

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1161756	Твердофазные материалы

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Химия	<b>Код ОП</b> 1. 04.03.01/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Химия	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 04.03.01

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Буянова Елена Станиславовна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды
2	Емельянова Юлия Валерьевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Твердофазные материалы

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Твердофазные материалы» включает в себя дисциплины «Прикладная химия твердого тела» и «Спектроскопические методы исследования материалов». Целью модуля является формирование у студентов представлений о взаимосвязи состава сложнооксидных фаз, методов их получения с функциональными характеристиками материалов, получение практических навыков получения и исследования состава и свойств кристаллических веществ и материалов. Студенты получают теоретическую и практическую подготовку по современным спектроскопическим методам, применяемым для определения состава различных материалов.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Прикладная химия твердого тела	3
2	Спектроскопические методы исследования материалов	6
ИТОГО по модулю:		9

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Аналитическая химия и физические методы исследования 2. Физическая химия
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Прикладная химия твердого тела	ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический	З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных свойств веществ и материалов

<p>эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p>З-4 - Демонстрировать понимание методов исследования процессов различной природы с участием химических веществ</p> <p>У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе</p>
<p>ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>З-1 - Перечислить экспериментальные методы и описать их техническое исполнение для решения конкретной научно-исследовательской задачи</p> <p>З-2 - Сформулировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования отдельных этапов НИР</p>
<p>ПК-3 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска научной химической информации</p> <p>У-1 - Проводить первичный поиск информации по заданной тематике с использованием данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке</p> <p>У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с базами данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке</p>

<p>ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>З-1 - Перечислить технические средства и методы испытаний для решения конкретной технологической задачи</p> <p>У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической задачи</p> <p>П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической задачи</p>
<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа</p> <p>З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе</p> <p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p> <p>П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке</p>
<p>ПК-6 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания</p>	<p>З-1 - Сформулировать принципы классификации и особенности баз данных технологической информации</p> <p>У-1 - Проводить поиск технологической информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с базами данных технологической информации</p>
<p>ПК-9 - Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий</p>	<p>З-1 - Сделать обзор планируемых в текущем году научных мероприятий по теме исследования</p> <p>У-1 - Готовить вспомогательную документацию, раздаточные материалы, осуществлять техническое сопровождение при проведении научных мероприятий</p>

		<p>П-1 - Иметь опыт подготовки вспомогательной документации, раздаточных материалов, технического сопровождения при проведении научных мероприятий</p>
Спектроскопические методы исследования материалов	<p>ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание методов получения неорганических, органических веществ и материалов, полимеров и полимерных пленок, композиционных и наноматериалов</p> <p>З-2 - Сформулировать правила техники безопасности при работе в химической лаборатории</p> <p>З-4 - Демонстрировать понимание методов исследования процессов различной природы с участием химических веществ</p> <p>У-1 - Проводить синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик</p> <p>У-2 - Работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p> <p>У-4 - Проводить исследования процессов различной природы с участием химических веществ с использованием серийного научного оборудования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт работы с химическими веществами различной природы с соблюдением норм техники безопасности</p> <p>П-4 - Иметь навыки исследования процессов различной природы с участием химических веществ на серийном научном оборудовании</p>
	<p>ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>З-1 - Перечислить экспериментальные методы и описать их техническое исполнение для решения конкретной научно-исследовательской задачи</p> <p>З-2 - Сформулировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР</p> <p>З-3 - Перечислить способы и методы подготовки объектов исследования для проведения экспериментов</p>

		<p>У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР</p> <p>У-3 - Готовить объекты исследования для проведения экспериментов</p> <p>П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования отдельных этапов НИР</p> <p>П-3 - Иметь навыки подготовки и работы с объектами исследований различной химической природы</p>
	<p>ПК-3 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p>	<p>З-1 - Описать существующие базы данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке</p> <p>У-1 - Проводить первичный поиск информации по заданной тематике с использованием данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке</p> <p>У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов в электронных библиотеках, поисковых системах</p>
	<p>ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных</p>	<p>З-2 - Перечислить способы и методы подготовки объектов различных химических и смежных производств и научно-технических разработок для технологических испытаний в своей профессиональной деятельности</p>

