

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.Б.06 Инструментальные методы анализа

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

04.04.01 Химия

2. Профиль подготовки/специализации: Экспертная химия

3. Квалификация (степень) выпускника: Магистр

4. Форма образования: очно-заочная

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: 2018 / 2019

Семестр: 1

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

**Цель:** изучение основ теории и практики физико-химического анализа веществ, основных экспериментальных закономерностей, лежащих в основе физико-химических методов исследования, их связи с современными инструментальными методами исследования, целью ознакомление студентов с основными физико-химическими методами анализа, используемыми в современной химии для идентификации, паспортизации и характеристики соединений.

**Задачи.** В ходе освоения дисциплины магистры должны:

- иметь представление об устройстве и принципах работы приборов для физико-химического анализа;
- иметь представление о физико-химических основах метода, причинах возникновения и формах проявления регистрируемого явления;
- знать основы и способы подготовки анализируемого образца для каждого метода;
- знать о том, как проявляются и отличаются в спектральном плане различные структурные группировки в молекулах;
- освоить основные методики физико-химических методов;
- уметь определять по спектральным данным функциональные группировки и заместители, входящие в состав молекулы;
- уметь пользоваться справочными данными и базами данных, включая базы данных в сети Интернет, для анализа и интерпретации спектральных данных.

**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)

Базовая часть.

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и компетенции, полученные обучающимися в бакалавриате. Должны иметь представления о химическом анализе, математической обработке результатов эксперимента:

**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 иметь представление о наиболее актуальных проблемах современной теоретической и экспериментальной химии; понимать их значение для развития науки и производства, должны овладеть знаниями теоретических основ важнейших инструментальных методов анализа.

Данная дисциплина является предшествующей для таких дисциплин как «Спектральные методы анализа неорганических и координационных соединений», «Методы анализа и исследования полимеров», «Химические методы анализа в криминалистике», «Хроматографические методы в анализе полимеров», «Электрохимический анализ».

**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	
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	<p><b>Знать:</b> основные понятия и законы химии, формы и методы научного познания, области применения инструментальных методов анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> ставить цели и задачи исследования; выбирать и использовать методы анализа; формулировать выводы по полученным результатам анализа.</p> <p><b>Владеть (иметь навык(и)):</b> навыками обобщения, анализа и систематизации информации.</p>
ОК-3	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	<p><b>Знать:</b> основные представления о возможных сферах и направлениях саморазвития.</p> <p><b>Уметь:</b> формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои творческие возможности, самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по химии, химическому анализу.</p> <p><b>Владеть (иметь навык(и)):</b> основными приемами планирования и реализации необходимых видов деятельности, самооценки профессиональной деятельности; подходами к совершенствованию творческого потенциала.</p>
ОПК-1	Способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	<p><b>Знать:</b> основные понятия аналитической химии и физико-химических методов анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные теоретические знания при решении конкретных аналитических задач.</p> <p><b>Владеть (иметь навык(и)):</b> основными инструментальными методами анализа и способами обработки результатов анализа.</p>
ОПК-3	Способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях	<p><b>Знать:</b> нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях</p> <p><b>Уметь:</b> реализовывать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях</p> <p><b>Владеть (иметь навык(и)):</b> навыками реализации норм и правил техники безопасности в лабораторных условиях</p>
ПК-1	Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты	<p><b>Знать:</b> основные направления научной деятельности факультета и кафедры, основные мировые направления исследований в области химии.</p> <p><b>Уметь:</b> обоснованно выбирать направление научного исследования, самостоятельно составлять план исследования</p> <p><b>Владеть (иметь навык(и)):</b> навыками работы на научном оборудовании, навыками обработки и анализа полученных данных</p>

ПК-3	Готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	<p><b>Знать:</b> принципы работы современного химического оборудования;</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять градуировку приборов и проводить практические измерения физико-химических величин;</p> <p><b>Владеть (иметь навык(и)):</b> навыками работы на оборудовании в различных заданных условиях эксперимента, получать зависимости различного характера для исследуемых экспериментально процессов.</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		
		1 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия	50	50		
в том числе:				
лекции	16	16		
практические	–	–		
лабораторные	34	34		
Самостоятельная работа	94	94		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)	Экзамен	36		
Итого:		180		

### 13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
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.
<b>2. Лабораторные работы</b>		
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.		Идентификация спиртов в смеси методом газовой хроматографии
2.9.	Хроматографические методы анализа	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.		Определение фторид-ионов в жидких средах
2.15.		Потенциометрическое титрование. Определение железа (II) стандартным раствором дихромата калия.
2.16.		Кулонометрия. Определение меди в растворе.
2.17.	Средства и методы оперативного аналитического контроля	Определение концентрации ионов в растворе с помощью ионселективных потенциометрических сенсоров
2.18.	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	–	4	14	20
2	Спектральные методы анализа	4	–	10	20	34
3	Хроматографические методы анализа	4	–	8	24	32
4	Электрохимические методы анализа	4	–	8	20	32
5	Средства и методы оперативного аналитического контроля	2	–	4	16	22
Итого:		16	–	34	94	140

**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 фотоколориметрическим 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	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
21	Сайт, посвященный сенсорам: Журналы, обзоры и публикации, производство. <a href="http://sensor.al.ru/links.html">http://sensor.al.ru/links.html</a>
22	Статьи журнала Sensors and Actuators B: Chemical расположены на сайте <a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/09254005">http://www.sciencedirect.com/science/journal/09254005</a>
23	Интернет ресурс для химиков <a href="http://www.chemweb.com/">http://www.chemweb.com/</a>
24	«Аналитика-Мир профессионалов» ИНТЕРНЕТ ПОРТАЛ ХИМИКОВ-АНАЛИТИКОВ <a href="http://www.anchem.ru/">http://www.anchem.ru/</a>
25	Интернет-ресурсы по методам химического анализа - <a href="http://www.rusanalytchem.org">http://www.rusanalytchem.org</a>

## 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)
ОК-1	<b>Знать:</b> основные понятия и законы химии, формы и методы научного познания, области применения инструментальных методов анализа.	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	Контрольные работы № 1 – 2
	<b>Уметь:</b> ставить цели и задачи исследования; выбирать и использовать методы анализа; формулировать выводы по полученным результатам анализа.		Практические задания № 1 – 5
	<b>Владеть:</b> навыками обобщения, анализа и систематизации информации.		Практические задания № 2 – 5
ОК-3	<b>Знать:</b> основные представления о возможных сферах и направлениях саморазвития.	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	Контрольные работы № 1 – 2
	<b>Уметь:</b> формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои творческие возможности, самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по химии, химическому анализу.		Практические задания № 2 – 5
	<b>Владеть:</b> основными приемами планирования и реализации необходимых видов деятельности, самооценки профессиональной деятельности; подходами к совершенствованию творческого потенциала.		Практические задания № 2 – 5

ОПК-1	<b>Знать:</b> основные понятия аналитической химии и физико-химических методов анализа.	Раздел 1.1. Введение. Разделы 1.2, 2.3–2.7. Спектральные методы анализа, Разделы 1.3, 2.8–2.12. Хроматографические методы анализа, Разделы 1.4, 2.13, 2.15. Электрохимические методы анализа Разделы 1.5, 2.16, 2.17. Средства и методы оперативного аналитического контроля	Контрольные работы № 1 – 2
	<b>Уметь:</b> применять полученные теоретические знания при решении конкретных аналитических задач.		Практические задания № 1 – 5
	<b>Владеть:</b> основными инструментальными методами анализа и способами обработки результатов анализа.		Практические задания № 1 – 5
ОПК-3	<b>Знать:</b> нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях.	Раздел 2.1 Вводная беседа. Инструктаж по технике безопасности.	Практическое задание №1
	<b>Уметь:</b> реализовывать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях.		Практическое задание №1
	<b>Владеть:</b> навыками реализации норм и правил техники безопасности в лабораторных условиях.		Практическое задание №1
ПК-1	<b>Знать:</b> основные направления научной деятельности факультета и кафедры, основные мировые направления исследований в области химии.	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
	<b>Уметь:</b> обоснованно выбирать направление научного исследования, самостоятельно составлять план исследования.		Практические задания № 2 – 5
	<b>Владеть:</b> навыками работы на научном оборудовании, навыками обработки и анализа полученных данных.		Практические задания № 2 – 5
ПК-3	<b>Знать:</b> возможности, достоинства и недостатки 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
	<b>Уметь:</b> работать со справочной литературой по химическому анализу.		Практические задания № 1 – 5
	<b>Владеть:</b> основными инструментальными методами анализа и способами обработки результатов.		Практические задания № 2 – 5
<b>Промежуточная аттестация</b>			КИМ

## 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 инструментальных 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 инструментальных 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>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<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>	–	<i>Неудовлетворительно</i>

## 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. Качественный и количественный анализ.

#### 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. Ионобменная хроматография. Сорбция органических веществ. Аффинная хроматография. Характеристика метода. Тонкослойная и бумажная хроматография. Качественный и количественный анализ аминокислот и пептидов.

#### Раздел 4. Электрохимические методы анализа

Классификация электрохимических методов, прямые и косвенные. 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 Перечень заданий для контрольных работ

#### Контрольная работа № 1.

##### Вариант 1.

1. Спектроскопия поглощения в видимом диапазоне.
2. Закон светопоглощения.

##### Вариант 2.

1. Инфракрасная и рамановская спектроскопия.
2. Качественный и количественный анализ по ИК-спектрам.

##### Вариант 3.

1. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса.
2. Масс-спектрометрия. Общая характеристика метода.

#### Контрольная работа № 2.

##### Вариант 1.

1. Хроматографические методы анализа и их классификация.
2. Качественный и количественный анализ хроматограмм.

##### Вариант 2.

1. Газовая хроматография. Основные положения метода.
2. Характеристика сорбентов и элюентов для газовой хроматографии.

##### Вариант 3.

1. Жидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография.
2. Выбор сорбентов и элюентов.

### 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: письменных работ (контрольные работы, 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.