

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является обучение студентов теоретическим и практическим основам оптических методов количественного анализа и идентификации веществ.

Задача дисциплины состоит в том, что на основании полученных теоретических знаний и практического овладения оптическими методами анализа, а также методами расчета результатов эксперимента, студенты могли правильно выбирать методы исследования веществ в соответствии с поставленной перед ними проблемой, разработать схему анализа, практически провести его и интерпретировать полученные результаты.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- понимать роль оптических методов анализа и областей их использования в химическом анализе;
- владеть метрологическими основами анализа;
- знать существо реакций и процессов, используемых в оптических методах;
- иметь представление об особенностях объектов анализа;
- владеть методологией выбора метода анализа, иметь навыки их применения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Оптические методы анализа» относится к вариативной части профессионального (специального) цикла дисциплин по направлению подготовки 04.03.01 Химия (квалификация «бакалавр»), информационно и логически связана со следующими дисциплинами:

- аналитическая химия (методы анализа, пробоотбор и пробоподготовка, концентрирование и разделению);
- органическая химия (свойства органических веществ);
- физическая химия (сорбционные процессы);
- физика (оптика, атомная спектроскопия, электричество);
- математика (методы математической статистики).

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин: «Химический анализ объектов окружающей среды», «Химия специальных веществ», «Химия окружающей среды» (вариативная часть).

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения:

**Знать:** нормы техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6).

**Владеть:** способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1);

навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);

базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);

системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);

навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6);

методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физико-химических свойств (ПК-7).

Разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции							Общее количество компетенций
		ПК-2	ПК-4	ПК-6	ПК-7	ПК-1	ОПК-1	ОПК-3	
1. Основные понятия и определения	20		+						1
2. Теоретические основы оптических методов анализа	44		+				+	+	3
3. Методы молекулярной оптической спектроскопии	30	+	+	+	+	+			5
4. Методы атомной оптической спектроскопии	30	+	+	+	+	+			5
5. Атомно-абсорбционная спектроскопия	10						+		2
6. Атомно-эмиссионная спектроскопия	10	+	+	+	+	+	+		6
Итого	144	3	5	3	3	3	3	2	22
Вес компетенции		0,4	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	

### Разделы дисциплины

#### Основы Оптических методов анализа

Спектр электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов по энергии. Классификация спектроскопических методов на основе спектра электромагнитного излучения: атомная, молекулярная, абсорбционная, эмиссионная спектроскопия.

Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы. Правила отбора. Законы испускания и поглощения. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина.

Спектры молекул: их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Представление о полной энергии молекул как суммы электронной, колебательной и вращательной. Основные законы поглощения электромагнитного излучения (Бугера) и закон излучения (Ломакина-Шейбе). Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого соединения.

Тушение люминесценции. Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода. Сравнение возможностей молекулярной абсорбционной и люминесцентной спектроскопии при определении неорганических соединений. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органических соединений.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении теоретического курса используются методы ИТ - применение компьютеров для доступа к интернет-ресурсам, использование обучающих программ для расширения информационного поля, обеспечения удобства преобразования и структурирования информации для трансформации её в знание.

Преподнесение теоретического материала осуществляется с помощью электронных средств обучения при непосредственном прочтении данного материала лектором.

Для оценки освоения теоретического материала студентами используются традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы, контрольные работы).

При освоении лабораторного практикума студентам предлагается индивидуальная работа и работа в малых группах, где каждый получает своё задание.

Лабораторные работы выполняются студентами по индивидуальным графикам согласно методическим указаниям к лабораторным работам, составленным по единому плану: перечень вопросов для подготовки к лабораторным работам, сущность методики, методика проведения определения, список литературы.

Теоретические вопросы, касающиеся той или иной лабораторной работы готовятся студентами дома. Дополнительно для домашнего выполнения дается несколько задач для решения из учебника.

