

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.20

Физические методы исследования в химии

Учебный план: 2026-2027 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.	Трудоёмкость, 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	

Санкт-Петербург
2026

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 ^1H и ^{13}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 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	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	
Раздел 2. Элементный, вещественный и молекулярный анализ					Л,Ко
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 радиоспектрометрии. Рентгенофлуоресцентная спектроскопия. Основы метода. Оборудование. Лабораторная работа: Рентгенофлуоресцентная спектроскопия.	5	6	8	2	
Тема 4. Вещественный и молекулярный анализ 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. Инфракрасная и романовская спектроскопия. Основы методов колебательной спектроскопии. Техника эксперимента. Аналитическая информация. Применение для структурного анализа. Спектроскопия ядерно-магнитного резонанса. Физические основы спектроскопии ЯМР. Информация, получаемая из химических сдвигов. Информация, получаемая из констант спин-спинового взаимодействия. Специальные методы отнесения сигналов ядер ^1H и ^{13}C . Лабораторные работы: Оптическая спектроскопия		10	8	10	

Раздел 3. Спектроскопические методы исследования					
Тема 5. Локальный анализ и анализ поверхности Фотонно-зондовые методы. Эмиссионная спектроскопия. Электронно-зондовые методы. Основы теории электронно-зондовых методов. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия. Аналитическая электронная микроскопия. Электронная спектроскопия: рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, ультрафиолетовая электронная спектроскопия. Электронная оже- спектроскопия. Ионно-зондовые методы. Методы, основанные на рассеянии ионов. Масс- спектрометрия вторичных ионов. Полевые зондовые методы. Полевой электронный микроскоп. Полевой ионный микроскоп. Методы сканирующей зондовой спектроскопии. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомная-силовая и магнитно-силовая микроскопия. Лабораторная работа: эмиссионная спектроскопия		8	6	8	
		6	4	11,75	
		32	32	43,75	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		0,25			
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		64,25		43,75	
Всего контактная работа и СР по дисциплине					

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
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
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

6.2 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.	

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ 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

6.3.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрены

6.3.3 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 K.
2. По представленным спектрам (ИК, ¹H-ЯМР, ¹³C-ЯМР) определить к какому классу принадлежит данное вещество. Установить его структурную формулу. Подтвердить химические сдвиги протонов в веществе по данным ¹H- ЯМР спектра расчетом химических сдвигов протонов по табличным значениям инкрементов заместителей.
Инфракрасный спектр (ИК, ¹H-ЯМР, ¹³C-ЯМР-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⁺.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 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»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

+

Письменная

Компьютерное тестирование

Иная

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На подготовку ответа предоставляется 0,5 часа.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
Третьяков, С. А., Иванова, А. И., Семенова, Е. М., Сдобняков, Н. Ю.	Физические методы исследования поверхности	Тверь: Тверской государственный университет	2024	<a href="https://www.iprbooks
hop.ru/155006.html">https://www.iprbooks hop.ru/155006.html
Артюхов, В. Г., Ковалева, Т. А., Наквасина, М. А., Башарина, О. В., Путинцева, О. В., Шмелев, В. П., Артюхова, В. Г.	Биофизика	Москва: Академический проект	2020	<a href="http://www.iprbooksh
op.ru/110045.html">http://www.iprbooksh op.ru/110045.html
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Луков, В. В., Щербаков, И. Н.	Физические методы исследования в химии	Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета	2016	<a href="https://www.iprbooks
hop.ru/78713.html">https://www.iprbooks hop.ru/78713.html
Гурьев, А. И.	Биофизика. Вопросы и задачи	Саратов: Вузовское образование	2020	<a href="http://www.iprbooksh
op.ru/99120.html">http://www.iprbooksh op.ru/99120.html
Гурьев, А. И.	Биофизика. Экспериментальные работы	Саратов: Вузовское образование	2020	<a href="http://www.iprbooksh
op.ru/99122.html">http://www.iprbooksh op.ru/99122.html

7.2 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/.

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

7.4 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

pH-метр

Иономер

Кондуктометр

Фотоэлектроколориметр

Спектрофотометр

ИК-спектрофотометр

Рефрактометр

Поляриметр

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