	<p>специалистом более высокой квалификации</p>	<p>У-2 - Готовить объекты различных химических и смежных производств и научно-технических разработок исследования для проведения испытаний</p> <p>П-2 - Иметь навыки подготовки и работы с технологическими объектами различных химических и смежных производств и научно-технических разработок</p>
	<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического оборудования для физико-химических, физических методов анализа</p> <p>У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа</p> <p>У-2 - Выполнять стандартные операции на аналитическом оборудовании</p> <p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p> <p>П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных аналитических операций и регистрации аналитических сигналов различной природы</p> <p>П-2 - Иметь опыт выполнения стандартных операций на аналитическом оборудовании</p> <p>П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке</p>
	<p>ПК-6 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и</p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска технологической информации</p> <p>У-2 - Анализировать технологическую информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек</p>

	технологические испытания	П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов технологической информации в электронных библиотеках, поисковых системах
	ПК-9 - Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий	<p>З-2 - Перечислить основные требования к техническому сопровождению научных мероприятий</p> <p>У-2 - Организовывать и проводить вспомогательные мероприятия при проведении научных конференций, симпозиумов, школ и пр.</p> <p>П-2 - Иметь опыт организации вспомогательных научных мероприятий со студентами младших курсов</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Прикладная химия твердого тела**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Буянова Елена Станиславовна	кандидат химических наук, доцент	доцент	кафедра аналитической химии и химии окружающей среды
2	Емельянова Юлия Валерьевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 2 от 30.01.2023 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Буянова Елена Станиславовна, доцент, кафедра аналитической химии и химии окружающей среды
- Емельянова Юлия Валерьевна, Доцент, аналитической химии и химии окружающей среды

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Тема 1. Предмет и задачи химии твердого тела	Предмет ХТТ. История развития. Общие отличия строения и свойств твердых веществ от газов и жидкостей. Классификация твердых веществ. Кристаллические твердые тела. Монокристаллическое, поликристаллическое и нанокристаллическое состояния твердых веществ. Однофазные и гетерофазные кристаллические тела. Аморфные твердые вещества. Стекла. Некристаллические наночастицы. Микро и мезопористые твердые тела. Жидкие кристаллы.
2	Тема 2. Методы синтеза неорганических веществ	Твердофазный синтез неорганических веществ. Особенности реакций в твердофазных материалах. Стадии протекания твердофазных реакций. Выбор условий синтеза в соответствии с диаграммами состояния. Применение различных физических (ультразвукового, микроволнового и др.) воздействий при синтезе твердофазных веществ. Механохимический синтез. Синтез под высоким давлением. Методы ударного сжатия и ударных волн. Методы синтеза с использованием жидких прекурсоров.
3	Тема 3. Реальные кристаллы	Дефекты в кристаллах: классификация, типы, примеры, мерность дефектов. Понятие точечных дефектов. Современная номенклатура и обозначения. Реакции дефектов

		(квазихимический подход). Термическое равновесие дефектов в кристалле. Метод Броуэра, диаграммы Броуэра. Влияние примесей на термическое равновесие. Протяженные дефекты. Структуры кристаллографического сдвига. Дефекты упаковки. Границы блоков и ан-тифазные домены (границы). Гетерогенные включения. Нейтральные и заряженные протяженные дефекты. Дислокации в кристаллах, основные виды. Причины возникновения дислокаций. Движение дислокаций. Влияние дислокаций на свойства кристаллов.
4	Тема 4. Диффузия в твердом теле	Общие понятия о потоках массы и заряда в твердом теле. Механизмы диффузии. Модель Вагнера-Шмальцрида. Понятие коэффициентов самодиффузии частиц, взаимодиффузии, диффузии атомных дефектов. Экспериментальные методы определения природы и направления диффузионного массопереноса. Понятие лимитирующей стадии твердофазной реакции. Геометрические модели реакции. Кинетические уравнения реакций в порошковых смесях в случаях различной лимитирующей стадии процесса. Экспериментальные методики изучения кинетики твердофазных процессов и определения лимитирующей стадии.
5	Тема 5. Аттестация порошкообразных твердофазных материалов и материалов на их основе.	Получение и свойства рентгеновского излучения. Дифракция рентгеновских лучей. Рентгеновские методы исследования порошковых материалов. Расшифровка рентгенограмм. Принципы расчета кристаллических параметров современными методами  Электронная микроскопия: принципы и возможности сканирующей электронной микроскопии, туннельной электронной микроскопии, электронной микроскопии высокого разрешения. Оптическая микроскопия.  Явление электропроводности в твердом теле. Типы проводимости. Числа переноса. Зависимость электропроводности от температуры. Методы исследования электропроводности на постоянном и переменном токе.  Методы лазерной дифракции, дилатометрии, термогравиметрии. Дифференциальный термический анализ. Определение элементного и химического состава.  Методы исследования основных характеристик спеченных материалов.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательск	Технология формирования	ПК-2 - Способен выбирать и	П-1 - Применять экспериментальн