В лаборатории перед каждой работой преподавателем проводится допуск к лабораторной работе в виде устного опроса студентов и проверкой домашнего задания (20-30 мин).

Студенты, получившие допуск, выполняют лабораторную работу согласно методике. Все работы заканчиваются анализом раствора с неизвестной концентрацией, выданных лаборантом. Выполняется не менее 3-х параллельных определений. Результаты обрабатываются методом математической статистики. Оформляется отчет по работе. Результаты анализа и допуска к работе оцениваются преподавателем по пятибалльной системе.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### *Рейтинг-контроль №1*

1. Какими величинами характеризуются полосы поглощения в молекулярных абсорбционных спектрах? Какая разница между истинным и средним молярным коэффициентом поглощения?

2. Будет ли наблюдаться для каждого из приведенных ниже растворов отклонение от закона Бугера-Ламберта-Бера и какое:

отрицательное, положительное? раствор слабой кислоты, поглощает недиссоциированная форма; раствор аквакомплекса  $M(H_2O)_n$ , находящегося в равновесии с комплексом  $ML_n$ , поглощает аквакомплекс.

3. При каких длинах волн следует измерять оптическую плотность растворов при фотометрическом анализе смеси веществ, если их спектры поглощения накладываются друг на друга?

4. Какой вариант спектрофотометрии следует выбрать, если главным требованием является а) быстрота выполнения, б) высокая точность при достаточно высоком содержании элемента, в) учет влияния фона?

5. Что используют в качестве раствора сравнения при дифференциальном способе измерения оптической плотности, если основной закон светопоглощения а) выполняется, б) не выполняется?

6. На одном рисунке в координатах  $A-\lambda$  изобразите произвольный спектр поглощения фотометрируемого раствора (имеет одну полосу поглощения) и спектр поглощения светофильтра, необходимого для анализа этого раствора.

7. Какие законы лежат в основе спектрофотометрического определения констант химических равновесий?

8. Для определения никеля в виде диметилглиоксимата навеску стали, содержащей 0,5 % Ni, растворили и разбавили до 100,0 мл. К аликвоте 5,00 мл добавили необходимые реагенты и разбавили до 50,0 мл. Оптическая плотность определяется при 470 нм в кювете с  $l = 2,0$  см. Вычислите навеску стали, если оптимальное значение  $A = 0,435$ , а  $\epsilon = 1,3 \cdot 10^4$  л.моль<sup>-1</sup> см<sup>-1</sup>.

1. Оптическая плотность раствора кофеина ( $M = 212,1$ ), содержащего 1,000 мг протонированной формы кофеина в 100,0 мл, равна 0,510 при длине волны 272 нм ( $l = 1,0$  см). Навеску растворимого кофе 2,500 г растворили в 500,0 мл воды. Аликвоту 25,00 мл осветлили стандартными приемами и добавив 0,1 М  $H_2SO_4$ , разбавили до 500,0 мл. Оптическая плотность этого раствора в тех же условиях равна 0,415. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения кофеина и его содержание (г/кг) в кофе.

2. Молярный коэффициент поглощения комплекса Be с ацетилацетоном при 295 нм равен  $3,16 \cdot 10^4$  л.моль<sup>-1</sup> см<sup>-1</sup>. Какое минимальное содержание Be (% масс.) можно определить из навески 1,0000 г, растворенной в 100,0 мл, при измерении оптической плотности на спектрофотометре при  $l = 10,0$  см. Минимальное значение оптической плотности, которое можно измерить с необходимой точностью, считать равным 0,010.  $M.M.(Be) = 9,01$ .

3. Оптическая плотность 0,15 М пикрата натрия в 1М NaOH, обусловленная поглощением пикрат-иона (пикриновая кислота не поглощает) равна 0,419. В тех же условиях оптическая плотность 0,30 М раствора пикриновой кислоты равна 0,531. Рассчитайте константу кислотности пикриновой кислоты.

