

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет  
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**ИНСТИТУТ ХИМИИ И БИОЛОГИИ**

**КАФЕДРА НЕОРГАНИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИХиБ**

**Бажева Р.Ч.**

**2023г.**



**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной  
программы А.Х. Шаов **А.Х. Шаов**

« 25 » 05 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

Направление подготовки (специальность)

**04.03.01 ХИМИЯ**

(код и наименование направления подготовки)

Профили подготовки

Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Нальчик 2023

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия»

Составитель / Хасанов В.В. – Нальчик: КБГУ 2023, 60 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 04.03.01. «Химия» и профилю подготовки «Неорганическая химия и химия координационных соединений», «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность».

Рабочая программа составлена в соответствии с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 04.03.01 Химия и профилю подготовки «Неорганическая химия и химия координационных соединений», «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность» утвержденного приказом Минобрнауки России от 17.07.2017 N 671 (Зарегистрировано в Минюсте России 02.08.2017 N 47644)

## СОДЕРЖАНИЕ

### Оглавление

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО .....	4
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины (модуля) .....	4
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации. ....	10
5.1. Критерии формирования оценок .....	10
5.2. Оценочные материалы по дисциплине .....	14
5.3. ВОПРОСЫ КОЛЛОКВИУМА .....	18
5.4. ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ.....	20
5.5. ВОПРОСЫ ИЗУЧАЕМЫЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО .....	20
5.6. ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ .....	23
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:.....	25
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....	45
7.1. Основная литература .....	45
7.2. Дополнительная литература .....	46
7.3. Периодические издания .....	46
7.4. Интернет – ресурсы .....	47
7.5. Методические указания к лабораторным и практическим занятиям .....	50
7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы. ....	50
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	55
8.1. Минимально необходимый для реализации ОПОП перечень материально-технического обеспечения .....	55
8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	56
Приложение 1 .....	57
Лист изменений (дополнений) .....	57
Приложение .....	2
58.....	58
58	
Приложение .....	3
59.....	59

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

- создать теоретическую базу и научных основ практического применения различных аналитических методов при осуществлении профессиональной подготовки;
- сформировать представления о химике-аналитике как о профессионале, использующем набор различных методов анализа и руководствующимся обобщенными знаниями по химии, физике и математике, и понятия о специфических особенностях применения практической работы аналитиков в условиях производства, особенно с точки зрения ее влияния на окружающую среду;
- дать представление о теоретических основах, методологии и практическом выполнении аналитических измерений.

### **В результате изучения базовой части цикла обучающийся должен знать:**

- роль и место химического анализа и аналитической химии в системе наук, владеть метрологическими основами анализа;
- существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических);
- теорию и практику физико-химических методов анализа органических и неорганических соединений;
- особенности объектов анализа и владеть методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения (в соответствии с требованиями профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» утвержденный приказом Минтруда России от 18 октября 2013 г. N 544н)

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина "Аналитическая химия" относится к обязательной части Блока 1 модуль «химия» и преподается студентам второго курса в 3 и 4 семестре. Изучение дисциплины базируется на материале, предусмотренном программой по общей и неорганической химии. Изучение теории и практики анализа неорганических объектов основано на материале курсов общей и неорганической химии. Обработка результатов анализа основана на материале курсов цикла «общие математические и естественнонаучные дисциплины», изучаемых на 1 – 2 курсах.

Изучение данной дисциплины направлено на освоение обобщенных трудовых функций

ПС «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» утвержденный приказом Минтруда России от 18 октября 2013 г. N 544н ОТФ - Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса в образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования

### **3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины (модуля)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО:

а) общепрофессиональных компетенции:

ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов

ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии

ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники

ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности

ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности

ОПК-6.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

цели и задачи аналитической химии, химического анализа; пути и способы их решения(31);

роль и значение методов аналитической химии в практической деятельности(32);  
 основные разделы аналитической химии, химического анализа(33);  
 основные понятия аналитической химии, аналитические реагенты(34);  
 основные этапы развития аналитической химии, ее современное состояние(35);  
 связь аналитических свойств соединений с положением составляющих их элементов в периодической системе элементов Д.И.Менделеева(36);

- применение основных положений теории растворов, учения о химическом равновесии, химической кинетике, катализе, адсорбции в аналитической химии(37);
- принципы качественного анализа неорганических и органических веществ(38);
- основы методов выделения, разделения, концентрирования веществ ();
- основы и использование современных химических, физических и физико-химических методов в качественном и количественном анализе(39);
- основы математической статистики применительно к оценке правильности и воспроизводимости результатов количественного анализа(310);
- основные литературные источники и справочную литературу по аналитической химии(311).

#### **Уметь:**

- самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по аналитической химии(У1);
- отбирать среднюю пробу, составлять схему анализа, проводить качественный и количественный анализ вещества(У2);
- выполнять исходные вычисления, итоговые расчеты с использованием статистической обработки результатов анализа(У3);
- пользоваться мерной посудой, аналитическими весами(У4);
- готовить и стандартизовать растворы аналитических реагентов(У5);
- работать с основными типами приборов, используемых в анализе (фотоэлектроколориметры, спектрофотометры, рН – метры, полярографы, установки для кулонометрического титрования и др.(У6);
- составлять отчеты о проведенной аналитической работе(У7);
- анализировать различные объекты неорганического и органического происхождения(У8)

#### **3. Владеть**

- теоретическими и метрологическими основами аналитической химии(В1);
  - техникой экспериментальной работы в аналитических лабораториях(В2);
  - работой с литературой по аналитической химии(В3);
- опытом обработки и обобщения материала и поиска новых экспериментальных и теоретических результатов(В4) (ПС «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» утвержденный приказом Минтруда России от 18 октября 2013 г. N 544н ТФ - А/01.6 Общепедагогическая функция, А/02.6 Воспитательная деятельность, А/03.6 Развивающая деятельность, В/03.6 Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования).

#### **4. Структура и содержание дисциплины «Аналитическая химия» перечень оценочных средств и контролируемых компетенций**

*Таблица 1. Содержание дисциплины*

№	Наименование раздела/темы	Содержание раздела/темы	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Формы текущего контроля
<i>1</i> <i>Семестр 3</i>	МОДУЛЬ Химическое равновесие в гомогенных системах	Аналитическая Химия как научная дисциплина. Химическое равновесие. Неорганический	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1	УО, КР, ИДЗ, коллоквиум1

		качественный анализ Кисотно-основное равновесие Комплексные соединения.		
2 <i>Семестр 3</i>	МОДУЛЬ Химическое равновесие в гетероген ных системах	Химическое равнове- сие в гетерогенных си- стемах. Равновесия в системе раство- р-осадок. Неорганиче- ский качественный анализ. Методы раз- деления и концентри- рования	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1	УО, КР, те- стирование, ИДЗ, колло- квиум
3 <i>Семестр 4</i>	МОДУЛЬ Введение в ко- личественный анализ. Грави- мет- рия. Электрогра- виметрия	Введение в количе- ственный анализ. Ос- новные этапы и прин- ципы анализа. Пробоотбор и пробо- подготовка Метрологические ос- новы количественного анализа Гравиметрический ме- тод анализа Электрогравиметриче- ский метод анализа	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1	УО, КР, те- стирование, ИДЗ, колло- квиум
4 <i>Семестр 4</i>	МОДУЛЬ По- лярогра- фический ме- тод анализа.	Классификация вольт- амперометричес- ких методов. Индикаторные элек- троды метода. Конденсаторный, ми- грационный, диффузи- онный токи. Предель- ный диффузионный ток. Полярография. Урав- нение Ильковича и Ильковича — Гейров- ского	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1	тестирова- ние.
5 <i>Семестр 4</i>	МОДУЛЬ Тит- риметрические методы анали- за	Введение в титримет- рические методы ана- лиза Метод кислотно- основного титрования Метод окислительно- восстановительного титрования Метод осадительного титрования Метод комплексометри- ческого титрования	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1	УО, КР, те- стирование, ИДЗ, колло- квиум

6 <i>Семестр 4</i>	МОДУЛЬ Электрохимические методы анализа	Потенциометрический метод анализа Кулонометрический метод анализа Амперометрический метод анализа	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1	тестирование, ИДЗ, коллоквиум
7 <i>Семестр 4</i>	МОДУЛЬ Оптические методы анализа	Молекулярная абсорбционная спектроскопия Атомно-абсорбционный метод Метод эмиссионной спектроскопии пламени.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1	тестирование, ИДЗ, коллоквиум

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 18 зачетных единиц  
( 648 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	3 семестр	4 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>324</b>	<b>324</b>
<b>Контактная работа:</b>	234	234
<i>Лекции (Л)</i>	72	72
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	72	72
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	90	108
<b>Самостоятельная работа:</b>	99	9
Курсовая работа (КР)		30
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27	27
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	экзамен	экзамен

Кроме лекций, практических и лабораторных работ со студентами проводится следующая работа:

решение расчетных задач по изучаемым темам перед каждой лабораторной работой;

выполнение студентами индивидуальных заданий по всем изучаемым темам, с последующей проверкой и обсуждением с преподавателем выполненного задания (таких заданий одно в 3-ем и пять в 4-ом семестре);

подготовка и сдача коллоквиумов по всем изучаемым темам (один в 3-ем и четыре в 4-ом семестре)

выполнение студентами 3 тестовых заданий в 3 ем семестре и 3 в 4-ом семестре.

*В соответствии с Типовым положением о вузе к видам учебной работы отнесены:*

*лекции, консультации, семинары, практические занятия, лабораторные работы, контрольные работы, коллоквиумы, самостоятельные работы, научно-исследовательская работа, практики, курсовое проектирование (курсовая работа). Высшее учебное заведение может устанавливать другие виды учебных занятий.*

**Содержание дисциплины (разделы дисциплины и виды занятий)**

**5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

### 5.1. Критерии формирования оценок

Традиционные формы контроля

**Текущая аттестация.** Основные формы: устный опрос, письменные задания, лабораторные работы, коллоквиумы, контрольные работы (систематичность, непосредственно коррелирующая с

требованием постоянного и непрерывного мониторинга качества обучения, а также возможность балльно-рейтинговой оценки успеваемости студента).

Промежуточная аттестация: экзамен

Основные формы: зачет и экзамен (Осуществляется в конце семестра и может завершать изучение как отдельной дисциплины, так и ее раздела).

Виды контроля по способу формируемых компетенций (активные технологии обучения)

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими лабораторные работы по дисциплине в следующих формах:

- *тестирование;*
- *письменные индивидуальные домашние задания;*
- *выполнение лабораторных работ;*
- *защита лабораторных работ;*
- *отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов, отчетов к лабораторным работам и письменных домашних заданий.*

*Рубежная аттестация студентов производится по окончании модуля в следующих формах:*

- *тестирование;*
- *контрольные работы;*
- *защита лабораторных работ (тестирование);*
- 

*Промежуточный контроль по результатам семестра по дисциплине проходит в форме письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач) либо в сочетании различных форм (компьютерного тестирования, решения задач и пр.)*

■ **Устный опрос** (позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки, обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя).

■ **Письменные работы** (экономия времени преподавателя; возможность поставить всех студентов в одинаковые условия, объективно оценить ответы при отсутствии помощи преподавателя, проверить обоснованность оценки; субъективности при оценке подготовки студента).

■ **Контроль с помощью технических средств и информационных систем** (оперативное получение объективной информации об усвоении студентами контролируемого материала, возможность детально и персонализировано представить эту информацию преподавателю, формирования и накопления интегральных (рейтинговых) оценок достижений студентов по всем модулям дисциплины, привитие практических умений и навыков работы с информационными ресурсами и средствами, возможность самоконтроля и мотивации студентов в процессе самостоятельной работы);

■ **Деловые и ролевые игры** (с целью формирования и развития профессиональных навыков)

■ **Встречи с представителями ведущих лабораторий г. Нальчика и КБР.**

*Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет примерно 40% аудиторных занятий.*

*Занятия лекционного типа составляют около 30% аудиторных занятий.*

### **5.1. Критерии формирования оценок**

#### Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Управление рисками финансовых активов». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

**В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:**

**3 балла**, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определение экономических понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.



**2 балла**, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «1», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

**1 балл**, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

**0 баллов**, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы «3», «2», «1» могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия

**Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента (в том числе написание рефератов):**

**«отлично»** (3 балла) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, избегая простого повторения информации из текста, информация представлена в переработанном виде. Свободно использует необходимые формулы при решении задач;

**«хорошо»** (2 балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;

**«удовлетворительно»** (1балл) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

**«неудовлетворительно»** (менее 1 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач

**Критерии оценки выполнения лабораторных работ:**

**«отлично»** ( 4 балла) ставится, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, организационные способности. Отмечается способность к публичной коммуникации. Документация представлена в срок. Полностью оформлена в соответствии с требованиями

**«хорошо»** (3балла) – выполнены основные требования к реферату и его защите 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; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. Обучающийся достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи. Документация представлена достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками

**«удовлетворительно»** (2 балла) – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод. Обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы. Допущены существенные отступления. Документация сдана со значительным опозданием (более недели). Отсутствуют отдельные фрагменты.

**«неудовлетворительно»** (менее 2 баллов) – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Обучающийся не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные несущественные поручения. Документация не сдана.

**Оценочные материалы для рубежного контроля.** Рубежный контроль осуществляется по более

или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику.**

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре в течение учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

***Критерии формирования оценок по контрольным точкам (контрольные работы; коллоквиум)***

(7 баллов) - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

(5 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

(3 балла) – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

(менее 3 баллов) – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50 % задач.

***Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:***

(3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 100 % предложенных тестовых вопросов;

(2балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 80 –99 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

(1 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 60 –79% от общего объема заданных тестовых вопросов;

(0 балл) – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 40-59 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

***Оценочные материалы для промежуточной аттестации.*** Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине в виде проведения экзамена.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

***Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:***

**«отлично»** (23 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

**«хорошо»** (17 баллов) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

**«удовлетворительно»** (12 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допу-

стил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач;

**«неудовлетворительно»** (менее 12 баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

**Целью промежуточных аттестаций** по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

#### **Критерии оценки качества освоения дисциплины**

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала.

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит обеспечить способность критически оценивать предлагаемые варианты управленческих решений и разрабатывать и обосновывать предложения по их совершенствованию с учетом критериев социально-экономической эффективности, рисков и возможных социально-экономических последствий и направлено на формирование компетенций.

#### **5.2. Оценочные материалы по дисциплине**

**МОДУЛЬ 1. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ В ГОМОГЕННЫХ СИСТЕМАХ (контролируемые компетенции ОПК-1,2,3,4,6)**

##### **Комплексная цель раздела**

Изучение основополагающих теоретических основ качественного и количественного химического анализа. Углубление знаний о химическом равновесии и приобретение навыков расчета состава равновесных многокомпонентных систем. Изучение аналитических химических методов качественного анализа. Обучение первичным навыкам аналитического эксперимента.

**1 Аналитическая химия как научная дисциплина. Химическое равновесие (контролируемые компетенции ОПК-1,2,3,4,6)**

##### **Вопросы, изучаемые на лекции**

Задачи аналитической химии. Требования, предъявляемые к аналитическим реакциям и реагентам. Характеристики аналитических реакций. Чувствительность: открываемый минимум, минимальная концентрация, предельное разбавление. Специфичность, избирательность. Систематический и дробный методы анализа катионов. Понятие о групповом реагенте. Аналитические классификации катионов и анионов. Кислотно-основная классификация катионов.

