

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Аналитической химии

Елисеева Т.В.

20.04.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 Инструментальные методы анализа

Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

04.03.01 Химия

2. Профиль подготовки/специализация:

Теоретическая и экспериментальная химия

3. Квалификация выпускника: Бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Аналитической химии

6. Составители программы: Зяблов Александр Николаевич д.х.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

7. Рекомендована: НМС химического факультета № 3 от 19.04.2022
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2025 / 2026

Семестр(ы): 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:
расширить теоретические знания и совершенствовать практические навыки в использовании инструментальных (физико-химических) методов анализа.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить теоретические и практические основы инструментальных методов анализа, знать их возможности, достоинства и недостатки;
- владеть практическими приемами инструментальных методов анализа и освоить способы обработки результатов аналитических определений.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная) блока Б1, к которой относится дисциплина; требования к входным знаниям, умениям и навыкам; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей))

дисциплина относится к вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1

Студенты для изучения курса должны освоить курсы аналитической химии, математической обработки результатов эксперимента. Должны иметь представления о химическом анализе:

знать: теоретические основы классических методов анализа;

уметь: подготовить пробу к анализу, провести статистическую обработку результатов;

владеть: практическими навыками химического эксперимента, техники безопасности при его проведении.

В результате освоения дисциплины студенты должны владеть основными понятиями аналитической химии, знаниями теоретических основ важнейших физико-химических методов анализа, правилами работы с аналитическим оборудованием.

Основные понятия, законы и методы дисциплины являются основой для последующего успешного прохождения Преддипломной практики.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.1	Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом высокой квалификации	<p>Знать: способы поиска, хранения, обработки информации.</p> <p>Уметь: осуществлять анализ информации из различных источников и баз данных.</p> <p>Владеть: способами представления информации в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.</p>
		ПК-1.2	Составляет аналитический обзор литературных источников по заданной тематике, оформляет отчеты о	<p>Знать: способы анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и систематизации литературных источников; основные правила подготовки отчетов, требования к публикациям и презентациям.</p> <p>Уметь: анализировать состояние научно-</p>

			выполненных научно-исследовательских работах по заданной форме	технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных источников; формулировать итоги проводимых исследований в виде отчетов и научных публикаций, вырабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов. Владеть: навыками изучения, критического анализа и систематизации литературных источников, навыками подготовки обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований.
ПК-3	Способен использовать современные экспериментальные и расчетно-теоретические методы для установления структуры и исследования реакционной способности химических соединений под руководством специалиста более высокой квалификации.	ПК-3.1	Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления структуры химических соединений	Знать: теоретические основы современных инструментальных (физико-химических) методов анализа, возможности и границы их применимости для определения состава и структуры вещества. Уметь: применять инструментальные (физико-химические) методы анализа для решения заданной научной или технологической задачи, осуществлять метрологическую обработку и интерпретацию результатов аналитических измерений. Владеть: методиками проведения установления структуры химических соединений с помощью современных инструментальных (физико-химических методов).
		ПК-3.2	Способен изучать реакционную способность химических соединений применением типовых экспериментальных и расчетно-теоретических методов	Знать: основные современные экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования, используемые при решении профессиональных задач Уметь: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования Владеть: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) — 4 / 144.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) Зачет с оценкой.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		7 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия	108	108		
в том числе:	лекции	36	36	
	практические	—	—	
	лабораторные	72	72	
Самостоятельная работа	36	36		
в том числе: курсовая работа (проект)	—	—		
Форма промежуточной аттестации (экзамен — <u>час.</u>)	—	—		
Итого:	144	144		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Введение	Общая характеристика физико-химических методов анализа. Основные методические приемы, используемые в физико-химических методах анализа.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10765
1.2	Спектральные методы анализа	Спектральные методы в вещественном, молекулярном и структурно-групповом анализе. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой области. Люминесцентный анализ. Инфракрасная и рамановская спектроскопия. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Масс-спектрометрия.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10765
1.3	Хроматографические методы анализа	Хроматографические методы анализа и их классификация. Хроматографические характеристики. Хромато-масс-спектрометрия. Газовая хроматография. Основные узлы хроматографа. Характеристика сорбентов и элюентов. Адсорбционная и распределительная газовая хроматография. Жидкостная хроматография. Выбор сорбентов и элюентов. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Аффинная хроматография. Ионообменная хроматография. Плоскостная хроматография.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10765
1.4	Электрохимические методы анализа	Классификация электрохимических методов анализа, прямые и косвенные методы. Потенциометрия. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Кулонометрические методы анализа. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование. Кондуктометрия. Вольтамперометрические методы. Классическая полярография. Вольтамперометрия с твердыми электродами. Инверсионная вольтамперометрия. Амперометрическое титрование.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10765
1.5	Средства и методы оперативного аналитического контроля	Применение тест-методов и сенсоров в анализе органических соединений. Химические сенсоры. Характеристики и основные принципы. Биосенсоры.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10765
2. Лабораторные занятия			
2.1	Введение	Вводная беседа. Инструктаж по ТБ.	—
2.2		Общая характеристика физико-химических методов анализа. Основные приемы, применяемые в этих методах.	—
2.3	Спектральные методы анализа	Фотометрическое определение меди или железа	—
2.4		Спектрофотометрическое определение хрома и марганца при совместном присутствии	—
2.5		Определение натрия и калия в растворе методом пламенной фотометрии	—
2.6		Фотометрическое определение маннитола или лактулозы в водных растворах	—
2.7		Идентификация спиртов в смеси методом газовой хроматографии	—
2.8	Хроматографические методы анализа	Ионообменная хроматография. Определение общей концентрации солей методом ионного обмена	—
2.9		Определение цинка и никеля методом ионообменной хроматографии.	—
2.10		Бумажная и тонкослойная хроматография.	—
2.11		Определение концентрации никеля методом осадочной хроматографии	—
2.12		Ионометрическое определение нитратов.	—

