

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор  
по УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.20**

Физические методы исследования в химии

Учебный план: 2025-2026 04.05.01 ИПХЭ Медицинская химия ОО №3-1-155.plx

Кафедра: **44** Теоретической и прикладной химии

Направление подготовки:  
(специальность) 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Профиль подготовки: специализация "Медицинская химия"  
(специализация)

Уровень образования: специалитет

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Лаб. занятия					
5	УП	32	32	43,75	0,25	3	Зачет
	РПД	32	32	43,75	0,25	3	
Итого	УП	32	32	43,75	0,25	3	
	РПД	32	32	43,75	0,25	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утверждённым приказом Минобрнауки России от 13.07.2017 г. № 652

Составитель (и):

доктор химических наук, Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Новоселов Николай  
Петрович

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии

\_\_\_\_\_

Новоселов Николай  
Петрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Новоселов Николай  
Петрович

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области физико-химических методов исследования для инструментальной оценки показателей качества и безопасности производимой продукции.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- сформировать понимание значимости физических методов исследования для решения современных научных и прикладных задач, показать тенденции развития методов;
- дать представление об инструментальной базе физических методов исследования;
- на примере классических физических методов познакомить с наиболее общими правилами проведения исследований, интерпретации и описания результатов.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Физика

Информационные технологии

Математика

Общая и неорганическая химия

Аналитическая химия

Органическая химия

Вычислительные методы в химии

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОПК-2: Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности

**Знать:** теоретические принципы, лежащие в основе хромато-масс-спектрометрии, ИК- спектрометрии, ЯМР и ПМР-спектрометрии; основные положения теории колебательной спектроскопии, виды колебательных спектров, происхождение колебательных спектров, аналитические возможности колебательной спектроскопии; основные параметры спектров ЯМР и причины, обуславливающие их вариации; технологию решения прямых и обратных спектральных задач применительно к ЯМР, основы интерпретации спектров ЯМР

**Уметь:** интерпретировать данные, полученные методами ИКС, ЯМР; выявлять характеристические полосы поглощения различных структурных и функциональных групп в органическом соединении; идентифицировать органические соединения по ИК-спектрам; решать прямые спектральные задачи; определять число и относительную интенсивность всех сигналов в спектрах ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ , устанавливать химические сдвиги для сигналов атома углерода и атома водорода

**Владеть:** навыками описания структуры органических молекул, используя данные ИК- спектроскопии, ЯМР и ПМР спектрометрии; навыками описания структуры органических молекул, используя данные ИК- спектроскопии, ЯМР и ПМР спектрометрии

### ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач

**Знать:** базовые теоретические принципы использования физических методов в химических исследованиях

**Уметь:** проводить анализ и статистическую обработку экспериментальных данных химических объектов, полученных с помощью физических методов

**Владеть:** навыками обработки экспериментальных данных химических объектов, полученных с помощью физических методов

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Введение	5					Л
Тема 1. Теоретические основы и классификация физических методов исследования. Критерии выбора метода исследования. Интеграция методов. Комбинированные и гибридные методы исследования.		1		6		
Тема 2. Метрологические характеристики методов анализа. Основные понятия метрологии. Классификация погрешностей. Правильность, воспроизводимость и точность анализа, среднее значение и стандартное отклонение. Нормальное распределение. t-Распределение. Погрешность суммы и произведения. Обнаружение промахов. Сравнение двух средних. Лабораторная работа: расчет погрешностей измерений		1	6	6	ГД	
Раздел 2. Элементный, вещественный и молекулярный анализ						
Тема 3. Элементный анализ Активационный анализ. Основы методы. Методы детектирования и измерения радиоактивного излучения. Радиохимическое разделение. Активация реакторными нейтронами. Масс-спектрометрия неорганических веществ. Источники ионов. Масс-спектрометры. Детекторы. Аналитические характеристики. Аналитическая масс-спектрометрия. Временная масс-спектрометрия резонансного рассеяния вперед. Методы радиоспектроскопии. Рентгенофлуоресцентная спектроскопия. Основы метода. Оборудование. Лабораторная работа: Рентгенофлуоресцентная спектроскопия.		6	8	2		Л,Ко

