

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Аналитической химии

Селеменев В.Ф.

15.06.2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.11. Физико-химические методы анализа

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

2. Профиль подготовки/специализации: _____

3. Квалификация (степень) выпускника: Специалист

4. Форма образования: 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 № 5 от 24.05.2018

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2022 / 2023

Семестр: 9

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель: расширить теоретические знания и совершенствовать практические навыки в использовании физико-химических методов анализа.

Задачи:

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

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям, дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

Вариативная часть. Обязательные дисциплины выбору.

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 овладеть 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 выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	Способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Знать: основные понятия аналитической химии и физико-химических методов анализа. Уметь: применять полученные теоретические знания при решении конкретных аналитических задач. Владеть (иметь навык(и)): основными инструментальными методами анализа и способами обработки результатов анализа.
ОПК-2	Владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Знать: методы качественного и количественного анализа химических веществ в объектах природного и техногенного происхождения. Уметь: проводить химический анализ, работать на современном аналитическом оборудовании, проводить стандартные измерения, уметь обрабатывать результаты эксперимента. Владеть (иметь навык(и)): навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов.

ОПК-5	Способность к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений	<p>Знать: основные понятия, методы обработки экспериментальных данных и их возможности для решения исследовательских задач.</p> <p>Уметь: самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по химии, химическому анализу.</p> <p>Владеть (иметь навык(и)): математическими методами сбора и обработки информации с последующей интерпретацией полученных результатов.</p>
ПК-3	Владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	<p>Знать: возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа и области их применения.</p> <p>Уметь: использовать знания теоретических основ химии при решении конкретных профессиональных задач.</p> <p>Владеть (иметь навык(и)): навыками проведения физико-химического анализа.</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 5 / 180

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) Экзамен

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		9 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия	90	90		
в том числе: лекции	30	30		
практические	–	–		
лабораторные	60	60		
Самостоятельная работа	54	54		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – <u> </u> час.)	Экзамен	36		
Итого:	180	180		

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1.	Введение	Общая характеристика физико-химических методов анализа. Основные методические приемы, используемые в физико-химических методах анализа.
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. Качественный и количественный анализ. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Масс-спектрометрия.

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. Нормально-фазная и обращенно-фазная хроматография. Аффинная хроматография. Ионообменная хроматография, основные положения. Плоскостная хроматография.
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.
1.5.	Средства и методы оперативного аналитического контроля	Применение тест-методов и сенсоров в анализе органических соединений. Химические сенсоры. Характеристики и основные принципы. Биосенсоры.
2. Лабораторные работы		
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 в водных растворах
2.7.		Фотометрическое определение лактулозы в водных растворах
2.8.	Хроматографические методы анализа	Идентификация спиртов в смеси методом газовой хроматографии
2.9.		Ионообменная хроматография. Определение общей концентрации солей методом ионного обмена
2.10.		Определение цинка и никеля методом ионообменной хроматографии.
2.11.		Бумажная и тонкослойная хроматография.
2.12.		Определение концентрации никеля методом осадочной хроматографии
2.13.	Электрохимические методы анализа	Ионометрическое определение нитратов.
2.14.		Потенциометрическое титрование. Определение железа (II) стандартным раствором дихромата калия.
2.15.		Кулонометрия. Определение меди в растворе.
2.16.	Средства и методы оперативного аналитического контроля	Определение концентрации ионов в растворе с помощью ионселективных потенциометрических сенсоров
2.17.		Установление зависимости частоты колебаний пьезосенсора от концентрации ионов в растворе

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение.	2	–	8	10	20
2	Спектральные методы анализа	8	–	16	12	36
3	Хроматографические методы анализа	8	–	16	12	36
4	Электрохимические методы анализа	8	–	12	12	32
5	Средства и методы оперативного аналитического контроля	4	–	8	8	20
Итого:		30	–	60	54	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
работа с конспектами лекций, использование интернет ресурсов, выполнение лабораторных работ.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	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.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	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.
3	Васильев В.П. Аналитическая химия : в 2 кн. / В.П. Васильев. - М. : Дрофа, 2004. – Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. – 384 с.
4	Браун Д. Спектроскопия органических веществ / Д. Браун, А. Флойд, М. Сейнзбери ; пер. с англ. А.А. Кирюшкина. – М. : Мир, 1992. – 300 с.
5	Булатов М.И. Практическое руководство по фотокolorиметрическим методам анализа / М.И. Булатов, И.П. Калинин. – Л. : Химия, 2001. – 408 с.
6	Эрнст Р. ЯМР в одном и двух измерениях / Р. Эрнст, Дж. Боденхаузен, А. Вокаун. – М. : Мир, 1990. – 711 с.
7	Сакодынский К.И. Аналитическая хроматография / К.И. Сакодынский [и др.]. – М. : Химия, 1993. – 464 с.
8	Практическая газовая и жидкостная хроматография : учеб. пособие / Б.В. Столяров [и др.]. – СПб. : Изд-во СПб ун-та, 2002. – 616 с.
9	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.
10	Карасек Ф. Введение в хромато-масс-спектрометрию / Ф. Карасек, Р. Клемент. – М. : Мир, 1993. – 237 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. Вяселев. – М. : Мир : Бином Л.З., 2003. – 592 с.
13	Каттралл Р.В. Химические сенсоры / Р. В. Каттралл; 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	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.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурс
20	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
21	Сайт, посвященный сенсорам: Журналы, обзоры и публикации, производство. http://sensor.al.ru/links.html
22	Статьи журнала Sensors and Actuators B: Chemical расположены на сайте http://www.sciencedirect.com/science/journal/09254005

23	Интернет ресурс для химиков http://www.chemweb.com/
24	«Аналитика-Мир профессионалов» ИНТЕРНЕТ ПОРТАЛ ХИМИКОВ-АНАЛИТИКОВ http://www.anchem.ru/
25	Интернет-ресурсы по методам химического анализа - http://www.rusanalytchem.org

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

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

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):

ноутбук Dell Inspiration, мультимедийный проектор EPSON

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

иономеры, спектрофотометр, фотоколориметр, хроматограф

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-1	Знать: основные понятия аналитической химии и физико-химических методов анализа.	Раздел 1.1. Введение. Раздел 1.2, 2.3–2.7. Спектральные методы анализа,	Практическое задание №1
	Уметь: применять полученные теоретические знания при решении конкретных аналитических задач.	Раздел 1.3, 2.8–2.12. Хроматографические методы анализа, Раздел 1.4, 2.13, 2.15. Электрохимические методы анализа	Рефераты № 1
	Владеть: основными инструментальными методами анализа и способами обработки результатов анализа.	Раздел 1.5., 2.16, 2.17. Средства и методы оперативного аналитического контроля	Практическое задание №1
ОПК-2	Знать: методы качественного и количественного анализа химических веществ в объектах природного и техногенного происхождения.	Раздел 2.3–2.7. Спектральные методы анализа, Раздел 2.8–2.12. Хроматографические методы анализа,	Практические задания № 1 – 5
	Уметь: проводить химический анализ, работать на современном аналитическом оборудовании, проводить стандартные измерения, уметь обрабатывать результаты эксперимента.	Раздел 2.13, 2.15. Электрохимические методы анализа Раздел 2.16, 2.17. Средства и методы оперативного аналитического контроля	Практические задания № 1 – 5
	Владеть: навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов.		Практические задания № 1 – 5
ОПК-5	Знать: основные понятия, методы обработки экспериментальных данных и их возможности для решения исследовательских задач.	Раздел 2.3–2.7. Спектральные методы анализа, Раздел 2.8–2.12. Хроматографические методы	Практическое задание № 1

	Уметь: самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по химии, химическому анализу.	анализа, Раздел 2.13, 2.15. Электрохимические методы анализа	Рефераты № 2
	Владеть: математическими методами сбора и обработки информации с последующей интерпретацией полученных результатов	Раздел 2.16, 2.17. Средства и методы оперативного аналитического контроля	Практические задания № 1 – 5
ПК-3	Знать: возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа и области их применения.	Раздел 1.2. Спектральные методы анализа, Раздел 1.3. Хроматографические методы анализа, Раздел 1.4. Электрохимические методы анализа Раздел 1.5. Средства и методы оперативного аналитического контроля	Практическое задание № 1
	Уметь: использовать знания теоретических основ химии при решении конкретных профессиональных задач.	Раздел 1.2, 2.3–2.7. Спектральные методы анализа, Раздел 1.3, 2.8–2.12. Хроматографические методы анализа, Раздел 1.4, 2.13, 2.15. Электрохимические методы анализа Раздел 1.5., 2.16, 2.17. Средства и методы оперативного аналитического контроля	Практические задания № 1 – 5
	Владеть: навыками проведения физико-химического анализа.	Раздел 2.3–2.7. Спектральные методы анализа, Раздел 2.8–2.12. Хроматографические методы анализа, Раздел 2.13, 2.15. Электрохимические методы анализа Раздел 2.16, 2.17. Средства и методы оперативного аналитического контроля	Практические задания № 1 – 5
Промежуточная аттестация			КИМ

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

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>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<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>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>

<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

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:

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

19.3.2 Перечень практических заданий

Практическое задание № 1.

Общая характеристика физико-химических методов анализа. Основные приемы, применяемые в этих методах.

Практическое задание № 2.

Спектральные методы анализа. Спектроскопия поглощения в видимом диапазоне. ИК-спектроскопия, качественный и количественный анализ.

Практическое задание № 3.

Хроматографические методы анализа. Качественный и количественный анализ.

Практическое задание № 4.

Электрохимические методы анализа. Ионметрическое определение нитратов. Потенциометрическое титрование. Кулонометрия.

Практическое задание № 5.

Химические сенсоры. Пьезоэлектрические сенсоры. Потенциометрические сенсоры.

19.3.3 Темы рефератов

1. Инфракрасная и рамановская спектроскопия.
2. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса.
3. Газовая хроматография.
4. Высокоэффективная жидкостная хроматография.
5. Капиллярный электрофорез.
6. Химические и биосенсоры в анализе органических веществ
7. Тест-системы в экспресс-анализе.
8. Метрологические характеристики методов анализа.
9. Хемометрические приемы обработки результатов.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса (рефераты); письменных работ (лабораторные работы); оценки результатов практической деятельности (лабораторные работы). Критерии оценивания приведены выше.

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.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.