2.13	методы анализа	Потенциометрическое титрование. Определение железа (II) стандартным раствором дихромата калия.	–
2.14		Кулонометрия. Определение меди в растворе.	–
2.15	Средства и методы оперативного аналитического контроля	Определение концентрации ионов в растворе с помощью ионселективных потенциометрических сенсоров	–
2.16		Установление зависимости частоты колебаний пьезосенсора от концентрации ионов в растворе	–

* заполняется, если отдельные разделы дисциплины изучаются с помощью онлайн-курса. В колонке Примечание необходимо указать название онлайн-курса или ЭУМК. В других случаях в ячейки ставятся прочерки.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение.	2	–	4	4	10
2	Спектральные методы анализа	10	–	24	8	42
3	Хроматографические методы анализа	10	–	24	10	44
4	Электрохимические методы анализа	10	–	12	8	30
5	Средства и методы оперативного аналитического контроля	4	–	8	6	18
	Итого:	36		72	36	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др.).

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа как форма организации учебной работы предусматривает следующие ее виды:

- повторение лекционного материала;
- изучение учебной, учебно-методической литературы и иных источников по инструментальным методам анализа и их применению;
- подготовка и написание рефератов на заданные темы;
- подготовка к экзамену.

Цель самостоятельной работы – это углубление и расширение знаний в области аналитической химии, инструментальных методов анализа; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы.

В процессе изучения курса необходимо обратить внимание на самоконтроль знаний. С этой целью обучающийся после изучения каждой отдельной темы и затем всего курса по учебнику и дополнительной литературе должен проверить уровень своих знаний с помощью контрольных вопросов, которые помещены в конце каждой темы.

Для самостоятельного изучения отводятся темы, хорошо разработанные в учебных пособиях, научных монографиях и не могут представлять особых трудностей при изучении.

Самостоятельная работа реализуется: непосредственно в процессе аудиторных занятий на кафедре при выполнении лабораторных работ; в библиотеке, дома.

Текущий контроль осуществляется в форме контрольной работы.

Методические рекомендации по подготовке к контрольной работе

Контрольная работа – это средство проверки компетенций по данной дисциплине.

Контрольная работа представляет собой, выполненную в письменном виде, самостоятельную учебную работу, раскрывающую владение компетенциями студента.

Методические рекомендации по подготовке к зачету

При подготовке к зачету обучающийся должен повторить пройденный материал в соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на экзамен и содержащихся в данной программе, используя конспект лекций и рекомендованную литературу. При необходимости может обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Физико-химические методы анализа : учебное пособие / К. Г. Боголицын, Н. Л. Иванченко, А. Н. Шкаев [и др.]. – Архангельск : САФУ, 2018. – 119 с. – ISBN 978-5-261-01281-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/161856

