

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
АПАТИТСКИЙ ФИЛИАЛ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

По дисциплине: Б1.О.03.01.03 Аналитическая химия  
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

для направления подготовки (специальности) 04.03.01 Химия  
код и наименование направления подготовки (специальности)

Неорганическая химия и химия координационных соединений  
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника, уровень подготовки бакалавр  
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра - разработчик: химии и строительного материаловедения  
название кафедры - разработчика рабочей программы

Разработчик(и) С.В. Дрогобужская, доцент, к.х.н.  
(ФИО, должность, ученая степень, (звание)

**Апатиты  
2019**

## Пояснительная записка

1. **Методические указания составлены** на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 17 июля 2017 года, № 671, учебного плана в составе ОП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профилю «Неорганическая химия и химия координационных соединений».

### 2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля).

**Целью дисциплины** (модуля) «Аналитическая химия» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и рабочим учебным планом направления 04.03.01 Химия, что предполагает освоение обучающимися теоретических основ физико-химических методов анализа; изучение основных закономерностей этапов анализа исследуемого вещества; практическое ознакомление с методами количественного анализа, включая правила отбора проб образцов, вскрытие образцов методами сплавления, кислотного разложения или с привлечением физических методов и конечное определение с помощью физико-химических методов анализа; закрепление основных закономерностей анализа сложных объектов на примере изучения реальных объектов.

**Задачи дисциплины** (модуля): ознакомление студентов с физико-химическими методами количественного химического анализа (КХА): хроматографическими, электрохимическими, спектральными, рентгеновскими, ядерно-физическими методами, использованием ЭВМ для автоматизации анализа. Усвоение данной дисциплины позволяет химику ориентироваться в методах пробоотбора, пробоприготовления и конечного определения тех или иных реальных объектов - руд черных, цветных, редких металлов, пород, в том числе силикатных, карбонатных, фосфатных и других, полупроводниковых материалов, веществ высокой чистоты, органических остатков растений и животных, почв, вод, воздуха и газов, органических веществ и лекарственных препаратов, токсичных веществ и других.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Аналитическая химия»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия профиль «Неорганическая химия и химия комплексных соединений»:

ОПК-1 – Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений;

ОПК-2 – Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Планируемые результаты обучения**

| Код и содержание компетенции                   | Степень реализации компетенции                                | Этапы формирования компетенции; Индикаторы сформированности компетенций <sup>1</sup> в реализуемой части   |
|--|---|--|
| ОПК-1 – Способен анализировать и интерпретиро- | Компетенция реализуется частично в части «Способен анализиро- | <b>Знать:</b><br>– основы физико-химического анализа,<br>– типы реакций и процессов в аналитической химии, |

<sup>1</sup> Для ФГОС ВО 3++

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>вать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений</p>   | <p>вать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений», связанных с инструментальным анализом веществ</p>   | <p>их основные закономерности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные инструментальные методы анализа (хроматографические, электрохимические, спектральные, ядерно-физические)</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть методологией выбора оптимального метода анализа конкретного объекта и методикой его проведения;</li> <li>– использовать современные инструментальные методы исследования и аналитическую технику;</li> <li>– проводить анализ возможных погрешностей и избегать недочетов при проведении анализа;</li> <li>– анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проведением эксперимента инструментальных видов анализа;</li> <li>– обработкой и представлением полученных результатов в виде отчетов;</li> <li>– эксплуатировать современную аппаратуру инструментального анализа и оборудование для выполнения лабораторных работ, связанных с физико-химическим анализом веществ;</li> <li>– проведением с соблюдением норм техники безопасности физико-химического эксперимента, включая инструментальный анализ, изучение свойств веществ, использование современных средств измерений.</li> </ul> <p><b>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</b></p> <p>ОПК-1.1. «Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений», в части, связанной с инструментальным анализом;</p> <p>ОПК-1.2. «Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов», связанных с инструментальным анализом;</p> <p>ОПК-1.3. «Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных работ», связанных с физико-химическим анализом.</p> |
| <p>ОПК-2 – Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p> | <p>Компетенция реализуется частично в части «Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием»</p> | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– метрологические основы инструментального анализа,</li> <li>– основные методы инструментального анализа (хроматографические, электрохимические, спектральные, ядерно-физические).</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть методологией выбора оптимального метода анализа конкретного объекта и методикой его проведения;</li> <li>– использовать современные инструментальные аналитические методы исследования и аналитическую технику;</li> <li>– проводить анализ возможных погрешностей и избегать недочетов и промахов при проведении инстру-</li> </ul>  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>ментального анализа.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проведением эксперимента инструментального анализа с соблюдением норм техники безопасности, включая анализ, изучение свойств веществ, исследование химических реакций с их участием;</li> <li>– обработкой полученных результатов;</li> <li>– эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения физико-химических анализов.</li> </ul> <p><b>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</b></p> <p><b>ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.</p> <p><b>ОПК-2.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик.</p> <p><b>ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.</p> <p><b>ОПК-2.4.</b> «Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования» методами физико-химического анализа.</p> |
|--|--|--|

**Таблица 3 - Перечень практических работ**

| № п\п            | Наименование практических работ   | Кол-во часов | № темы по табл.4 РП |
|------------------|---|--------------|---------------------|
| 1                | 2   | 3            | 4                   |
| <b>5 семестр</b> |   |              |                     |
| ПР 1             | <u>Хроматография</u> . Способы детектирования. Основные параметры хроматограммы. Способы получения хроматограмм. Качественный и количественный хроматографический анализ.   | 2            | 2, 2.1              |
| ПР 2             | <u>Ионообменная хроматография</u> . Ионнообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие.  | 2            | 2, 2.4              |
| ПР 3             | <u>Потенциометрия</u> : электродная функция, предел обнаружения, коэффициент селективности, время отклика. Определение концентраций ионов в растворе. Потенциометрическое титрование: способы обнаружения конечной точки титрования. Расчеты. | 2            | 3, 3.2              |
| ПР 4             | <u>Вольтамперометрия</u> : получение и характеристика вольтамперной кривой. Предельный диффузионный ток. Потенциал полуволны. Анализ объектов методом ВАМ.  | 2            | 3, 3.3              |
| <b>Всего:</b>    |   | <b>8</b>     | 3                   |
| <b>6 семестр</b> |   |              |                     |
| ПР 1             | <u>Спектрофотометрия</u> : оптическая плотность растворов, закон Бугера- Ламберта- Бера. Способы определения концентрации веществ. Метрологические характеристики и аналитические возможности.  | 2            | 4, 4.5.1            |
| ПР 2             | <u>Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная</u> спектрометрия, устройство спектрометров, атомизаторы, детекторы.   | 2            | 4, 4.8              |

|                  |  |          |          |
|------------------|--|----------|----------|
| ПР 3             | <u>Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная</u> спектрометрия, построение градуировочной характеристики, расчеты. | 2        | 4, 4.8   |
| <b>Всего:</b>    |  | <b>6</b> | <b>4</b> |
| <b>7 семестр</b> |  |          |          |
| <i>1</i>         | <i>2</i>   | <i>3</i> | <i>4</i> |
| ПР 1             | <u>Анализ объектов</u> – получение аналитического сигнала, расчеты.  | 2        | 9        |
| ПР 2             | <u>Анализ объектов</u> – получение аналитического сигнала, расчеты.  | 2        | 9        |
| <b>Всего:</b>    |  | <b>4</b> | <b>9</b> |

### 5 семестр

#### *Практическое занятие № 1.*

**Тема: «Хроматография. Способы детектирования. Основные параметры хроматограммы. Способы получения хроматограмм. Качественный и количественный хроматографический анализ»**

Обучающимся предлагается рассмотреть способы детектирования в хроматографии, типы детекторов и основные физические законы, лежащие в основе процесса, основные параметры хроматограммы и способы их получения в зависимости от типа детектора, основные параметры, лежащие в основе качественного и количественного анализа.

#### *Практическое занятие № 2.*

**Тема: Ионообменная хроматография. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие**

Обучающимся предлагается рассмотреть ионообменное равновесие, константу ионообменного равновесия и её расчет, факторы, определяющие селективность коэффициенты распределения и селективности, ряд селективности ионов, примеры задач разделения ионов.