### Рейтинг-контроль №2

1. Почему при комнатной температуре люминесцируют не все вещества?
2. Является ли люминесценция равновесным процессом?
3. Чем объясняется более высокая селективность люминесцентных методов анализа по сравнению с фотометрическими? Почему флуоресцентные методы анализа чувствительнее фотометрических?
4. Почему при флуоресцентных определениях предъявляют повышенные требования к чистоте реактивов и посуды?

7. Как изменяется интенсивность флуоресценции при понижении температуры?
8. Почему лампу накаливания редко используют в качестве источника излучения в флуоресцентном анализе?
9. Почему нельзя долго освещать флуоресцирующие растворы при проведении флуоресцентных определений?
10. В каких случаях соблюдается правило зеркальной симметрии спектров поглощения и флуоресценции?
11. Какие характеристики люминесценции зависят от длины волны возбуждающего света и почему?
12. Что больше: квантовый или энергетический выход флуоресценции? Почему?
15. Рассчитайте минимальное содержание циркония (%), которое можно определить люминесцентным методом в виде комплекса с морином пользуясь следующими данными  
 - навеску массой 0,1000 г перевели в мерную колбу емкостью 250,0 мл;  
 - максимальной величине регистрируемого фототока, равной 250 мкА, отвечает концентрация циркония 0,1 мкг/мл;  
 - минимальная величина фототока, регистрируемая микроамперметром, равна 1 мкА.

### Вопросы к СРС

1. Поясните следующие термины: стационарное состояние, энергетические уровни, основное (нормальное) состояние, возбужденное состояние, поглощение, испускание, фотон, длина волны, частота, волновое число, спектральная линия, интенсивность спектральной линии, заселенность энергетических уровней, спектр поглощения, спектр испускания.
2. Объясните происхождение спектров испускания (эмиссионные) и поглощения (абсорбционные) атомов, молекул, ионов, ядер с позиций квантовой теории.
3. Какими величинами характеризуются линии или полосы, наблюдаемые в спектрах испускания или поглощения?
4. Какие типы переходов в молекуле вызываются поглощением а) ультрафиолетового, б) видимого, в) инфракрасного излучения?
5. Какой области спектра соответствует излучение с длиной волны а) 703 нм, б) 11,5 см, в) 3,68 мкм, г)  $9,25 \text{ \AA}$ ? Каким энергетическим переходам оно отвечает? Какие методы анализа основаны на этих переходах?
6. Какие энергетические уровни и переходы изучают в а) атомной спектроскопии, б) молекулярной спектроскопии, в) ядерной спектроскопии?
7. Для каких систем характерно появление а) линейчатых спектров, а) полосатых спектров?
8. Какой интервал длин волн отвечает оптическому спектральному диапазону?
9. Какие из указанных частиц имеют в спектре линии, а какие полосы:  $\text{K}^+$ , Na, CO, Ag,  $\text{N}_2$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{CH}_3$ ?
10. Рассчитайте частоту (Гц) и волновое число  $\nu$  ( $\text{см}^{-1}$ ), соответствующие каждой из перечисленных ниже длин волн электромагнитного излучения: 1) 400 нм, 2)  $17 \text{ \AA}$ , 3) 0,030 см, 4)  $1,3 \cdot 10^{-7}$ , 5) 6,1 мкм.
11. Рассчитайте длину волны (нм) и волновое число ( $\text{см}^{-1}$ ) для каждой из перечисленных ниже частот электромагнитного излучения (Гц): 1)  $1,97 \cdot 10^9$ , 2)  $4,75 \cdot 10^{13}$ , 3)  $6,23 \cdot 10^{15}$ , 4)  $9,56 \cdot 10^{19}$ .

34. Рассчитайте коэффициент атомного поглощения цинка, если при его концентрации в растворе  $1 \cdot 10^{-4}$  г/мл значение оптической плотности 0,512 (длина щели горелки 10 см).

