

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра физической и  
неорганической химии  
(ФиНХ\_ХМФ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра физической и  
неорганической химии  
(ФиНХ\_ХМФ)

наименование кафедры

Л.Т. Денисова

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ  
СОВРЕМЕННЫЕ ФИЗИКО-  
ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
АНАЛИЗА**

Дисциплина Б1.В.02.03 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ  
Современные физико-химические методы анализа

Направление подготовки /  
специальность \_\_\_\_\_

Направленность  
(профиль) \_\_\_\_\_

Форма обучения очная

Год набора 2019

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

040000 «ХИМИЯ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

04.03.01 Химия профиль подготовки 04.03.01.32 Физическая химия

---

Программу  
составили

канд.хим.наук, Доцент, Дидух-Шадринa Светлана  
Леонидовна

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Получить знания о теоретических и методологических основах различных физико-химических методов исследования веществ и материалов, их связи с современными технологиями; получение практических навыков в проведении физико-химического анализа веществ и численных расчетов соответствующих физико-химических величин, определение закономерностей изменения физико-химических свойств.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

- формирование представлений о фундаментальных законах и их роли в физико-химических методах исследования состава и свойств материалов;
- освоение теоретических основ физико-химического анализа;
- умение определить область и границы применимости различных физико-химических методов исследования;
- формирование практических навыков по применению полученных знаний в профессиональной деятельности для принятия обоснованных, с точки зрения физико-химических процессов, решений.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>УК-8:Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций</b>	
Уровень 1	Знает факторы влияющие и провоцирующие небезопасные условия жизнедеятельности
Уровень 1	предотвращать факторы влекущие небезопасные условия жизнедеятельности и соблюдать условия безопасной жизнедеятельности
Уровень 1	навыками создания безопасной жизнедеятельности
<b>ПК-1:Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</b>	
Уровень 1	Основы теоретического курса, позволяющие выбрать правильную методику определения состава и строения вещества для поставленной задачи
Уровень 1	Выбирать и использовать технические средства и методы испытаний

	с применением методической литературы с целью реализации поставленной задачи определения состава и строения вещества
Уровень 1	первичными навыками работы на приборах для решения исследовательских задач
<b>ПК-4:Способен использовать современные экспериментальные методы для установления структуры и исследования физико-химических свойств полифункциональных материалов под руководством специалиста более высокой квалификации</b>	
Уровень 1	современные экспериментальные методы для установления структуры и изучения физико-химических свойств полифункциональных материалов
Уровень 1	выбирать экспериментальные методы для установления структуры и изучения физико-химических свойств полифункциональных материалов
Уровень 1	навыками работы на современных приборах, позволяющих устанавливать структуру и физико-химические свойства полифункциональных материалов

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для усвоения материала дисциплины студентам необходимо изучить следующий курс химии: «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия».

Знания и навыки, полученные студентами, понадобятся при выполнении научно-исследовательской работы и выпускной квалификационной работы.

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		7
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3 (108)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>2 (72)</b>
занятия лекционного типа	1 (36)	1 (36)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия		
практикумы		
лабораторные работы	1 (36)	1 (36)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Общие вопросы	2	0	4	4	
2	Физические методы химического анализа	12	0	12	16	
3	Спектроскопические методы анализа	22	0	20	16	
Всего		36	0	36	36	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Введение. Основные понятия. Состояние равновесия. Структура растворов. Основные типы реакций, протекающие в жидких системах. Основные методы физико-химического анализа. Классификация.	2	0	0
2	2	Волюмометрия. Плотность растворов, жидких металлов и расплавов. Методы измерения плотности.	2	0	0

3	2	Характеристика вязкости. Вискозиметрия. Кинематическая и динамическая вязкость. Метод капиллярного истечения. Закон Пуазейля. Метод падающего шарика. Ротационные метод. Вибрационный метод.	2	0	0
4	2	Показатель преломления. Рефрактометрия.	2	0	0
5	2	Рефрактометрия. Определение показателя преломления серии растворов. Соотнесение полученных данных с составом.	2	0	0
6	2	Кондуктометрия. Методы анализа основанные на определении электропроводности, подвижности, химического потенциала, рН	4	0	0
7	3	Спектрофотометрия. Связь между строением соединения и его спектром поглощения. Типы фотометрируемых систем. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Коэффициент молярного поглощения. Отклонения от закона БЛБ и их причины. Устройство современных спектрофотометров. Применение.	2	0	0
8	3	Методы колебательной спектроскопии. ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния	2	0	0

9	3	Люминесценция и люминесцентные методы.	2	0	0
10	3	Атомно-абсорбционная спектроскопия	2	1	0
11	3	Атомно-эмиссионная спектроскопия	2	1	0
12	3	Атоно-спектральные методы анализа. Сравнение методов	2	0	0
13	3	Рентгено-флуорисцентный метод анализа	2	1	0
14	3	Рентгеноспектральные методы анализа. Их сравнение	2	1	0
15	3	Новые методы анализа	4	1	0
16	3	Анализ веществ в "полях", на месте отбора проб	2	1	0
Всего			26	6	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Определение состава соли.	4	0	0
2	2	Волюмометрия. Плотность растворов, жидких металлов и расплавов. Методы измерения плотности.	2	0	0
3	2	Определение вязкости серии растворов с заданными концентрациями. Расчет кинематической и динамической вязкости растворов.	2	0	0

4	2	Рефрактометрия. Определение показателя преломления серии растворов. Соотнесение полученных данных с составом.	2	0	0
5	2	Измерение поверхностного натяжения методом давления в газовом пузырьке.	2	0	0
6	2	Калориметрия. Расчет энтальпии растворения.	2	0	0
7	2	Кондуктометрия. Определение удельной электропроводности (удельного электрического сопротивления) солевых растворов. Расчет молярной электропроводности. Определение рН растворов.	2	0	0
8	3	Определение константы ионизации спектрофотометрическим методом анализа	4	0	0
9	3	Получение берлинской лазури двумя методами и ее ИК-анализ	6	0	0
10	3	Изучение условий образования координационно насыщенного комплекса методом люминесценции	6	0	0
11	3	Атомно-эмиссионный анализ питьевой и природной воды на содержание тяжелых металлов.	4	0	0
Итого			26	0	0

#### **4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Дидух-Шадрина С. Л., Оробьёва А. С.	Современные физико-химические методы анализа: учебно-методическое пособие	Красноярск: СФУ, 2020

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Пентин Ю. А., Курамшина Г. М.	Основы молекулярной спектроскопии: учеб. пособие для студентов вузов	Москва: Мир, 2008
Л1.2	Большова Т.А., Брыкина Г.Д., Гармаш А.В., Долмянова И.Ф., Лорохова Е.Н., Золотов Ю.А.	Основы аналитической химии: Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения: в 2 -х кн.	Москва: Высшая школа, 2002
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Никольский А. Б., Баличева Т. Г., Безрукова Л. П., Зинчук Р. А.	Физические методы исследования неорганических веществ: учебное пособие по специальности 020101 "Химия" направления подготовки 020100 "Химия"	Москва, 2006
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Дидух-Шадрина С. Л., Оробьёва А. С.	Современные физико-химические методы анализа: учебно-методическое пособие	Красноярск: СФУ, 2020

## 7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Royal Society of Chemistry (журналы открытого доступа): <a href="http://www.rsc.org">http://www.rsc.org</a>	
Э2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»: <a href="http://ibooks.ru">http://ibooks.ru</a>	
Э3	Annual Reviews Science Collection: <a href="http://www.annualreviews.org">http://www.annualreviews.org</a>	
Э4	Elsevier: <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>	
Э5	Scopus: <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	

## 8 Методические указания для обучающихся по освоению

## дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студентов предусматривает:

- 1) Проработку лекционного материала.
- 2) Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины.
- 3) Написание рефератов.
- 4) Подготовка к письменной работе

На самостоятельное изучение дополнительного теоретического материала выносятся следующие темы:

Раздел 1. Введение. Физико-химические свойства веществ.

Методы исследования веществ - физические, химические и физико-химические. Классификация методов исследования. Общая характеристика методов.

Химическое равновесие. Равновесие в гомогенных и гетерогенных системах. Факторы, влияющие на состояние равновесия.

Растворимость. Насыщенные и пересыщенные растворы. Взаимная растворимость жидкостей, высаливание. Растворы электролитов, общие свойства.

Раздел 2. Физико-химические методы анализа.

Метод проникающего излучения измерения плотности. Ротационные методы измерения коэффициента диффузии. Метод вращающегося диска.

Электрохимические методы определения коэффициента диффузии в жидкостях. Хронопотенциометрия.

Бесконтактные методы измерения сопротивления. Емкостные и индуктивные ячейки. Метод вращающегося магнитного поля.

Методы измерения электропроводности. Компенсационный метод. Мост Уитстона.

Адсорбция и абсорбция. Изотермы сорбции. Виды изотерм. Измерение поверхностного натяжения. Измерение краевых углов смачивания. Межфазная энергия.

