

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.09 Инструментальные методы анализа

*Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

2. Профиль подготовки/специализация: Фундаментальная химия в профессиональном образовании

3. Квалификация выпускника: Специалист

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 recommending structure, date, protocol number,

*отметки о продлении вносятся вручную)*

8. Учебный год: 2026 / 2027

Семестр(ы): 9

## 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;
- овладеть 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 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) и индикаторами их достижения:**

| Код   | Название компетенции   | Код(ы) | Индикатор(ы)  | Планируемые результаты обучения   |
|-------|--|--------|---|---|
| ПКВ-2 | Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии | ПК-2.1 | Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий   | <b>Знать:</b> методы и средства планирования и организации исследований<br><b>Уметь:</b> применять методы анализа результатов исследований<br><b>Владеть:</b> навыками разработки отдельных элементов (стадий) планов и методических программ проведения исследований и разработок.   |
|       |  | ПК-2.2 | Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов | <b>Знать:</b> основные современные экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования, используемые при решении профессиональных задач<br><b>Уметь:</b> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования<br><b>Владеть:</b> 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) Экзамен.

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

| Вид учебной работы                                    |              | Трудоемкость |              |            |
|---|--------------|--------------|--------------|------------|
|   |              | Всего        | По семестрам |            |
|   |              |              | 9 семестр    | № семестра |
| Аудиторные занятия                                    |              | 76           | 76           |            |
| в том числе:  | лекции       | 32           | 32           |            |
|   | практические | —            | —            |            |
|   | лабораторные | 44           | 44           |            |
| Самостоятельная работа                                |              | 32           | 32           |            |
| в том числе: курсовая работа (проект)                 |              | —            | —            |            |
| Форма промежуточной аттестации<br>(экзамен – 36 час.) |              | 36           | 36           |            |
| Итого:  |              | 144          | 144          |            |

#### 13.1. Содержание дисциплины

| № п/п            | Наименование раздела дисциплины   | Содержание раздела дисциплины  | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *  |
|------------------|-----------------------------------|--|---|
| <b>1. Лекции</b> |                                   |  |   |
| 1.1              | Введение                          | Общая характеристика физико-химических методов анализа. Основные методические приемы, используемые в физико-химических методах анализа.  | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9462">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9462</a> |
| 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.   | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9462">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9462</a> |
| 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. | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9462">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9462</a> |
| 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.                                       | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9462">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9462</a> |

|                                |  |   |   |
|--------------------------------|--|---|---|
| 1.5                            | Средства и методы оперативного аналитического контроля | Применение тест-методов и сенсоров в анализе органических соединений. Химические сенсоры. Характеристики и основные принципы. Биосенсоры. | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9462">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9462</a> |
| <b>2. Лабораторные занятия</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 или лактулозы в водных растворах  | –   |
| 2.7                            | Хроматографические методы анализа                      | Идентификация спиртов в смеси методом газовой хроматографии   | –   |
| 2.8                            |  | 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                           | Электрохимические методы анализа                       | Ионометрическое определение нитратов.   | –   |
| 2.13                           |  | 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                            | 8                               | –            | 12           | 8                      | 28    |
| 3     | Хроматографические методы анализа                      | 10                              | –            | 12           | 8                      | 30    |
| 4     | Электрохимические методы анализа                       | 8                               | –            | 12           | 8                      | 28    |
| 5     | Средства и методы оперативного аналитического контроля | 4                               | –            | 4            | 4                      | 12    |
|       | Итого:   | 32                              |              | 44           | 32                     | 108   |

### 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 особенных 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 реферата.

#### **Методические рекомендации по подготовке реферата**

Реферат представляет собой письменный материал по определенной теме, в котором собрана информация из одного или нескольких источников. В нем в обобщенном виде представляется материал на определенную тему, включающий обзор соответствующих литературных и других источников. Содержание реферата должно быть логичным. Объем реферата до 20 страниц.

Целью написания рефератов является:

- привитие студентам навыков библиографического поиска необходимой литературы (на бумажных носителях, в электронном виде);
- привитие студентам навыков компактного изложения материалов по выбранному вопросу в письменной форме, научно грамотным языком и в хорошем стиле;
- приобретение навыка грамотного оформления ссылок на используемые источники, правильного цитирования авторского текста;
- выявление и развитие у студента интереса к инструментальным методам анализа и их применению в различных областях с тем, чтобы они могли в дальнейшем использовать полученные знания и навыки в подготовке выпускной квалификационной работы и последующей трудовой деятельности.

#### **Структура реферата:**

- Титульный лист.
- Оглавление.
- Введение (дается постановка вопроса, объясняется выбор темы, ее значимость и актуальность, указываются цель и задачи реферата, дается характеристика используемой литературы).
- Основная часть (состоит из глав и подглав и логически являются продолжением друг друга; допускается включение таблиц, графиков, схем, как в основном тексте, так и в качестве приложений).
- Заключение (подводятся итоги и даются обобщенные основные выводы по теме реферата, делаются рекомендации).
- Список литературы. (В списке литературы должно быть не менее 10 – 15 различных источников).

**Критерии оценки реферата:** соответствие теме; глубина проработки материала; правильность и полнота использования источников; владение терминологией; оформление реферата.

#### Методические рекомендации по подготовке к экзамену

При подготовке к экзамену 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/161856">https://e.lanbook.com/book/161856</a> |

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. Флорд, М. Сейнзбери ; 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. Калинин. – Л. : Химия, 2001. – 408 с.   |
| 7     | Эрнст Р. ЯМР в одном и двух измерениях / Р. Эрнст, Дж. Боденхаузен, А. Вокауэн. - 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. 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    | 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.  |
| 18    | 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.   |
| 19    | 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: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230330.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230330.html</a>   |
| 20 | 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: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017258.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017258.html</a>  |
| 21 | 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: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948364803.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948364803.html</a>   |
| 22 | 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: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_00134.html">http://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_00134.html</a>   |
| 23 | 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: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987047545.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987047545.html</a>  |
| 24 | Евтюгин Г.А., Электрохимические (био)сенсоры на основе супрамолекулярных структур [Электронный ресурс] / Г.А. Евтюгин, И.И. Стойков - Казань : Казанский ГМУ, 2016. - 298 с. - ISBN 978-5-00019-722-6 - Режим доступа: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000197226.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000197226.html</a>   |
| 25 | Терещенко А.Г., Внутрилабораторный контроль качества результатов анализа с использованием лабораторной информационной системы [Электронный ресурс] / А.Г. Терещенко, Н.П. Пикула, Т.В. Толстихина. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - 315 с. (Методы в химии) - ISBN 978-5-9963-2522-1 - Режим доступа: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325221.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325221.html</a> |
| 26 | 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 : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000323700.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000323700.html</a>                                   |
| 27 | Школьников Е. В. Физико-химические методы анализа. Теоретические основы и контрольные задания : учебное пособие / Е. В. Школьников. – Санкт-Петербурга : СПбГЛТУ, 2020. – 52 с. – ISBN 978-5-9239-1189-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/159314">https://e.lanbook.com/book/159314</a>  |

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

| № п/п | Ресурс  |
|-------|---|
| 1     | Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> |
| 2     | Электронно-библиотечная система "Лань" <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>                            |
| 3     | Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>   |
| 4     | Образовательный портал "Электронный университет ВГУ" <a href="https://edu.vsu.ru/">https://edu.vsu.ru/</a>                    |
| 5     | Интернет ресурс для химиков <a href="http://www.chemweb.com/">http://www.chemweb.com/</a>                                     |
| 6     | «Аналитика-Мир профессионалов» ИНТЕРНЕТ ПОРТАЛ ХИМИКОВ-АНАЛИТИКОВ <a href="http://www.anchem.ru/">http://www.anchem.ru/</a>   |
| 7     | Интернет-ресурсы по методам химического анализа - <a href="http://www.rusanalytchem.org">http://www.rusanalytchem.org</a>     |
| 8     | ЭУК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9462">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9462</a>                       |

\* 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, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

| № 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. |
| 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):**

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, Ионномер-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/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. На заключительном занятии проводится тестирование по владению компетенцией ПК-2.



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-2           | ПК-2.1                              | <i>Лабораторная работа № 1<br/>Реферат № 1</i> |
| 2  | Раздел 1.2, 2.3–2.6. Спектральные методы анализа                                | ПК-2           | ПК-2.1<br>ПК-2.2                    | <i>Лабораторная работа № 2</i>                 |
| 3  | Раздел 1.3, 2.7–2.11. Хроматографические методы анализа                         | ПК-2           | ПК-2.1<br>ПК-2.2                    | <i>Лабораторная работа № 3</i>                 |
| 4  | Раздел 1.4, 2.12 – 2.14. Электрохимические методы анализа                       | ПК-2           | ПК-2.1<br>ПК-2.2                    | <i>Лабораторная работа № 4</i>                 |
| 5  | Раздел 1.5., 2.15, 2.16. Средства и методы оперативного аналитического контроля | ПК-2           | ПК-2.1<br>ПК-2.2                    | <i>Лабораторная работа № 5<br/>Реферат № 2</i> |
| Промежуточная аттестация<br>форма контроля - экзамен |   |                |                                     | <i>Перечень вопросов</i>                       |

## 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, Рефераты*

(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. Ионметрическое 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 преподавателем)., что соответствует освоению компетенций.</i> | <i>Повышенный уровень<br/>Базовый уровень<br/>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 компетенцией ПК-2.  
Перечень вопросов теста.

1. Что включает в себя план научно-исследовательской работы?
  1. Выделение и постановка проблемы; проведение обзора литературы; постановка цели и конкретных задач исследования; выбор метода или методики исследования; проведение эксперимента; обработка результатов; формулировка выводов.
  2. Выбор темы исследования; определение цели и задач; проведение эксперимента; анализ научно-методической литературы; формулировка выводов.
  3. Установление актуальности работы и необходимости ее выполнения; выяснение цели работы; получение методики исследовательской работы; проведение эксперимента; составление выводов.
2. Выделите методы используемые в исследовательской работе
  1. Абстрагирование.
  2. Анализ.
  3. Дедукция.
  4. Индукция.
  5. Моделирование.
  6. Тестирование.
  7. Эксперимент.
3. Физико-химические (инструментальные) методы анализа это:
  1. Метод нейтрализации
  2. Метод комплексонометрии
  3. Спектральный анализ
  4. Потенциометрический анализ
4. 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.
5. К каким методам относится потенциометрия?
  1. Оптическим методам;
  2. Хроматографическим методам;
  3. Электрохимическим методам.
6. 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.
7. Какие методы расчета концентрации используют в прямой потенциометрии?
1. Метод градуировочного графика;
  2. Метод добавок;
  3. Кривую титрования.
8. На измерении чего основан метод прямой кондуктометрии?
1. Напряжения в цепи;
  2. Силы тока;
  3. Удельной электропроводности растворов электролитов;
  4. Потенциала электрода.
9. Кулонометрический метод анализа основан на измерении чего?
1. Силы тока;
  2. Электрической проводимости;
  3. Количества электричества, протекающего через электрохимическую ячейку;
  4. Потенциала электрода.
10. Какие методы анализа основаны на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом?
1. Хроматографические;
  2. Спектроскопические;
  3. Электрохимические.
11. Что лежит в основе абсорбционного спектрального анализа?
1. Закон светопоглощения;
  2. Закон Бугера – Ламберта - Бера;
  3. Закон эквивалентов.
12. В каком из приведенных способов расчета концентрации не требуется соблюдение закона светопоглощения?
1. Метод градуировочного графика;
  2.  $A = \epsilon l C$  ;
  4.  $A_1/A_X = C_1/C_X$ .
13. Спектр поглощения раствора вещества, подчиняющегося закону Бугера-Ламберта-Бера, можно получить при помощи:
1. Спектрофотометра;
  2. Газового хроматографа;
  3. Флуориметра;
  4. Рефрактометра.
14. В абсорбционном спектральном анализе применяют приборы:
1. Фотоэлектроколориметр;
  2. Пламенный фотометр;
  3. Спектрофотометр.
15. Что является объектом спектрофотометрического определения?
1. Порошки;
  2. Растворы;
  3. Взвеси.
16. Что определяют на ФЭКе?
1. Оптическую плотность;
  2. Показатель преломления;
  3. pH раствора.
17. В зависимости от агрегатного состояния подвижной фазы какие виды хроматографии бывают
1. Газовая;
  2. Колоночная;

3. Тонкослойная;
  4. Жидкостная.
18. Метод хроматографического разделения, подвижной фазой в котором служит инертный газ, называется:
1. Плоскостная хроматография;
  2. Ионообменная хроматография;
  3. Высокоэффективная жидкостная хроматография;
  4. Газовая хроматография.
19. К какой группе хроматографических методов относится метод, в котором подвижной фазой является жидкость?
1. Газо-адсорбционная;
  2. Газо-жидкостная;
  3. Жидкостная.
20. Каково основное различие газовой и жидкостной хроматографии?
1. Агрегатное состояние контактирующих фаз;
  2. Используемая техника;
  3. Механизм элементарного акта.
21. Как называется графическое изображение распределения веществ в элюате?
1. Внешняя хроматограмма;
  2. Изотерма сорбции;
  3. Хроматографический пик;
  4. Внутренняя хроматограмма.
22. 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 ( $H$ ).
23. Чем обусловлено размывание хроматографических пиков согласно кинетической теории хроматографии?
1. Вихревая диффузия;
  2. Молекулярная диффузия;
  3. Сопротивление массопереносу;
  4. Ничем не обусловлено.
24. Для чего используются в хроматографии индексы удерживания Ковача?
1. Количественного определения;
  2. Разделения компонентов смеси;
  3. Качественной идентификации;
  4. Устранения примесей.
25. Какие погрешности анализа могут быть?
1. Случайные;
  2. Систематические;
  3. Индивидуальные;
  4. Коллективные.
26. 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.
27. Укажите пару электродов для измерения pH, применимых в потенциометрии.
1. стеклянный – хлорсеребряный;
  2. ртутный капельный – водородный;
  3. платиновый вращающийся – стеклянный.
28. Какой индикаторный электрод используется в потенциометрическом титровании?

1. Стеклянный
2. Платиновый
3. Хлорсеребряный

29. Перевод вещества в атомарное состояние чаще всего осуществляется с использованием

1. Радиочастоты
2. Ультразвука
3. Пламени

30. Что называют элюентом?

1. Поток жидкости или газа, прошедший через слой неподвижной фазы
2. Неподвижную фазу
3. Поток жидкости или газа, перемещающий анализируемые вещества вдоль неподвижной фазы
4. Смесь анализируемых веществ

## 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. Электрод сравнения имеет постоянный потенциал или настраиваемый потенциал?
8. Время от момента ввода пробы до момента регистрации максимума хроматографического пика это:
9. Как называется гипотетическая зона, в пределах которого устанавливается равновесие частиц хроматографируемого вещества между подвижной и неподвижной фазами?
10. Перечислите основные инструментальные методы анализа
11. Стеклянный индикаторный электрод часто применяют для измерения рН или рХ?
12. В каком методе используется зависимость электропроводности титруемого раствора от объема прибавленного титранта?
13. Количественный анализ в ИК-спектроскопии проводят с помощью базовых линий или баз данных?
14. В качественном хроматографическом анализе используют времена удерживания или площади пиков?
15. Какое уравнение лежит в основе потенциометрического метода анализа?
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?
26. В ТСХ и бумажной хроматографии величина  $R_f$  характеризует подвижность вещества или радиус пятна?
27. Что используется в спектральных приборах в качестве монохроматора диафрагма или призма?
28. Поток жидкости или газа на выходе из хроматографической колонки называют элюентом или элюатом?
29. Что могут использовать в качестве подвижной фазы в газо-жидкостной хроматографии азот или растворитель?
30. Метод анализа, основанный на поглощении монохроматического света, называется спектрофотометрия или фотоколориметрия?

#### Ключи к тесту ПК-2

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

#### Ответы на вопросы

|         |   |         |                                       |
|---------|---|---------|---------------------------------------|
| Вопросы | Ответы  | Вопросы | Ответы                                |
| 1       | Стекланный  | 16      | Корреляционный анализ                 |
| 2       | скачок потенциала                                   | 17      | Для выбора подходящего метода анализа |
| 3       | Кулонометра   | 18      | Метод                                 |
| 4       | Линейчатыми   | 19      | В атомно-абсорбционной спектроскопии  |
| 5       | Атомно-эмиссионная спектроскопия                    | 20      | Методы колебательной спектроскопии    |
| 6       | Спектрофотометрия                                   | 21      | Размывание хроматографических пиков   |
| 7       | постоянный потенциал                                | 22      | Да                                    |
| 8       | Время удерживания                                   | 23      | Оптическая плотность                  |
| 9       | Теоретическая тарелка                               | 24      | Жидкостная.                           |
| 10      | Хроматографические, спектральные, электрохимические | 25      | Стекланный                            |
| 11      | pH  | 26      | Подвижность вещества                  |
| 12      | Кондуктометрическое титрование                      | 27      | Призма                                |
| 13      | Базовых линий                                       | 28      | Элюатом                               |
| 14      | Времена удерживания                                 | 29      | Азот                                  |
| 15      | Уравнение Нернста                                   | 30      | Спектрофотометрия                     |

## 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<br/>Базовый уровень<br/>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>Неудовлетворительно</i> |

Перечень тем 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.

Описание технологии проведения

*Реферат* – является самостоятельной работой обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Объем реферата может достигать 15 – 20 страниц через 1.5 интервала; время, отводимое на его подготовку – от 2 недель до месяца. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников (монографий, научных статей, интернет-источников и т.д.) по теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение.

Работа над рефератом предполагает углубленное изучение, анализ и систематическое изложение избранной проблематики, разностороннюю оценку ее содержания и значения. Должен быть написан четким, ясным, литературно грамотным языком, изложение должно удовлетворять основным логическим требованиям определенности, последовательности, доказательности. Ключевые понятия и термины, обсуждаемые и используемые в реферате, должны быть точно определены, законы - точно сформулированы, все рассуждения должны вестись в стиле научной дискуссии, быть обоснованными, опираться на факты и логически связно вести к

определенным идеям и гипотезам, результатам и выводам. В заключении уместно дать краткое резюме, итоги и выводы проделанной работы, подчеркнуть ее значение для развития инструментальных методов анализа, охарактеризовать направления и перспективы дальнейших исследований.

Написанный реферат предъявляется преподавателю для проверки. Если возникает необходимость доработки содержания реферата, то преподаватель возвращает рукопись обучающемуся. Защита реферата осуществляется в форме устного доклада в присутствии студенческой группы и преподавателя(лей).

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

*Критериями оценки реферата являются:* новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

| Критерии оценивания компетенций  | Уровень сформированности компетенций   | Шкала оценок                      |
|--|--|-----------------------------------|
| <p><i>Выполнены все требования к написанию и защите реферата: соответствие плана теме реферата; соответствие содержания теме и плану реферата; полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы; умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; правильное оформление ссылок на используемую литературу; умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы; отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей, , что соответствует полному освоению компетенций.</i></p> <p><i>Выполнены основные требования к реферату, но при этом допущены недочеты. Имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; имеются упущения в оформлении, что соответствует освоению компетенций.</i></p> | <p><i>Повышенный уровень</i><br/><i>Базовый уровень</i><br/><i>Пороговый уровень</i></p> | <p><i>Зачтено</i></p>             |
| <p><i>Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Текст полностью заимствован из интернет-источника или реферат не представлен вовсе, что соответствует не освоению компетенций.</i></p>  | <p>–</p>   | <p><i>Неудовлетворительно</i></p> |

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

*Собеседование по экзаменационным билетам*

*(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 экзамена, включает в себя:

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

Во время экзамена 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> | <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</i>  | <i>Пороговый уровень</i>             | <i>Удовлетвори-</i> |

|   |          |                                   |
|---|----------|-----------------------------------|
| <p><i>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></p>                        |          | <p><i>тельно</i></p>              |
| <p><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></p> | <p>–</p> | <p><i>Неудовлетворительно</i></p> |

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