### Вопросы к зачету с оценкой

1. Какими величинами характеризуются полосы поглощения в молекулярных абсорбционных спектрах? Какая разница между истинным и средним молярным коэффициентом поглощения?
2. Будет ли наблюдаться для каждого из приведенных ниже растворов отклонение от закона Бугера-Ламберта-Бера и какое: отрицательное, положительное? раствор слабой кислоты, поглощает недиссоциированная форма; раствор аквакомплекса  $M(H_2O)_n$ , находящегося в равновесии с комплексом  $ML$ , поглощает аквакомплекс.
3. При каких длинах волн следует измерять оптическую плотность растворов при фотометрическом анализе смеси веществ, если их спектры поглощения накладываются друг на друга?
4. Какой вариант спектрофотометрии следует выбрать, если главным требованием является а) быстрота выполнения, б) высокая точность при достаточно высоком содержании элемента, в) учет влияния фона?
5. Что используют в качестве раствора сравнения при дифференциальном способе измерения оптической плотности, если основной закон светопоглощения а) выполняется, б) не выполняется?
6. На одном рисунке в координатах  $A-\lambda$  изобразите произвольный спектр поглощения фотометрируемого раствора (имеет одну полосу поглощения) и спектр поглощения светофильтра, необходимого для анализа этого раствора.
7. Какие законы лежат в основе спектрофотометрического определения констант химических равновесий?
8. Для определения никеля в виде диметилглиоксимата навеску стали, содержащей 0,5 % Ni, растворили и разбавили до 100,0 мл. К аликвоте 5,00 мл добавили необходимые реагенты и разбавили до 50,0 мл. Оптическая плотность определяется при 470 нм в кювете с  $l = 2,0$  см. Вычислите навеску стали, если оптимальное значение  $A = 0,435$ , а  $\epsilon = 1,3 \cdot 10^4$  л.моль $^{-1}$  см $^{-1}$ .
9. Оптическая плотность раствора кофеина ( $M = 212,1$ ), содержащего 1,000 мг протонированной формы кофеина в 100,0 мл, равна 0,510 при длине волны 272 нм ( $l = 1,0$  см). Навеску растворимого кофе 2,500 г растворили в 500,0 мл воды. Аликвоту 25,00 мл осветлили стандартными приемами и добавив 0,1 М  $H_2SO_4$ , разбавили до 500,0 мл. Оптическая плотность этого раствора в тех же условиях равна 0,415. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения кофеина и его содержание (г/кг) в кофе.
10. Молярный коэффициент поглощения комплекса Ве с ацетилацетоном при 295 нм равен  $3,16 \cdot 10^4$  л.моль $^{-1}$  см $^{-1}$ . Какое минимальное содержание Ве (% масс.) можно определить из навески 1,0000 г, растворенной в 100,0 мл, при измерении оптической плотности на спектрофотометре при  $l = 10,0$  см. Минимальное значение оптической плотности, которое можно измерить с необходимой точностью, считать равным 0,010.  $M.M.(Be) = 9,01$ .
11. Оптическая плотность 0,15 М пикрата натрия в 1М NaOH, обусловленная поглощением пикрат-иона (пикриновая кислота не поглощает) равна 0,419. В тех же условиях оптическая плотность 0,30 М раствора пикриновой кислоты равна 0,531. Рассчитайте константу кислотности пикриновой кислоты.

### Перечень лабораторных работ

1. Спектрофотометрическое определение алюминия с хромазуолом S.
2. Фотометрическое определение железа с сульфосалициловой кислотой.
3. Определение меди в виде аммиаката дифференциальной фотометрией.
4. Фотометрическое определение никеля.
5. Фототурбидиметрическое определение сульфатов.
6. Определение структуры вещества по его ИК-спектру.
7. Выбор метода анализа реального объекта.
8. Пробоотбор и пробоподготовка реального объекта к анализу.
9. Определение вещества "X" в реальном объекте. Математическая обработка результатов анализа.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Название и выходные данные (автор, вид издания, издательство, издания, количество страниц)	Год издания	Количество экземпляров в библиотеке университета	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ	Количество студентов, использующих указанную литературу	Обеспеченность студентов литературой, %
<b>Основная литература</b>						
1	Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа: практикум учебное пособие / Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012.	2012	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421994.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421994.html</a>	20	100
2	Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа Учеб. пособие / И.В. Тикунова, Н.В. Дробницкая, А.И. Артеменко и др. - М.: Абрис, 2012.	2012	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200759.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200759.html</a>	20	100