	ая, научно-исследовательская	уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ые методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности
--	------------------------------	---	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Прикладная химия твердого тела

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Буянова, Е. С.; Импедансная спектроскопия электролитических материалов; ; 2008; [http://study.urfu.ru/view/Aid\\_view.aspx?AidId=11087](http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=11087) (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Вест, Антони Р., А. Р.; Химия твердого тела. Теория и приложения : В 2 ч. : Пер. с англ. Ч. 1. ; Мир, Москва; 1988 (10 экз.)
2. Третьяков, Ю. Д.; Твердофазные реакции; Химия, Москва; 1978 (7 экз.)
3. Кнотько, А. В., Пресняков, И. А., Третьяков, Ю. Д.; Химия твердого тела : учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности 020101 (011000) "Химия".; Академия, Москва; 2006 (33 экз.)
4. Иванов-Шиц, А. К., Мурин, И. В.; Ионика твердого тела : в 2 т. Т. 2. ; Издательство Санкт-Петербургского университета, Санкт-Петербург; 2010 (5 экз.)
5. Фистуль, В. И.; Физика и химия твердого тела : Учебник для вузов: В 2 т. Т. 1. ; Металлургия, Москва; 1995 (10 экз.)
6. Бокштейн, Б. С., Ярославцев, А. Б.; Диффузия атомов и ионов в твердых телах : [монография].; МИСИС, Москва; 2005 (101 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

eLibrary.ru - научная электронная библиотека

#### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Прикладная химия твердого тела

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не используются

		Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	OriginPro Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не используется

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Спектроскопические методы исследования**  
**материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Буянова Елена Станиславовна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 2 от 30.01.2023 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Буянова Елена Станиславовна, Доцент, аналитической химии и химии окружающей среды

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	ВВЕДЕНИЕ	Спектроскопические методы анализа, их значение и место в системе химико-аналитического контроля. Области применения, характерные особенности и возможности. Краткая характеристика основных спектроскопических методов анализа в зависимости от типа используемого излучения, типа взаимодействия излучения с веществом, объектов, взаимодействующих с излучением
2	ОСНОВЫ ТЕОРИИ АТОМНЫХ И МОЛЕКУЛЯРНЫХ СПЕКТРОВ	Понятие о спектрах. Типы спектров - испускания и поглощения, атомные и молекулярные, линейчатые, полосатые и сплошные. Количественные характеристики спектров - длина волны, частот, волновое число, интенсивность спектральных линий. Характеристики, используемые для качественного и количественного анализа. Шкала электромагнитного излучения. Изменения в веществе, вызванные взаимодействием с излучением различной энергии. Природа атомных спектров. Спектр атома водорода. Спектральные термы. Типы переходов, правила отбора. Тонкая структура спектральных линий, мультиплетность спектральных линий. Атомные спектры элементов с одним и несколькими валентными электронами. Рентгеновское излучение. Тормозное излучение. Характеристический спектр. Молекулярные спектры. Электронные спектры молекул.  Интенсивность спектральных линий для случая термически равновесной плазмы. Связь интенсивности с температурой