#### *Практическое занятие № 3.*

**Тема: Потенциометрия: электродная функция, предел обнаружения, коэффициент селективности, время отклика. Определение концентраций ионов в растворе. Потенциометрическое титрование: способы обнаружения конечной точки титрования. Расчеты.**

Обучающимся предлагается ознакомиться с основными параметрами ионселективных электродов – пределом обнаружения, временем отклика, коэффициентом селективности, влияющими на практическое определение ионов, рассмотреть способы определения ионов в растворе методом прямой потенциометрии и потенциометрического титрования, оценить способ определения конечной точки титрования, методы расчета концентрации ионов.

#### *Практическое занятие № 4.*

**Тема: Вольтамперометрия: получение и характеристика вольтамперной кривой. Предельный диффузионный ток. Потенциал полувольты. Анализ объектов методом ВАМ.**

Обучающимся предлагается ознакомиться с основными параметрами вольтамперной зависимости - предельным диффузионным током и потенциалом полувольты, на основе определения которых проводится качественный и количественный анализ, способами графическими и расчетными при определении параметров.

## *6 семестр*

### *Практическое занятие № 1.*

**Тема: Спектрофотометрия: оптическая плотность растворов, закон Бугера-Ламберта-Бера. Способы определения концентрации веществ. Метрологические характеристики и аналитические возможности.**

Обучающимся предлагается рассмотреть основные способы расчета концентраций при анализе веществ спектрометрическим методом: построение градуировочной характеристики, метод одного стандарта, метод ограничивающих эталонов, метод добавок, метод дифференциальной спектрометрии, спектрометрического титрования.

### *Практическое занятие № 2.*

**Тема: Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектрометрия, устройство спектрометров, атомизаторы, детекторы.**

Обучающимся предлагается рассмотреть основные способы получения аналитического сигнала в методах атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектрометрии, построения градуировочной характеристики и устранение помех при проведении измерений.

### *Практическое занятие № 3.*

**Тема: Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектрометрия, построение градуировочной характеристики, расчеты.**

Обучающимся предлагается рассмотреть основные способы получения аналитического сигнала в методах атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектрометрии и расчета концентраций, построения градуировочной характеристики и расчета концентраций.

## *7 семестр*

### *Практическое занятие № 1.*

**Тема: Анализ объектов – получение аналитического сигнала, расчеты.**

Обучающимся предлагается рассмотреть основные способы получения аналитического сигнала при измерении объектов разной природы, построения градуировочной характеристики и расчета концентраций.

### *Практическое занятие № 2.*

**Тема: Анализ объектов – получение аналитического сигнала, расчеты (продолжение).**

Обучающимся предлагается рассмотреть основные способы получения аналитического сигнала при измерении объектов разной природы и расчета концентраций при использовании различных приемов.

## **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### ***Основная литература:***

1. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа : учебник

- для вузов / под ред. Ю. А. Золотова. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2004. - 503 с.
2. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения : учебник для вузов. Т. А. Большова; под ред. Ю. В. Золотова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2002. - 351 с.
  3. Барбалат Ю.А. Основы аналитической химии : практическое руководство М. : Лаборатория знаний, 2017. - 465 с.
- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001015673.html?SSr=270134171a0929261b20518>

*Дополнительная литература:*

1. Москвин Л.Н. Родинков О.В. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии : учебное пособие. Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 352 с.
2. Аналитическая химия. В 3-х т. Т. 1 Методы идентификации и определения веществ. Под ред. Москвина Л.Н. М: Издательский центр «Академия». 2008. 629 с.
3. Аналитическая химия. В 3-х т. Т. 2 Методы разделения веществ и гибридные методы анализа / Под ред. Москвина Л.Н. М: Издательский центр «Академия». 2008. 499 с.
4. Аналитическая химия. В 3-х т. Т. 3. Химический анализ / Под ред. Москвина Л.Н. 2010. М: Издательский центр «Академия». 556 с.
5. Васильев В. П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа, учебник для вузов. М.: Дрофа. 2006.
6. Ганеев А.А., Шолупов С.Е., Пупышев А.А. и др. Атомно-абсорбционный анализ: Учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2011. 304 с.
7. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. Москва. Мир. 2001.