				<a href="http://www.window.edu.ru">www.window.edu.ru</a>		
--	--	--	--	--	--	--

## 8. МАТЕРИАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. Теоретический курс.

лекции: презентации (диск)

### 2. Практикум

1. Весы аналитические, технические.
2. Спектрофотометр СФ-46.
3. Фотоколориметры КФК-2, КФК-2МП.
4. Атомно-абсорбционный спектрометр «Квант Z-ЭТА» с программным обеспечением и набором ламп.
5. ИК-спектрометр.
6. Анализатор ртути.



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2015/2016 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.15 года

Заведующий кафедрой

Куртис

---

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1/1 от 5.09.16 года

Заведующий кафедрой

Куртис

---

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.17 года

Заведующий кафедрой

Куртис

---

Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.18 года

Заведующий кафедрой

Куртис

---

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

А.А.Панфилов

« 16 » 04 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Направление подготовки **04.03.01 Химия**  
Профиль направления  
Уровень высшего образования **Бакалавриат**  
Форма обучения **Очная**

Семестр	Трудоемкость зач. ед., час	Лекции, час	Лабораторн. работы, час	СРС, час.	Форма промежуточно го контроля (экз./зачет)
3	4, 144	36	54	54	Зачет с оценкой
<b>Итого</b>	<b>4, 144</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>Зачет с оценкой</b>

Владимир 20\_\_ г.

*mei*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является обучение студентов теоретическим и практическим основам оптических методов количественного анализа и идентификации веществ.

Задача дисциплины состоит в том, что на основании полученных теоретических знаний и практического овладения оптическими методами анализа, а также методами расчета результатов эксперимента, студенты могли правильно выбирать методы исследования веществ в соответствии с поставленной перед ними проблемой, разработать схему анализа, практически провести его и интерпретировать полученные результаты.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- понимать роль оптических методов анализа и областей их использования в химическом анализе;
- владеть метрологическими основами анализа;
- знать существо реакций и процессов, используемых в оптических методах,
- иметь представление об особенностях объектов анализа;
- владеть методологией выбора метода анализа, иметь навыки их применения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Оптические методы анализа» относится к вариативной части учебного плана дисциплин по направлению подготовки 04.03.01 Химия (квалификация «бакалавр»), информационно и логически связана со следующими дисциплинами:

- аналитическая химия (методы анализа, пробоотбор и пробоподготовка, концентрирование и разделению);
- органическая химия (свойства органических веществ);
- физическая химия (сорбционные процессы);
- физика (оптика, атомная спектроскопия, электричество);
- математика (методы математической статистики).

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин: «Химический анализ объектов окружающей среды», «Химия специальных веществ», «Химия окружающей среды» (вариативная часть).

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения:

**Знать:** нормы техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6).

**Владеть:** способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1);

навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);

базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);

системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);

навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6);

методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физико-химических свойств (ПК-7).

**Уметь:** использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);  
 применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4);  
 использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-2).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№	Разделы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Консультации	Семинары	Практические	Лабораторные	Контрольные	СРС			КП/КР
1.	Основные понятия и определения	3	1,2	4	-						12	2/50	
2.	Теоретические основы оптических методов анализа	3	3-5	6							15	3/50	Рейтинг-контроль №1
3.	Методы молекулярной оптической спектроскопии	3	6-10	10				20		8		5/17	
4.	Методы атомной оптической спектроскопии	3	11-14	8				20		10		4/14	Рейтинг-контроль №2
5.	Атомно-абсорбционная спектроскопия	3	15	2						5			
6.	ИК-спектроскопия	3	16-17	6				14		4		2/10	Рейтинг-контроль №3
Итого					36			54		54		16/18	Зачет с оценкой

Аппаратура. Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов их характеристики. Приемники излучения. Инструментальные помехи. Шумы и отношение сигнал-шум; оценка минимального аналитического сигнала.

### **Методы атомной оптической спектроскопии**

**Атомно-эмиссионный метод.** Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), пламена, плазмотроны, индуктивно-связанная плазма, лазеры; их основные характеристики. Физические и химические процессы в источниках атомизации и возбуждения.

Спектрографический и спектрометрический методы анализа, их особенности, области применения. Качественный и количественный анализ методом эмиссионной спектрометрии пламени. Основная аппаратура: спектрографы, квантометры. Пламенные фотометры и спектрофотометры. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

**Атомно-флуоресцентный метод.** Принцип метода; особенности и применение.

**Атомно-абсорбционный метод.** Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Метрологические характеристики, возможности, преимущества и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом.

Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов.

### **Методы молекулярной оптической спектроскопии**

**Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).** Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Функциональный анализ по колебательным и электронным спектрам. Связь оптической плотности с концентрацией. Основной закон светопоглощения. Основные причины отклонения от закона (инструментальные и физико-химические). Понятие об истинном и кажущемся молярном коэффициенте поглощения.

Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты; требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Применение метода для исследования реакций в растворах (комплексообразования, протолитических, процессов агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения метода.

**Молекулярная люминесцентная спектроскопия.** Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.), механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Схема Яблонского. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии Левшина. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода. Сравнение возможностей молекулярной абсорбционной и


12. Согласно определению 13-й Генеральной конференции по мерам и весам 1 секунда равна 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего энергетическому переходу между двумя сверхтонкими уровнями изотопа  $^{133}\text{Cs}$ . Рассчитайте частоту (Гц), волновое число ( $\text{см}^{-1}$ ) и длину волны (нм, мкм) этого перехода.
13. Найдите волновые числа, отвечающие энергиям переходов: а)  $100 \text{ Дж.моль}^{-1}$ , б)  $1 \text{ эВ}$ , в)  $1 \text{ ккал.моль}^{-1}$ .
14. Вычислите длину волны излучения, поглощаемого молекулой, если энергия молекулярного перехода в расчете на 1 моль равна: а)  $0,001 \text{ ккал}$ ; б)  $1 \text{ ккал}$ ; в)  $30 \text{ ккал}$ ; г)  $100 \text{ ккал}$ . Каким спектральным диапазонам отвечают эти длины волн?
15. В каких областях спектра будут находиться спектральные линии, отвечающие энергиям ( $\text{кДж.моль}^{-1}$ ): а)  $200-800$ ; б)  $10-20$ ; в)  $0,01-0,1$ ?
16. Люминесцирующий экран поглощает ультрафиолетовое излучение с длиной волны  $280 \text{ нм}$  и светит зеленым светом с длиной волны  $508 \text{ нм}$ . Какую энергию каждый фотон передает люминесцирующему веществу?
17. При излучении фотона полная энергия атома водорода изменилась на  $2,56 \text{ эВ}$ . Какова длина волны излучаемого света?
18. При облучении паров ртути электронами энергия атома ртути увеличилась на  $4,9 \text{ эВ}$ . Какова длина волны излучения атома ртути при переходе в невозбужденное состояние?
19. Какие электронные переходы называют резонансными? Почему при определении элементов методом фотометрии пламени используют резонансные линии, соответствующие переходам с первого возбужденного уровня?
20. Почему для качественных аналитических определений рекомендуют использовать дуговой разряд, а для количественных - искровой?
21. При каком способе генерации (пламя, дуга постоянного тока, искра) спектральные линии будут шире?
22. Пригодна ли дуга постоянного тока или высоковольтная искра в качестве непламенного атомизатора в атомно-абсорбционной спектрометрии? Ответ мотивируйте.
23. Какой из методов пригоден для проведения полного качественного анализа: атомно-эмиссионный или атомно-абсорбционный?
24. Какие факторы влияют на степень атомизации вещества в пламени?
25. Какой процент атомов определяемого элемента участвует в формировании аналитического сигнала а) в пламенной эмиссионной спектрометрии, б) в атомно-абсорбционной спектрометрии в пламени?
26. Как увеличить диссоциацию оксидов и гидроксидов металлов, образующихся в пламени?
27. Как влияет ионизация атомов в пламени на результаты определения элемента а) атомно-эмиссионным методом, б) атомно-абсорбционным методом? Какими приемами можно подавить ионизацию атомов?
28. Что такое ионизационный буфер?
29. Как влияет присутствие солей Al в растворе на определение Ca и Sr эмиссионно-фотометрическим методом?
30. Какие горючие смеси используют для определения щелочных и щелочно-земельных элементов методом эмиссионной фотометрии пламени?
31. Какой из двух методов: пламенно-эмиссионный или атомно-абсорбционный предпочтителен при определении K, Ba, Be, Ti, V?
17. Почему при определении Pb и Zn предпочтителен пламенный атомно-абсорбционный метод, а не пламенный атомно-эмиссионный метод?
32. Что такое внутренний стандарт? Для чего его используют?
33. Каким требованиям должна удовлетворять гомологическая пара ливий?