<p>Тема 4. Вещественный и молекулярный анализ</p> <p>Оптическая спектроскопия: отражательно-адсорбционная инфракрасная спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, мессбауэровская (гамма-резонансная) спектроскопия, адсорбционная и эмиссионная масс-спектрометрия, рэлеевское рассеяние мессбауэровского излучения, мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов.</p> <p>Инфракрасная и романовская спектроскопия. Основы методов колебательной спектроскопии. Техника эксперимента. Аналитическая информация. Применение для структурного анализа.</p> <p>Спектроскопия ядерно-магнитного резонанса. Физические основы спектроскопии ЯМР. Информация, получаемая из химических сдвигов.</p> <p>Информация, получаемая из констант спин-спинового взаимодействия.</p> <p>Специальные методы отнесения сигналов ядер <math>^1\text{H}</math> и <math>^{13}\text{C}</math>.</p> <p>Лабораторные работы: Оптическая спектроскопия</p>	10	8	10	ГД	
<p>Раздел 3. Спектроскопические методы исследования</p>					
<p>Тема 5. Локальный анализ и анализ поверхности</p> <p>Фотонно-зондовые методы. Эмиссионная спектроскопия.</p> <p>Электронно-зондовые методы. Основы теории электронно-зондовых методов.</p> <p>Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия.</p> <p>Аналитическая электронная микроскопия.</p> <p>Электронная спектроскопия: рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, ультрафиолетовая электронная спектроскопия. Электронная оже-спектроскопия.</p> <p>Ионно-зондовые методы. Методы, основанные на рассеянии ионов. Масс-спектрометрия вторичных ионов.</p> <p>Полевые зондовые методы. Полевой электронный микроскоп. Полевой ионный микроскоп.</p> <p>Методы сканирующей зондовой спектроскопии. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомная-силовая и магнитно-силовая микроскопия.</p> <p>Лабораторная работа: эмиссионная спектроскопия</p>	8	6	8		Л,Ко

Тема 6. Структурный анализ Рентгеновская дифракция. Дифракция медленных электронов. Дифракция быстрых электронов. Дифракция на кристаллах. Дифракция на порошках. Анализ кристаллической структуры. Рентгеновская спектроскопия. Рассеяние на аморфных и частично упорядоченных объектах. Малоугловое рентгеновское рассеяние. Рентгеновская спектроскопия поглощения: EXAFS, XANES, NEXAFS. Лабораторная работа: Рентгеновская дифракция	6	4	11,75	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	32	32	43,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	64,25		43,75		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-2	Формулирует современное представление о теоретических основах и практическом применении наиболее важных физических, химических и физико-химических методов анализа, оценивает возможности различных аналитических методов, их достоинства и недостатки, оценивает качество товаров физическими, химическими и физико-химическими методами анализа	Вопросы для устного собеседования Практико-ориентированные задания
ОПК-4	Раскрывает порядок применения физических, химических, и физико-химических методов и обоснованно подходит к выбору оптимального метода анализа тех или иных объектов в зависимости от поставленных задач Осуществляет анализ и проводит статистическую обработку результатов аналитических определений Обрабатывает результаты химического эксперимента с помощью современных вычислительных методов	Вопросы для устного собеседования Практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание основного и дополнительного учебного материала, правильно решает тестовое и практическое задание; усвоил основную и знаком с дополнительной рекомендованной литературой	
Не зачтено	Обучающийся показывает незнание основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе.	

