практики*  |
|------|---|---|---|
|      | химической технологии или смежных с химией науках | Methods of Organic Chemistry;<br>Fundamentals of Biotechnology;<br>Спектральные методы в неорганической химии;<br>Химия координационных соединений;<br>Резонансные методы в химии;<br>Кинетика элементарных реакций;<br>Термодинамика неравновесных процессов;<br>Статистическая термодинамика;<br>Катализ; | лекарственных препаратов;<br>Химия гетероциклических соединений;<br>Fundamentals of design of drugs;<br>Chemistry of Heterocyclic Compounds;<br>Бионеорганическая химия;<br>Современные проблемы менеджмента в химии;<br>Химия окружающей среды;<br>Стереохимия;<br>Химия твердого тела;<br>Применение хроматографии в катализе;<br>Stereochemistry;<br>Chemistry of Natural Compounds;<br>Металлоорганическая химия; |

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физические методы исследования веществ и материалов» составляет «4» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

| Вид учебной работы                               | ВСЕГО, ак.ч.   |            | Семестр(-ы) |
|--|----------------|------------|-------------|
|  |                |            | 2           |
| <i>Контактная работа, ак.ч.</i>                  | 72             |            | 72          |
| Лекции (ЛК)                                      | 36             |            | 36          |
| Лабораторные работы (ЛР)                         | 36             |            | 36          |
| Практические/семинарские занятия (СЗ)            | 0              |            | 0           |
| <i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i> | 36             |            | 36          |
| <i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i> | 36             |            | 36          |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>             | <b>ак.ч.</b>   | <b>144</b> | <b>144</b>  |
|  | <b>зач.ед.</b> | <b>4</b>   | <b>4</b>    |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины                   | Наименование темы |  | Содержание темы  | Вид учебной работы* |
|---------------|---|-------------------|--|--|---------------------|
| Раздел 1      | Рентгеноабсорбционная спектроскопия EXAFS / XANES | 1.1               | Физические основы спектроскопии EXAFS.   | Методы измерения EXAFS, используемое оборудование: рентгеновские монохроматоры, детекторы. Основы теории спектроскопии EXAFS. Подходы и программы для обработки спектров EXAFS.  | ЛК, ЛР              |
|               |   | 1.2               | Основы теории спектроскопии XANES.   | Основы теории спектроскопии XANES. Исследование локальной атомной и электронной структуры методом XANES спектроскопии.   | ЛК                  |
|               |   | 1.3               | Спектроскопия XANES смешанно- и промежуточно-валентных соединений. Программы для ab initio расчета XANES спектров. | Определения формальной степени окисления элемента в исследуемом соединении. Разложение экспериментального спектра в линейную комбинацию спектров реперных соединений; метод главных компонент (Principal Component Analysis). Спектроскопия XANES смешанно- и промежуточно-валентных соединений. Программы для ab initio расчета XANES спектров.     | ЛК, ЛР              |
|               |   | 1.4               | Совместный анализ EXAFS и XANES.   | Зависимость теоретических спектров от структурных и электронных эффектов. Совместный анализ EXAFS и XANES.   | ЛК                  |
| Раздел 2      | Малоугловое рассеяние                             | 2.1               | Фундаментальные основы метода малоуглового рассеяния.  | Фундаментальные основы метода малоуглового рассеяния, связь структурных характеристик образца с кривой рассеяния, основные способы и приемы при проведении обратного преобразования. Основные характеристики и особенности экспериментальной реализации метода на лабораторных рентгеновских источниках и с использованием синхротронного излучения. | ЛК, ЛР              |
|               |   | 2.2               | Основные программы для обработки данных.   | Основные программы для обработки данных из пакета ATSAS: программа Фурье-преобразования с регуляризацией GNOM, программа определения характеристик многокомпонентных полидисперсных систем MASSHA и программа для восстановления трехмерной формы рассеивающих центров в монодисперсной системе DAMMIF.  | ЛК, ЛР              |
| Раздел 3      | Порошковая дифрактометрия                         | 3.1               | Теоретические основы рентгеновской дифракции.  | Теоретические основы рентгеновской дифракции. Электронная и нейтронная дифракция. Отличие порошкового и монокристалльного экспериментов, перекрывание пиков.   | ЛК                  |
|               |   | 3.2               | Индексирование дифрактограмм.  | Индексирование дифрактограмм. Метод гомологии и методы   | ЛК                  |

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины | Наименование темы |  | Содержание темы   | Вид учебной работы* |
|---------------|---------------------------------|-------------------|--|---|---------------------|
|               |                                 |                   |  | полнопрофильного структурного анализа (метод Ритвельда).  |                     |
|               |                                 | 3.3               | Основные методы количественного фазового анализа.              | Основные методы количественного фазового анализа: метод прямой калибровки, метод добавок, метод внутреннего стандарта. Метод корундовых чисел (внешнего стандарта). Текстуальный анализ и анализ микроструктуры. Базы данных ICDD.  | ЛК, ЛР              |
| Раздел 4      | Рентгеноструктурный анализ      | 4.1               | Основы рентгеноструктурного анализа.                           | Современные инструментальные методы рентгеноструктурного анализа. Выбор излучения и его монохроматизация. Регистрация рентгеновского излучения. Рентгеновские дифрактометры.  | ЛК                  |
|               |                                 | 4.2               | Общие этапы расшифровки и уточнения кристаллической структуры. | Общие этапы расшифровки и уточнения кристаллической структуры. Фазовая проблема и пути ее решения. Аномальное рассеяние. Программы определения геометрических характеристик кристаллических структур. Программы визуализации кристаллических структур. Субструктура и сверхструктура. Квазикристаллы. Основные данные о кристаллической структуре. Формат CIF, структурные базы данных. | ЛК, ЛР              |
| Раздел 5      | Белковая кристаллография        | 5.1               | Особенности белковой кристаллографии.                          | Особенности монокристалльной дифракции на белках: проблемы получения препарата; радиационное разрушение (причины появления, способы борьбы и использование в своих целях); установка и сбор данных.   | ЛК                  |
|               |                                 | 5.2               | Программы BEST и RADDPOSE.                                     | Программы BEST и RADDPOSE. Построение модели и ее уточнение. Программы BALBES и ARP/wARP. Уточнение с помощью COOT и REFMAC5.   | ЛК, ЛР              |

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Тип аудитории              | Оснащение аудитории  | Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости) |
|----------------------------|--|--|
| Лекционная                 | Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.                                      | Проектор Mitsubishi XD430U, Экран для проектора Lumien   |
| Лаборатория                | Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.                     | Проектор Mitsubishi XD430U, Экран для проектора Lumien   |
| Для самостоятельной работы | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС. |  |

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

*Основная литература:*

1. Синхротронное излучение в спектроскопии / В.В. Михайлин – М.: НИИЯФ МГУ, 2007. – 161 с.
2. EXAFS– спектроскопия / Д.И. Кочубей, Ю.А. Бабанов, К.И. Замараев и др. – Новосибирск, Наука, 1988. – 306 с.
3. М.А. Порай-Кошиц. Основы структурного анализа химических соединений, М.: Высшая школа, 1989. – 192 с.

*Дополнительная литература:*

1. Рентгенографический и электронно- оптический анализ / С.С. Горелик, Ю.А. Скаков, Л.Н. Расторгуев – М.: МИСИС, 2001. – 328 с.
2. Теоретико-групповые методы в дифракционных исследованиях структуры и свойства твердых тел / А.С. Илюшин, Е.Н. Овчинникова – М.: Изд-во Моск. ун- та, 1996.
3. Armel Le Bail. Курс лекций по рентгеноструктурному анализу, руководство по пользованию SDPD-D (база данных по определению структуры из данных по порошковой дифракции). <http://www.ccp14.ac.uk/ccp/web-mirrors/armel/tutorials.html>
4. Физические методы исследования в химии: Учебник для вузов / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков. – М.: Мир, 2009, 2012. – 683 с. - ISBN 978-5-03-003770-7 : 680.00.
5. Физические методы исследования неорганических веществ [Текст]: Учебное пособие для вузов / Баличева Тамара Георгиевна; Под ред. А.Б. Никольского. – М.: Академия, 2006. – 448 с. – (Высшее профессиональное образование. Естественные науки).

- ISBN 5-7695-2261-5 : 290.40.

6. Физические методы определения строения органических соединений [Текст]: Учебное пособие / Б.В. Иоффе, Р.Р. Костиков, В.В. Разин / Под ред. Б.В. Иоффе. – М.: Высшая школа, 1984. – 336 с.

7. Физические методы в химии [Текст]: В 2-х томах. Т.1 / Драго Рассел; Пер. с англ. А.А. Соловьянова / Под ред. О.А. Реутова. – М.: Мир, 1981. – 422 с.

8. Физические методы в химии [Текст]: В 2-х томах. Т.2 / Драго Рассел; Пер. с англ. А.А. Соловьянова / Под ред. О.А. Реутова. – М.: Мир, 1981. – 456 с.

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Физические методы исследования веществ и материалов».

2. Презентационные материалы по дисциплине «Физические методы исследования веществ и материалов».

3. Программы для обработки спектров EXAFS, XANES.

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

**РАЗРАБОТЧИК:**

Заведующий кафедрой

*Должность, БУП*

*Подпись*

Хрусталеv Виктор

Николаевич

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Заведующий кафедрой

*Должность БУП*

*Подпись*

Хрусталеv Виктор

Николаевич

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Заведующий кафедрой

*Должность, БУП*

*Подпись*

Воскресенский Леонид

Геннадьевич

*Фамилия И.О.*