Рефрактометрия. Диэлькометрия и магнетохимия. Электрические и оптические свойства молекул. Электронная, атомная и ориентационная поляризация. Поляризация деформации. Дисперсия света. Применение молекулярной рефракции и дисперсии для установления строения молекул. Рефрактометрические константы как критерий чистоты вещества и средство идентификации. Методы определения показателя преломления. Приборы для измерения показателей преломления. Методы определения дипольного момента на основе измерения диэлектрической проницаемости, диэлькометрия. Магнитные свойства вещества.

Раздел 3. Спектроскопические методы исследования.

Электромагнитное излучение, природа электромагнитного излучения. Взаимодействие излучения с веществом. Основные законы

светопоглощения и испускания. Светорассеяние. Физические и химические свойства молекул и веществ. Происхождение молекулярных спектров.

Методы колебательной спектроскопии. ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния (рамановская). Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии и их классификация. Специфичность колебательных спектров. Колебания двухатомных молекул. Гармонические колебания. Потенциальная энергия колебания. Интенсивности полос в ИК и КР спектрах. Правила отбора. Техника и методики ИК-спектроскопии и спектроскопии КР. Аппаратура для ИК спектроскопии, приготовление образцов. Аппаратура для спектроскопии КР. Сравнение методов ИК и КР, их преимущества и недостатки. Туннельная колебательная спектроскопия. Оптическое детектирование одиночных молекул. Применение колебательной спектроскопии для химических исследований.

Методы электронной спектроскопии. УФ-спектроскопия. Эмиссионная спектроскопия.

Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализе. Специфика электронных спектров поглощения различных классов соединений. Техника и методики эмиссионной и абсорбционной спектроскопии в видимой и УФ областях, аппаратура, чувствительность методов.

Оже-электронная спектроскопия. Основы метода. Особенности аппаратного оформления. Применение и распространенность метода.

Люминесценция и люминесцентные методы. Виды люминесценции. Спектры поглощения и люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Основные закономерности молекулярной фотолюминесценции. Тушение люминесценции (температурное, концентрационно, посторонними веществами). Квантовый выход. Флуориметрический метод анализа. Аппаратурное оформление процесса. Спектрофлуориметры и спектрофосфориметры, отличие аппаратного оформления.

Дифракционные методы. Газовая электронография. Рентгеноструктурный анализ.

Методы разделения. Хроматография. Капиллярный электрофорез. Классификация хроматографических методов. Способы получения хроматограмм. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория хроматографии. Оценка размывания хроматографической полосы. Селективность и разрешение. Аппаратура и обработка хроматограмм.

Масс-спектрометрия. Физические и химические основы метода.

Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Особенности аппаратного оформления. Метрологические характеристики метода. Селективность определения. Применение метода.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	• Лазарев Н.В., Левина Э.Н. (ред.). / Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков. В 3-х томах. Т.1-3. Изд.7, Перераб. и доп.
9.1.2	• Дриц М.Е., Будберг П.Б. / Свойства элементов (Справочник). Москва: Металлургия.
9.1.3	• Открытая энциклопедия по науке о Земле (GeoWiki) <a href="http://wiki.web.ru">http://wiki.web.ru</a>

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	1) Степин Б. Д Техника лабораторного эксперимента в химии: Учеб. пособие для вузов. / Б. Д. Степин - М.: Химия, 1999. - 600 с.
9.2.2	2) Рабинович В.А. Краткий химический справочник / В.А. Рабинович, З.Я. Хавин – Л.: Химия, 1991. – 432 с.
9.2.3	3) Лазарев Н.В., Левина Э.Н. (ред.). / Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков. В 3-х томах. Т.1-3. Изд.7, Перераб. и доп.
9.2.4	4) Дриц М.Е., Будберг П.Б. / Свойства элементов (Справочник). Москва: Металлургия.
9.2.5	5) Открытая энциклопедия по науке о Земле (GeoWiki) <a href="http://wiki.web.ru">http://wiki.web.ru</a>

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Выполнение лабораторных работ проводится на приборной базе ЦКП СФУ:

- Ионмер Seveneasy фирмы (Mettler-Toledo, Испания)
- Спектрофотометр Cary 100 (Varian, США)
- Спектрофлуориметр Eclipse (Varian, США)
- Атомно-эмиссионный спектрометр Optima 5300DV (Perkin-Elmer, США)
- Капиллярный электрофорез «Капель» (Люмекс, Россия).
- Спектрофотометр «Пульсар» (Химавтоматика, Россия)