

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Наумова Наталья Александровна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 14.10.2024 14:29:41  
Уникальный программный ключ:  
6b5279da4e034bffa79172803da5b7b559fc69e2

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области

## МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ (МГОУ)

Факультет естественных наук

Кафедре теоретической и прикладной химии

Согласовано управлением организации и  
контроля качества образовательной  
деятельности

« 24 » марта 2022 г.

Начальник управления

/Р.В. Самолетов/

Одобрено учебно-методическим советом

Протокол от «24» марта 2022 г. № 03

Председатель

М.С. Мищенко /



### Рабочая программа дисциплины

Аналитическая химия

#### Специальность

31.05.01 Лечебное дело

#### Квалификация

Врач-лечебник

#### Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической  
комиссией факультета естественных наук

Протокол от «23» марта 2022 г. № 4

Председатель УМКом

/И.Ю. Лялина/

Рекомендовано кафедрой теоретической и  
прикладной химии

Протокол от «15» марта 2022 № 8

Зав. кафедрой

/Н.В. Васильев /

Мытищи

2022

Авторы-составители:

Радугина Ольга Георгиевна, кандидат химических наук, доцент  
Петренко Дмитрий Борисович, кандидат химических наук,

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 31.05.01 Лечебное дело, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 12 августа 2020 г. № 988.

Дисциплина входит в модуль «Предметный модуль» в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                   | Стр. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....                                                           | 4    |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....                                    | 4    |
| 3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....                                                             | 4    |
| 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ<br>ОБУЧАЮЩИХСЯ.....                     | 5    |
| 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И<br>ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ..... | 6    |
| 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....                                    | 14   |
| 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....                                              | 14   |
| 8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....    | 15   |
| 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....                                            | 15   |

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины - формирование четких представлений: об аналитической химии как науке; теоретических основах классических и инструментальных методов анализа и относительных возможностях изучаемых методов.

#### Задачи дисциплины:

- прочное усвоение теоретических знаний и практических навыков в области классических (гравиметрический и титриметрический анализ);
- углубление и расширение теоретической, химической и методической подготовки обучающихся;
- формирование знаний в области метрологии химического анализа, навыков в сопоставлении методик анализа и подходов к их выбору при решении конкретных задач;
- формирование представлений о теории пробоотбора.

### 1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ДПК-1. Способен к проведению и контролю эффективности мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья и включающих в себя формирование здорового образа жизни, предупреждение возникновения и (или) распространения заболеваний, их раннюю диагностику, выявление причин и условий их возникновения и развития, а также направленных на устранение вредного влияния на здоровье человека факторов среды его обитания.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в модуль «Предметный модуль» в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Для освоения дисциплины «Аналитическая химия» обучающиеся используют знания и умения, сформированные в ходе изучения дисциплин «Физика и математика» и «Химия».

Дисциплина «Аналитическая химия» является базовой для последующего изучения таких дисциплин, как «Медицинская экология», «Биохимия», «Лабораторная диагностика», «Фармакология», «Стоматология», «Гигиена», «Наркология».

## 3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Объем дисциплины

| Показатель объема дисциплины                 | Количество |
|----------------------------------------------|------------|
| Объем дисциплины в зачетных единицах         | 3          |
| Объем дисциплины в часах                     | 108        |
| Контактная работа:                           | 58,2       |
| Лекции                                       | 18         |
| Лабораторные занятия                         | 20         |
| Практические занятия                         | 20         |
| Контактные часы на промежуточную аттестацию: | 0,2        |
| Зачет с оценкой                              | 0,2        |
| Самостоятельная работа                       | 42         |
| Контроль                                     | 7,8        |

Форма промежуточной аттестации является: зачет с оценкой в 3-м семестре.

### 3.2.Содержание дисциплины

| Наименование разделов (тем)<br>Дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                                                            | Количество часов |                      |                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                            | Лекции           | Лабораторные занятия | Практические занятия |
| Тема 1. Введение в аналитическую химию. Качественный анализ катионов и анионов. Систематический и дробный анализ. Частные реакции и ход анализа смеси катионов и анионов.                                                                  | 2                | 1                    | 1                    |
| Тема 2. Закон действия масс. Химическое равновесие. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации.                                                                                                                          | 1                | 2                    | 2                    |
| Тема 3. Состояние сильных электролитов в растворе. Диссоциация воды. Вычисление рН различных растворов.                                                                                                                                    | 1                | 2                    | 2                    |
| Тема 4. Окислительно-восстановительные реакции в химическом анализе.                                                                                                                                                                       | 2                | 1                    | 1                    |
| Тема 5. Растворимость и константа растворимости (произведение растворимости). Последовательность образования осадков. Условия образования и растворения осадков. Влияние на растворимость осадков ионной силы раствора, одноименных ионов. | 1                | 2                    | 2                    |
| Тема 6. Титриметрические методы анализа. Основные понятия титриметрии. Расчеты, связанные с приготовлением растворов и титрованием                                                                                                         | 1                | 2                    | 2                    |
| Тема 7. Кислотно-основное титрование в водной среде.                                                                                                                                                                                       | 1                | 1                    | 1                    |
| Тема 8. Комплексометрическое титрование. Общая характеристика методов.                                                                                                                                                                     | 2                | 1                    | 1                    |
| Тема 9. Комплексометрическое титрование. Комплексоны. Способы индикации точки эквивалентности. Металлоиндикаторы.                                                                                                                          | 1                | 1                    | 1                    |
| Тема. 10. Окислительно-восстановительное титрование. Общая характеристика. Перманганатометрическое титрование. Иодометрическое титрование.                                                                                                 | 1                | 2                    | 2                    |
| Тема 11. Осадительное титрование. Общая характеристика методов. Аргентометрическое титрование. Меркурометрическое титрование.                                                                                                              | 2                | 2                    | 2                    |
| Тема 12. Гравиметрические методы анализа. Общая характеристика гравиметрии. Виды гравиметрических определений.                                                                                                                             | 2                | 1                    | 1                    |
| Тема 13. Статистическая обработка результатов анализа                                                                                                                                                                                      | 1                | 2                    | 2                    |
| Итого                                                                                                                                                                                                                                      | 18               | 20                   | 20                   |

### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

| Темы для самостоятельного изучения                                                           | Изучаемые вопросы                                                                                            | Количество часов | Формы самостоятельной работы                                 | Методическое обеспечение                   | Формы отчетности                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|
| Тема 1. Введение в аналитическую химию. Качественный анализ катионов и анионов. Систематиче- | 1.Основные этапы развития аналитической химии.<br>2.Характеристика современного этапа развития аналитической | 21               | Подготовка к устному опросу<br>Подготовка контрольной работы | Учебно-методическое обеспечение дисциплины | Устный опрос, контрольная работа |

|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                     |                                            |         |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------|--------------------------------------------|---------|
| ский и дробный анализ. Частные реакции и ход анализа смеси катионов и анионов. | химии.<br>3. Представьте роль аналитической химии в экологоаналитическом мониторинге загрязнений окружающей среды.<br>4. Напишите качественные реакции, используемые в качественном анализе для обнаружения 1-6 аналитических групп катионов и 1-3 групп анионов                          |    |                     |                                            |         |
| Тема 8. Метрологические характеристики методов анализа                         | 1.Какими способами можно проверить правильность анализа?<br>2.Перечислите известные вам источники систематических погрешностей в титриметрическом и гравиметрическом методах анализа.<br>3.В чем отличие систематических погрешностей от случайных?<br>4.Расчет доверительного интервала. | 21 | Подготовка реферата | Учебно-методическое обеспечение дисциплины | Реферат |
| Итого                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 42 |                     |                                            |         |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Этапы формирования                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| ДПК-1. Способен к проведению и контролю эффективности мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья и включающих в себя формирование здорового образа жизни, предупреждение возникновения и (или) распространения заболеваний, их раннюю диагностику, выявление причин и условий их возникновения и развития, а также направленных на устранение вредного влияния на здоровье человека факторов среды его обитания. | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа |

## 5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Оцениваемые компетенции | Уровень сформированности | Этап формирования                                        | Описание показателей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Критерии оценивания                                                  | Шкала оценивания, баллы                                                                                                                                               |
|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ДПК-1                   | Пороговый                | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа | <b>Знает</b> факторы среды обитания, оказывающие вредное влияние на здоровье человека; современную аппаратуру для камеральной обработки проб; мероприятия, направленные на сохранение и укрепление здоровья; формирование здорового образа жизни; предупреждение возникновения и (или) распространения заболеваний; мероприятия, направленные на устранение вредного влияния на здоровье человека негативных факторов среды его обитания<br><b>Умеет</b> выявлять факторы среды обитания, оказывающие вредное влияние на здоровье человека; использовать современную аппаратуру для камеральной обработки проб; использовать современные средства и способы поиска информации; использовать и эксплуатировать лабораторное оборудование; использовать химические реактивы.                                                                                                                                                                                                                                          | Устный опрос, тест, реферат                                          | Шкала оценивания устного опроса<br>Шкала оценивания теста<br>Шкала оценивания реферата                                                                                |
|                         | Продвинутый              | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа | <b>Знает</b> факторы среды обитания, оказывающие вредное влияние на здоровье человека; современную аппаратуру для камеральной обработки проб; мероприятия, направленные на сохранение и укрепление здоровья; формирование здорового образа жизни; предупреждение возникновения и (или) распространения заболеваний; мероприятия, направленные на устранение вредного влияния на здоровье человека негативных факторов среды его обитания<br><b>Умеет</b> выявлять факторы среды обитания, оказывающие вредное влияние на здоровье человека; использовать современную аппаратуру для камеральной обработки проб; использовать современные средства и способы поиска информации; использовать и эксплуатировать лабораторное оборудование; использовать химические реактивы.<br><b>Владеет</b> способами выявления причин возникновения негативных факторов среды обитания человека; навыками применения современной аппаратуры для камеральной обработки проб; навыками организации научно-исследовательских работ в | Устный опрос, тест, лабораторная работа, реферат, контрольная работа | Шкала оценивания устного опроса<br>Шкала оценивания теста<br>Шкала оценивания лабораторной работы<br>Шкала оценивания реферата<br>Шкала оценивания контрольной работы |

|  |  |  |                                                                                        |  |  |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  | условиях лаборатории и в полевых условиях; выполнять анализ объектов окружающей среды. |  |  |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

### Описание шкал оценивания

#### Шкала оценивания реферата

| Показатель                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Балл |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Содержание соответствует поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, обучающийся показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения                                                                                                                                                                                                | 8-10 |
| Содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задаче исследования, работа выполнена на недостаточно широкой базе источников и не учитывает новейшие достижения в области химической экологии, изложение материала носит преимущественно описательный характер, обучающийся показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения | 5-7  |
| Содержание не отражает особенности проблематики избранной темы; содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, база источников является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, обучающийся показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы                                                         | 2-4  |
| Работа не имеет логичной структуры, содержание работы в основном не соответствует теме, база источников исследования является недостаточной для решения поставленных задач, обучающийся показал неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию                                                                                                                                                                                                          | 0-1  |

#### Шкала оценивания теста

| Показатель                 | Балл |
|----------------------------|------|
| 80-100% правильных ответов | 8-10 |
| 60-79% правильных ответов  | 6-7  |
| 30-59% правильных ответов  | 3-5  |
| 0-29 % правильных ответов  | 0-2  |

#### Шкала оценивания контрольной работы

| Показатель                                                    | Балл |
|---------------------------------------------------------------|------|
| Работа выполнена полностью и без существенных ошибок          | 8-10 |
| Работа выполнена частично (41-80%)                            | 5-7  |
| Работа выполнена менее, чем на 40% или содержит грубые ошибки | 2-4  |
| Работа не выполнена                                           | 0-1  |

#### Шкала оценивания устного опроса

| Показатель                    | Балл |
|-------------------------------|------|
| Свободное владение материалом | 4    |

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| Достаточное усвоение материала          | 3   |
| Поверхностное усвоение материала        | 1-2 |
| Неудовлетворительное усвоение материала | 0   |

### Шкала оценивания лабораторной работы

| Показатель                                                    | Балл |
|---------------------------------------------------------------|------|
| Работа выполнена полностью (81%) и без существенных ошибок    | 8-10 |
| Работа выполнена частично (41%-80%) или с небольшими ошибками | 6-7  |
| Работа выполнена менее чем на 40% или содержит грубые ошибки  | 5    |
| Работа не выполнена                                           | 0    |

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

#### Примерные темы лабораторных работ

##### Качественный анализ

1. Техника безопасности и приемы работы в аналитической лаборатории. Приемы работы полумикрометодом.
2. Обнаружение катионов I-VI аналитических групп дробным методом
3. Обнаружение анионов I-III аналитических групп дробным методом. Частные реакции анионов.
4. Контрольная задача «Анализ смеси сухих солей»

#### Примерные вопросы для устных опросов

1. Закон действия масс. Химическое равновесие. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации. Решение задач.
2. Состояние сильных электролитов в растворе. Диссоциация воды. Вычисление pH различных растворов. Решение задач.

#### Примерные варианты тестов

1. Закончите предложение: катионы натрия окрашивают пламя газовой горелки в...  
1) изумрудно зелёный цвет      2) голубой цвет  
3) карминово-красный цвет      4) интенсивно жёлтый цвет
2. Закончите предложение: Открытию иона калия при помощи  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  не мешает...  
1)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$       2)  $\text{NH}_4\text{Cl}$       3)  $\text{H}_2\text{SO}_4$       4)  $\text{NaOH}$
3. Соль белого цвета, хорошо растворяется в воде, не окрашивает пламя газовой горелки. При добавлении к раствору этой соли раствора нитрата серебра выпадает белый творожистый осадок, растворимый в конц.  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; при добавлении к соли раствора гидроксида калия выделяется газ с неприятным запахом, под воздействием которого влажная универсальная индикаторная бумажка окрашивается в цвет, соответствующий pH ~ 9. Формула соли...  
1)  $\text{KCl}$       2)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$       3)  $\text{NH}_4\text{Cl}$       4)  $\text{NaCl}$ .

4. 500 см<sup>3</sup> раствора серной кислоты с концентрацией 0,10 моль/дм<sup>3</sup> следует готовить в

---

1) химическом стакане вместимостью > 500 см<sup>3</sup>;

- 2) мерном цилиндре;
- 3) мерной колбе вместимостью 500 см<sup>3</sup>;
- 4) большой мензурке

5. Перед выполнением титриметрического определения титрантом следует ополоснуть. \_\_\_\_\_.

- 1) коническую колбу для титрования;
- 2) бюретку;
- 3) мерную колбу;
- 4) мерную пипетку.

6. Какое уравнение является математическим выражением константы равновесия для реакции:  $3\text{NH}_4\text{SCN} + \text{FeCl}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$

$$\begin{array}{ll} 1) K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][\text{NH}_4\text{Cl}]^3}{[\text{NH}_4\text{SCN}]^3[\text{FeCl}_3]} & 2) K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][3\text{NH}_4\text{Cl}]}{[3\text{NH}_4\text{SCN}][\text{FeCl}_3]} \\ 3) K = \frac{[\text{NH}_4\text{SCN}]^3[\text{FeCl}_3]}{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][\text{NH}_4\text{Cl}]^3} & 4) K = \frac{[3\text{NH}_4\text{SCN}][\text{FeCl}_3]}{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][3\text{NH}_4\text{Cl}]} \end{array}$$

7. Найдите соответствие между формулами, по которым вычисляется концентрация ионов водорода в растворе, и веществами:

- 1) NaOH; 2) CH<sub>3</sub>COOH; 3) CH<sub>3</sub>COONa; 4) NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O + NH<sub>4</sub>Cl

а)  $[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot C(\text{кисл.})}$ ; б)  $[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot K_a}{C(\text{соли})}}$ ; в)  $[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{C(\text{осн.})}$ ;

г)  $[\text{H}^+] = \frac{10^{-14} \cdot C(\text{соли})}{K_b \cdot C(\text{осн.})}$

8. 9,77 г гидроксида калия, содержащего 14% индифферентных примесей, растворили в воде и разбавили в мерной колбе до 100 см<sup>3</sup>. Молярная концентрация полученного раствора: ...

1. 1,5 моль/дм<sup>3</sup>; 2. 1,8 моль/дм<sup>3</sup>; 3. 15 моль/дм<sup>3</sup>; 4. 18 моль/дм<sup>3</sup>.

9. Какой объём (см<sup>3</sup>) серной кислоты с концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> необходим для нейтрализации 50,0 см<sup>3</sup> раствора гидроксида калия с концентрацией 0,05 моль/дм<sup>3</sup>? \_\_\_\_\_

- 1) 50,0 2) 25,0 3) 37,5 4) 12,5

10. Установите соответствие между математической формулой и её названием

1)  $E = E_0 + \frac{RT}{nF} \cdot \lg \frac{[\text{окс}]}{[\text{ред}]}$  ;

2)  $\lg f = -AZ^2 \frac{\sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}}$  ;

3)  $\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}$  ;

4)  $K = \frac{[\text{C}]^p \cdot [\text{D}]^q}{[\text{A}]^m \cdot [\text{B}]^n}$

а) Формула Дебая – Хюккеля

б) Закон разбавления Оствальда

в) Закон действия масс

г) Формула Нернста

### Примерные варианты контрольной работы

Вариант 1

1. В 500 мл раствора содержится 2,6578 г Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Вычислить молярную концентрацию эквивалента раствора Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, если при его нейтрализации образуется CO<sub>2</sub>.

2. Какой объем раствора серной кислоты с массовой долей 9,3 % ( $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для приготовления 40 мл 0,35 М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

3. Рассчитать pH и pOH 0,03 М раствора  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ( $K(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).

4. Что такое точка эквивалентности? В какой области pH (кислой, щелочной, нейтральной) лежит точка эквивалентности при титровании раствора:

а) сильной кислоты сильным основанием;

б) слабой кислоты сильным основанием? Приведите примеры.

5. В 200 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты содержится 1,64 г безводного ацетата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора ( $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).

6. Массовую долю (%)  $\text{CuO}$  в минерале методом иодометрии определили 38,20, 38,00, 37,66. Оцените доверительный интервал и представьте результат анализа.

7. При анализе топаза получили следующие данные о содержании в нём оксида алюминия (%): 53,96, 54,15, 54,05, 54,08 и 54,32. Является ли последний результат промахом?

Вариант 2

1. Навеску  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  массой 0,6000 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. Вычислите молярную концентрацию эквивалента полученного раствора.

2. Какой объем раствора карбоната натрия с массовой долей 15 % ( $\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для приготовления 250 мл 0,45 М раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ?

3. Рассчитайте  $[\text{H}^+]$  и pH 0,002 М раствора муравьиной кислоты  $\text{HCOOH}$  ( $K(\text{HCOOH}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ).

4. Что называется кривой титрования? Для какой цели строят кривые титрования?

5. К 100 мл 0,2 М раствора муравьиной кислоты прибавили 50 мл формиата натрия  $\text{HCOONa}$  с концентрацией 0,05 моль/л. Рассчитайте pH буферного раствора. ( $K(\text{HCOOH}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ).

6. Содержание активного хлора в хлорной извести найдено (%): 37,11, 37,02, 37,18, 37,27 и 37,15. Оцените наличие грубых погрешностей, доверительный интервал и представьте результат анализа.

7. Имеется ли систематическая погрешность при определении платины, если при анализе стандартного образца, содержащего 85,97 % платины, получены результаты (%): 85,97, 85,71, 85,84 и 85,79?

### Примерные темы рефератов

1. Тест-методы в экологическом анализе.
2. Спектрофотометрические методы анализа.
3. Органические реагенты в аналитической химии.
4. Тонкослойная хроматография как метод анализа.
5. ААС и её применение для определения тяжёлых металлов.
6. Ионметрический метод анализа.
7. Бумажная хроматография как метод анализа.
8. Масс-спектрометрия органических соединений.

### Примерные вопросы к зачету с оценкой

1. Аналитическая химия как наука. Значение аналитической химии для развития науки и техники. Химический анализ. Объекты анализа. Качественный и количественный анализ. Предмет и задачи качественного и количественного анализа.

2. Способы выражения концентрации растворов: молярная концентрация; молярная концентрация эквивалента; массовая доля (процентная концентрация). Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Фактор эквивалентности.

3. Закон эквивалентов и его применение в химическом анализе.

4. Закон действия масс как теоретическая основа химических методов анализа. Скорость химической реакции. Равновесные системы. Константа равновесия.

5. Слабые электролиты. Степень электролитической диссоциации. Закон разбавления

Остwald. Условия смещения ионных равновесий. Вычисление рН в растворах слабых кислот и оснований.

6. Водные растворы сильных электролитов. Ионная сила раствора. Активность. Коэффициент активности и его роль в представлении количественных отношений в аналитических системах. Расчет величин коэффициентов активности.

7. Ионное произведение воды. Водородный показатель рН. Шкала рН. Протяженность шкалы рН. Вычисление рН различных растворов.

8. Гидролиз солей. Буферные системы и их значение в аналитической химии. Расчет рН буферных систем: теория, примеры. Буферные системы в природе.

9. Равновесие в гетерогенной системе. Константа растворимости. Правило произведения растворимости. Растворимость малорастворимых соединений в воде в отсутствие конкурирующих процессов. Условия образования и растворения осадков.

10. Равновесие в гетерогенной системе. Константа растворимости. Правило произведения растворимости. Влияние одноименного иона на растворимость малорастворимого электролита.

### Примеры задач к зачету с оценкой

#### Качественный анализ

- Опишите ход анализа следующих смесей ионов, докажете отсутствие в смеси других катионов и анионов из перечня, приведенного ниже. Напишите уравнения реакций, укажите эффект реакций. В составе контрольной задачи могут содержаться  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ .

|                                                                               |                                                                            |                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1. $\text{K}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$                       | 2. $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Cl}^-$  | 3. $\text{Na}^+$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Cl}^-$      |
| 4. $\text{NH}_4^+$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ | 5. $\text{NH}_4^+$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{NO}_3^-$                    | 6. $\text{K}^+$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{NO}_3^-$                       |
| 7. $\text{Na}^+$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Cl}^-$        | 8. $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{NO}_3^-$   | 9. $\text{NH}_4^+$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{NO}_3^-$                    |
| 10. $\text{Na}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{Cl}^-$        | 11. $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Cl}^-$ | 12. $\text{K}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{NO}_3^-$ |
| 13. $\text{K}^+$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$    | 14. $\text{Na}^+$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_3^-$   | 15. $\text{Na}^+$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{NO}_3^-$  |

#### Количественный анализ

- Рассчитайте значения рН следующих растворов:

$\text{H}_2\text{SO}_4$  с массовой долей 1%; 10%; 15% и 49%; и с молярной концентрацией 0,5; 2,0 и 5,0 моль/дм<sup>3</sup>

$\text{HCl}$  с массовой долей 18% и 36%

$\text{CH}_3\text{COOH}$  с массовой долей 10% и 30%

Щавелевой кислоты с массовой долей 10%

- Рассчитайте значения рН и рОН следующих растворов:

1%-ного раствора уксусной кислоты; 5 и 10%-ного раствора аммиака

- Рассчитайте значения рН 0,01 М и 0,1 М аммиачной буферной смеси, содержащей 40% аммиака

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

В рамках освоения дисциплины предусмотрены: устный опрос, тест, подготовка реферата, контрольная работа, выполнение лабораторной работы.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на увеличение объема знаний в области актуальных проблем аналитической химии и реализацию возможностей использования знаний на практике.

Самостоятельная работа обучающихся предполагает работу с дополнительными информационными источниками, самостоятельными исследованиями, а также работу с электронными источниками.

Максимальное количество баллов, которое может набрать студент в течение семестра за различные виды работ – 70 баллов. Максимальная сумма баллов, которые студент может получить на зачете с оценкой – 30 баллов

Формой промежуточной аттестации является зачет с оценкой. На зачете с оценкой студенты должны дать ответы на теоретические вопросы и решить задачу.

#### **Шкала оценивания ответа на зачете с оценкой**

| <b>Показатель</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Балл</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Обучающийся обнаруживает высокий уровень овладения теорией вопроса, знание терминологии, умение давать определения понятиям, Знание персоналий, сопряженных с теоретическим вопросом, Умение проиллюстрировать явление практическими примерами, дает полные ответы на вопросы с приведением примеров и/или пояснений. | 30-15       |
| Обучающийся недостаточно полно освещает теоретический вопрос, определения даются без собственных объяснений и дополнений, ответы на вопросы полные с приведением примеров                                                                                                                                             | 15-10       |
| Обучающийся обнаруживает недостаточно глубокое понимание теоретического вопроса, Определения даются с некоторыми неточностями, дает ответы только на элементарные вопросы, число примеров ограничено                                                                                                                  | 9-5         |
| Обучающийся обнаруживает незнание основных понятий и определений, не умеет делать выводы, показывает крайне слабое знание программного материала.                                                                                                                                                                     | 4-0         |

#### **Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине**

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа обучающегося в течение всего срока освоения дисциплины, а также баллы на промежуточной аттестации.

| <b>Баллы, полученные обучающимися в течение освоения дисциплины</b> | <b>Оценка по дисциплине</b> |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 81 – 100                                                            | отлично                     |
| 61 – 80                                                             | хорошо                      |
| 41 – 60                                                             | удовлетворительно           |
| 0 – 40                                                              | неудовлетворительно         |

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Основная литература**

1. Васюкова, А. Т. Аналитическая химия : учебник для вузов. - Москва : Дашков и К, 2019. - 156 с. - Текст : электронный. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394028373.htm>

2. Никитина, Н.Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина. - 4-е изд. - М. : Юрайт, 2019. - 394с. – Текст: непосредственный.
3. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия : учебник. - Москва : ГЭОТАР - Медиа, 2018. - 320 с. - 320 с. - Текст : электронный. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454787.html>

## **6.2. Дополнительная литература**

1. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах: учебник и практикум для вузов / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд. — Москва : Юрайт, 2020. — 537 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/450432>  
<https://urait.ru/bcode/450453>
2. Аналитическая химия : учебное пособие для вузов / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2021. — 107 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/472049>
- Вершинин, В.И. Аналитическая химия : учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. - 2-е изд. - СПб. : Лань, 2017. - 428с.- Текст: непосредственный.
3. Основы аналитической химии : практическое руководство / Ю. А. Барбалат, и др.- Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 465 с. - Текст : электронный. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001015673.html>
4. Подкорытов, А. Л. Аналитическая химия. Окислительно-восстановительное титрование : учебное пособие для вузов / А. Л. Подкорытов, Л. К. Неудачина, С. А. Штин. — Москва : Юрайт, 2021. — 60 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/472234>
5. Сборник задач по курсу "Аналитическая химия" : учебное пособие / В. Н. Горячева, Ж. Н. Медных, Е. А. Елисеева, С. Л. Березина. - Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. - 21 с. - Текст : электронный. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703848364.html>

## **6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <https://mosgorzdrav.ru/ru-RU/index.html> - Департамент здравоохранения города Москвы
2. <https://minzdrav.gov.ru/> - Министерство здравоохранения Российской Федерации
3. <https://mz.mosreg.ru/> - Министерство здравоохранения Московской области
4. <https://biblioclub.ru> - ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
5. <https://e.lanbook.com> - ЭБС «Лань»
6. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru) - ЭБС «Консультант студента»
7. <https://urait.ru/> - Образовательная платформа «Юрайт»
8. <https://ibooks.ru/> - Электронно-библиотечная система ibooks.ru

## **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

## **8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Лицензионное программное обеспечение:

Зарубежное: Microsoft Windows, Microsoft Office

Отечественное: Kaspersky Endpoint Security

Свободно распространяемое программное обеспечение:

Зарубежное: Google Chrome, 7-zip

Отечественное: ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

Информационные справочные системы:  
Система ГАРАНТ  
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных:

[fgosvo.ru](http://fgosvo.ru) – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

[pravo.gov.ru](http://pravo.gov.ru) - Официальный интернет-портал правовой информации

[www.edu.ru](http://www.edu.ru) – Федеральный портал Российское образование

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом учебной мебели, доской маркерной, ПК, ноутбуком, микрофоном, проектором;
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;
- лаборатория физической, коллоидной и прикладной химии, оснащенная комплектом учебной мебели, доской маркерной, доской меловой, раковиной, шкафом, вытяжным шкафом, химическим оборудованием, реактивами;
- лаборатория общей химии, оснащенная комплектом учебной мебели, ПК, доской маркерной, доской интерактивной, проектором, раковиной, шкафом, вытяжным шкафом, химическим оборудованием, реактивами.