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Общая характеристика физических методов исследования
2	Требования, предъявляемые к методам анализа (правильность, воспроизводимость, точность анализа, предел обнаружения, избирательность, специфичность).
3	Различие между методикой и методом анализа. Преимущество физико-химических методов анализа
4	Ошибки в количественном анализе (абсолютная ошибка, относительная ошибка, случайная ошибка, систематическая ошибка, промах).
5	Классификация физических методов анализа.
6	Оптические (спектральные) методы анализа и их классификация.
7	Основные характеристики и природа света как электромагнитного излучения
8	Области электромагнитного спектра. Монохроматическое и полихроматическое излучение.
9	Определение структуры соединения по его ИК-спектру.
10	Активационный анализ. Основы методы.
11	Масс-спектрометрия, основы метода
12	Рентгенофлуоресцентная спектроскопия
13	Инфракрасная и романовская спектроскопия
14	Спектроскопия ядерно-магнитного резонанса
15	Фотонно-зондовые методы
16	Эмиссионная спектроскопия
17	Электронно-зондовые методы
18	Ионно-зондовые методы
19	Методы сканирующей зондовой спектроскопии
20	Рентгеновская дифракция
21	Рентгеновская спектроскопия

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрены

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Рассчитать и изобразить схему рентгенограммы в масштабе 1:1, если ось вращения кристалла [uvw]. Рентгенограмма снимается в камере РКВ-86, диаметр камеры 86 мм, высота кассеты с пленкой  $2h=120$  мм, концы пленки сходятся у тубуса, центр рентгенограммы совпадает со следом первичного пучка, излучение К.

2. По представленным спектрам (ИК,  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$ ) определить к какому классу принадлежит данное вещество. Установить его структурную формулу. Подтвердить химические сдвиги протонов в веществе по данным  $^1\text{H-NMR}$  спектра расчетом химических сдвигов протонов по табличным значениям инкрементов заместителей.

Инфракрасный спектр (ИК,  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$ -спектры прилагаются).

3. Может ли ион с максимальной массой быть молекулярным и обусловить образование следующего ряда фрагментов: 130, 129, 126, 120, 113, 100.

Аргументируйте свой ответ. Определите строение соединения по представленному масс-спектру. Молекулярный вес соединения 156, интенсивность линии иона  $(M + 1)^+$  составляет 2,4 % от интенсивности линии молекулярного иона  $M^+$ .

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На подготовку ответа предоставляется 0,5 часа.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Луков, В. В., Щербаков, И. Н.	Физические методы исследования в химии	Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/78713.html">http://www.iprbookshop.ru/78713.html</a>
Луков, В. В., Щербаков, И. Н.	Физические методы исследования в химии	Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета	2016	<a href="https://www.iprbookshop.ru/78713.html">https://www.iprbookshop.ru/78713.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Ярышев, Н. Г., Медведев, Ю. Н., Токарев, М. И., Бурихина, А. В., Камкин, Н. Н.	Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе	Москва: Прометей	2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/58227.html">http://www.iprbookshop.ru/58227.html</a>
Хребтова, С. Б., Телешев, А. Т., Ярышев, Н. Г.	Физические методы исследования вещества. Задания для самостоятельной работы студентов. Часть 1. Спектроскопия ЯМР и ЭП	Москва: Московский педагогический государственный университет	2015	<a href="https://www.iprbookshop.ru/70160.html">https://www.iprbookshop.ru/70160.html</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL:<http://window.edu.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД: <http://publish.sutd.ru>
4. Единый портал интернет тестирования в сфере образования [Электронный ресурс]. URL:<http://www.i-exam.ru/>.
5. Материалы Информационно-образовательной среды заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL:[http://sutd.ru/studentam/extramural\\_student/](http://sutd.ru/studentam/extramural_student/).

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional  
Microsoft Windows

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории, оснащенной следующим оборудованием:

Вытяжные шкафы  
Настольное и напольное оборудование  
Шкаф с лабораторной посудой  
Мойки  
Сушильный шкаф  
Муфельная печь  
Аналитические весы  
рН-метр  
Иономер  
Кондуктометр  
Фотоэлектроколориметр  
Спектрофотометр  
ИК-спектрофотометр  
Рефрактометр  
Поляриметр

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска