

**Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова филиал  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ЛФ

Д.В. Рябова \_\_\_\_\_

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2025 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплины	<b>Б1.О.34 Химические и физико-химические методы анализа окружающей среды</b>
Направление(я)	<b>05.03.06 Экология и природопользование</b>
Направленность (и)	<b>Экологическая безопасность (в промышленности)</b>
Квалификация	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>заочная</b>
Факультет	<b>Лесохозяйственный факультет</b>
Кафедра	<b>Экологические технологии природопользования</b>
Учебный план	<b>2025_05.03.06_z.plx.plx Направление 05.03.06 Экология и природопользование</b>
ФГОС ВО (3++) направления	<b>Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 894)</b>
Общая трудоемкость	<b>108 / 3 ЗЕТ</b>
Разработчик (и):	<b>канд. хим. наук, доц., Пятницына Е.В.</b>
Рабочая программа одобрена на заседании кафедры	<b>Экологические технологии природопользования</b>
Заведующий кафедрой	<b>к.т.н.,доцент Кулакова Е.С.</b>
Дата утверждения плана уч. советом от 29.01.2025 протокол № 5.	
Дата утверждения рабочей программы уч. советом от 20.06.2025 протокол № 10	

**1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА  
АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С  
ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108  
 в том числе:  
 аудиторные занятия 10  
 самостоятельная работа 94  
 часов на контроль 4

**Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	<b>4</b>		Итого	
Вид занятий	УП	РП		
Лекции	4	4	4	4
Лабораторные	6	6	6	6
Итого ауд.	10	10	10	10
Контактная работа	10	10	10	10
Сам. работа	94	94	94	94
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	108	108	108	108

Виды контроля на курсах:

Зачет	4	семестр
Контрольная работа	4	семестр

**2. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

2.1	Сформировать современное представление об основных принципах химических и физико- химических методов исследования.
-----	--

**3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Цикл (раздел) ОП:		Б1.О
<b>3.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
3.1.1	Методы экологических исследований	
3.1.2	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	
3.1.3	Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика	
3.1.4	Геология	
3.1.5	Геоэкология	
3.1.6	Общая экология	
3.1.7	Ознакомительная практика	
3.1.8	Почвоведение	
3.1.9	Физика	
3.1.10	Информатика	
3.1.11	Математика	
3.1.12	Химия	
<b>3.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
3.2.1	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	

**4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ОПК-3 : Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности**

ОПК-3.2 : Владеть базовыми методами лабораторных экологических исследований, активно используемых для решения задач профессиональной деятельности

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Индикаторы	Литература	Интеракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Качественный анализ</b>						
1.1	Структура современной аналитической химии. Качественный анализ. Виды анализа. Основные этапы проведения анализа и классификация методов анализа. Аналитический сигнал, предел обнаружения, избирательные и специфические методы. /Лек/	4	1	ОПК-3.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1	0	
1.2	Техника безопасности. Идентификация катионов кислотнo-щелoчным методом. Аналитическая классификация анионов /Лаб/	4	2	ОПК-3.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1	0	
	<b>Раздел 2. Количественный химический анализ</b>						

2.1	<p>Методы количественного химического анализа. Гравиметрический метод анализа. Методы осаждения и отгонки в гравиметрии. Требования к осадкам. Выбор осадителя. Влияние различных факторов растворимость осадков. Использование этих методов в анализе объектов окружающей среды</p> <p>Титриметрический метод анализа. Стандартные растворы. Виды титрования: прямое, обратное, заместительное. Расчеты в титриметрии. Основные методы титриметрии. Кислотно-основное титрование, окислительно-восстановительное, осадительное и комплексонометрическое титрование. Использование этих методов в анализе объектов окружающей среды</p> <p>/Лек/</p>	4	1.5	ОПК-3.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1	0	
2.2	<p>1. Определение содержания кислот в сточных водах методом прямого титрования.</p> <p>2. Метод обратного титрования в анализе состава почв.</p> <p>/Лаб/</p>	4	2	ОПК-3.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1	0	
	<b>Раздел 3. Количественный инструментальный анализ</b>						

