

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

Институт биологии и экологии

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
И.И. Смирнова
2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

направление подготовки / специальность

04.03.01 Химия

направленность (профиль) подготовки

химический анализ, химическая и экологическая экспертиза объектов окружающей среды

г. Владимир
2020 год

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задача дисциплины состоит в том, что на основании полученных теоретических знаний и практического овладения оптическими методами анализа необходимо:

- понимать роль фотометрии и областей ее использования в химическом анализе;
- владеть метрологическими основами анализа;
- знать существо реакций и процессов, используемых в фотометрии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Химический анализ объектов окружающей среды» относится к вариативной части учебного плана дисциплин по направлению подготовки 04.03.01 Химия (квалификация «бакалавр»)

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-6 Способен производить лабораторные исследования, анализы отобранных проб и образцов для оценки экологического состояния объектов	ПК-6.1 Знает основы физико-химических методов исследования объектов окружающей среды; ПК-6.2. Умеет производить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; рассчитывать предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ техногенного характера; работать на аналитическом лабораторном оборудовании; ПК-6.3 Владеет методами проведения экологического мониторинга	<i>Знает:</i> способы отбора проб объектов окружающей среды <i>Умеет:</i> проводить лабораторные исследования, анализы отобранных проб и образцов для оценки экологического состояния объектов <i>Владеет:</i> методами проведения экологического мониторинга	Вопросы

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов

**Тематический план
форма обучения – очная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия ¹	Лабораторные работы	в форме практической подготовки ²		
1	Основные понятия и определения	5	1-3	2				10	
2	Теоретические основы молекулярной и атомной спектроскопии	5	4-5	2				20	Рейтинг-контроль № 1
3	Методы атомной спектроскопии	5	6-9	16		12	4	20	
4	Методы молекулярной спектроскопии	5	10-11	6		12	4	20	Рейтинг-контроль № 2
5	Практическое использование методов оптической спектроскопии	5	12-13	16		12	8	20	Рейтинг-контроль № 3
Всего за 5 семестр:		180		54		36		90	Экзамен, 27
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине		180		54		36		90	Зачет

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Разделы дисциплины

1. 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.

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

2. 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.

2. 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 люминесцентной спектроскопии при определении неорганических соединений. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органических соединений.

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

Текущий контроль успеваемости

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 , 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.

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?
5. Почему вид спектра флуоресценции не зависит от длины волны возбуждающего излучения?
6. Почему градуировочный график при флуоресцентных определениях линеен в ограниченном интервале концентраций?
7. Как изменяется интенсивность флуоресценции при понижении температуры?
8. Почему лампы 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.

Рейтинг-контроль №3

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 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. $M.M.(Be) = 9,01$.

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.

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

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

**Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет),
контрольные вопросы для подготовки к зачету:**

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.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов заключается в изучении вопросов, предусмотренных для самостоятельного изучения, подготовке к практическим занятиям и решению задач на них, а также в подготовке к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

Контрольные вопросы для самостоятельного изучения:

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, б) полосатых спектров?
8. Какой интервал длин волн отвечает оптическому спектральному диапазону?
9. Какие из указанных частиц имеют в спектре линии, а какие полосы: K^+ , Na, CO, Ag, N_2 , $Ba(OH)_2$, MnO_4^- , CH_3 ?
10. Рассчитайте частоту (Гц) и волновое число ν (см^{-1}), соответствующие каждой из перечисленных ниже длин волн электромагнитного излучения: 1) 400 нм, 2) 17 \AA , 3) 0,030 см, 4) $1,3 \cdot 10^{-7}$, 5) 6,1 мкм.
11. Рассчитайте длину волны (нм) и волновое число (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) $9,56 \cdot 10^{19}$.
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 ^{137}Cs . Рассчитайте частоту (Гц), волновое число (см^{-1}) и длину волны (нм, мкм) этого перехода.
13. Найдите волновые числа, отвечающие энергиям переходов: а) $100 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1}$, б) 1 эВ, в) $1 \text{ ккал} \cdot \text{моль}^{-1}$.
14. Вычислите длину волны излучения, поглощаемого молекулой, если энергия молекулярного перехода в расчете на 1 моль равна: а) 0,001 ккал; б) 1 ккал; в) 30 ккал; г) 100 ккал. Каким

спектральным диапазонам отвечают эти длины волн?

15. В каких областях спектра будут находиться спектральные линии, отвечающие энергиям ($\text{кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$): а) 200-800; б) 10-20; в) 0,01-0,1?

16. Люминесцирующий экран поглощает ультрафиолетовое излучение с длиной волны 280 нм и светит зеленым светом с длиной волны 508 нм. Какую энергию каждый фотон передает люминесцирующему веществу?

17. При излучении фотона полная энергия атома водорода изменилась на 2,56 эВ. Какова длина волны излучаемого света?

18. При облучении паров ртути электронами энергия атома ртути увеличилась на 4,9 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 спектроскопии? 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 спектроскопии, б) в атомно-абсорбционной спектроскопии 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 линий?

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).

Для успешного выполнения самостоятельной работы студентам рекомендуются следующие учебно-методические источники:

Амелин В.Г. Спектральные методы анализа. Учеб.- метод. пособие. Изд-во ВлГУ, 2015 г. 120 с.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
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	-	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421994.html
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	-	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200759.html
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	-	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785769562921.html
Дополнительная литература			
Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 томах. / пер. с англ. - М.: БИНОМ.Лаборатория знаний, 2009. – N.1- 623 с.,Т. 2. - 504 с.	2009	-	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947743890.html www.window.edu.ru
Пругло Г.Ф., Комиссаренков А.А., Фёдоров В.А. Оптические методы анализа: учебно-методическое пособие. - СПб.: СПбГТУРП, 2010. -52 с.	2010	-	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947743890.html www.window.edu.ru

7.2. Периодические издания

Журнал аналитической химии.

Масс-спектрометрия.

Заводская лаборатория. Диагностика материалов.

7.3. Интернет-ресурсы

[http:// anchem.ru](http://anchem.ru)

<http://chemistry.narod.ru>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа - 331-1, лабораторные работы проводятся в лаборатории физико-химических методов анализа - 429-1.

Рабочую программу составил Амелин В.Г. В.Г.

(ФИО, подпись)

Рецензент

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

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии

Протокол № 10 от 25.06.2021 года

Заведующий кафедрой Кухтин Кухтин Б.А.

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 04.03.01 Химия

Протокол № 10 от 25.06.2021 года

Председатель Кухтин Кухтин Б.А.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

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 _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

Оптические методы анализа

образовательной программы направления Направление подготовки **04.03.01 Химия**
Профиль/программа подготовки **Химический анализ, химическая и экологическая
экспертиза объектов окружающей среды**(бакалавриат)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой _____ / _____
Подпись *ФИО*