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Основы аналитической химии : в 2 т. : учебник : для студ. вузов, обуч. по хим. направлениям / под ред. Ю.А. Золотова . – Москва : Академия, 2014 . – Т. 2 – 409 с.
3	Аналитическая химия. Проблемы и подходы: в 2-х т. / Р. Кельнер, Ж.-М. Мерме, М. Отто, М. Видмер; перевод с англ. А. Г. Борзенко, [и др.]; под ред. Ю. А. Золотова. – М.: Мир: АСТ, 2004. - Т. 1. – 743 с.
4	Васильев В.П. Аналитическая химия : в 2 кн. / В.П. Васильев. - М. : Дрофа, 2004. – Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. – 384 с.
5	Браун Д. Спектроскопия органических веществ / Д. Браун, А. Флойд, М. Сайнзбери ; пер. с англ. А.А. Кирюшкина. – М. : Мир, 1992. – 300 с.
6	Булатов М.И. Практическое руководство по фотоколориметрическим методам анализа / М.И. Булатов, И.П. Калинкин. – Л. : Химия, 2001. – 408 с.
7	Эрнст Р. ЯМР в одном и двух измерениях / Р. Эрнст, Дж. Боденхаузен, А. Вокаун. - М.: Мир, 1990. –711 с.
8	Сакодынский К.И. Аналитическая хроматография / К.И. Сакодынский [и др.]. - М. : Химия, 1993. - 464 с.
9	Практическая газовая и жидкостная хроматография : учеб. пособие / Б.В. Столяров [и др.]. – СПб. : Изд-во СПб ун-та, 2002. – 616 с.
10	Рудаков О.Б. Физико-химические системы сорбат–сорбент–элюент в жидкостной хроматографии / О.Б. Рудаков, В.Ф. Селеменев. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2003. – 240 с.
11	Гейсс Ф. Основы тонкослойной хроматографии : в 2 кн. / Ф. Гейсс. – М. : Мир, 1999. – Т.1. – 405 с.; Т.2. – 348 с.
12	Будников Г.К. Основы современного электрохимического анализа / Г.К. Будников, В.Н. Майстренко, М.Р. Вяслев. – М. : Мир : Бином Л.З., 2003. – 592 с.
13	Каттрапп Р.В. Химические сенсоры / Р. В. Каттрапп; перевод с англ. О.О. Максименко; под ред. О. М. Петрухина – М.: Научный мир, 2000. - 143 с.
14	Калач А.В. Введение в сенсорный анализ / А.В. Калач, А.Н. Зяблов, В.Ф. Селеменев. – Воронеж : Научная книга, 2007. – 164 с.
15	Калач А.В. Сенсоры в анализе газов и жидкостей : монография / А.В. Калач, А.Н. Зяблов, В.Ф. Селеменев ; [науч. ред. В.Ф. Селеменев] .— Воронеж : Воронеж. институт Госпротивопожарной службы МЧС России, 2011. – 240 с.
16	Химические сенсоры : Проблемы аналитической химии / [Х.З. Брайнина и др.] ; Рос. акад. наук, Отделение химии и наук о материалах, Науч. совет по аналит. химии ; под ред. Ю.Г. Власова ; [сост. Ю.Г. Власов]. – Москва : Наука, 2011. – 398 с.
17	Бобрешова О.В. Потенциометрические сенсоры на основе ионообменников для анализа водных растворов : учебное пособие / О.В. Бобрешова, А.В. Паршина. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012. – 153 с.
18	Основы аналитической химии : практическое руководство : учеб. пособие для вузов / В.И. Фадеева [и др.] ; под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Высш. шк., 2001. - 463 с.

19	<i>Васильев В.П. Практикум по аналитической химии : учеб. пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина. - М. : Химия, 2000. - 328 с.</i>
20	<i>Александрова Т.П. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Александрова Т.П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 106 с. - ISBN 978-5-7782-3033-0 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230330.html</i>
21	<i>Валова (Копылова) В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Практикум для бакалавров : учебное пособие / В. Д. Валова (Копылова). - Москва : Дашков и К, 2017. - 200 с. - ISBN 978-5-394-01301-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/94016</i>
22	<i>Сальникова Е.В. Инструментальные методы анализа. Теоретические основы и практическое применение [Электронный ресурс]: учебное пособие / Сальникова Е.В. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 121 с. - ISBN 978-5-7410-1725-8 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017258.html</i>
23	<i>Майер В.Р., Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография [Электронный ресурс] / Майер Вероника Р. - М. : Техносфера, 2017. - 408 с. - ISBN 978-5-94836-480-3 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948364803.html</i>
24	<i>Пашкова Е.В., Спектральные методы анализа [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Е.В. Пашкова, Е.В. Волосова, А.Н. Шипуля, Ю.А. Безгина, Глазунова Н.Н - Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2017. - 56 с. - ISBN -- - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_00134.html</i>
25	<i>Сергеев Н.А., Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса [Электронный ресурс] / Н.А. Сергеев, Д.С. Рябушкин - М. : Логос, 2017. - 272 с. - ISBN 978-5-98704-754-5 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987047545.html</i>
26	<i>Еютюгин Г.А., Электрохимические (био)сенсоры на основе супрамолекулярных структур [Электронный ресурс] / Г.А. Еютюгин, И.И. Стойков - Казань : Казанский ГМУ, 2016. - 298 с. - ISBN 978-5-00019-722-6 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000197226.html</i>
27	<i>Терещенко А.Г., Внутрилабораторный контроль качества результатов анализа с использованием лабораторной информационной системы [Электронный ресурс] / А.Г. Терещенко, Н.П. Пикула, Т.В. Толстыхина. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - 315 с. (Методы в химии) - ISBN 978-5-9963-2522-1 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325221.html</i>
28	<i>Нифталиев С. И. Термический анализ (теория и практика) : учеб. пособие / С. И. Нифталиев, И. В. Кузнецова, Л. В. Лыгина, И. А. Саранов. - Воронеж : ВГУИТ, 2018. - 56 с. - ISBN 978-5-00032-370-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000323700.html</i>
29	<i>Школьников Е. В. Физико-химические методы анализа. Теоретические основы и контрольные задания : учебное пособие / Е. В. Школьников. - Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2020. - 52 с. - ISBN 978-5-9239-1189-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/159314</i>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" http://biblioclub.ru/
2	Электронно-библиотечная система "Лань" https://e.lanbook.com/
3	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" http://rucont.ru
4	Образовательный портал "Электронный университет ВГУ" https://edu.vsu.ru/
5	Интернет ресурс для химиков http://www.chemweb.com/
6	«Аналитика-Мир профессионалов» ИНТЕРНЕТ ПОРТАЛ ХИМИКОВ-АНАЛИТИКОВ http://www.anchem.ru/
7	Интернет-ресурсы по методам химического анализа - http://www.rusanalytchem.org
8	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10765

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачники, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	<i>Зяблов А.Н. Аналитическая химия : учебно-методическое пособие для вузов / А.Н. Зяблов. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015. - 74 с.</i>

2	Крысанова Т.А. Физико-химические методы анализа природных соединений: хроматография и спектроскопия : учебное пособие / Т.А. Крысанова, Д.Л. Котова, В.А. Крысанов и др. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2016. – 62 с.
3	Зяблов А.Н. Основы аналитической химии. Практикум : учебное пособие для вузов / А.Н. Зяблов. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2019. – 136 с.
4	Зяблов А.Н. Физико-химические методы анализа. Практическое применение : учебное пособие / А.Н. Зяблов, Н.В. Мироненко. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2019. – 128 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение:

При реализации дисциплины могут проводиться различные типы лекций (вводная, обзорная и т.д.), семинарские занятия (проблемные, дискуссионные и т.д.), применяться дистанционные образовательные технологии в части освоения лекционного материала, проведения текущей аттестации, самостоятельной работы по дисциплине или отдельным ее разделам и т.д. При применении ЭО и ДОТ необходимо в п.15 в) указать используемые ресурсы (см. пример выше)

Для достижения цели освоения учебной дисциплины, повышения качества образования и формирования компетенций используются аудиторные (лекции, лабораторные) и внеаудиторные/интерактивные (самостоятельная работа студентов) формы обучения.

Кроме того, при реализации учебной дисциплины могут быть использованы элементы электронного обучения (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) в части освоения лекционного материала, проведения текущей и промежуточной аттестации, проведения части лабораторных работ и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций, взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров. Для освоения дисциплины рекомендуется список литературы и ресурсы для электронного обучения (ЭО) (п. 15)

Аудиторные:

Основными видами аудиторной работы являются лекции и лабораторные работы. Они решают задачи формирования и развития профессиональных умений и навыков обучающихся.

Лекции включают в себя последовательное изложение материала преподавателем в том числе с использованием мультимедийного проектора для компьютерной презентации и видеоматериалов.

Лабораторные работы – форма организации обучения, интегрирующая теоретико-методологические знания, практические умения и навыки студентов в едином процессе учебно-исследовательского характера.

В ходе выполнения лабораторных работ студенты вырабатывают умения анализировать, делать выводы и обобщения, пользоваться различными приемами измерений, инструментальными методами анализа, оформлять результаты экспериментов. Формируются практические профессиональные навыки обращения с аналитическим оборудованием.

Внеаудиторные:

Работа в глобальной сети (использование Интернет-технологий), поиск научной и методической информации, написание реферата.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины: (при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Мультимедиа проектор BENQ, ноутбук 15 Toshiba, Спектрофотометр СФ 46, Иономер-ЭВ-74,

Фотоколориметр – КФК-2, Пламенный фотометр – ПАЖ-1, Газовый хроматограф «Хром»-4,

Аналитические весы OHAUS PA64C

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

По решению кафедры оценки за экзамен/дифференцированный зачет/зачет могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре, но не ранее, чем на заключительном занятии. При несогласии студента с оценкой последний вправе сдавать экзамен/зачет на общих основаниях.

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Раздел 1.1, 2.1, 2.2. Введение	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2	Лабораторная работа № 1
2	Раздел 1.2, 2.3–2.6. Спектральные методы анализа	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	Лабораторная работа № 2
3	Раздел 1.3, 2.7–2.11. Хроматографические методы анализа	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	Лабораторная работа № 3
4	Раздел 1.4, 2.12 – 2.14. Электрохимические методы анализа	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	Лабораторная работа № 4
5	Раздел 1.5., 2.15, 2.16 Средства и методы оперативного аналитического контроля	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2	Лабораторная работа № 5 Контрольная работа
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				Перечень вопросов

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Лабораторные работы, Контрольная работа

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Перечень лабораторных работ:

- Лабораторная работа № 1. Общая характеристика физико-химических методов анализа. Основные приемы, применяемые в этих методах.
- Лабораторная работа № 2. Спектральные методы анализа. Спектроскопия поглощения в видимом диапазоне. ИК-спектроскопия, качественный и количественный анализ.
- Лабораторная работа № 3. Хроматографические методы анализа. Качественный и количественный анализ.
- Лабораторная работа № 4. Электрохимические методы анализа. Ионометрическое определение нитратов. Потенциометрическое титрование. Кулонометрия.
- Лабораторная работа № 5. Химические сенсоры. Пьезоэлектрические сенсоры. Потенциометрические сенсоры.

Описание технологии проведения

Лабораторные работы включают самостоятельную проработку теоретического материала обучающимся, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. В ряд работ включены контрольные задания по определению неизвестных концентраций веществ, выдаваемых преподавателем.

При защите лабораторной работы (сдаче отчета о ее выполнении) обучающийся должен уметь объяснять цели, задачи, ход проведения работы, ее результаты, сделанные выводы, а также основные конструктивные особенности используемого оборудования.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Критерии оценки лабораторной работы

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся владеет теоретическими основами методов анализа, лабораторная работа выполнена, сделаны правильные наблюдения и выводы (допускаются некоторые малосущественные ошибки, которые студент обнаруживает и быстро исправляет самостоятельно или при помощи преподавателя), что соответствует освоению компетенций.</i>	<i>Повышенный уровень Базовый уровень Пороговый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Обучающийся не знает методики выполнения практической работы и ее теоретических основ, не может самостоятельно провести исследование, делает грубые ошибки в интерпретации полученных результатов, не может сформулировать выводы, оформить работу, что соответствует не освоению компетенций.</i>	<i>—</i>	<i>Неудовлетворительно</i>

Тестирование

На заключительном занятии проводится тестирование по владению компетенциями.

Перечень вопросов контрольной работы.

Тест по владению ПК-1

1. Выберите цели получения научно-технической информации
 1. Художественно-эстетическая
 2. Техническая
 3. Игровая
2. С чего начинается наиболее точный поиск информации?
 1. Поиск по ключевым словам
 2. Поиск по заглавным буквам
 3. Поиск по дате
3. Какие основные базы научной информации?
 1. eLIBRARY
 2. Scopus
 3. Web of Science
 4. Нет вариантов ответа
4. По каким источникам проводится обзор литературы?
 1. Книги
 2. Статьи
 3. Патенты
 4. Ничего не подходит
5. Поиску научно-технической информации помогают
 1. Каталоги и картотеки
 2. Тематические списки литературы

3. Полиция
6. Какие пункты должны быть отражены при оформлении отчета о выполненных научно-исследовательской работы?
1. Содержание, введение, обзор литературы, методики эксперимента, обсуждение полученных результатов, выводы, список использованной литературы, приложение
 2. Цель, задачи, результаты работы, выводы
 3. Нет правильного ответа
7. Как необходимо оформлять отчет о выполненных научно-исследовательской работы?
1. Представить в виде разделов, подразделов, пунктов
 2. Привести без деления одним сплошным текстом
 3. Составить таким образом, чтобы каждая новая мысль начиналась с абзаца
8. В чем состоит обзор литературных источников?
1. В анализе использованной литературы, формулировке основных идей, тенденций, использование материала для обоснования теоретической базы исследования.
 2. В определенном порядке перечисляются источники литературы
 3. Полностью копируется наиболее подходящая по теме книга
9. Что должна содержать основная часть отчета о выполненных научно-исследовательской работы?
1. Результаты теоретических и (или) экспериментальных исследований, оценку достоверности полученных результатов
 2. Обоснование необходимости проведения научно-исследовательской работы
 3. Анализ отечественных и зарубежных работ
10. Что должны содержать выводы в отчете?
1. Обобщение и оценку полноты решений поставленных задач работы или отдельных ее этапов
 2. Краткое повторение всего хода работы
 3. Перечень методов исследований и расчетов
11. Какие средства для хранения информации существуют?
1. Рабочая тетрадь
 2. Жесткий диск компьютера
 3. Клавиатура
12. В какой программе можно создать отчет (текстовый документ) по научно-исследовательской работе?
1. Microsoft Word
 2. Microsoft Excel
 3. Microsoft Power Point
13. При формировании отчета можно ли использовать Excel и для чего?
1. Это приложение MS Windows для редактирования текста и различных рисунков
 2. Excel – предназначен для обработки данных (расчетов и построения диаграмм), представленных в табличном виде
 3. Этой программой при формировании отчета пользоваться нельзя
14. В каких случаях, и с какой целью создаются базы данных?
1. Когда необходимо отследить, проанализировать и хранить информацию за определенный период времени
 2. Для удобства набора текста
 3. Когда на компьютере нет свободной памяти
15. Каковы основные этапы создания научной презентаций?
1. Планирование, создание и редактирование слайдов, монтаж презентации, репетиция выступления с презентацией
 2. Монтаж презентации, выбор подходящего шаблона, планирование презентации
 3. Разработка дизайна, проверка и отладка презентации

Вопросы

1. При оформлении отчета о выполненных научно-исследовательской работы необходимо отразить во введении актуальность темы или нет?
2. Список использованной литературы оформляется с разрешения автора публикации или по ГОСТу?
3. Для чего служат поисковые сервисы?
4. Что является наглядной формой представления информации презентация или аудиозапись хода эксперимента?
5. Программа Microsoft PowerPoint предназначена для создания и проведения мультимедийных презентаций или для работы с таблицами?
6. При составлении аналитического обзора литературных источников по заданной тематике необходимо соблюдать четкость и логическую последовательность изложения материала или нет?
7. Можно ли сделать выводы из собранного массива информации без его переработки?
8. На основании критического анализа литературных источников формируются цель и задачи или выводы работы?
9. Что используют для представления результатов научно-исследовательской работы графики и(или) таблицы?
10. Анализ научной, технической и патентной информации может быть проведен по одному источнику литературы?

Тест по владению ПК-3

1. Физико-химические (инструментальные) методы анализа это:
 1. Метод нейтрализации
 2. Метод комплексонометрии
 3. Спектральный анализ
 4. Потенциометрический анализ
2. Какие методы (способы) расчета концентрации определяемых веществ используются в аналитической практике физико-химического анализа наиболее широко?
 1. Метод градуировочного графика;
 2. Метод стандартов;
 3. Метод добавок;
 4. Метод главных компонентов.
3. Какие погрешности анализа могут быть?
 1. Случайные;
 2. Систематические;
 3. Индивидуальные;
 4. Коллективные.
4. Что такое предел обнаружения?
 1. Это минимальное количество вещества, которое может быть обнаружено с заданной доверительной вероятностью;
 2. Это минимальная концентрация раствора стандартного образца;
 3. Это значение углового коэффициента градуировочного графика.
5. К каким методам относится потенциометрия?
 1. Оптическим методам;
 2. Хроматографическим методам;
 3. Электрохимическим методам.
6. По способу применения электрохимические методы классифицируют на:
 1. Прямые;
 2. Обратные;
 3. Заместительные;
 4. Косвенные.

7. Что лежит в основе потенциометрического метода анализа?
1. Измерение потенциала электродов погруженных в раствор;
 2. Зависимость между составом вещества и его свойствами;
 3. Измерение длины волны.
8. Какие методы расчета концентрации используют в прямой потенциометрии?
1. Метод градуировочного графика;
 2. Метод добавок;
 3. Кривую титрования.
9. Для чего используется потенциометрическое титрование?
1. Определения объема растворителя;
 2. Определения точки эквивалентности в процессе титрования;
 3. Определения концентрации титранта;
 4. Подбора индикатора.
10. На измерении чего основан метод прямой кондуктометрии?
1. Напряжения в цепи;
 2. Силы тока;
 3. Удельной электропроводности растворов электролитов;
 4. Потенциала электрода.
11. Кривая кондуктометрического титрования – это зависимость:
1. Электропроводности титруемого раствора от объема прибавленного титранта;
 2. Оптической плотности раствора от объема титранта;
 3. Электропроводности титруемого раствора от времени.
12. Кулонометрический метод анализа основан на измерении чего?
1. Силы тока;
 2. Электрической проводимости;
 3. Количество электричества, протекающего через электрохимическую ячейку;
 4. Потенциала электрода.
13. Какие методы анализа основаны на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом?
1. Хроматографические;
 2. Спектроскопические;
 3. Электрохимические.
14. Что служит детекторами для фотоэлектрической регистрации спектров в атомно-эмиссионной спектроскопии?
1. Фотоэлементы;
 2. Фотоэлектронные умножители;
 3. Фотодиоды;
 4. Фотопластиинки.
15. Для чего необходимы фотоэлементы?
1. Для преобразования света в электромагнитное излучение;
 2. Для преобразования световой энергии в электрическую;
 3. Не используются в приборах для физико-химического анализа.
16. Группа оптических методов анализа, основанных на явлении люминесценции, называется:
1. Атомно-эмиссионная спектроскопия;
 2. Люминесцентная спектроскопия;
 3. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия;
 4. Спектрофотометрия.
17. Что лежит в основе абсорбционного спектрального анализа?
1. Закон светопоглощения;
 2. Закон Бугера – Ламберта - Бера;
 3. Закон эквивалентов.

18. В каком из приведенных способов расчета концентрации не требуется соблюдение закона светопоглощения?

1. Метод градуировочного графика;
2. Метод стандартных серий;
3. $A = \epsilon I C$;
4. $A_1/A_x = C_1/C_x$.

19. Спектр поглощения раствора вещества, подчиняющегося закону Бугера-Ламберта-Бера, можно получить при помощи:

1. Спектрофотометра;
2. Газового хроматографа;
3. Флуориметра;
4. Рефрактометра.

20. В абсорбционном спектральном анализе применяют приборы:

1. Фотоэлектроколориметр;
2. Пламенный фотометр;
3. Спектрофотометр.

21. Что является объектом спектрофотометрического определения?

1. Порошки;
2. Растворы;
3. Взвеси.

22. Что определяют на ФЭКе?

1. Оптическую плотность;
2. Показатель преломления;
3. pH раствора.

23. В зависимости от агрегатного состояния подвижной фазы какие виды хроматографии бывают

1. Газовая;
2. Колоночная;
3. Тонкослойная;
4. Жидкостная.

24. Метод хроматографического разделения, подвижной фазой в котором служит инертный газ, называется:

1. Плоскостная хроматография;
2. Ионообменная хроматография;
3. Высокоэффективная жидкостная хроматография;
4. Газовая хроматография.

25. К группе относится хроматографических методов относится метод, в котором подвижной фазой является жидкость?

1. Газо-адсорбционная;
2. Газо-жидкостная;
3. Жидкостная.

26. Каково основное различие газовой и жидкостной хроматографии?

1. Агрегатное состояние контактирующих фаз;
2. Используемая техника;
3. Механизм элементарного акта.

27. Как называется графическое изображение распределения веществ в элюате?

1. Внешняя хроматограмма;
2. Изотерма сорбции;
3. Хроматографический пик;
4. Внутренняя хроматограмма.

28. Что влияет на эффективность хроматографической колонки?

1. Число теоретических тарелок (N);
2. Время удерживания (t_R);

3. Удерживаемый объем (V_R);
 4. Высота, эквивалентной теоретической тарелке (H).
29. Чем обусловлено размывание хроматографических пиков согласно кинетической теории хроматографии?
1. Вихревая диффузия;
 2. Молекулярная диффузия;
 3. Сопротивление массопереносу;
 4. Ничем не обусловлено.
30. Для чего используются в хроматографии индексы удерживания Ковача?
1. Количественного определения;
 2. Разделения компонентов смеси;
 3. Качественной идентификации;
 4. Устранения примесей.

Вопросы

1. Какой электрод наиболее часто используют в качестве электрода сравнения в потенциометрии?
2. В потенциометрическом титровании используют понятие скачок потенциала или изгиб потенциала?
3. Количество электричества при кулонометрическом определении проводят с помощью какого прибора?
4. Атомные спектры поглощения являются какими?
5. Метод, основанный на термическом возбуждении свободных атомов или одноатомных ионов и регистрации оптического спектра испускания возбужденных атомов, называется:
6. Метод молекулярной абсорбционной спектроскопии в УФ- и видимой областях спектра называют
7. Время от момента ввода пробы до момента регистрации максимума хроматографического пика это:
8. Как называется гипотетическая зона, в пределах которой устанавливается равновесие частиц хроматографируемого вещества между подвижной и неподвижной фазами?
9. Перечислите основные инструментальные методы анализа
10. Стеклянный индикаторный электрод часто применяют для измерения pH или pX?
11. В каком методе используется зависимость электропроводности титруемого раствора от объема прибавленного титранта?
12. Количественный анализ в ИК-спектроскопии проводят с помощью базовых линий или баз данных?
13. В качественном хроматографическом анализе используют времена удерживания или площади пиков?
14. Какое уравнение лежит в основе потенциометрического метода анализа?
15. Электрод сравнения имеет постоянный потенциал или настраиваемый потенциал?
16. Метод обработки статистических данных, заключающийся в изучении коэффициентов – это корреляционный анализ или математическая модель?
17. Знания теории существующих методов и принципов работы приборов необходимы для выбора подходящего метода анализа или для общей эрудиции?
18. Совокупность принципов, положенных в основу анализа – это метод или подход.
19. В каком методе используют высокочастотные безэлектродные лампы и лампы с полым катодом?
20. К каким методам анализа относятся ИК- и КР-спектроскопия?
21. Что оценивает уравнение Ван-Деемтера? Размывание хроматографических пиков или их высоту?
22. Можно ли применять потенциометрическое титрование при анализе мутных и темноокрашенных растворов?

23. В фотометрии измеряемой величиной является оптическая плотность или показатель преломления?

24. К какой группе хроматографических методов относится метод, в котором подвижной фазой является жидкость?

25. Какой индикаторный электрод используют при определении ионов H^+ потенциометрическим методом?

Ключи к тесту ПК-1

Вопросы	1	2	3	4	5
Ответы	2	1	1,2,3	1,2,3	1,2
Вопросы	6	7	8	9	10
Ответы	1	1	1	1	1
Вопросы	11	12	13	14	15
Ответы	1,2	1	2	1	1

Ответы на вопросы

Вопросы	Ответы
1	Необходимо
2	По ГОСТу
3	Для поиска информации
4	Презентация
5	Для создания и проведения мультимедийных презентаций
6	Необходимо соблюдать четкость и логическую последовательность изложения материала
7	Невозможно
8	Цель и задачи работы
9	Графики и таблицы
10	Нет

Ключи к тесту ПК-3

Вопросы	1	2	3	4	5	6	7	8
Ответы	3,4	1,2,3	1,2	1	3	1,4	1	1,2
Вопросы	9	10	11	12	13	14	15	16
Ответы	2	3	1	3	2	1,2,3	2	2
Вопросы	17	18	19	20	21	22	23	24
Ответы	1,2	1,2	1	1,3	2	1	1,4	4
Вопросы	25	26	27	28	29	30		
Ответы	3	1	1	1,4	1,2,3	3		
Вопросы								
Ответы								

Ответы на вопросы

Вопросы	Ответы
1	Хлорсеребряный
2	Скачок потенциала
3	Кулонометра
4	Линейчатыми
5	Атомно-эмиссионная спектроскопия

6	Спектрофотометрия
7	Время удерживания
8	Теоретическая тарелка
9	Хроматографические, спектральные, электрохимические
10	pH
11	В кондуктометрическом титровании
12	Базовых линий
13	Времена удерживания
14	Уравнение Нернста
15	Постоянный потенциал
16	Корреляционный анализ
17	Для выбора подходящего метода анализа
18	Метод
19	В атомно-абсорбционной спектроскопии
20	Методы колебательной спектроскопии
21	Размытие хроматографических пиков
22	Да
23	Оптическая плотность
24	Жидкостная
25	Стеклянный

Критерии оценки:

Зачтено. Правильно выполнено 51–100% заданий, что соответствует полному освоению компетенций.