3	Аналитическая химия : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / В.И.Вершинин, И.В.Власова, И. А. Никифорова. — М. : Издательский центр «Академия», 2011. — 448 с.	2011	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785769562921.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785769562921.html</a>	20	100
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 томах. / пер. с англ. - М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2009 - N.1- 623 с., Т. 2. - 504 с.	2009	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947743890.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947743890.html</a> <a href="http://www.window.edu.ru">www.window.edu.ru</a>	20	100
3	Пругло Г.Ф., Комиссаренков А.А., Фёдоров В.А. Оптические методы анализа: учебно-методическое пособие. - СПб.: СПбГТУРП, 2010. -52 с.	2010	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/www.window.edu.ru">http://www.studentlibrary.ru/book www.window.edu.ru</a>	20	100
4	Марченко З., Бальцежак М. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе. М.: Бином, 2007. 711с.	2007	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/www.window.edu.ru">http://www.studentlibrary.ru/book www.window.edu.ru</a>	20	100
5	Пентин Ю.А., Курамшина Г.М. Основы молекулярной спектроскопии. Изд. 3-е. М.: Бином, 2008, 400с.	2008	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/www.window.edu.ru">http://www.studentlibrary.ru/book www.window.edu.ru</a>	20	100
6	Сильверстейн Р., Уэбстер Ф., Кимл Д. Спектрофотометрическая идентификация органических соединений. М.: Бином, 2008. 512с.	2008	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/www.window.edu.ru">http://www.studentlibrary.ru/book www.window.edu.ru</a>	20	100
7	Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. М.: Техносфера, 2007. 368с.	2007	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book">http://www.studentlibrary.ru/book</a>	20	100

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.03.01 Химия

Рабочую программу составил  д.х.н. проф. Амелин В.Г.


Рецензент

 к.х.н., ст.н.с. лаборатории химического анализа ФГБУ ВНИИЗЖ  
Большаков Д.С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии  
протокол № 7/1 от 14.04. 2015 года.

Заведующий кафедрой  Кухтин Б.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии направления 04.03.01 Химия  
протокол № 7/1 от 16.04 2015 года.

Председатель комиссии 



## ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2015/2016 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.15 года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*Кухтин*

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 1 от 5.09.17 года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*Кухтин*

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.17 года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*Кухтин*

Рабочая программа одобрена на 2018-19 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.18 года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*Кухтин*

Рабочая программа одобрена на 2019-20 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 11 от 03.07.19 года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*Кухтин*

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_ от \_\_\_\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_ от \_\_\_\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_