		<p>плазмы и степенью ионизации атомов. Уравнение Саха. Контур спектральной линии. Полуширина спектральной линии. Уширение спектральных линий, его причины. Естественная ширина спектральных линий. Допплеровское и лоренцевское уширение. Эффекты Зеемана и Штарка. Поглощение излучения плазмой. Реабсорбция, самообращение линий.</p>
3	АППАРАТУРА В СПЕКТРОСКОПИИ	<p>Принципиальная схема спектрометра. Источники излучения. Тепловые и люминесцентные излучатели: лампы накаливания, газоразрядные лампы, светоизлучающие диоды (СИД), лазеры. Источники линейчатого спектра в атомно-абсорбционной спектроскопии: лампы с полым катодом, безэлектродные лампы. Монохроматизация излучения. Характеристики спектральных приборов. Светофильтры. Монохроматоры. Основные схемы и оптические характеристики монохроматоров. Увеличение. Угловая и линейная дисперсия. Разрешающая способность. Критерий Рэлея. Инструментальное уширение спектральных линий. Диспергирующие элементы - призма и дифракционная решетка. Разрешающая способность диспергирующего элемента. Приемники излучения. Фотографические способы регистрации спектров. Характеристическая кривая фотоэмульсии. Измерение почернений. Фотоэлектрическая регистрация. Тепловые и фотоэлектронные приемники излучения. Фотоэлементы, фотодиоды, фоторезисторы, фотоэлектронный умножитель, массивы фотодиодов, твердотельные полупроводниковые детекторы (ТТД). Аппаратура в рентгеновской спектроскопии: источники излучения, кристаллы-анализаторы, детекторы излучения.</p>
4	МЕТОДЫ АТОМНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	<p>Классификация методов атомной спектроскопии - название, тип излучения, источник излучения, метод атомизации, превращения в веществе, применение. Характерные особенности и возможности методов атомного спектрального анализа. Теоретические основы атомной спектроскопии</p>
4.1	ЭМИССИОННЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ	<p>Определение и основные характеристики метода. Процессы возбуждения и ионизации в плазме. Зависимость интенсивности спектральных линий от концентрации атомов в плазме и пробе. Кривая роста. Уравнение Ломакина-Шайбе. Источники возбуждения для эмиссионного спектрального анализа. Дуга постоянного тока, дуга переменного тока. Вольтамперная характеристика дугового разряда. Конденсированная искра. Плазмотрон, лазеры как источники возбуждения. Индуктивно-связанная плазма как современный источник возбуждения. Пробоподготовка. Способы введения пробы в плазму. Аппаратура для эмиссионного спектрального анализа. Типы и схемы спектрометров в АЭС: на основе призмы, на основе дифракционной решетки.</p> <p>Качественный спектральный анализ. Аналитические и последние линии. Отбор и подготовка пробы к анализу. Расшифровка спектрограмм. Учет наложения спектральных линий. Количественный спектральный анализ. Выбор</p>

		аналитических линий, гомологические линии. Основное уравнение фотографических методов количественного спектрального анализа. Требования к эталонам. Способы построения градуировочных графиков: метод трех эталонов, метод постоянного графика, метод добавок. Полуколичественный спектральный анализ. Метод сравнения спектров.
4.2	АТОМНО - АБСОРБЦИОННЫЙ АНАЛИЗ	бщая характеристика и возможности метода ААА. Условия Уолша. Способы получения атомного пара. Системы распылитель-горелка. Процессы, происходящие в пламени. Непламенные способы атомизации. Аппаратура для атомно-абсорбционного анализа. Одно-, и двухлучевые системы спектрометров. Спектральные помехи. Структурная абсорбция. Методы коррекции фоновой абсорбции: метод сплошной среды, метод Зеемана, метод Смита—Хифтье.  Приемы атомно-абсорбционного анализа. Способы построения градуировочных графиков. Причины искривления градуировочных графиков. Источники ошибок физической и химической природы
4.3	РЕНТГЕНОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ	Рентгеновские спектрометры с волновой и энергетической дисперсией. Рентгенофлуоресцентный анализ, качественный и количественный. Матричные эффекты. Способы проведения количественного анализа. Пробоподготовка. Рентгеноэмиссионный анализ. Электронно-зондовый рентгеноспектральный микроанализ как разновидность РЭА. Рентгеноабсорбционный анализ.
4.4	ЭЛЕКТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ	Принцип измерения аналитического сигнала. Общая схема приборов для электронной спектроскопии. Анализ поверхности. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Качественный и количественный анализ. Химический сдвиг. Оже-электронная спектроскопия. Оже-процесс. Качественный и количественный анализ.
5	МОЛЕКУЛЯРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ	
5.1	МОЛЕКУЛЯРНАЯ АБСОРБЦИОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ В ВИДИМОЙ И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ ОБЛАСТИ	Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул. О специфике электронных спектров поглощения различных классов соединений. Спектры сопряженных систем и пространственные эффекты в электронных спектрах поглощения.  Характеристика спектрофотометрического метода. Основные законы поглощения: объединенный закон Бугера-Ламберта-Бера, закон аддитивности. Причины отклонений от законов поглощения.  Условия проведения фотометрических реакций. Типы фотометрических реакций. Влияние концентрации реагента на полноту протекания реакций. Расчет оптимальной

		<p>концентрации реагента. Влияние кислотности на фотометрическую систему. Расчет оптимальной кислотности проведения фотометрической реакции. Учет влияния проявления реагентом индикаторных свойств, протекания ступенчатого комплексообразования, присутствия посторонних лигандов и комплексообразователей на условия проведения фотометрической реакции. Выбор реагента для поддержания кислотности в фотометрической системе.</p> <p>Аппаратура для спектрофотометрического анализа. Однолучевые фотоэлектроколориметры (КФК-2, КФК-3, UNICO): назначение, технические данные, оптическая схема, принцип измерения. Двухлучевые фотоколориметры (ФЭК-60): назначение, технические данные, оптическая схема, принцип измерения. Спектрофотометры (Helios): назначение, технические данные, оптическая схема, принцип измерения.</p> <p>Классификация методов измерения Рейли-Кроуфорда-Барковского. Метод абсолютной спектрофотометрии. Методы дифференциальной и полной дифференциальной спектрофотометрии. Воспроизводимость в методах дифференциальной спектрофотометрии, выбор оптимального раствора сравнения. Особенности применения фотоэлектроколориметров для дифференциальных измерений.</p> <p>Метод двухволновой спектрофотометрии. Метод производной спектрофотометрии.</p> <p>Методы спектрофотометрического анализа растворов. Абсолютные и дифференциальные методы определения одного вещества: методы сравнения оптических плотностей, ограничивающих растворов, метод определения с использованием среднего молярного коэффициента поглощения, метод постоянного градуировочного графика (графический и аналитический варианты), метод добавок (абсолютный и дифференциальный варианты). Абсолютные и дифференциальные методы определения нескольких веществ в растворе: при частичном перекрытии спектров поглощения (метод Фирордта), при полном перекрытии спектров поглощения (дифференциальный метод анализа двухкомпонентных систем). Спектрофотометрическое титрование.</p>
5.2	ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ	<p>Явление люминесценции. Классификация видов люминесцентного излучения. Люминесценция дискретных центров и ее закономерности. Длительность и спектральный состав излучения. Квантовый и энергетический выход люминесценции дискретных центров. Закономерности люминесценции (закон Стокса - Ломмеля, правило Левшина, закон Вавилова). Связь квантового выхода со структурой молекул. Тушение люминесценции: концентрационное, температурное, примесями.</p> <p>Хемилюминесценция, механизм возникновения, применение хемилюминесцентного метода. Основы количественного флуоресцентного анализа. Зависимость яркости</p>

		флуоресценции от концентрации определяемого компонента. Факторы, определяющие яркость флуоресценции и их выбор при разработке методик анализа. Методы флуоресцентного анализа, особенности градуирования. Аппаратура люминесцентного анализа. Способы компоновки узлов прибора. Источники излучения, монохроматизирующие устройства. Приемники излучения. Современная аппаратура для люминесцентного анализа
--	--	--

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология образования в сотрудничестве	ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	У-4 - Проводить исследования процессов различной природы с участием химических веществ с использованием серийного научного оборудования

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Спектроскопические методы исследования материалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Емельянова, Ю. В., Буяновой, Е. С.; Спектроскопические методы анализа в аналитической химии : практикум.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/106788.html> (Электронное издание)
2. Золотов, Ю. А.; Проблемы аналитической химии : монография.; Наука, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468706> (Электронное издание)
3. Бёккер, Ю., Ю.; Спектроскопия : монография.; РИЦ Техносфера, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88994> (Электронное издание)
4. Луков, В. В.; Физические методы исследования в химии : учебное пособие.; Южный федеральный

университет, Ростов-на-Дону; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461932> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Буянова, Е. С.; Оптические методы анализа объектов окружающей среды и пищевых продуктов : [учеб. пособие для вузов].; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2008 (100 экз.)
2. , Буянова, Е. С., Емельянова, Ю. В., Осинцева, Е. В.; Оптические методы анализа объектов окружающей среды и пищевых продуктов : [рук. к лаб. практикуму.]; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2008 (98 экз.)
3. , Буянова, Е. С., Емельянова, Ю. В.; Оптические методы анализа объектов окружающей среды и пищевых продуктов : вопросы и решение задач.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2008 (100 экз.)
4. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : Учеб. для вузов: В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа; Высшая школа, Москва; 2002 (44 экз.)
5. Отто, М., Гармаш, А. В.; Современные методы аналитической химии : в 2 т. Т. 2. ; Техносфера, Москва; 2004 (15 экз.)
6. Беккер, Ю., Казанцева, Л. Н., Пупышев, А. А., Полякова, М. В.; Спектроскопия; Техносфера, Москва; 2009 (5 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

eLibrary

ООО Научная электронная библиотека

Elsevier

Scopus

SpringerLink

Web of Science

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Спектроскопические методы исследования материалов**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>OriginPro</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в</p>	Не требуется

		соответствии с количеством студентов	
--	--	--------------------------------------	--