3.1	Физико-химические методы анализа. Электрохимические методы анализа. Классификация физико-химических методов анализа. Способы расчета концентраций: метод сравнения, метод калибровочного графика, метод добавок. Общая характеристика электрохимических методов анализа. Классификация электро-химических методов. Использование этих методов в анализе объектов окружающей среды Оптические (спектральные) методы анализа. Классификация оптических методов анализа. Методы молекулярной спектроскопии. Методы атомной спектроскопии. Использование этих методов в анализе объектов окружающей среды Хроматографические методы анализа. Классификация хроматографических методов анализа. Хроматографические параметры. Использование этих методов в анализе объектов окружающей среды /Лек/	4	1.5	ОПК-3.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1	0	
3.2	1. Метод турбидиметрического определения сульфатов в природных водах. 2. Колориметрическое определение ионов аммония с реактивом Несслера. /Лаб/	4	2	ОПК-3.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1	0	
	<b>Раздел 4. Самостоятельная работа</b>						
4.1	Изучение теоретических вопросов. Выполнение практических заданий. Решение задач. /Ср/	4	94	ОПК-3.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1	0	
4.2	Подготовка к зачету /Зачёт/	4	4	ОПК-3.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1	0	

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Контрольные вопросы и задания

#### ЗАДАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

#### 1. Введение в качественный анализ

Задания 1–10

Содержание заданий

- Задачи качественного анализа, классификация его методов.
- Классификация методов качественного анализа по способу регистрации результатов анализа, агрегатному

состоянию и количеству исследуемого вещества.

3. Характеристика и примеры применения дробного и систематического анализа.
4. Аналитические реакции, их типы и предъявляемые к ним требования.
5. Условия проведения аналитических реакций.
6. Аналитические и групповые реагенты. Аналитические эффекты реакций.
7. Кислотно-основная методика классификации катионов.
8. Классификация анионов по растворимости солей бария и серебра.
9. Произведение растворимости. Его вывод и применение в аналитической химии.
10. Условия образования и растворения осадков.

#### Методические указания

Для ответа на вопросы заданий 1–10 используйте любые учебные пособия по аналитической химии (раздел «Качественный анализ»). Изучите по ним теоретический материал и приведите краткие ответы на указанные в заданиях вопросы.

#### 5.2. Аналитические группы катионов

##### Задания 11–20

##### Содержание заданий

2. Укажите, к каким аналитическим группам относятся перечисленные катионы. Отметьте групповые реагенты и покажите их действие на примере приведенных катионов.
3. Составьте уравнения реакций обнаружения указанных катионов, условия их проведения и аналитические эффекты.

#### Таблица 1

##### Качественный химический анализ (катионы)

##### Номер

задания	Ионы	Номер	Ионы
11	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup>	16	Ag <sup>+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup>
12	Na <sup>+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Cr <sup>3+</sup>	17	K <sup>+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , Zn <sup>2+</sup>
13	Ca <sup>2+</sup> , Sn <sup>2+</sup> , K <sup>+</sup>	18	Ba <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup>
14	K <sup>+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup>	19	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Sn <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup>
15	Pb <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Ag <sup>+</sup>	20	Na <sup>+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup>

11	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup>	16	Ag <sup>+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup>
12	Na <sup>+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Cr <sup>3+</sup>	17	K <sup>+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , Zn <sup>2+</sup>
13	Ca <sup>2+</sup> , Sn <sup>2+</sup> , K <sup>+</sup>	18	Ba <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup>
14	K <sup>+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup>	19	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Sn <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup>
15	Pb <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Ag <sup>+</sup>	20	Na <sup>+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup>

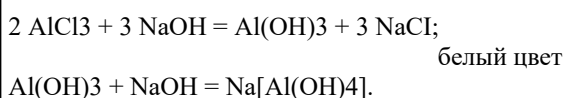
#### Методические указания

Выполняя задания 11–20, используйте таблицу 1 Приложения.

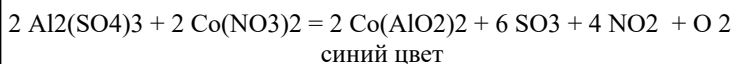
В ней Вы найдете ответы на все вопросы заданий. Например: катион Al<sup>3+</sup>.

Примерная схема ответа на вопросы задания:

1. Al<sup>3+</sup> – катион четвертой аналитической группы по кислот-но-основной классификации.
2. Групповой реагент на катионы этой группы – раствор NaOH.
3. Уравнение реакции действия группового реагента:



4. Уравнение реакции обнаружения катиона  $Al^{3+}$ :



Условия проведения реакции: нагрев.

5. Аналитический эффект реакции: синее окрашивание.

Примечание:

а) составляя уравнения реакций, используйте только растворимые соли данного иона (табл. 4 Приложения);

б) написав уравнения любых реакций, не забудьте расставить в них коэффициенты и отметить аналитические эффекты.

### 3. Аналитические группы анионов

Задания 21–30

Содержание заданий

1. Укажите, к каким аналитическим группам относятся перечисленные анионы.

2. Отметьте групповые реагенты и покажите их действие на примере приведенных анионов.

3. Составьте уравнения реакций обнаружения указанных анионов, отметьте типы реакций, условия их проведения и аналитические эффекты.

Таблица 2

Качественный химический анализ (анионы)

Номер задания	Ионы	Номер задания	Ионы
21	$Cl^-$ , $NO_2^-$	26	$SO_3^{2-}$ , $NO_3^-$
22	$CO_3^{2-}$ , $I^-$	27	$CO_3^{2-}$ , $CH_3COO^-$
23	$PO_4^{3-}$ , $CH_3COO^-$	28	$Br^-$ , $SO_4^{2-}$
24	$I^-$ , $SO_3^{2-}$	29	$NO_2^-$ , $PO_4^{3-}$
25	$SO_4^{2-}$ , $Br^-$	30	$S^{2-}$ , $SO_3^{2-}$

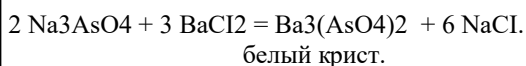
Методические указания

Выполняя задания 21–30, используйте таблицу 2 Приложения.

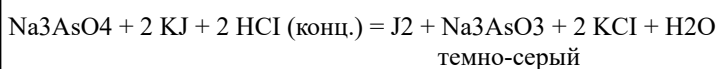
В ней Вы найдете ответы на все вопросы заданий. Например: ион  $AsO_4^{3-}$ .

Примерная схема ответа на вопросы задания:

- $AsO_4^{3-}$  – анион первой аналитической группы.
- Групповой реагент на анионы этой группы – раствор  $BaCl_2$ .
- Уравнение реакции действия группового реагента:



4. Уравнение реакции обнаружения аниона  $AsO_4^{3-}$ :



5. Условия проведения реакции: температура (комнатная), раствор  $HCl$  (концентрированный), реагент на  $J_2$  (крахмальный клейстер).

6. Аналитический эффект реакции: синее окрашивание крахмала.

7. Тип реакции: окислительно-восстановительная.

**Примечание:**

- а) составляя уравнения реакций, используйте только растворимые соли данного иона (табл. 3 Приложения);
- б) написав уравнения любых реакций, не забудьте расставить в них коэффициенты и отметить аналитические эффекты.

**4. Способы выражения концентрации растворов****Задания 31–40****Содержание заданий**

Дайте определение и рассчитайте массовую долю и массовую концентрацию растворённого вещества, его молярную и моляльную концентрации, молярную концентрацию эквивалентов и титр раствора на основании данных (табл. 5.4).

Таблица 4

**Способы выражения концентрации растворов**

Номер задания	Формула вещества	Масса вещества, г	Масса	Плотность воды, г	раствора, г/мл
31	$Al_2(SO_4)_3$	32	538	1,0360	
32	$Ba(OH)_2 \cdot 16H_2O$	884	1,0095		
33	$H_2SO_4$	20	597	1,0200	
34	$Na_2CO_3$	23	337	1,0072	
35	$H_3PO_4$	47	163	1,1100	
36	$MgCl_2$	58	622	1,0220	
37	$Cu(NO_3)_2$	65	991	1,0060	
38	$FeCl_3$	24	446	1,0052	
39	$Pb(CH_3COO)_2$	15	230	1,0003	
40	$Na_3PO_4$	40	700	1,0046	

**5.5. Титриметрический (объемный) анализ****Задания 41–70****Содержание заданий**

41. Титриметрический (объемный) анализ. Сущность и классификация его методов. Требования к реакциям, применяемым в титриметрических методах анализа.
42. Титрованные растворы и способы их приготовления. Установочные вещества (первичные стандарты), их назначение и предъявляемые к ним требования.
43. Метод кислотно-основного титрования. Индикаторы метода. Область перехода окраски индикатора и показатель титрования. Правило выбора индикатора.
44. Метод алкалометрии. Рабочий раствор метода, его характеристика и приготовление. Применение метода.
45. Метод ацидиметрии. Рабочий раствор метода, его характеристика и приготовление. Применение метода.
46. Методы окислительно-восстановительного титрования. Сущность методов и их классификация. Окислительно-восстановительный потенциал. Уравнение Нернста. Вычисление молярных масс эквивалентов окислителей и восстановителей.
47. Метод перманганатометрии. Окислительные свойства  $KMnO_4$  в различных средах. Рабочий раствор метода, его приготовление и стандартизация. Определение точки эквивалентности. Практическое значение метода.
48. Общая характеристика метода йодометрии. Рабочие растворы метода, их приготовление и стандартизация. Индикатор метода. Особенность определения окислителей.
49. Методы осадительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям метода. Методы аргентометрии (метод Мора). Рабочий раствор, его приготовление и стандартизация. Индикатор метода. Ограничение метода Мора и его применение.
50. Общая характеристика методов комплексонометрического титрования. Метод трилонометрии. Рабочий раствор и индикаторы метода. Вычисление молярных масс эквивалентов трилона Б и металлов. Применение метода.
51. Массовая доля нерастворимых примесей в поваренной соли составляет 0,0835. Определите массу примесей и чистой соли в её партии массой 400 кг.



52. Вычислите массу и массовую долю гигроскопической влаги в поваренной соли по следующим данным: масса сухого бюкса – 27,1282 г; масса бюкса с влажной солью – 27,7698 г; масса бюкса с сухой солью – 27,7506 г.
53. Определите объём раствора КОН с массовой долей 0,3 и плотностью 1,29 г/мл, если на его титрование затрачено 15,00 мл 0,2500 н раствора HCl.
54. Рассчитайте массовую долю NaOH в навеске вещества массой 1,0122 г, если на ее титрование после растворения необходимо 25,00 мл серной кислоты с  $T(H_2SO_4 / NaOH) = 0,0170$  г/мл.
55. Вычислите массовую концентрацию (г/л) уксусной кислоты в ма-ринаде, если на титрование 20,00 мл маринада израсходовано 3,85 мл 0,0935 н раствора NaOH.
56. Вычислите массовую долю молочной кислоты  $CH_3CH(OH)COOH$  в огуречном рассоле, если на титрование 25,00 мл отфильтрованного рассола с плотностью 1 г/мл израсходовано 19,60 мл 0,0100 н раствора NaOH.
57. Определите молярную концентрацию эквивалентов уксусной кислоты и её массу в 1 л томатного маринада, если на титрование 20,00 мл маринада израсходовано 2,75 мл 0,1054 н раствора NaOH.
58. Из 15,00 г вареной колбасы приготовили 100 мл водной вытяжки, на титрование 20,00 мл которой израсходовали 24,60 мл 0,0624 н раствора  $KMnO_4$  в кислой среде. Рассчитайте массу и массовую долю  $NaNO_2$  в образце.
59. При растворении 5,4550 г анализируемого образца, содержащего железо, получено 250 мл раствора, на титрование 25,00 мл которого затрачено 25,00 мл 0,0186 н раствора  $KMnO_4$ . Рассчитайте  $T(KMnO_4 / Fe)$ , массу и массовую долю железа в образце.
60. В мерной колбе объёмом 100 мл приготовлен раствор щавелевой кислоты, молярная концентрация которого составляет 0,0500 моль/л. На титрование 10 мл этого раствора затрачено 9,10 мл раствора  $KMnO_4$ . Рассчитайте молярную концентрацию эквивалентов,  $T(KMnO_4)$  и  $T(KMnO_4 / H_2C_2O_4)$ .
61. На титрование раствора, полученного растворением 0,1420 г образца, содержащего железо, затрачено 24,85 мл 0,1005 н раствора  $KMnO_4$ . Рассчитайте массу и массовую долю железа в образце.
62. Определите массу и массовую долю  $Na_2SO_3$  в образце, если на титрование 20,00 мл раствора, полученного растворением 0,5450 г навески образца в мерной колбе объёмом 250 мл, израсходовано 20,00 мл 0,0250 н раствора  $I_2$ .
63. 0,6300 г образца, содержащего медь, растворили и получили раствор, на титрование которого методом йодометрии затрачено 15,20 мл раствора тиосульфата натрия с титром по меди 0,0065 г/мл. Вычислите массу и массовую долю меди в образце.
64. Определите массу и массовую долю  $SO_2$  во фруктовом пюре, если из его пробы массой 20,00 г приготовили раствор, на титрование которого израсходовали 25,50 мл 0,0252 н раствора  $I_2$ .
65. Определите общую жесткость воды, если на титрование 50,00 мл её израсходовано 4,40 мл 0,05 н раствора трилона Б с поправочным коэффициентом 0,96. Чему равен титр трилона Б по кальцию и магнию?
66. Вычислите молярную концентрацию эквивалентов и титр раствора трилона-Б, если на титрование 10,00 мл 0,0500 н раствора хлорида магния затрачено 9,70 мл раствора трилона-Б.
67. Растворением 0,2842 г образца, содержащего хлорид магния, получено 250 мл раствора, на титрование 10,00 мл которого израсходовано 5,7 мл 0,0200 н раствора трилона-Б. Вычислите массу и массовую долю хлорида магния в образце.
68. Вычислите массу и массовую долю NaCl в коровьем масле, если из 10,00 г масла приготовили 100,00 мл водной вытяжки и на титрование 20,00 мл её израсходовали 6,45 мл 0,0569 н раствора  $AgNO_3$  в присутствии  $K_2CrO_4$ .
69. Навеску технического хлорида натрия массой 2,4080 г растворили в мерной колбе объёмом 500 мл. На титрование 25,00 мл полученного раствора затратили 20,35 мл 0,1 н раствора нитрата серебра. Рассчитайте массу и массовую долю хлорида натрия в образце.
70. Растворением в азотной кислоте серебряного сплава массой 0,1900 г приготовлен раствор, на титрование которого израсходовано 21,12 мл 0,0500 н раствора NaCl. Вычислите массу и массовую долю серебра в сплаве.

## Задания 71–74

## Содержание заданий

Привести ответы на вопросы (А) и решить задачи (Б)

71. а) Фотометрический анализ: сущность метода и области его применения.

б) Оптические плотности исследуемых растворов  $K_2Cr_2O_7$  равны 0,357 и 0,548.

Определить молярные концентрации этих растворов, используя данные:

$C \cdot 10^{-4}$ , моль/л 1,0 2,5 3,5 4,0 4,5 5,5

D 0,11 0,27 0,38 0,43 0,50 0,60.

72. а) Оптическая плотность. Основной закон фотометрии. Понятие об основном и дополнительном цвете.

б) Вычислить молярную концентрацию меди в ее аммиачном растворе, его молярный и удельный коэффициенты поглощения, если оптическая плотность раствора при толщине слоя в 2 см равна 0,264, а 50 мл этого раствора содержат 0,23 мг ионов меди.

73. а) Люминесцентный анализ: виды люминесценции и области их применения.

б) Интенсивность флуоресценции раствора, содержащего ионы  $Al^{3+}$ , составляет 49 условных единиц. Определить методами градуировочного графика и одного эталона (эт. 3) содержание ионов  $Al^{3+}$  в исследуемом растворе на основании следующих данных:

$C$ , мкг/мл : 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,10.

$I$ , усл. ед.: 18; 36; 54; 72; 90.

74. а) Проведение фотометрического анализа методами градуировочного графика и одного эталона.

б) Оптическая плотность раствора, содержащего окрашенный комплекс никеля с диметилглиоксимом, равна 0,46.

Определить массу и массовую концентрацию никеля в 100 мл исследуемого раствора на основании данных:

$C$ , мкг/мл : 0,8; 1,6; 2,4; 3,2; 4,0

D: 0,18; 0,36; 0,54; 0,72; 0,90.

7. Электрохимические и хроматографические методы анализа

## Задания 75-82

## Содержание заданий

Привести ответы на вопросы (А) и решить задачи (Б).

75.а) Методы электрохимического анализа: понятие и их классификация.

б) Определить удельную и эквивалентную электропроводности 0,1н раствора хлорида натрия, если сопротивление этого раствора, помещенного в ячейку с площадью электродов 1,5 см<sup>2</sup> и расстоянием между ними 0,75 см, равно 48,6 Ом.

76. а) Метод потенциометрии, его сущность. Прямая потенциометрия.

б) При прямой потенциометрии стандартных растворов, содержащих нитрат-ионы, получены данные:

$C$ , моль/л 0,00001 0,0001 0,001 0,01 0,1

ЭДС, мВ 330 275 225 170 120.

Построить градуировочный график в координатах ЭДС – ( $-\lg C$ ) и определить концентрацию нитрат-ионов в исследуемых растворах при значениях ЭДС, равных 250 и 150 мВ.

77. а) Метод потенциометрии, его сущность. Потенциометрическое титрование.

б) При потенциометрическом титровании раствора HCl 0,1н раствором NaOH получены данные:

$V(NaOH)$ , мл 18,0 19,0 20,0 21,0 22,0

pH 2,28 2,59 7,00 11,49 11,68.

Найти графически объем 0,1н раствора NaOH при значениях pH, равных 3,5 и 10,5, и рассчитать молярную концентрацию и массу HCl в 20 мл ее раствора.

78. а) Метод кондуктометрии, его сущность. Прямая кондуктометрия.

б) Рассчитать молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалентов раствора  $BaCl_2$ , если удельная и эквивалентная электропроводности этого раствора равны соответственно:

$\chi = 1,191 \cdot 10^{-3}$  Ом<sup>-1</sup>·см<sup>-1</sup> и  $\lambda = 119,1$  Ом<sup>-1</sup>·см<sup>2</sup>·моль<sup>-1</sup>.

79. а) Метод кондуктометрии, его сущность. Кондуктометрическое титрование.

б) Удельное сопротивление исследуемого раствора  $NH_4Cl$  равно 4,4 Ом·см. Определить его массовую долю (в %), используя данные:

$\rho$ , % 5 10 15 20 25

$\rho$ , Ом·л·см<sup>-1</sup> 0,092 0,178 0,239 0,337 0,403.

80. а) Хроматографический анализ: сущность и классификация методов.

б) Через две колонки с катионитом пропустили воду с общей жесткостью 10 ммоль/л и вычислили жесткость умягченной воды (элюата). Оценить качество умягчения воды (K, %) и вычислить погрешности опыта, если истинная жесткость элюатов составляет 3 ммоль/л, а вычисленная оказалась равной 2,5 и 2 ммоль/л.

81. а) Ионообменная хроматография: сущность метода и его применение.

б) При исследовании стандартных растворов этилового спирта методом газовой хроматографии на хроматограмме получены данные зависимости высоты пиков от массовой концентрации:

$\rho$ , мг / 0,02 мл 0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

$h$ , мм 17 35 48 66 83.

Определить массу и массовую долю этилового спирта в 0,02 мл исследуемых растворов с плотностью 0,91 г/мл и высотой пиков на хроматограмме, равной 55 и 70 мм.

82. а) Газожидкостная хроматография: сущность и применение метода.

б) Для вычисления массы определяемого компонента (m к) методом ГЖХ приготовили пять стандартных растворов,

измерили на хроматограммах отношение площадей пиков внутреннего стандарта и определяемого компонента ( $S_{ст} / S_{к}$ ) в зависимости от отношения их масс ( $m_{ст} / m_{к}$ ) и получили данные:

$S_{ст} / S_{к}$  0,212 0,264 0,305 0,319 0,427

$m_{ст} / m_{к}$  0,248 0,307 0,354 0,378 0,503.

Определить по графику значение отношения ( $m_{ст} / m_{к}$ ), если значение отношения ( $S_{ст} / S_{к}$ ) равно 0,360. Используя формулу ( $S_{ст} / S_{к} = k \cdot m_{ст} / m_{к}$ ), вычислить поправочный коэффициент ( $k$ ) и массу компонента ( $m_{к}$ ), зная, что масса внутреннего стандарта равна 10 мг.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в форме зачета:

1. Качественный и количественный анализ в аналитической химии.
2. Классификация ионов в качественном анализе.
3. Характеристика аналитических реакций.
4. Методы качественного анализа.
5. Аналитический сигнал, предел обнаружения.
6. Избирательные и специфические методы.
7. Методы количественного химического анализа.
8. Сущность гравиметрического метода анализа.
9. Методы осаждения и отгонки в гравиметрии.
10. Требования к осадкам. Выбор осадителя.
11. Влияние ионов на растворимость осадка, содержащего одноименные ионы.
12. Влияние посторонних электролитов на растворимость.
13. Влияние температуры и природы растворителя на растворимость.
14. Влияние концентрации ионов водорода на растворимость.
15. Влияние процессов комплексообразования на растворимость. Маскировка.
16. Соосаждение. Уменьшение соосаждения.
17. Применение гравиметрии в анализе окружающей среды.
18. Сущность титриметрического анализа.
19. Классификация титриметрических методов по способу титрования
20. Основные методы титриметрического анализа.
21. Требования к реакциям, применяемым в титриметрическом анализе.
22. Сущность метода кислотно-основного титрования.
23. Индикаторы в методе кислотно-основного титрования.
24. Общая характеристика методов осаждения и комплексообразования.
25. Способы фиксирования точки эквивалентности.
26. Редоксиметрия. Классификация методов в редоксиметрии
27. Окислительно-восстановительный потенциал. Факторы, влияющие на величину по-тенциала.
28. Особенности реакций окисления-восстановления в редоксиметрии и требования к ним.
29. Фиксирование точки эквивалентности в редоксиметрии. Редокс-индикаторы и тре-бования к ним.
30. Применение титриметрии в анализе окружающей среды.
31. Классификация инструментальных методов анализа.
32. Способы расчета концентраций: метод сравнения, метод калибровочного графика, метод добавок.
33. Сущность электрохимических методов анализа. Классификация электрохимических методов анализа.
34. Прямые и косвенные методы электрохимического анализа. Электрохимическая ячейка.
35. Индикаторный электрод. Электрод сравнения.
36. Потенциометрический метод анализа. Основные законы и формулы.
37. Метод прямой потенциометрии. Потенциометрическое титрование.
38. Кондуктометрический метод анализа. Основные законы и формулы.
39. Метод прямой кондуктометрии. Кондуктометрическое титрование
40. Кулонометрический метод анализа. Основные законы и формулы.
41. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование.
42. Вольтамперометрический метод анализа. Полярография. Основные законы и фор-мулы.
43. Амперометрическое титрование в полярографическом анализе.
44. Применение электрохимических методов анализа.
45. Сущность оптических методов анализа. Классификация оптических методов анали-за.
46. Фотометрический метод анализа. Основные законы и формулы.
47. Методы определения концентраций анализируемого вещества в фотометрическом методе анализа.
48. Эмиссионный спектральный анализ. Основные законы и формулы.
49. Пламенная эмиссионная спектроскопия. Основные законы и формулы.
50. Атомно-абсорбционный анализ. Основные законы и формулы.
51. Нефелометрический и турбидиметрический анализ. Основные законы и формулы.
52. Люминесцентный анализ. Основные законы и формулы.
53. Применение оптических методов анализа.
54. Сущность хроматографических методов анализа.
55. Классификация хроматографических методов анализа по агрегатному состоянию применяемых фаз.
56. Классификация хроматографических методов анализа по механизмам разделения.
57. Классификация хроматографических методов анализа по применяемой технике.

58.	Классификация хроматографических методов анализа по способу относительного перемещения фаз.
59.	Сущность газожидкостной и жидкостно-жидкостной хроматографии.
60.	Сущность ионнообменной хроматографии.
61.	Сущность тонкослойной хроматографии.
62.	Применение хроматографического анализа в анализе объектов окружающей среды.

### 6.2. Темы письменных работ

Темы реферата:

1. Аналитический контроль воздуха рабочей зоны промышленных предприятий и жилых зон.
2. Методы определения содержания металлов при анализе природных и сточных вод.
3. Методы определения содержания металлов при анализе сточных вод определенного промышленного объекта (гальванические производства, металлообрабатывающие предприятия, химические производства различного профиля и т. д.).
4. Анализ природных и сточных вод на содержание микроэлементов.
5. Методы определения органических веществ в водах.
6. Загрязняющие микроэлементы техногенного происхождения в почвах и возможные пути их определения.
7. Основные этапы построения аналитической методики при анализе почв.
8. Элементный и вещественный анализ в анализе почв.
9. Методы разделения и концентрирования органических микропримесей.
10. Методы определения приоритетных загрязнителей окружающей среды.

### 6.3. Процедура оценивания

Так как для студентов заочной формы обучения балльно-рейтинговая система не предусмотрена, то на итоговом контроле студент может получить оценку: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено» и «не зачтено».

### 6.4. Перечень видов оценочных средств

Контрольная работа  
Итоговый контроль.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Дрововозова Т.И.	Аналитическая химия (количественный анализ): учеб. пособие для студ. направл. "Педагогическое образование", направл. "Химия"	Новочеркасск, 2021, <a href="http://biblio.dongau.ru/MegaPr oNIMI/UserEntry? Action=Link_FindDoc&amp;id=383829&amp;idb=0">http://biblio.dongau.ru/MegaPr oNIMI/UserEntry? Action=Link_FindDoc&amp;id=383829&amp;idb=0</a>
Л1.2	Пятницына Е.В.	Химические и физико-химические методы анализа окружающей среды: курс лекций	Новочеркасск, 2025, <a href="http://biblio.dongau.ru/MegaPr oNIMI/UserEntry? Action=Link_FindDoc&amp;id=430896&amp;idb=0">http://biblio.dongau.ru/MegaPr oNIMI/UserEntry? Action=Link_FindDoc&amp;id=430896&amp;idb=0</a>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Мамонтов В. Г.	Методы почвенных исследований: учебник	Санкт-Петербург: Лань, 2021, <a href="https://e.lanbook.com/book/152448">https://e.lanbook.com/book/152448</a>
Л2.2	Пятницына Е.В., Дрововозова Т.И., Шалашова О.Ю.	Химические и физико-химические методы анализа окружающей среды: лабораторный практикум	Новочеркасск, 2025, <a href="http://biblio.dongau.ru/MegaPr oNIMI/UserEntry? Action=Link_FindDoc&amp;id=430897&amp;idb=0">http://biblio.dongau.ru/MegaPr oNIMI/UserEntry? Action=Link_FindDoc&amp;id=430897&amp;idb=0</a>

#### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ ; сост. Е.В. Пятницына, Т.Ю. Кокина	Химические и физико-химические методы анализа окружающей среды: методические указания по изучению курса и выполнению контрольной работы для бакалавров заочной формы обуч./ направления "Экология и природопользование"	Новочеркасск, 2018, <a href="http://biblio.dongau.ru/MegaPr oNIMI/UserEntry? Action=Link_FindDoc&amp;id=214420&amp;idb=0">http://biblio.dongau.ru/MegaPr oNIMI/UserEntry? Action=Link_FindDoc&amp;id=214420&amp;idb=0</a>

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
ЛЗ.2	Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ ; сост. Т.И. Дровозова	Аналитическая химия (количественный анализ): метод. указания по вып. расч.-граф. работы для студ. оч. формы обуч. направл. "Педагогическое образование", направл. "Химия"	Новочеркасск, 2021, <a href="http://biblio.dongau.ru/MegaPr oNIMI/UserEntry? Action=Link_Fin dDoc&amp;id=38 3828&amp;idb=0">http://biblio.dongau.ru/MegaPr oNIMI/UserEntry? Action=Link_Fin dDoc&amp;id=38 3828&amp;idb=0</a>
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"			
7.2.1	информационно-справочные и поисковые системы		<a href="http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/">http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/</a>
7.3 Перечень программного обеспечения			
7.3.1	Yandex browser		
7.3.2	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ» (интернет-версия);Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет»		Лицензионный договор № 8047 от 30.01.2024 г.. АО «Антиплагиат»
7.4 Перечень информационных справочных систем			
7.4.1	Базы данных ООО Научная электронная библиотека		<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
8.1	2313	Специальное помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: Набор демонстрационного оборудования (переносной): ноутбук марки Asusmodel/X552M – 1 шт., проектор Acerx113PH – 1шт., экран настенный – 1 шт.; Учебно-наглядные пособия – 15 шт.; Рабочие места студентов; Рабочее место преподавателя.	
8.2	2305	Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации и оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НИМИ Донской ГАУ: Компьютеры марок: Intel Celeron 430 – 1 шт.; Celeron 366 – 1 шт.; Femoza – 2 шт.; Монитор VS – 1 шт.; Монитор OPTIQUESTQ – 2 шт.; Монитор Intel Celeron 430 – 1 шт.; Кафедральная библиотека; Столы компьютерные – 6 шт.; Стол-тумба – 5 шт.; Стулья – 16 шт.; Тематические плакаты – 5 шт.; Доска – 1 шт.; Рабочие места студентов; Рабочее место преподавателя.	
8.3	2321	Специальное помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации аудитории: Набор демонстрационного оборудования (переносной): ноутбук марки Asusmodel/X552M – 1 шт., проектор Acerx113PH – 1шт., экран настенный – 1 шт.; Учебно-наглядные пособия – 9 шт.; Доска - 1 шт.; Рабочие места студентов; Рабочее место преподавателя.	
8.4	2103	Специальное помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: Набор демонстрационного оборудования (переносной): экран - 1 шт., проектор - 1 шт., нетбук - 1 шт.; Тематические плакаты – 5 шт.; Доска-1 шт.; pH-метр – 1 шт.; КФК – 2 – 1 шт.; Термостат биологический – 1 шт.; Микроскопы – 2 шт.; Лабораторная посуда; Растворы реактивов, необходимых для выполнения лабораторных работ; Стол лабораторный стойка – 1 шт.; Сушильный шкаф – 1 шт.; Стол-тумба – 3 шт.; Учебно-наглядные пособия: макеты, плакаты, стенды, натурные образцы; Доска -1 шт.; Рабочие места студентов; Рабочие места преподавателя.	
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся в НИМИ ДГАУ[Электронный ресурс] : (введ. в действие приказом директора №106 от 19 июня 2015г.) / Ново-черк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ.- Электрон. дан.- Новочеркасск, 2015.- Режим доступа: <a href="http://www.ngma.su">http://www.ngma.su</a>			