Не зачтено. Правильно выполненных заданий не более 50% или тест не представлен вовсе, что соответствует не освоению компетенций.

Описание технологии проведения контрольной работы

Контрольная работа – представляет собой тестовые задания с несколькими вариантами ответа.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>В тесте правильно выполненных заданий 51–100%, что соответствует полному освоению компетенций.</i>	<i>Повышенный уровень Базовый уровень Пороговый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>В тесте правильно выполненных заданий не более 50% или тест не представлен вовсе, что соответствует не освоению компетенций.</i>	<i>–</i>	<i>Неудовлетворительно</i>

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к зачету

(наименование оценочного средства промежуточной аттестации)

Перечень вопросов к экзамену (зачету) и порядок формирования КИМ

Раздел 1. Введение

Общая характеристика физико-химических методов анализа. Основные методические приемы, используемые в физико-химических методах анализа.

Раздел 2. Спектральные методы анализа

Основной закон светопоглощения. Ограничения применимости закона Бугера–Ламберта–Бера. Спектрофотометрия в видимой и ультрафиолетовой области. Люминесцентный анализ. Инфракрасная и рамановская спектроскопия. Качественный и количественный анализ по ИК-спектрам. Структурно-групповой анализ органических соединений. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Масс-спектрометрия. Общая характеристика метода. Качественный и количественный анализ. Практическое применение.

Раздел 3. Хроматографические методы анализа.

Хроматографические методы анализа и их классификация. Теоретические основы хроматографического метода. Параметры удерживания в элюентной хроматографии. Качественный и количественный анализ хроматограмм. Газовая хроматография. Основные положения метода. Характеристика сорбентов и элюентов для газовой хроматографии. Адсорбционная и распределительная газовая хроматография. Основные узлы хроматографа. Жидкостная хроматография. Выбор сорбентов и элюентов. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Нормально-фазная и обращенно-фазная хроматография. Ионообменная хроматография. Сорбция органических веществ. Аффинная хроматография. Характеристика метода. Тонкослойная и бумажная хроматография. Качественный и количественный анализ аминокислот и пептидов.

Раздел 4. Электрохимические методы анализа

Электрохимические методы анализа. Классификация, прямые и косвенные электрохимические методы. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование. Кулонометрический анализ. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование. Кондуктометрия. Классификация методов кондуктометрии. Классификация вольтамперометрических методов. Классическая полярография. Применение в органической химии. Инверсионная вольтамперометрия. Вольтамперометрия с твердыми электродами. Амперометрическое титрование.

Раздел 5. Средства и методы оперативного аналитического контроля.

Применение тест-методов и сенсоров в анализе органических

Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, позволяющие оценить степень сформированности умений.

Технология проведения зачета с оценкой, включает в себя:

1. Выдача билетов к зачету и чистых листов ответов. (Билеты к зачету выдаются обучающимся индивидуально).
2. Фиксирование времени начала и доведение до студентов времени окончания зачета.
3. Ответы обучающихся на билеты к зачету в письменном виде с заполнением листов ответов. (При необходимости в них кроме текста приводятся рисунки, схемы, таблицы, диаграммы).
4. Сбор билетов к зачету и листов ответов.
5. Проверка листов ответов и выставление оценок.

Во время зачета обучающимся запрещается разговаривать, ходить по аудитории, пользоваться сотовыми телефонами, шпаргалками, конспектами, учебниками и другой учебно-методической литературой, а также вносить пометки в экзаменационные билеты. Студенты, нарушившие перечисленные требования, удаляются с экзамена.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами физико-химических методов анализа, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в физико-химическом анализе, что соответствует полному освоению компетенций.</i>	Повышенный уровень	Отлично
<i>Обучающийся владеет теоретическими основами физико-химических методов анализа, способен иллюстрировать ответ примерами, допускает незначительные ошибки, неточности, которые исправлены после замечания преподавателя, что соответствует не достаточно полному освоению компетенций.</i>	Базовый уровень	Хорошо
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал неполный, без обоснований, объяснений. Демонстрирует частичные знания учебного материала, значительные затруднения в вопросах проведения анализа, что показывает недостаточное владение компетенциями. Ошибки устраняются по дополнительным вопросам преподавателя</i>	Пороговый уровень	Удовлетворительно
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал фрагментарный. Обучающийся демонстрирует несистематические, отрывочные знания, допускает грубые, принципиальные ошибки, которые не устранены после дополнительных наводящих вопросов, что соответствует не освоению компетенций.</i>	–	Неудовлетворительно

Задания раздела 20.1. Тестирование могут быть использованы при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины