

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
аналитической химии  
химического факультета

Елисеева Т.В.



24.04.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.05.02 Синтетические и композитные материалы в химическом анализе

*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:** \_\_\_\_\_ Химик. Преподаватель химии

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Кафедра аналитической химии

**6. Составители программы:** Карпов Сергей Иванович, д.х.н., проф.

*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

**7. Рекомендована:** НМС химического факультета от 11.04.2024, протокол №4

*(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,*

*отметки о продлении вносятся вручную)*

**8. Учебный год:** 2028 / 2029

**Семестр(ы):** 9

**9. Цели и задачи учебной дисциплины**

**Целями освоения учебной дисциплины являются:**

- дать представление о синтезе композитных материалов, методах изучения свойств и их применению в химическом анализе,
- потенциальных возможностях междисциплинарного использования за счет полифункциональности композитов.

**Задачи учебной дисциплины:**

- рассмотреть основные принципы современных физических и физико-химических методов анализа, используемых для изучения и регулирования свойств композитных материалов, и особенностях их применения в анализе для исследования различных типов наноструктур;
- дать представления о методах, имеющих наиболее широкую область применения, – от неорганических до полимерных и биосовместимых наноматериалов;
- рассмотреть применение методов анализа для изучения структуры и свойств функциональных наноматериалов;
- на основании полученных теоретических знаний о методах химического анализа студенты должны иметь представления о принципах выбора материалов для осуществления анализа в соответствии с поставленной перед ними проблемой, разработать схему анализа, практически провести его и интерпретировать полученные результаты.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная) блока Б1

*часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная) блока Б1,*

В результате освоения дисциплины студенты должны владеть основными понятиями химии синтетических и композитных материалов, знаниями теоретических основ синтеза, изучения свойств синтетических и композитных материалов, их применения в химическом анализе.

Данная дисциплина является предшествующей выпускной квалификационной работе.

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

| Код    | Название компетенции  | Код(ы)    | Индикатор(ы)   | Планируемые результаты обучения   |
|--------|---|-----------|--|---|
| ПК - 3 | <i>Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии</i> | ПК - 3.1; | Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными | Уметь: систематизировать информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализировать ее и сопоставлять с литературными данными; использовать знания в области фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии синтетических и композиционных материалов.                                |
|        |   | ПК - 3.2  | Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов    | Владеть: методологическими аспектами химии синтетических и композиционных материалов, формами и методами научного познания по созданию композитов и их использованию в анализе.<br>Знать: фундаментальные химические понятия и методологических аспектов химии синтетических и композиционных материалов. |

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 3/108.**

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

### 13. Виды учебной работы

#### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

| Вид учебной работы                                  | Трудоемкость |              |            |     |
|---|--------------|--------------|------------|-----|
|   | Всего        | По семестрам |            |     |
|   |              | 9 семестр    | № семестра | ... |
| Аудиторные занятия                                  | 88           | 88           |            |     |
| в том числе:  | лекции       | 36           | 36         |     |
|   | практические | -            | -          |     |
|   | лабораторные | 52           | 52         |     |
| Самостоятельная работа                              | 20           | 20           |            |     |
| в том числе: курсовая работа (проект)               | -            | -            |            |     |
| Форма промежуточной аттестации<br>(зачет с оценкой) |              |              |            |     |
| Итого:  | 108          | 108          |            |     |

#### 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              | Композиционные материалы. Основные понятия и определения. Теоретические основы физико-химии композиционных материалов. Привитые поверхностные соединения | Композиционные материалы. Основные понятия и определения. Теоретические основы физико-химии композиционных материалов. Химия поверхности. Привитые поверхностные соединения.  | -  |
| 1.2              | Методы исследования состава и строения привитых слоев.   | Методы исследования состава и строения привитых слоев. Химические методы исследования. Элементный анализ. Титриметрические методы. Окислительно-восстановительное титрование. Волнометрическое титрование. Спектральные методы исследования. Колебательная спектроскопия. Электронная спектроскопия. ЭПР-спектроскопия. ЯМР-спектроскопия. Мессбауэровская спектроскопия. Термолинзовая спектрометрия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Адсорбционные и хроматографические методы. Исследование адсорбционных равновесий в статических условиях. Исследование адсорбционных равновесий методом газовой хроматографии. Индексы гидрофобности по Вейткампу. Другие методы исследования структуры и свойств композиционных материалов. Эллипсометрия. Метод пьезокварцевого микровзвешивания (ПКМ). Иммуносенсоры. Краевые и контактные углы. Критическое поверхностное натяжение смачивания. Ртутная порометрия. Исследование | -  |

|                               |  |  |   |
|-------------------------------|--|--|---|
|                               |  | гидрофобных пор истых тел при помощи вдавливания воды: метод водяной порометрии.   |   |
| 1.3                           | Применение синтетических и композитных материалов<br>Сорбционно-хроматографические свойства композиционных материалов. | Применение поверхностно-модифицированных материалов. Применение в сорбции. Сорбция из воздуха. Сорбция из воды. Сорбция из других сред. Применение поверхностно-модифицированных материалов в хроматографии. Газовая хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Сорбенты с привитыми функциональными группами. Ионная хроматография. Высокоэффективная комплексообразовательная хроматография ионов металлов. Хроматография биополимеров. Хиральные неподвижные фазы. Хиральные фазы для лигандообменной хроматографии. Хиральные фазы с привитыми краун эфирами и циклодекстринами. Хиральные фазы с привитыми белками. Хиральные фазы с привитыми изоструктурными полимерами. Промышленная хроматография. Пути совершенствования обращенно-фазовых сорбентов для технологических целей. Примеры промышленной хроматографии на ХМК в отечественной и зарубежной практике. Гибридные сорбционно-инструментальные методы анализа. Сорбционно-спектральный метод. Сорбционно-люминесцентный метод. Сорбция люминесцирующих комплексов на поверхности. Сорбция и образование комплексов непосредственно с привитым лигандом. Спектроскопия диффузного отражения. Сорбционно-флуоресцентный метод. Фотоакустическая спектроскопия. Спектрофотометрия суспензии сорбентов. Применение привитых поверхностных соединений в сенсорах. Типы сенсоров и их классификация. Электрохимические сенсоры. | - |
| <b>2. Лабораторные работы</b> |  |  |   |
| 2.1                           | Композиционные материалы. Основные понятия и   | Инструктаж по технике безопасности. Темплатный синтез кремнезема   | - |

|      |  |  |   |
|------|--|--|---|
|      | определения. Теоретические основы физико-химии композиционных материалов. Привитые поверхностные соединения  |  |   |
| 2.2  | Композиционные материалы. Основные понятия и определения. Теоретические основы физико-химии композиционных материалов. Привитые поверхностные соединения | Модификация кремнезема органосиланами.   | - |
| 2.3  | Методы исследования состава и строения привитых слоев.   | ИК-спектроскопическое исследование структуры синтетических материалов и кремнезёмов  | - |
| 2.4  | Методы исследования состава и строения привитых слоев.   | ИК-спектроскопическое исследование гидратации материалов   | - |
| 2.5  | Методы исследования состава и строения привитых слоев.   | Изучение морфологии сорбентов и элементный анализ методом РЭМ и ЭЗМА   | - |
| 2.6  | Методы исследования состава и строения привитых слоев.   | Элементный анализ по данным рентгеновской спектроскопии  | - |
| 2.7  | Методы исследования состава и строения привитых слоев.   | Термогравиметрия в анализе структуры и термостабильности композитов  | - |
| 2.8  | Методы исследования состава и строения привитых слоев.   | Поверхностные и объемные свойства адсорбентов по данным низко-температурной адсорбции/десорбции азота. Изотермы БЭТ. Расчет удельной площади поверхности, диаметра и объема пор. | - |
| 2.9  | Методы исследования состава и строения привитых слоев.   | Использование on-line установки для изучения адсорбционных свойств INGA  | - |
| 2.10 | Применение синтетических и композитных материалов Сорбционно-хроматографические свойства композиционных материалов.                                      | Сорбционные свойства кремнезёмов и синтетических полимерных материалов   | - |
| 2.11 | Применение синтетических и композитных материалов Сорбционно-хроматографические свойства композиционных материалов.                                      | Динамика сорбции жирорастворимых веществ со спектрофотометрическим контролем.  | - |
| 2.12 | Применение синтетических и композитных материалов Сорбционно-хроматографические свойства композиционных материалов.                                      | Динамика сорбции жирорастворимых веществ с газохроматографическим контролем. Концентрирование фосфолипидов на кремнеземах.   | - |

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины   | Виды занятий (часов) |              |              |                        | Всего |
|-------|--|----------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
|       |  | Лекции               | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа |       |
| 1.    | Композиционные материалы. Основные понятия и определения. Теоретические основы физико-химии композиционных материалов. Привитые поверхностные соединения | 8                    | 0            | 8            | 4                      | 20    |
| 2.    | Методы исследования состава и строения привитых слоев.   | 16                   | 0            | 24           | 8                      | 48    |
| 3.    | Применение синтетических и композитных материалов Сорбционно-хроматографические свойства композиционных материалов                                       | 12                   | 0            | 20           | 8                      | 40    |
|       | Итого:   | 36                   | 0            | 52           | 20                     | 108   |

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

работа с конспектами лекций, презентационным материалом, интернет-ресурсами, выполнение лабораторных работ.

#### 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.    | Кристиан Г. Аналитическая химия : в 2 томах. / Г. Кристиан ; пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. Т.1. – 623 с.  |
| 2.    | Кристиан Г. Аналитическая химия : в 2 томах. / Г. Кристиан ; пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. Т.2. – 504 с.  |
| 3.    | Газенаур Е.Г. Методы исследования материалов : Учебное пособие [Электронный ресурс]//Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2013. - 336 с. // Режим доступа: «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232447">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232447</a> |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник   |
|-------|--|
| 4.    | Золотов Ю.А. Сорбционное концентрирование микрокомпонентов из растворов. Применение в неорганическом анализе / Ю.А. Золотов, Г.И. Цизин, С.Г. Дмитриенко, Е.И. Моросанова . – Москва : Наука, 2007. – 320 с. |
| 5.    | Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2 т. Пер. с англ.. / Под ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто и др. М. : Мир: ООО «Изд-во АСТ», 2004. Т. 1. 608 с.  |
| 6.    | Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2 т. Пер. с англ.. / Под ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто и др. М. : Мир: ООО «Изд-во АСТ», 2004. Т. 2. 728 с.  |
| 7.    | Modern analytical chemistry / D. Harvey. – 2000. 798 p.  |
| 8.    | Методы анализа поверхности/ Под ред А.Зандерны. М.: Мир, 1979, 582с.   |
| 9.    | Вудраф Д., Делчар Т. Современные методы исследования поверхности. М.: Мир, 1989, 568с.   |
| 10.   | Фелдман Л., Майер Д. Основы анализа поверхности и тонких пленок. М.: Мир, 1989, 342с.  |
| 11.   | Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д. И др. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. Т.1,2, М: Мир, 1984  |
| 12.   | Нефедов В.И., Черепин В.Т. Физические методы исследования поверхности твердых тел. М.: Наука, 1983, 296с.  |
| 13.   | Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха .— М. : Мир, 1987 .— 600с.   |

|     |   |
|-----|---|
| 14. | Сорбционно-хроматографические методы разделения, выделения и определения физиологически активных веществ / В.Ф. Селеменев [и др.] – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронеж. ун-та, 2013.- 72 с.  |
| 15. | Модифицированные кремнеземы в сорбции, катализе и хроматографии / [Г.В. Лисичкин, Г.В. Кудрявцев, А.А. Сердан и др.]; Под ред. Г.В. Лисичкина .— М. : Химия, 1985 .— 246  |
| 16. | Химия привитых поверхностных соединений : Учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальности 011000- Химия, специализирующихся в области химии поверхности по специализациям: 011001- Аналит. химия, 011014- Коллоид. химия, 011019- Химия твердого тела, 011029- Хим. материаловедение / Г.В. Лисичкин, А.Ю. Фадеев, А.А. Сердан и др. ; Под ред. Г.В. Лисичкина .— М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003 .— 589,[3] с. : ил., табл. — Предм. указ.: с. 565-589 .— ISBN 5-9221-0342-3. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

| № п/п | Источник  |
|-------|---|
| 17.   | <a href="http://www.uni-oldenburg.de/chemie/tc2/studium-lehre/praktikum/adsorptionsanlage/">http://www.uni-oldenburg.de/chemie/tc2/studium-lehre/praktikum/adsorptionsanlage/</a>                                 |
| 18.   | <a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ  |
| 19.   | Аналитическая химия в России - <a href="http://www.rusanalytchem.org/default.aspx">http://www.rusanalytchem.org/default.aspx</a>  |
| 20.   | Российский химико-аналитический портал - <a href="http://www.anchem.ru/">http://www.anchem.ru/</a>  |
| 21.   | Сайт для хроматографистов - <a href="http://www.chromatograf29.ru/">http://www.chromatograf29.ru/</a>   |
| 22.   | Статистика в аналитической химии - <a href="http://chemstat.com.ru/">http://chemstat.com.ru/</a>  |
| 23.   | Сто лет хроматографии - <a href="http://bio.fizteh.ru/student/biotech/2006/hromatografiya.html">http://bio.fizteh.ru/student/biotech/2006/hromatografiya.html</a>   |
| 24.   | Теория и практика хроматографии - <a href="http://www.chromatogramma.ru/">http://www.chromatogramma.ru/</a>   |
| 25.   | Химик. Сайт о химии. - <a href="http://www.xumuk.ru">http://www.xumuk.ru</a>  |
| 26.   | Общехимические - <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>  |
| 27.   | <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>   |
| 28.   | <a href="http://chemnet.ru">http://chemnet.ru</a>   |
| 29.   | <a href="http://chemrar.ru">http://chemrar.ru</a>   |
| 30.   | Образовательный портал "Электронный университет ВГУ" <a href="https://edu.vsu.ru/">https://edu.vsu.ru/</a><br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3848">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3848</a> |

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

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

| № п/п | Источник   |
|-------|--|
| 1.    | Сорбционно-хроматографические методы разделения, выделения и определения физиологически активных веществ / В.Ф. Селеменев [и др.] – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронеж. ун-та, 2013.- 72 с. |
| 2.    | Лабораторное руководство по хроматографическим и смежным методам / О.Микеш [и др.] – М. : Мир, 1982. – Ч.1. -400 с.  |
| 3.    | Лабораторное руководство по хроматографическим и смежным методам / О.Микеш [и др.] – М. : Мир, 1982. – Ч.2. -381 с.  |
| 4.    | Практикум по хроматографическому анализу / под ред. К.М. Ольшановой. – М. Высш. школа, 1970. - 312 с.  |

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

При реализации учебной дисциплины используются 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).

При реализации дисциплины применяются дистанционные образовательные технологии в части самостоятельной работы по ее разделу «Методы исследования состава и строения привитых слоев». Программа предполагает выполнение лабораторной работы на установке, позволяющей дистанционно изучать адсорбционные свойства по адресу <http://www.uni-oldenburg.de/chemie/tc2/studium-lehre/praktikum/adsorptionsanlage/>

### 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)

1. Аналитические весы
2. Сушильный шкаф
3. Газовый хроматограф «Chrom-4» с детектором по теплопроводности
4. Сканирующий зондовый микроскоп «Фемтоскан-001»
5. Газовый хроматограф «Кристалл-2000М» с ЭЗД, ПИД и ТИД
6. Жидкостный хроматограф «Shimadzu LC-20» со спектрофотометрическим детектором
7. Видеоденситометр с программной обработкой хроматограмм ТСХ
8. рН-метр-иономер «Эксперт-001».
9. Спектрофотометр «Shimadzu UV-1800».
10. Фотоэлектроколориметр КФК-2
11. ИК-спектрометр Bruker Vertex-70
12. Электронный микроскоп Jeol JLV-6380

### 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.

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.    | Композиционные материалы. Основные понятия и определения. Теоретические основы физико-химии композиционных материалов. Привитые поверхностные соединения | ПК-3           | ПК-3.1, ПК-3.2                      | <i>Реферат</i>     |
| 2.    | Методы исследования состава и строения привитых слоев.   | ПК-3           | ПК-3.1, ПК-3.2                      | <i>Реферат</i>     |
| 3.    | Применение синтетических и композитных материалов Сорбционно-  | ПК-3           | ПК-3.1, ПК-3.2                      | <i>Реферат</i>     |



| № п/п  | Наименование раздела дисциплины (модуля)               | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства  |
|--|--|----------------|-------------------------------------|---|
|  | хроматографические свойства композиционных материалов. |                |                                     |   |
| Промежуточная аттестация<br>форма контроля - зачет |  |                |                                     | <i>Перечень вопросов<br/>Практическое задание</i>   |
|  |  |                |                                     | Химия синтетических и композитных материалов. Систематика и дизайн. Уровни организации материи. Самоорганизация в получении композиционных материалов.  |
|  |  |                |                                     | Привитые поверхностные соединения. Основные понятия и терминология. Получение. Модификация поверхности.   |
|  |  |                |                                     | Титриметрические методы анализа композиционных материалов. Окислительно-восстановительное титрование. Волкуметрическое титрование.  |
|  |  |                |                                     | Исследование адсорбционных равновесий методом газовой хроматографии.  |
|  |  |                |                                     | Эллипсометрия. Метод пьезокварцевого микровзвешивания. Иммуносенсоры. Краевые и контактные углы. Критическое поверхностное натяжение смачивания. Ртутная порометрия. Исследование гидрофобных пор истых тел при помощи вдавливания воды: метод водяной порометрии |
|  |  |                |                                     | Адсорбционные методы анализа структуры и свойств композиционных и синтетических материалов. Индексы гидрофобности по Вейткампу  |
|  |  |                |                                     | Колебательная спектроскопия. Электронная спектроскопия. ЭПР-спектроскопия. ЯМР-спектроскопия. Мессбауэровская спектроскопия. Термолинзовая спектрометрия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.  |
|  |  |                |                                     | Инфракрасная спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеивания.  |
|  |  |                |                                     | Спектроскопия ядерного магнитного резонанса и электронного парамагнитного резонанса   |
|  |  |                |                                     | Масс-спектрометрические методы анализа  |
|  |  |                |                                     | Локальный анализ и анализ поверхности. Классификация методов локального анализа.  |
|  |  |                |                                     | Фотонно-зондовые методы локального анализа. Процессы, протекающие при возбуждении квантами излучения  |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства  |
|-------|--|----------------|-------------------------------------|---|
|       |  |                |                                     | Электронно-зондовые методы. Классификация методов по поверхностной чувствительности, пространственному разрешению.  |
|       |  |                |                                     | Упругие взаимодействия электронов с веществом. Методы анализа поверхности, основанные на упругих взаимодействиях. Неупругие взаимодействия электронов с веществом. Методы анализа поверхности, основанные на упругих взаимодействиях. |
|       |  |                |                                     | Физические процессы, используемые в ЭЗМА и Растровой электронной микроскопии.   |
|       |  |                |                                     | Ионно-зондовые методы анализа. Спектроскопия рассеяния медленных ионов  |
|       |  |                |                                     | Полевые зондовые методы анализа поверхности. Методы сканирующей зондовой микроскопии. Полевая ионная микроскопия и ПИМ с атомным зондом   |
|       |  |                |                                     | Методы исследования состава и строения привитых слоев. Химические методы исследования. Элементный анализ.   |
|       |  |                |                                     | Методы исследования состава и строения привитых слоев. Спектральные методы исследования.  |
|       |  |                |                                     | Другие методы исследования состава и строения привитых слоев.   |
|       |  |                |                                     | Адсорбционные и хроматографические методы. Исследование адсорбционных равновесий  |
|       |  |                |                                     | Методы порометрии.  |
|       |  |                |                                     | Методы определения гидрофобности композитов   |
|       |  |                |                                     | Применение поверхностно-модифицированных материалов в сорбции   |
|       |  |                |                                     | Применение поверхностно-модифицированных материалов в хроматографии. Газовая хроматография.   |
|       |  |                |                                     | Применение поверхностно-модифицированных материалов в хроматографии. Жидкостная хроматография   |
|       |  |                |                                     | Применение поверхностно-модифицированных материалов в хроматографии. Хиральные неподвижные фазы.  |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства                                       |
|-------|--|----------------|-------------------------------------|--|
|       |  |                |                                     | Промышленная хроматография.                              |
|       |  |                |                                     | Гибридные сорбционно-инструментальные методы анализа.    |
|       |  |                |                                     | Применение привитых поверхностных соединений в сенсорах. |

## 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*

*(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)*

Выполнение лабораторных работ с использованием методических указаний.

Требования к выполнению заданий: студент должен выполнить перечень работ и представить отчет о выполнении с указанием умений и навыков, приобретенных в ходе работы.

| Критерии оценивания компетенций  | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок      |
|--|--------------------------------------|-------------------|
| <i>Полное соответствие отчета содержанию, целям и задачам лабораторной работы. Продемонстрировано знание теоретических основ физико-химии композиционных материалов, привитых поверхностных соединений, методов исследования состава и строения привитых слоев. Продемонстрировано умение связывать теорию с практикой, владение понятийным аппаратом дисциплины. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом, теоретическими основами дисциплины, способен применять теоретические знания для решения практических задач в области анализа и изучения физико-химических свойств с использованием композиционных материалов, привитых поверхностных соединений.</i> | <i>Повышенный уровень</i>            | <i>Зачтено</i>    |
| <i>Несоответствие отчета содержанию, целям и задачам лабораторной работы. Не продемонстрировано знание теоретических основ физико-химии композиционных материалов, привитых поверхностных соединений, методов исследования состава и строения привитых слоев. Не продемонстрировано умение связывать теорию с практикой, владение понятийным аппаратом дисциплины. Обучающийся не владеет теоретическими основами дисциплины, не способен применять теоретические знания для решения практических задач в области анализа и изучения физико-химических свойств с использованием композиционных материалов, привитых поверхностных соединений.</i>                              | <i>Повышенный уровень</i>            | <i>Не зачтено</i> |

### 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

*Реферат, Сообщение/доклад/презентация*

Написание реферата и подготовка сообщения/презентации по современным методам хроматографии и капиллярного электрофореза.

*Перечень тем рефератов*

1. Спектральные методы исследования состава и свойств композитных материалов.
2. Сорбционные методы анализа структуры и свойств композитов.
3. Зондовые методы анализа структуры и морфологии композитных материалов.
4. ЯМР-спектроскопия в анализе композитных материалов
5. Сорбционное концентрирование неорганических ионов
6. Сорбционное концентрирование физиологически активных веществ и использование концентрирования в анализе ФАВ
7. Органические полимерные сорбенты
8. Полимеры с молекулярными отпечатками в анализе
9. Сенсоры на основе полимеров с молекулярными отпечатками
10. Углеродные сорбенты в анализе. Нанотрубки. Монолитные колонки.
11. Сорбенты на основе кремнезема в анализе неорганических ионов и молекул
12. Сорбенты на основе кремнезема в анализе органических веществ
13. Гибридные методы анализа, включающие сорбционное концентрирование веществ.
14. Упорядоченные мезопористые материалы в анализе органических веществ.
15. Синтетические и композитные материалы в промышленной хроматографии.
16. Методы порометрии.
17. Применение поверхностно-модифицированных материалов в хроматографии.
18. Хиральные неподвижные фазы в хроматографии.

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом синтетических и композиционных материалов в химическом анализе;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение применять синтетических и композиционных материалов в анализе различных объектов;

владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач анализа объектов с использованием синтетических и композиционных материалов в химическом анализе.

Для оценивания результатов обучения на экзамене (зачете с оценкой) используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

| Критерии оценивания компетенций   | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок   |
|---|--------------------------------------|----------------|
| <i>Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано знание методов газовой хроматографии, умение связывать теорию с практикой, владение понятийным аппаратом хроматографии</i><br><i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом хроматографии (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области анализа и</i> | <i>Повышенный уровень</i>            | <i>Отлично</i> |

|  |                   |                     |
|--|-------------------|---------------------|
| изучения физико-химических свойств с использованием методов хроматографии  |                   |                     |
| <p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано знание методов газовой и жидкостной хроматографии, владение понятийным аппаратом газовой и жидкостной хроматографии, или содержатся отдельные пробелы в умении связывать теорию с практикой.</p> <p>Обучающийся владеет понятийным аппаратом газовой и жидкостной хроматографии (теоретическими основами дисциплины), допускает ошибки при иллюстрировании ответа примерами, фактами, данными научных исследований;</p> <p>или допускает ошибки при иллюстрировании возможностей применения газовой и жидкостной хроматографии в анализе различных объектов;</p> <p>или допускает ошибки при оценке хроматографической эффективности хроматографических систем.</p>                          | Базовый уровень   | Хорошо              |
| <p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания аппарата методов газовой хроматографии, или не умеет иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;</p> <p>или имеет не полное представление применения газовой и жидкостной хроматографии в анализе различных объектов, допускает существенные ошибки при оценке хроматографической эффективности хроматографических систем.</p> <p>Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен оценивать хроматографической эффективности хроматографических систем;</p> <p>Обучающийся не умеет применять хроматографию в анализе различных объектов. Не умеет иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований.</p> | Пороговый уровень | Удовлетворительно   |
| <p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки во владении понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, не умеет применять теоретические знания для решения практических задач анализа объектов с использованием газовой хроматографии.</p>  | –                 | Неудовлетворительно |

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 форме(ах) письменных работ (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 и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности.

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

### 20.3 Контроль освоения ПК

Контроль освоения ПК-3

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) тестовые задания:

1. Какой размер используется в качестве характеристического, если наночастица имеет сложную форму и строение?
  - a. линейный размер наночастицы.
  - b. размер структурного элемента.**
  - c. размер магнитного домена.
  - d. длина свободного пробега электронов.
  
2. Укажите как меняется доля атомов, находящихся на поверхности сферической частицы с увеличением размера этой частицы.
  - a. Увеличивается.
  - b. Уменьшается.**
  - c. не изменяется.
  
3. Для каких систем в процессе создания и функционирования наноструктур характерна диссипативная самоорганизация?
  - a. для открытой системы.**
  - b. для изолированной системы.
  - c. для закрытой системы.
  
4. Укажите какой размер  $d$  и какое число атомов  $N$  характерно для изотропных (сферических) кластеров и нанокристаллов.
  - a.  $d = 1-5$  нм,  $N < 100$  атомов.
  - b.  $d = 1-5$  нм,  $N < 1000$  атомов.**
  - c.  $d = 5-100$  нм,  $N > 1000$  атомов.
  - d.  $d = 5-100$  нм,  $N > 1000000$  атомов.
  - e.  $d = 5-100$  нм,  $N = 10^3-10^6$  атомов.
  
5. Стремление к беспорядочному расположению атомов за счет тепловых колебаний атомов в конденсированных фазах выражается.
  - a. в изменении энтропии.**
  - b. в изменении энтальпии.
  - c. в изменении свободной энергии Гиббса.
  - d. в изменении теплоемкости системы.
  
6. Критерий самопроизвольного протекания процесса при создании материалов
  - a.  $\Delta G > 0$ .
  - b.  $\Delta G < 0$ .**
  - c.  $\Delta S < 0$ .
  - d.  $\Delta H > 0$ .

7. Стремление системы к агрегации сопровождается.
- Положительной величиной  $\Delta H$ .
  - Отрицательной величиной  $\Delta H$ .**
  - Уменьшением количества химических связей между атомами.
  - Тепловым движением молекул в газах.
8. При переходе через межфазную границу состав и свойства.
- меняются линейно.
  - меняются скачкообразно.**
  - не меняются.
9. Движущей силой фазового превращения, (перенос компонента между фазами), является
- градиент химических потенциалов.
  - градиент температуры.
  - градиент давления.
10. При эволюции от предшественника к конечному продукту любая система существует?
- в термодинамически неравновесных условиях.**
  - может быть описана бифуркационной картиной с одной или несколькими точками бифуркации.**
  - в состоянии термодинамического равновесия;
11. Меньшее время, необходимое для перехода материала в область недетерминированного поведения предполагает
- Более низкая химическая сложность системы.
  - Более высокая химическая сложность системы.**
  - Более высокая структурная сложность системы.**
  - Более низкая структурная сложность системы.
12. При более короткой эволюции материалов
- проще обеспечить детерминированное поведение системы.**
  - получить продукт с воспроизводимыми свойствами.**
  - сложнее обеспечить детерминированное поведение системы.
  - получить продукт с невозпроизводимыми свойствами.
13. В зоне реакции для получения материалов с воспроизводимыми свойствами при образовании промежуточных продуктов бифуркационные превращения должны быть
- Устранены.**
  - Увеличены.
  - сохраняться неизменными.
14. Методы, основанные на формировании в растворах ультрамикродисперсных коллоидных частиц предполагают
- Поликонденсацию прекурсоров в присутствии ПАВ, предотвращающих агрегацию.**
  - удаление одного из компонентов микрогетерогенной системы в результате химической реакции или анодного растворения.
  - закалку стеклянной или солевой матрицы с растворенным веществом.
  - испарение растворителя и стабилизацию образующихся наночастиц.
15. Реакции окисления твердофазных материалов с участием газа
- всегда эндотермичны.

**б. всегда экзотермичны.**

с. протекают без выделения энергии.

2) ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы:

1. Какие материалы характеризуются приведенным определением: любые поликристаллические материалы, получаемые спеканием неметаллических порошков природного или искусственного происхождения? (**керамические материалы**)
2. Укажите термин, характеризующийся следующим определением: Объекты, размер которых хотя бы в одном измерении должен быть соизмерим с корреляционным радиусом того или иного физического явления (например, длины свободного пробега электронов, фононов, длины когерентности в сверхпроводнике, размером магнитного домена или зародыша твердой фазы). (**Наноматериалы**)
3. Какой термин характеризуется следующим определением? Наличие определенной пространственной организации материи как минимум на уровнях наноразмеров и в микромасштабе. фазах (**Структурированность**).
4. Какой принцип отражает формулировка: "Необратимо протекают лишь экзотермические твердофазные реакции". (**принцип Бергло**).
5. Какое понятие отражает определение: "Совокупность всех гомогенных частей гетерогенной системы, отделенная от других частей системы четкими поверхностями раздела" (**фаза**).
6. Укажите понятие, которое отражает формулировка: "Вещества, комбинируя которые можно получить химический состав всех фаз". (**компонент**).
7. Какое понятие отражает приведенное определение: "Наименьшее число независимых переменных, которые необходимо задать, чтобы полностью описать состояние системы при равновесии" (**число степеней свободы**).
8. Какое понятие соответствует определению: "качественные перестройки или метаморфозы различных объектов при изменении параметров, от которых они зависят" (**бифуркация**).
9. Какие методы получения наноматериалов предполагают "быструю конденсацию паров в условиях, исключающих агрегацию и рост частиц"? (**Высокоэнергетические методы**).
10. Какие методы предполагают совместный помол взаимно нерастворимых компонентов? (1 **Механохимические методы**).
11. Какой принцип лежит основе следующей классификации методов синтеза (**тип воздействия а) термическое; б) механическое; в) излучение; г) воздействие плазмы; д) воздействие электрического тока**)

Задания раздела 20.3, а также задания ЭУМК (образовательный портал «Электронный университет ВГУ» в разделе «Электронные курсы» → «Химический факультет» → «Кафедра аналитической химии» → «Б1.В.ДВ.05.02 Синтетические и композитные материалы в химическом анализе» <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3848>) рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины