

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И.Т. ТРУБИЛИНА»**

**ФАКУЛЬТЕТ АГРОХИМИИ И ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета агрохимии и  
защиты растений



И.А. Лебедовский

30.05.2023

**Рабочая программа дисциплины**

**ХИМИЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ**

**Направление подготовки**

35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

**Направленность**

«Почвенно-агрохимическое обеспечение АПК»

**Уровень высшего образования**

бакалавриат

**Форма обучения**

очная

**Краснодар  
2023**

Рабочая программа дисциплины «Химия аналитическая» разработана на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, утвержденного приказом Минобрнауки России от 26 июля 2017 г. № 702.

Автор:

д.х.н, профессор



Е.А. Кайгородова

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры химии от 13.03.2023 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой

д.х.н, профессор



Е.А. Кайгородова

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии агрохимии и защиты растений, протокол от 24.05.2023 № 9.

Председатель

методической комиссии,

доцент



Н.А. Москалева

Руководитель

основной профессиональной

образовательной программы

к.с.-х.н., доцент



А.В. Осипов

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Химия аналитическая» является приобретение студентами теоретических знаний по аналитической химии, формирование умений и навыков работы с химическими веществами, проведение необходимых измерений и расчетов на основе современных методов химического и физико-химического анализа; выработка умения пользоваться лабораторным оборудованием, химической посудой и измерительными приборами.

### **Задачи**

- формирование умения осуществлять необходимые расчеты, связанных с приготовлением растворов, а также качественным и количественным анализом веществ;
- привитие навыков выполнения основных операций в химической лаборатории и при проведении физико-химических экспериментов.

## **2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

В результате изучения дисциплины «Неорганическая и аналитическая химия» обучающийся должен получить знания и навыки для успешного освоения следующих трудовых функций и выполнения следующих трудовых действий:

Профессиональный стандарт «Агроном», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 20.10.2021 г. № 65182.

### **ОТФ:**

Выполнение работ в рамках разработанных технологий возделывания сельскохозяйственных культур:

- Организация работы растениеводческих бригад в соответствии с технологическими картами возделывания сельскохозяйственных культур, А/01.5;
- Контроль процесса развития растений в течение вегетации, А/02.5.

### **Организация производства продукции растениеводства:**

- Разработка системы мероприятий по повышению эффективности производства продукции растениеводства, В/01.6;
- Организация испытаний селекционных достижений, В/02.6.

**В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

ОПК-1 – способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.

### 3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

«Химия аналитическая» является дисциплиной обязательной части ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, направленность «Почвенно-агрохимическое обеспечение АПК».

### 4 Объем дисциплины (108 часов, 3 зачетные единицы)

Виды учебной работы	Объем, часов
	Очная
<b>Контактная работа</b>	55
в том числе:	
— аудиторная по видам учебных занятий	54
— лекции	20
— практические	–
— лабораторные	34
— внеаудиторная	1
— зачет	1
<b>Самостоятельная работа</b>	53
— курсовая работа (проект)*	–
— прочие виды самостоятельной работы	53
<b>Итого по дисциплине</b>	108

### 5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемого курса студенты сдают зачет. Дисциплина изучается на 1-ом курсе, во 2-ом семестре.

#### Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формы учебной работы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)

				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	<b>Предмет и задачи аналитической химии.</b> Роль аналитической химии в охране окружающей среды и агрохимическом комплексе. Аналитический сигнал и аналитические реакции. Метрология и статистика в аналитической химии. Виды погрешностей. Систематические погрешности. Методы разделения и концентрирования	ОПК-1	2	2	-	6
2	<b>Качественный анализ.</b> Основные принципы качественного анализа. Особенности аналитических реакций. Требования к аналитическим реакциям, их чувствительность и селективность.	ОПК-1	2	2	4	6
3	<b>Аналитическая классификация ионов</b> Виды классификации. Групповые реагенты. Дробный и систематический анализ	ОПК-1	2	2	4	5
4	<b>Кислотно-основные равновесия в химическом анализе.</b> Протолитическая теория кислот и оснований. Степень и константа диссоциации.	ОПК-1	2	2	4	5
5	<b>Окислительно-восстановительные равновесия в химическом анализе.</b> Редокс-реакции. ОВП. Направленность протекания ОВР. Влияние различных факторов на протекание ОВР.	ОПК-1	2	2	4	5
6	<b>Гетерогенные равновесия в химическом анализе.</b> Производство растворимости малорастворимого электролита.	ОПК-1	2	2	2	5
7	<b>Комплексные соединения в химическом анализе.</b> Устойчивость комплексных соединений и их поведение в растворах. Влияние различных факторов на процессы комплексообразования в растворах.	ОПК-1	2	2	4	5
8	<b>Количественный анализ.</b>	ОПК-1	2	2	4	5

№ п/ п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	Классификация методов количественного анализа. Пробоотбор и пробоподготовка в количественном анализе.					
9	<b>Гравиметрический анализ.</b> Сущность метода и область его применения. Операции в гравиметрическом анализе. Условия осаждения и выбор осадителя. Выбор осадителя. Фильтрование. Соосаждение. Высушивание и прокаливание осадка.	ОПК-1	2	2	4	6
10	<b>Титриметрический анализ.</b> Принцип метода и область его применения. Методы титриметрического анализа. Первичные стандарты (стандартные) и вторичные стандартные растворы	ОПК-1	2	2	4	6
Итого				20	34	54

## 6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания (для самостоятельной работы)

1. Наумова Г.М. Техника ведения химического эксперимента в лаборатории химии / Г.М. Наумова, Е.К. Яблонская, Е.А. Кайгородова. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 80 с.  
[https://edu.kubsau.ru/file.php/105/03\\_03.07.13/08\\_tekhnika\\_vedenija\\_khimicheskogo\\_eksperimenta.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/08_tekhnika_vedenija_khimicheskogo_eksperimenta.pdf)

2. Теоретические основы физико-химических методов анализа: учебное пособие / Е.А.Кайгородова [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. - 188 с.  
[https://edu.kubsau.ru/file.php/105/TEORETICHESKIE\\_OSNOVY\\_FIZIKO-KHIMICHESKIKH\\_METODOV\\_ANALIZA.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/105/TEORETICHESKIE_OSNOVY_FIZIKO-KHIMICHESKIKH_METODOV_ANALIZA.pdf)

3. Гайдукова Н. Г. Тестовые задания по аналитической химии для самостоятельной работы: учеб. пособие. / Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 95 с.

[http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03\\_03.07.13/10\\_Testovye\\_zadaniya\\_po\\_analiticheskoi\\_khimii\\_dlja\\_samostojatelnoi\\_raboty\\_studentov.GaidukovaNG.SHabanoaIV.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/10_Testovye_zadaniya_po_analiticheskoi_khimii_dlja_samostojatelnoi_raboty_studentov.GaidukovaNG.SHabanoaIV.pdf)

4. Неорганическая химия и аналитическая химия. Теоретические основы и задания для контрольных работ студентам ФЗО по биологическим специальностям (учебное пособие с грифом «Допущено Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших аграрных учебных заведений, обучающихся по биологическим специальностям и направлениям) / Е.А. Кайгородова, И.И. Сидорова, Н.А. Кошеленко, Н.Е. Косянок. – Краснодар: КубГАУ, 2012 – 184 с.  
[https://edu.kubsau.ru/file.php/105/03\\_03.07.13/16\\_Teoreticheskie\\_osnovy\\_i\\_individualnye\\_zadaniya\\_po\\_neorganicheskoj\\_i\\_analiticheskoj\\_khimii.KaigorodovaEA\\_SidorovaII\\_KoshelenkoNA.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/16_Teoreticheskie_osnovy_i_individualnye_zadaniya_po_neorganicheskoj_i_analiticheskoj_khimii.KaigorodovaEA_SidorovaII_KoshelenkoNA.pdf)

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОП
ОПК-1 – способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.	
1	Неорганическая химия
1	Математика и математическая статистика
1	Физика
1	Информатика
1	Введение в профессиональную деятельность
2	Ботаника
2	Агрометеорология
3	Микробиология
3	Механизация растениеводства
3	Химия органическая
4	Химия физическая и коллоидная
4	Сельскохозяйственная экология
7	Геодезия

### 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций в рамках изучения данной дисциплины

Планируемые результаты освоения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный)	удовлетворительно (пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
ОПК-1 – способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на					

Планируемые результаты освоения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный)	удовлетворительно (пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.					
<b>ИД 1 Знать:</b> основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области агроэкологии, агрохимии и агропочвоведения.	Фрагментарные представления об основных законах аналитической химии и методах химического анализа сельскохозяйственных объектов	Неполные представления об основных законах аналитической химии и методах химического анализа сельскохозяйственных объектов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных законах аналитической химии и методах химического анализа сельскохозяйственных объектов	Сформированные систематические представления об основных законах аналитической химии и методах химического анализа сельскохозяйственных объектов	Кейс-задания, задания для контрольной работы, тесты, рефераты, вопросы к зачету, вопросы к экзамену
<b>ИД 2 Уметь:</b> принимать решения стандартных задач в области агроэкологии, агрохимии и агропочвоведения для основных законов естественнонаучных дисциплин.	Фрагментарно сформированное умение производить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных образцов в области агроэкологии, агрохимии и агропочвоведения	Несистематически сформированное умение производить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных образцов в области агроэкологии, агрохимии и агропочвоведения	В целом успешное, но содержащее отдельные недочеты умение производить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных образцов в области агроэкологии, агрохимии и агропочвоведения	Систематически сформированное умение производить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных образцов в области агроэкологии, агрохимии и агропочвоведения	Кейс-задания, задания для контрольной работы, тесты, рефераты, вопросы к зачету, вопросы к экзамену
<b>ИД 3 Владеть:</b> навыками определения основных законов естественнонаучных дисциплин для решения стандарт-	Фрагментарное владение навыками решения профессиональных задач, связанных с химическим ана-	Несистематичное владение навыками решения профессиональных задач, свя-	В целом успешное, но содержащее отдельные недочеты владение навыками решения профес-	Систематически сформированное владение навыками решения профессиональных задач,	Кейс-задания, задания для контрольной работы, тесты, рефераты, вопросы



Планируемые результаты освоения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный)	удовлетворительно (пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
ных задач в области агроэкологии, агрохимии и агропочвоведения.	лизом агрохимических объектов, с использованием информационно-коммуникационных технологий	занных с химическим анализом агрохимических объектов, с использованием информационно-коммуникационных технологий	сиональных задач, связанных с химическим анализом агрохимических объектов, с использованием информационно-коммуникационных технологий	связанных с химическим анализом агрохимических объектов, с использованием информационно-коммуникационных технологий	к зачету, вопросы к экзамену

### 7.3 Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценки знаний, умений и навыков

#### Контрольные работы

Задания составлены по пятнадцативариантной системе (приведен один из вариантов).

#### Контрольная работа 1 «Качественный анализ»

1. Дать определение аналитической химии. Что является предметом изучения аналитической химии?
2. Написать уравнение качественной реакции на катион калия с указанием аналитического эффекта. Назвать реактив и продукты реакции.
3. Написать уравнение качественной реакции на карбонат-анион с указанием аналитического эффекта. Назвать реактив и продукты реакции.

#### Контрольная работа 2 «Гравиметрический анализ»

1. Дайте пояснение термину «количественный анализ».
2. Лабораторное оборудование в количественном анализе.
3. Высушивание и прокаливание осадков.
4. Какую навеску сульфата меди  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  следует взять для определения в нем меди в виде  $\text{CuO}$  (считая норму осадка равной  $\sim 0,2$  г)?

#### Контрольная работа 3 «Титриметрический анализ»

1. Какой объем  $0,1050$  н раствора гидроксида натрия расходуется на титрование  $15$  мл  $0,0855$  н раствора серной кислоты?
2. Какой объем раствора азотной кислоты (с плотностью  $1,18 \text{ г/см}^3$ ) надо взять для приготовления  $250$  мл приблизительно  $0,1$  н раствора?
3. Что такое точка эквивалентности, как ее определяют?
4. Индикаторы кислотно-основного титрования. Теории индикаторов (ионная, хромофорная). Укажите области перехода и показатели титрования индикаторов.

### Контрольная работа № 4

1. Дать определение аналитического эффекта.
2. Написать уравнение качественной реакции на фосфат-анион с указанием аналитического эффекта. Назвать реактив и продукты реакции.
3. Основные объекты количественного анализа.
4. Из навески соединения бария получен осадок сульфата бария массой 0,6892 г. Какой массе оксида бария соответствует масса полученного осадка?
5. Какой объем 0,09820 н раствора серной кислоты расходуется на титрование 25 мл 0,1120 н раствора гидроксида калия?

### Типовой расчет

Тематика типового расчета определена в соответствии с Паспортом фонда оценочных средств (таблица 1). Расчет составлен по пятнадцативариантной системе (приведен один из вариантов).

**Задание 1.** Дать определение понятиям: аналитический сигнал, аналитическая реакция.

**Задание 2.** Приведите аналитические реакции катиона кальция. Укажите условия протекания реакций.

**Задание 3.** В растворе присутствуют карбонат анионы. Какими качественными реакциями можно их обнаружить?

**Задание 4.** Задачи количественного анализа, его методы.

**Задание 5.** Определение влажности веществ. Привести пример расчета

**Задание 6.** Какой объем 0,3 н раствора оксалата аммония потребуется для осаждения иона кальция, если растворено 0,6000г хлорида кальция?

**Задание 7.** Рассчитайте молярную массу эквивалентов: а) винной кислоты в реакции полной нейтрализации; б)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ .

**Задание 8.** Чему равен титр 0,1150 н раствора NaOH. Какова масса NaOH, содержащаяся в 500 в мл этого раствора?

**Задание 9.** Что такое титрование, титрант, точка эквивалентности, конечная точка титрования?

**Задание 10.** Как изменяется степень окисления элементов при окислении и восстановлении?

**Задание 11.** Навеску  $\text{KMnO}_4$  массой 1,8750 г растворили и довели объем раствора водой до 500 мл. Вычислите молярную концентрацию эквивалентов  $\text{KMnO}_4$  в растворе для реакции в кислой среде.

**Задание 12.** Вычислите молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя в реакции:



**Задание 13.** Сущность метода комплексонометрии.

**Задание 14.** Определите величину и знак заряда комплексных ионов:  $[\text{Co}^{+3}(\text{NO}_2)_6]$ ,  $[\text{Co}^{+3}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$ .

**Задание 15.** Определите объем (мл) 0,1 н раствора трилона Б, израсходованного при определении жесткости воды методом комплексонометрии, если объем пробы воды равен 100 мл. Общая жесткость  $J_0 = 3$  ммоль экв/л.

### Тестовые задания

Задание 1. Графическая зависимость pH от объема добавленного титранта это:

- 1) скачок титрования;
- 2) кривая титрования;
- 3) линия нейтральности;
- 4) кривая эквивалентности.

Задание 2. В процессе титрования раствор титранта по каплям добавляют из:  
1) пипетки;                    2) груши;                    3) бюретки;                    4) мерной колбы.

Задание 3. Раствор титранта, который нельзя приготовить по точной навеске называют:  
1) стандартным;                    2) стандартизированным;  
3) фиксальным;                    4) буферным.

Задание 4. Аммиачный буфер представляет собой смесь...  
1)  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$                     2)  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NaCl}$                     3)  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NaOH}$   
4)  $\text{NH}_4\text{Cl} + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  5)  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{HCl}$

Задание 5. Момент окончания реакции в титриметрии называется ### точкой

Задание 6. Молярную концентрацию эквивалентов рассчитывают по формуле:

$$\begin{array}{ll} 1) T = \frac{m(\text{раств.вещества})}{V(\text{раствора})} & 2) \omega = \frac{m(\text{раств.вещества})}{m(\text{раствора})} \\ 3) C = \frac{n(\text{раств.вещества})}{V(\text{раствора})} & 4) C = \frac{n_{\text{ЭКВ}}(\text{раств.вещества})}{V(\text{раствора})} \end{array}$$

Задание 7. Задачи качественного анализа

- 1) определение состава пробы
- 2) обнаружение катионов и анионов в пробе
- 3) обнаружение процента примесей в пробе
- 4) определение соотношения компонентов в пробе

Задание 8. Наименьшее обнаруживаемое количество иона данной реакцией выражает ### минимум

Задание 9. Слабое основание титруют сильной кислотой с индикатором

- 1) метилоранжем                    2) фенолфталеином
- 3) хромогеном                    4) мурексидом

Задание 10. Перманганатометрическое титрование рекомендуется проводить при рН

- 1) =7                    2) <7                    3) >7                    4) любым

Задание 11. Точку эквивалентности в комплексонометрии определяют с помощью индикаторов

- 1) метилоранжа                    2) хромогена                    3) мурексида
- 4) фенолфталеина                    5) лакмуса

Задание 12. Процесс постепенного приливания раствора титранта к исследуемому раствору называют ###

Задание 13. Израсходовано 10 мл. 0,5 н раствора щавелевой кислоты на титрование 20 мл. раствора  $\text{KMnO}_4$  с концентрацией:

- 1) 0,025 н                    2) 0,05 н                    3) 0,5 н                    4) 0,25 н

Задание 14. Молярная концентрация раствора при растворении 42,5 г нитрата натрия в одном литре раствора равна

- 1) 0,05 2) 0,5 3) 1,5                    4) 1,0                    5) 2,0

Задание 15. В ходе анализа карбонаты второй аналитической группы катионов растворяют в

- 1) HCl 2) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3) HNO<sub>3</sub> 4) CH<sub>3</sub>COOH

### Темы рефератов

1. Современные методы химического анализа поливной воды
2. Современные методы анализа почв на содержание макроэлементов (NPK) и гумуса
3. Современные методы пробоподготовки почвенных и растительных образцов к анализу: автоклавы, СВЧ-минерализаторы
4. Правила работы и техники безопасности в химической лаборатории
5. Современные методы анализа почв и растений на содержание микроэлементов
6. Требования к качеству поливной воды (на основании СанПиН)
7. Методы анализа основных минеральных удобрений: качественные и количественные
8. Экологический мониторинг и ПДК для питьевой воды
9. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в продукции растениеводства
10. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в черноземах выщелоченных Западного Предкавказья
11. Метрологические характеристики методов анализа. Значение метрологии в аналитической химии.
12. Правила проотбора и пробоподготовки почвенных и растительных образцов
13. Применение метода кислотно-основного титрования в сельскохозяйственном анализе
14. Применение осадительного титрования при исследовании агрономических объектов
15. Применение комплексонометрии в анализе почв, воды, удобрений и мелиорантов
16. Значение окислительно-восстановительного титрования в анализе
17. Значение гравиметрического анализа в агрохимии и почвоведении
18. Значение качественного анализа в агрохимии
19. Кривые титрования в осадительном титровании
20. Кривые титрования в ОВР-титриметрии
21. Кривые комплексонометрического титрования.
22. Методология качественного анализа почвенной вытяжки
23. Методология качественного анализа минеральных удобрений (NPK)
24. Применение ПК в обработке результатов химического анализа природных объектов.

### Вопросы на зачет

№ п/п	Наименование вопроса
1.	Предмет и методы аналитической химии.
2.	Аналитический сигнал.
3.	Качественный анализ. Основные принципы качественного анализа.
4.	Аналитические реакции. Способы выполнения аналитических реакций
5.	Условия выполнения аналитических реакций.
6.	Характеристика чувствительности аналитических реакций: предельное разбавление, предельная концентрация, минимальный объем предельно разбавленного раствора, предел обнаружения (открываемый минимум).
7.	Реакции специфические и селективные.
8.	Факторы, влияющие на чувствительность аналитических реакций.
9.	Макро-, полумикро- и микроанализ.
10.	Аналитические классификации катионов и анионов. Групповые реагенты.
11.	Первая аналитическая группа катионов.

12.	Классификация анионов. Анионы 1-й, 2-й и 3-й аналитических групп. Особенно-сти обнаружения анионов.
13.	Анализ неизвестного вещества.
14.	Химическое равновесие в гомогенных системах. Степень и константа электроли-тической диссоциации.
15.	Сильные и слабые электролиты. Активность, коэффициент активности.
16.	Ионное произведение воды. Определение рН в ходе анализа. Вычисление рН и рОН в водных растворах кислот и оснований.
17.	Буферные системы в химическом анализе. Определение рН и рОН буферных систем.
18.	Гидролиз солей в аналитической химии. Степень и константа гидролиза.
19.	Произведение растворимости малорастворимого сильного электролита.
20.	Окислительно-восстановительные равновесия в химическом анализе. Окисли-тельно-восстановительный потенциал.
21.	Направленность протекания окислительно-восстановительных реакций.
22.	Предмет и методы количественного анализа. Задачи количественного анализа. Классификация методов количественного анализа. Химические методы.
23.	Точность аналитических определений. Ошибки систематические и случайные. Вычисление абсолютной и относительной погрешности.
24.	Титриметрический анализ. Основные понятия и термины титриметрии.
25.	Требования к реакциям в титриметрическом анализе. Приемы титрования (пря-мое, обратное, титрование заместителя).
26.	Методы титриметрического анализа.
27.	Первичные и вторичные стандартные растворы.
28.	Способы выражения концентрации в титриметрическом анализе.
29.	Кислотно-основное титрование. Сущность метода.
30.	Индикаторы кислотно-основного титрования.
31.	Кривые кислотно-основного титрования.
32.	Окислительно-восстановительное титрование. Сущность метода.
33.	Перманганатометрия. Определение железа в растворе соли Мора.
34.	Комплексонометрия. Сущность метода. Индикаторы. Определение общей жест-кости воды.
35.	Какую навеску сульфата железа $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ следует взять для определения в нем железа в виде $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (считая норму осадка равной $\sim 0,2$ г)? Какой объем 1 н. рас-твора $\text{BaCl}_2$ потребуется для осаждения иона $\text{SO}_4^{2-}$ , если растворено 2 г медного купороса с массовой долей примесей 5%? Учтите избыток осадителя.
36.	Какой объем 0,1 н. $\text{HCl}$ потребуется для осаждения серебра из навески $\text{AgNO}_3$ массой 0,6 г?
37.	Какой объем 0,5 н. раствора $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ потребуется для осаждения иона $\text{Ca}^{2+}$ из раствора, полученного при растворении $\text{CaCO}_3$ массой 0,7 г?
38.	Вычислите массовую долю (%) гигроскопической воды в хлориде натрия по сле-дующим данным: масса бюкса 0,1282 г; масса бюкса с навеской 6,7698 г; масса бюкса с навеской после высушивания 6,7506 г.
39.	Из навески соединения бария получен осадок $\text{BaSO}_4$ массой 0,5864 г. Какой мас-се: а) $\text{Ba}$ ; б) $\text{BaO}$ ; в) $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ соответствует масса полученного осадка?
40.	После соответствующей обработки 0,9000 г сульфата калия-алюминия получено $\text{Al}_2\text{O}_3$ массой 0,0967 г. Вычислите массовую долю (%) алюминия в исследуемом веществе.
41.	В чем отличия титриметрического анализа от гравиметрического?
42.	Что такое точка эквивалентности, как ее определяют?

43.	Чему равна молярная масса эквивалента $H_2SO_4$ в реакциях полной нейтрализации и в реакциях неполной нейтрализации?
44.	Что такое титр раствора? Какова масса $HNO_3$ , содержащаяся в 500 мл раствора, если титр его равен 0,006300 г/мл?
45.	Титр раствора $HCl$ равен 0,003592 г/мл. Вычислите молярную концентрацию раствора.
46.	Имеется 0,1205 н раствор $H_2SO_4$ . Определите его титр.
47.	На титрование 20,00 мл раствора $HNO_3$ затрачено 15,00 мл 0,1200 н раствора $NaOH$ . Вычислите концентрацию, титр и массу $HNO_3$ в 250 мл раствора..
48.	Какой объем 0,1500 н раствора $NaOH$ пойдет на титрование: 21,00 мл 0,1133 н раствора $HCl$ ?
49.	Какова молярная концентрация эквивалентов раствора $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ , полученного растворением 1,7334 г ее в мерной колбе вместимостью 250 мл?
50.	Что такое первичные стандартные растворы?
51.	Чему равна молярная масса эквивалента $Ba(OH)_2$ в реакциях полной нейтрализации и в реакциях неполной нейтрализации?
52.	К 100,00 мл раствора $NiCl_2$ добавили дистиллированную воду, аммиачный буферный раствор и 20,00 мл 0,01085 М раствора ЭДТА. Избыток ЭДТА оттитровали 0,0129 М $MgCl_2$ , на титрование израсходовали 5,47 мл. Рассчитать исходную концентрацию (г/л) раствора $NiCl_2$ .
53.	Комплексное соединение, его состав. Что такое координационное число, дентатность лиганда? Чему равно координационное число и дентатность лиганда в координационных соединениях $K_2[HgI_4]$ и $Cd(CN)_4Cl_2$ . Дайте определение следующим понятиям: хелатное соединение, внутрикомплексное соединение. Приведите примеры. Укажите факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений. Изобразите примерный вид кривой комплексометрического титрования.
54.	Для определения содержания сульфат-ионов в воде минерального источника к 150,0 мл ее прибавили 25,00 мл 0,1115 М $BaCl_2$ . Не фильтруя осадок $BaSO_4$ , добавили к смеси аммиачный буферный раствор, содержащий комплексонат магния, и оттитровали 14,00 мл 0,0124 М ЭДТА. Вычислить концентрацию (мг/л) $SO_4^{2-}$ -ионов.
55.	Напишите выражения для общей и ступенчатых констант устойчивости в растворе, содержащем $Hg^{2+}$ и избыток $Br^-$ . Какие константы устойчивости называются термодинамическими, реальными и условными (записать выражения для них), от каких факторов они зависят? Укажите взаимосвязь между константами. Каковы требования к комплексным соединениям, используемым в комплексометрическом титровании?
56.	Применение металлохромных индикаторов в комплексометрическом титровании. Примеры.
57.	Кривая комплексометрического титрования. Укажите факторы, влияющие на величину скачка на кривой комплексометрического титрования.
58.	При каких условиях возможно последовательное определение катионов в смеси при их одновременном присутствии? Как проводят комплексометрическое определение кальция и магния при совместном присутствии, определение жесткости природных и питьевых вод?
59.	При определении карбонатной жесткости на титрование 200,0 мл воды израсходовали 10,25 мл 0,1 М раствора $HCl$ ( $K = 0,9845$ ). При определении общей жесткости на 100,0 мл той же воды израсходовали 15,12 мл 0,05 М раствора ЭДТА ( $K = 0,8918$ ). Вычислить карбонатную, общую и постоянную жесткость воды (ммоль/л), принимая молярную массу эквивалента $M^{2+}$ ( $1/2 M^{2+}$ )
60.	Чему равна молярная масса эквивалента $Mg(OH)_2$ в реакциях полной нейтрализа-

	ции и в реакциях неполной нейтрализации?
61.	Что такое комплексоны? Приведите примеры. ЭДТА. Приготовление и стандартизация раствора. Опишите особенности взаимодействия ЭДТА с ионами металла.
62.	Основные приемы комплексонометрического титрования: прямое, обратное, вытеснительное и косвенное. Приведите примеры и соответствующие уравнения реакций.
63.	К 25,00 мл раствора $H_2S$ прибавили 50,00 мл 0,0098 М раствора $I_2$ , избыток которого оттитровали 11,00 мл 0,0212 М раствора тиосульфата натрия. Рассчитайте концентрацию (г/л) $H_2S$ . Напишите соответствующие химические реакции.
64.	Рассчитайте массовую долю (%) нитрита натрия в образце, если навеску массой 2,1056 г растворили в 150,0 мл и к 10,00 мл полученного раствора добавили 35,00 мл раствора $KMnO_4$ концентрацией 0,2015 н. Избыток $KMnO_4$ оттитровали 7,80 мл раствора $SnCl_2$ с титром 0,05305 г/мл. Напишите соответствующие химические реакции.
65.	В чем сущность осадительного титрования? Для определения каких ионов и в каких условиях оно применимо?
66.	Укажите методы и основные этапы гравиметрического анализа. Опишите стадии образования осадка.
67.	Изобразите примерный вид кривой осадительного титрования.
68.	Какие факторы, влияют на величину скачка на кривой осадительного титрования?
69.	Чему равна молярная масса эквивалента $H_2SO_3$ в реакциях полной нейтрализации и в реакциях неполной нейтрализации?
70.	Какой объем 0,1500 н раствора $NaOH$ пойдет на титрование 21,00 мл раствора $HCl$ с титром 0,003810?

#### 7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Контроль освоения дисциплины и оценка знаний обучающихся на зачете, экзамене производится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль и успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся».

**Контрольная работа** – один из основных видов самостоятельной работы студентов, представляющий собой изложение ответов на теоретические вопросы по содержанию учебной дисциплины и решение практических заданий.

**При проверке контрольных работ**, оцениваются: - последовательность и рациональность выполнения; точность формулировок; обоснованность решений практических задач.

Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 90 % заданий;

Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 75 % заданий;

Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее 60 %.

**Тест** – это инструмент оценивания уровня знаний студентов, состоящий из системы тестовых заданий, стандартизированной процедуры проведения, обработки и анализа результатов.

**Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования**

Оценка «**отлично**» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 85 % тестовых заданий;

Оценка «**хорошо**» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 70 % тестовых заданий;

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется при условии правильного ответа студента не менее 51 %.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

**Реферат**—доклад по определенной теме, в котором собрана информация из одного или нескольких источников.

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

Оценка «**отлично**» — выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка «**хорошо**» — основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка «**удовлетворительно**» — имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка «**неудовлетворительно**» — тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

**Зачет** – это форма проверки знаний и навыков студентов вузов и учащихся средних специальных учебных заведений, полученных на семинарских и практических занятиях, производственной практике, а также их обязательных самостоятельных работ (чертежей, расчетов и др.).

Оценка «**зачет**» - выставляется студенту, показавшему знания основных понятий и методов аналитической химии, их практическое применение, в том числе при оформлении реферата по учебной программе, умеющему решать типовые задачи по дисциплине, выполнившего лабораторные работы в полном объеме, оформившему и защитившему их.



Оценка «**незачет**» - выставляется студенту, который не знает большей части основного материала, не выполнил лабораторные работы в полном объеме и не защитил их.

#### **Критерии оценки знаний студента при сдаче зачета:**

Оценка «**отлично**» выставляется студенту, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студенту, усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка «**хорошо**» выставляется студенту, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студенту, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, сделал небольшое количество ошибок, не препятствующих общему пониманию результатов химических превращений, знает взаимосвязи между классами соединений, отвечает на вопросы в основном полно при слабой логической оформленности высказывания.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при ответах на вопросы билета, не может логически правильно передать информацию.

## **8 Перечень основной и дополнительной литературы**

### **Основная**

1.Александрова Э.А. Аналитическая химия : учеб. и практикум для прикл. бакалавриата. В 2 кн. Кн. 1 : Химические методы анализа / Э. А. Алек-

сандрова, Н. Г. Гайдукова; Куб. гос. аграр. ун-т . - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 551 с.

2. Александрова Э. А., Гайдукова Н. Г. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум. В 2-х кн. Кн. 2 Физико-химические методы анализа: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Э.А. Александрова, Н.Г. Гайдукова. – М.: Юрайт, 2014. – 355 с.

3. Кайгородова Е. А. Неорганическая и аналитическая химия : учеб.-метод. пособие / Е. А. Кайгородова, И. И. Сидорова. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 138 с.

[http://edu.kubsau.ru/file.php/105/02\\_Neorganicheskaja\\_i\\_analiticheskaja\\_khimija\\_Uch.-metod.\\_posobie\\_dlja\\_studentov\\_veterinarnogo\\_fakulteta.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/02_Neorganicheskaja_i_analiticheskaja_khimija_Uch.-metod._posobie_dlja_studentov_veterinarnogo_fakulteta.pdf)

### Дополнительная

1. Трифонова А.Н. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. Учебное пособие/ Трифонова А.Н., Мельситова И.В.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2013.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24051>.— ЭБС «IPRbooks»

## 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронно-библиотечные системы, используемые в Кубанском ГАУ

№	Наименование ресурса	Тематика	Уровень доступа
2	Znanium.com	Универсальная	Сеть университета. Пользователь однократно регистрируется администратором (комн. 166 зоофак)
4	IPRbook	Универсальная	Сеть университета. Пользователь однократно регистрируется администратором (комн. 166 зоофак).
7	Научная электронная библиотека eLibrary	Универсальная	Интернет доступ
8	Образовательный портал КубГАУ	Универсальная	Доступ с ПК университета
9	Электронный Каталог библиотеки КубГАУ	Универсальная	Доступ с ПК библиотеки

Рекомендуемые интернет-ресурсы:

1. <http://ru.wikipedia.org> - электронная энциклопедия.
2. <http://www.koob.ru> – электронная библиотека.
3. <http://www.iqlib.ru> – электронно-библиотечная система.
4. <http://studentam.net> – электронная библиотека учебников.
5. [www.dissercat.ru](http://www.dissercat.ru) – электронная библиотека диссертационных работ.
6. <https://elibrary.ru/> – научная электронная библиотека РФФИ.

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Гайдукова Н. Г. Тестовые задания по аналитической химии для самостоятельной работы: учеб. пособие. / Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова. – Краснодар: КубГАУ, 2013. –

95с.[http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03\\_03.07.13/10\\_Testovye\\_zadanija\\_po\\_analiticheskoj\\_khimii\\_dlja\\_samostojatelnoi\\_raboty\\_studentov.GaidukovaNG.SHabanoaIV.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/10_Testovye_zadanija_po_analiticheskoj_khimii_dlja_samostojatelnoi_raboty_studentov.GaidukovaNG.SHabanoaIV.pdf)

2. Пестунова С.А. Рабочая тетрадь по аналитической химии для студентов биологических факультетов:– Краснодар: КубГАУ. - 2013. - 109 с.  
[http://edu.kubsau.ru/file.php/105/RT\\_po\\_analiticheskoj\\_khimii.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/RT_po_analiticheskoj_khimii.pdf).

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют: обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет"; фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентационных технологий; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

### 11.1 Перечень лицензионного ПО

<b>№</b>	<b>Наименование</b>	<b>Краткое описание</b>
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений

## 11.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика
1	Научная электронная библиотека eLibrary	Универсальная

## 12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Химия аналитическая	<p>Помещение №412 ЗОО, посадочных мест — 144; площадь — 131,7 кв.м; учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. сплит-система — 2 шт.; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office.</p> <p>Помещение №132 ЗОО, площадь — 64,6 кв.м; Учебная специализированная лаборатория общей химии (кафедры химии) лабораторное оборудование (микроскоп — 1 шт.; шкаф лабораторный — 1</p>	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, здание учебного корпуса зооинженерного факультета

	<p>шт.; центрифуга — 3 шт.); специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).</p> <p>Помещение №133 ЗОО, площадь — 42,7 кв.м; Учебная специализированная лаборатория электрохимических методов исследования (кафедры химии) лабораторное оборудование (кондуктометр — 2 шт.; иономер — 2 шт.; встряхиватель — 1 шт.; стенд лабораторный — 3 шт.; рН-метр — 3 шт.); специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).</p> <p>Помещение №229 ЗОО, посадочных мест — 25; площадь — 41,1м<sup>2</sup>; помещение для самостоятельной работы обучающихся. сплит-система — 1 шт.; технические средства обучения (проектор — 1 шт.; акустическая система — 1 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; специализированная мебель(учебная мебель).</p> <p>Помещение №127 ЗОО, площадь — 21,5м<sup>2</sup>; помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. лабораторное оборудование (оборудование лабораторное — 1 шт.; весы — 1 шт.; дозатор — 2 шт.; дистиллятор — 1 шт.;</p>	
--	---	--

	калориметр — 2 шт.; мельница — 3 шт.); технические средства обу- чения (принтер — 2 шт.).	
--	---	--