Закон действующих масс – основа описания химических равновесий. Константа химического равновесия. Константы образования и ионизации, общие и ступенчатые, термодинамические и концентрационные. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая — Хюккеля. Активность и коэффициент активности. Связь термодинамической и концентрационных констант химического равновесия. Описание сложных равновесий. Общая и равновесная концентрации. Условные константы.

**Вопросы, изучаемые самостоятельно (контролируемые компетенции ОПК-1,2,3,4,6)**

•История развития и современное состояние. Типы реакций, изучаемых в качественном анализе. Способы повышения чувствительности и избирательности аналитических реакций.

•Изучение кислотно-основной и аммиачно-фосфатной классификаций катионов.

•Понятие электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Степень электролитической диссоциации.

**Вопросы для самопроверки (контролируемые компетенции ОПК-1,2,3,4,6)**

•Каковы основные задачи качественного и количественного анализа?

•Что такое аналитические реагенты и каковы требования, предъявляемые к ним?

•Что такое аналитическая реакция и каковы требования, предъявляемые к ней?

•Что такое чувствительность аналитической реакции?

•В чем отличие специфической реакции от избирательной?

•Что такое групповой реагент?

•Что такое дробный и систематический методы анализа?

•Какие классификации катионов существуют?

•Что такое химическое равновесие?

•Что такое активность? Как она зависит от ионной силы раствора?

•Что такое ионная сила раствора и коэффициент активности?

•Что такое степень диссоциации электролита?

•Что такое сильные и слабые электролиты?

•Сформулируйте закон действующих масс. Что такое константа равновесия?

•В чем отличие между термодинамической и концентрационной константами?

•Как можно применить закон действующих масс к растворам слабых кислот и оснований?

**2 Кислотно-основное равновесие (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

**Вопросы, изучаемые на лекции (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

Понятие кислоты, основания и амфолита. Теория Аррениуса и протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Достоинства и недостатки. Протолитические равновесия в водных растворах. Смещение кислотно-основного равновесия. Равновесие в водных растворах кислот. Сила кислоты. Константы кислотности, степень диссоциации.

Вычисление pH растворов сильных и слабых одноосновных кислот. Протолитические равновесия в водных растворах амфолитов. Вычисление pH растворов амфолитов (кислые соли, аминокислоты). Протолитические равновесия в водных растворах смесей кислот и смесей оснований (сильное+слабое). Использование балансовых уравнений для расчета pH. Гидролиз как частный случай протолитического равновесия.

5. Буферные растворы в аналитической химии. Механизм действия. Расчет pH и приготовление буферных растворов. Буферная емкость.

**Вопросы, изучаемые самостоятельно (контролируемые компетенции ОПК-1,2,3,4,6)**

Равновесие в водных растворах оснований. Сила оснований. Константы основности, степень диссоциации. Вычисление pH растворов сильных и слабых одноосновных оснований.

Протолитические равновесия в водных растворах многоосновных кислот и оснований. Способы вычисления pH.

Закон действующих масс и явление гидролиза солей. Расчёт значений pH растворов солей, образованных слабой кислотой и сильным основанием, слабым основанием и сильной кислотой. Кон-

станта и степень гидролиза. Смещение равновесия при гидролизе. Факторы, влияющие на степень гидролиза. Усиление и подавление гидролиза. Роль гидролиза в анализе.

**Вопросы для самопроверки:**

- Каковы современные представления о кислотно-основных равновесиях?
- Что такое кислота и основание.
- Чем отличаются сильные электролиты от слабых?
- Что такое рН раствора?
- Как рассчитать рН в растворах сильных и слабых кислот и оснований?
- Что такое буферные растворы? Каковы их свойства и механизм действия?
- Приведите примеры использования буферных растворов.
- Как рассчитать рН ацетатного буферного раствора?
- Как протекает гидролиз солей, образованных слабым основанием и сильной кислотой?
- Как протекает гидролиз солей, образованных сильным основанием и слабой кислотой?
- Что такое константа гидролиза, степень гидролиза?
- Как произвести расчет рН раствора гидролизующейся соли?
- Какие факторы влияют на степень гидролиза?
- Как можно усилить или подавить гидролиз?
- Какова роль гидролиза в анализе?
- 

**3. Комплексные соединения (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

**Вопросы, изучаемые на лекции (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

Комплексные соединения в аналитической химии. Комплексы с неорганическими лигандами. Равновесия в растворах комплексных соединений. Ступенчатые и общие константы, константы устойчивости и неустойчивости. Термодинамическая и условная константа устойчивости. Закомплексованность и среднелигандное число – основные характеристики комплексных соединений. Смещение равновесия комплексообразования. Факторы, влияющие на комплексообразование. Расчет равновесных концентраций, влияние концентрации лиганда. Расчет условных констант устойчивости и равновесных концентраций с учетом конкурирующих реакций (протонирование лиганда, комплексообразование иона центрального атома, образование смешанных комплексов).

**Вопросы, изучаемые самостоятельно (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

Классификация, состав и основные характеристики комплексообразователя и лиганда.

Комплексы с органическими лигандами. Органические реагенты в аналитической химии. Функционально-аналитические и аналитико-активные группы. Правило Чугаева. Использование комплексных соединений с органическими и неорганическими лигандами для обнаружения, определения, разделения и маскирования.

**Вопросы для самопроверки (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1):**

- Примеры комплексных соединений с различными лигандами (нейтральными молекулами, анионами и т.д.)
- Чему равно координационное число и дентатность лиганда в комплексных соединениях ионов никеля (II) с аммиаком и диметилглиоксимом
- Для каких комплексов характерна наибольшая устойчивость
- На чем основано разделение IV и V, а также V и VI аналитических групп катионов
- Привести примеры использования в качественном анализе «маскирующих» лигандов
- Какие химические соединения называют комплексными?
- Приведите примеры ионов-комплексообразователей и лигандов.
- Как связаны между собой константа устойчивости и константа неустойчивости комплексных соединений?
- Приведите примеры использования комплексных соединений в анализе.
- Какие вещества называют органическими реагентами?

- Приведите примеры использования органических реагентов в качественном анализе.
- Напишите структуру комплексного соединения никеля и диметилглиоксима. Какие донорные атомы образуют хелатный цикл?
- Какими свойствами обладают функционально-аналитические группировки?

#### **4 Химическое равновесие в окислительно-восстановительных системах (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

##### **Вопросы, изучаемые на лекции (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

Потенциал полуреакции – как характеристика химической активности реагирующих веществ. Уравнение Нернста. Стандартный, реальный и формальный потенциалы. Направление протекания электрохимической реакции.

Способы расчета стандартных потенциалов. Получение стандартного потенциала сочетанием двух полуреакций и полуреакции с реакцией протонирования, полуреакции с реакцией комплексообразования, полуреакции с реакцией осаждения. Использование стандартных потенциалов для расчета константы кислотно-основного равновесия, произведения растворимости и константы комплексообразования.

##### **Вопросы, изучаемые самостоятельно (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

Использование окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии.

Оценка направления и глубины протекания окислительно-восстановительной реакции по константе химического равновесия.

##### **Вопросы для самопроверки (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1):**

- Какие факторы оказывают влияние на величину равновесного окислительно-восстановительного потенциала?
- Может ли равновесный потенциал быть стандартным или формальным?
- Может ли стандартный потенциал быть равновесным?
- Может ли формальный потенциал быть равновесным?
- Как можно вычислить константу равновесия окислительно-восстановительной реакции?
- Зависит ли константа равновесия окислительно-восстановительной реакции от концентрации участвующих в реакции веществ

•

#### **МОДУЛЬ 2 ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ В ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

##### **1 Химическое равновесие в системе раствор-осадок (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

##### **Вопросы, изучаемые на лекции (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

Произведение растворимости – как важнейшая константа гетерогенного равновесия. Связь термодинамического и условного произведения растворимости.

Растворимость. Вывод формулы для вычисления ионной, молекулярной и общей растворимости. Факторы, влияющие на смещение гетерогенного равновесия. Влияние одноименного иона на растворимость малорастворимых соединений. Влияние концентрации постороннего сильного электролита на растворимость малорастворимых соединений. Влияние конкурирующей реакции (кислотно-основной реакции, комплексообразования, окислительно-восстановительной реакции) на растворимость малорастворимого соединения.

##### **Вопросы, изучаемые самостоятельно (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

Перевод одних малорастворимых соединений в другие. Растворимость – основа дробного осаждения. Условие образования осадка. Влияние количества осадителя на полноту осаждения.

Теоретические основы сульфидной (сероводородной) классификации. Теоретические основы кислотно-основной классификации (разделения 4 и 5, 5 и 6 аналитических групп). Теоретические основы осаждения хлоридов.

**Вопросы для самопроверки (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1):**

- Как произведение растворимости малорастворимого соединения связано с его растворимостью?
- Каковы условия выпадения осадка?
- Как на растворение осадка влияют сильные кислоты,
- Как на растворение осадка влияют реакции окисления-восстановления?
- Как на растворение осадка влияют реакции комплексообразования?
- Как на растворение осадка влияет смена растворителя?
- Что такое «солевой эффект»?

**2 Методы разделения и концентрирования (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

**Вопросы, изучаемые на лекции (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

Абсолютное и относительное концентрирование, групповое и индивидуальное разделение. Константа и коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициенты разделения и концентрирования – количественные характеристики методов разделения и концентрирования. Экстракции – как метод разделения и концентрирования. Основные понятия (экстрагент, экстракционный реагент, реэкстракция) и количественные характеристики разделения (константа и коэффициент распределения, степень извлечения). Сущность периодической экстракции. Условия проведения экстракции и типы экстрагируемых соединений.

Хроматография – как метод разделения и концентрирования. Классификации хроматографических методов. Основные хроматографические параметры (время и объем удерживания, коэффициенты замедления и распределения, селективность и хроматографическое разрешение). Плоскостная хроматография. Требования, предъявляемые к носителям и подвижной фазе.  $R_f$  – основная характеристика сорбционных свойств системы и подвижности катионов. Современные хроматографические методы исследования и анализа.

**Вопросы, изучаемые самостоятельно (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

Использование методов разделения и концентрирования в анализе реальных объектов. Органические растворители, используемые в качестве экстрагентов. Скорость экстракции. Использование экстракции для разделения смеси катионов.

Разделение и обнаружение катионов с использованием бумажной хроматографии. Способы проявления хроматографических пятен.

**Вопросы для самопроверки (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1):**

- В чем сущность метода экстракции?
- Дайте определения понятиям *константа распределения, коэффициент распределения степени извлечения*
- Что такое экстрагент?
- Какой процесс называют реэкстракцией?
- Каковы правила выбора экстрагента?
- Чем определяется скорость экстракции?
- Что лежит в основе качественного хроматографического анализа?
- На чем основан количественный хроматографический анализ?
- Для чего предназначены подвижные и неподвижные фазы в хроматографических методах?

**5.3. ВОПРОСЫ КОЛЛОКВИУМА № 1 (контролируемые компетенции ОПК-1,2,3,4,6)**

1. Закон действующих масс. Константа химического равновесия. Активность и коэффициент активности. Связь термодинамической и концентрационной констант химического равновесия.
2. Типы констант химического равновесия. Константы образования и ионизации, общие и ступенчатые, термодинамические и условные.
3. Кисотно-основное равновесие. Понятие кислоты, основания и амфолита. Теория Аррениуса и протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Достоинства и недостатки.
4. Кисотно-основное равновесие. Роль растворителя в протолитических реакциях, классификация растворителей. Амфипротные растворители. Зависимость силы кислот и оснований от свойств растворителя.
5. Сила кислот и оснований. Константы кислотности и основности, степень ионизации. Константа автопротолиза растворителя как произведение констант кислотности и основности сопряженной кислотно-основной пары. Нивелирующее и дифференцирующее действие растворителя.
6. Протолитические равновесия в водных растворах. Сила кислот и оснований. Константы кислотности и основности, степень диссоциации.
7. Равновесие в водных растворах кислот. Сила кислоты. Константы кислотности, степень диссоциации. Вычисление pH растворов сильных и слабых одноосновных кислот.
8. Равновесие в водных растворах оснований. Сила оснований. Константы основности, степень диссоциации. Вычисление pH растворов сильных и слабых одноосновных оснований.
9. Протолитические равновесия в водных растворах амфолитов. Вычисление pH растворов амфолитов (на примере кислой соли).
10. Протолитические равновесия в водных растворах амфолитов. Вычисление pH растворов амфолитов (на примере аминокислот).
11. Реакции гидролиза как частный случай кислотно-основного равновесия. Вычисление pH водных растворов гидролизующихся солей (на примере соли, образованной сильным основанием и слабой кислотой).
12. Реакции гидролиза как частный случай кислотно-основного равновесия. Вычисление pH водных растворов гидролизующихся солей (на примере соли, образованной сильной кислотой и слабым основанием).
13. Реакции кислотно-основного равновесия в растворе соли, образованной слабой кислотой и слабым основанием (поведение гидролизующейся соли как амфолита). Вычисление pH.
14. Протолитические равновесия в водных растворах многоосновных кислот и оснований. Константы кислотности и основности, общие и ступенчатые. Способы вычисления pH.
15. Протолитические равновесия в водных растворах смесей кислот и оснований (сильное – слабое). Использование балансовых уравнений для расчета pH.
16. Буферные растворы в аналитической химии. Механизм действия. Расчет pH и приготовление буферных растворов (на примере кислой буферной смеси).
17. Буферные растворы в аналитической химии. Механизм действия. Расчет pH и приготовление буферных растворов (на примере щелочной буферной смеси).
18. Буферные растворы в аналитической химии. Механизм действия. Буферная емкость.
20. Качественные реакции на катионы 1-3 групп. Систематический анализ смеси катионов 1-3 групп по кислотно-основной классификации

**Пример ИДЗ по теме коллоквиума №1 (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

1. Рассчитайте pH водных растворов:
  - а) 1% и  $1 \cdot 10^{-8}$  % соляной кислоты.
2. Рассчитайте pH и степень диссоциации водных растворов:
  - ж) 0,1 М и 0,00005 М гидразина.
3. Напишите кислотно-основную реакцию и вычислите pH растворов
  - г) 0,05 М бензидина и 0,05 М хлорида бензидиния в безводной муравьиной кислоте.
4. Рассчитать степень гидролиза и pH раствора:
  - а) содержащего 2,05 г ацетата натрия в 250 мл воды.
5. Рассчитайте концентрацию ионов  $H^+$  в растворах



- а) 0,01 М гидрофосфата натрия.
6. Рассчитайте буферную емкость и pH раствора, полученного растворением 1,5 г гидроксида натрия и 3,0 г хлорида аммония в 250 мл воды
7. Опишите приготовление 500 мл буферного раствора
- м) из 2,1 М фосфорной кислоты и 1,0 М гидроксида калия с  $\text{pH}=5,5$  и  $\pi=0,3$ .
8. Рассчитать состав буферной смеси, способной при добавлении к 1 л этого раствора 30 ммоль сильной кислоты поддерживать pH в пределах:  $9,20 \pm 0,06$ , аммиачный буфер
9. К 100 мл. 0,2М раствора  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  добавили 50 мл. 0,25М раствора  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Рассчитать pH полученного раствора.
10. Рассчитайте, как изменится pH раствора 0,05М  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , если к 1л этого раствора добавили 0,5 моль  $\text{NaCl}$ .
11. К 20 мл 0, 20 М раствора гидроксида натрия добавлено 30 мл 0,20 М раствора дигидрофосфата натрия. Вычислить pH буферной смеси.
12. Вычислить pH смеси, содержащей 0,0002 М гидроксид калия и 0,05 М этиламин
13. Рассчитать мольные доли и равновесные концентрации всех частиц в растворе 0,25 М гидрокарбоната натрия при  $\text{pH}=4$  и  $\text{pH}=10$
14. Рассчитайте реальную константу кислотности азотистой кислоты в 0,09М растворе нитрата натрия.

### **ВОПРОСЫ КОЛЛОКВИУМА № 2 (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

1. Комплексные соединения в аналитической химии. Классификация, состав и основные характеристики комплексообразователя и лиганда. Комплексы с неорганическими лигандами.
2. Комплексы с органическими лигандами. Органические реагенты в аналитической химии. Функционально-аналитические и аналитико-активные группы. Правило Чугаева.
3. Равновесия в растворах комплексных соединений. Ступенчатые и общие константы, константы устойчивости и нестойкости. Термодинамическая и условная константа устойчивости.
4. Равновесия в растворах комплексных соединений. Закомплексованность и среднелигандное число – основные характеристики комплексных соединений. Смещение равновесия комплексообразования.
5. Равновесия в растворах комплексных соединений. Факторы, влияющие на комплексообразование. Расчет равновесных концентраций, влияние концентрации лиганда.
6. Равновесия в растворах комплексных соединений. Факторы, влияющие на комплексообразование. Расчет условных констант устойчивости и равновесных концентраций с учетом конкурирующей реакции протонирования лиганда.
7. Равновесия в растворах комплексных соединений. Факторы, влияющие на комплексообразование. Расчет условных констант устойчивости и равновесных концентраций с учетом конкурирующей реакции комплексообразования иона центрального атома.
8. Равновесия в растворах комплексных соединений. Факторы, влияющие на комплексообразование, Расчет условных констант устойчивости и равновесных концентраций с учетом образования смешанных комплексов.
9. Использование комплексных соединений с органическими и неорганическими лигандами для обнаружения, определения, разделения и маскирования.
10. Гетерогенная система. Равновесие в системе раствор-осадок. Произведение растворимости – как важнейшая константа гетерогенного равновесия. Связь термодинамического и условного произведения растворимости.
11. Равновесие в системе раствор-осадок. Растворимость. Вывод формулы для вычисления ионной, молекулярной и общей растворимости.
12. Факторы, влияющие на смещение гетерогенного равновесия. Влияние одноименного иона на растворимость труднорастворимых соединений.
13. Факторы, влияющие на смещение гетерогенного равновесия. Влияние концентрации постороннего сильного электролита на растворимость малорастворимых соединений.

14. Факторы, влияющие на смещение гетерогенного равновесия. Влияние конкурирующей реакции на растворимость малорастворимого соединения (на примере конкурирующей кислотно-основной реакции).

15. Факторы, влияющие на смещение гетерогенного равновесия. Влияние конкурирующей реакции на растворимость малорастворимого соединения (на примере конкурирующей реакции комплексообразования).

16. Факторы, влияющие на смещение гетерогенного равновесия. Влияние конкурирующей реакции на растворимость малорастворимого соединения (на примере конкурирующей окислительно-восстановительной реакции).

17. Равновесие в системе раствор-осадок. Перевод одних малорастворимых соединений в другие.

18. Равновесие в системе раствор-осадок. Условие образования осадка. Полное (количественное) осаждение. Растворимость – основа дробного осаждения.

20. Равновесие в системе раствор-осадок. Теоретические основы сульфидной (сероводородной) классификации.

20. Равновесие в системе раствор-осадок. Теоретические основы кислотно-основной классификации (на примере разделения 4 и 5 аналитических групп).

21. Равновесие в системе раствор-осадок. Теоретические основы кислотно-основной классификации (на примере разделения 5 и 6 аналитических групп).

22. Равновесие в системе раствор-осадок. Условие образования осадка. Влияние количества осадителя на полноту осаждения. Вычисление оптимального количества осадителя в случае образования сложных ассоциатов.

23. Теоретические основы разделения катионов по кислотно-щелочному методу.

### **Пример ИДЗ по теме коллоквиума №2 (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

1. К 100 мл 0,05 М  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  прибавили 2,338 г  $\text{NaCl}$ . Рассчитать равновесные концентрации ионов в полученном растворе.

2. Вычислить равновесную концентрацию лиганда и растворимость (моль/л) осадка  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  вследствие образования комплексов  $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$  в 0,01 М  $\text{NH}_3$ .

3. Рассчитать произведение растворимости, если в 100 мл воды растворимость составляет  $9,6 \cdot 10^{-5}$  г  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

4. Вычислить и сравнить растворимость  $\text{CaF}_2$  в воде, в 0,1 М  $\text{NH}_4\text{F}$  и в 0,1 М  $\text{CaCl}_2$ .

5. К 100 мл насыщенного раствора  $\text{BaSO}_4$  прибавили 10 мл 0,5 М раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Какая концентрация ионов бария (моль/л) останется в растворе?

6. Вычислить общую концентрацию  $\text{KCl}$  и равновесную концентрацию  $\text{Cl}^-$ , при которых обеспечивается максимальное осаждение  $\text{PbCl}_2 \downarrow$  из раствора 0,1 М  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Чему равна растворимость хлорида свинца в этом растворе?

7. В растворе, содержащем 0,1 моль/л соли металла-комплексообразователя ( $\text{Co}^{2+}$ ) и 1,0 моль/л лиганда ( $\text{NH}_3$ ), создали концентрацию сульфид-иона  $[\text{S}^{2-}] = 10^{-8}$  моль/л. Будет ли осаждаться соответствующий сульфид. Рассчитать pH начала и конца выпадения этого сульфида без присутствия лиганда.

8. К раствору, содержащему 0,2 М  $\text{NH}_3$  и 0,2 М  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , добавили равный объем 0,2 М раствора  $\text{MgCl}_2$ . Произойдет ли в этом растворе образование осадка  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ?

9. Вычислить pH насыщенного раствора  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ .

10. Вычислить растворимость  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  при pH 5,0.

11. При каких значениях pH возможно количественное разделение  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Cd}^{2+}$  при насыщении раствора содержащего 0,05 М  $\text{CoCl}_2$  и 0,15 М  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  при насыщении сероводородом?

12. Сколько граммов карбоната натрия потребуется для перевода в растворимое состояние 0,3 г сульфата бария.

13. Рассчитайте общую и молекулярную растворимость хлорида серебра в воде.

### **ВОПРОСЫ КОЛЛОКВИУМА № 3 (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

1. Использование окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии. Потенциал полуреакции – как характеристика химической активности реагирующих веществ. Стандартный и реальный потенциалы.

2. Уравнение Нернста. Стандартный, реальный и формальный потенциалы. Направление протекания электрохимической реакции.

3. Способы расчета стандартных потенциалов. Получение стандартного потенциала сочетанием двух полуреакций и полуреакции с реакцией протонирования.

4. Способы расчета стандартных потенциалов. Получение стандартного потенциала сочетанием двух полуреакций и полуреакции с реакцией комплексообразования.

5. Способы расчета стандартных потенциалов. Получение стандартного потенциала сочетанием двух полуреакций и полуреакции с реакцией осаждения.

6. Использование стандартных потенциалов для расчета константы кислотно-основного равновесия и произведения растворимости.

7. Использование стандартных потенциалов для расчета константы комплексообразования и произведения растворимости.

8. Использование стандартных потенциалов для расчета констант кислотно-основного равновесия и комплексообразования.

9. Оценка направления и глубины протекания окислительно-восстановительной реакции по константе химического равновесия.

10. Использование методов разделения и концентрирования в анализе реальных объектов. Абсолютное и относительное концентрирование, групповое и индивидуальное разделение. Константа и коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициенты разделения и концентрирования – количественные характеристики методов разделения и концентрирования.

11. Экстракции – как метод разделения и концентрирования. Основные понятия (экстрагент, экстракционный реагент, реэкстракция) и количественные характеристики разделения (константа и коэффициент распределения, степень извлечения). Сущность периодической экстракции.

12. Экстракции – как метод разделения и концентрирования. Условия проведения экстракции и типы экстрагируемых соединений. Органические растворители, используемые в качестве экстрагентов. Скорость экстракции.

13. Использование экстракции для разделения смеси катионов. Процесс экстракции и экстракционные реагенты.

14. Хроматография – как метод разделения и концентрирования. Классификации хроматографических методов.

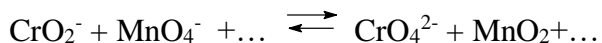
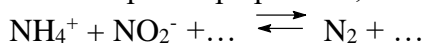
15. Хроматография – как метод разделения и концентрирования. Основные хроматографические параметры (время и объем удерживания, коэффициенты замедления и распределения, селективность и хроматографическое разрешение).

16. Плоскостная хроматография. Требования, предъявляемые к носителям и подвижной фазе.  $R_f$  – основная характеристика сорбционных свойств системы и подвижности катионов.

17. Разделение и обнаружение катионов с использованием бумажной хроматографии. Способы проявления хроматографических пятен.

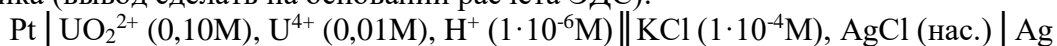
### **Пример ИДЗ по теме коллоквиума №3 (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

1. Уравнять окислительно-восстановительные реакции методом полуреакций. Представить для каждой полуреакции уравнение Нернста. Вывести и вычислить константу равновесия, определить направление реакции. Рассчитать формальные (реальные стандартные) потенциалы при условии, что ионная сила раствора равна 0,1:

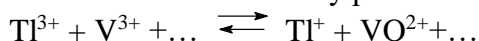


2. Рассчитать потенциал платинового электрода, погруженного в раствор, содержащий: 0,25M  $\text{V}^{3+}$ , 0,40M  $\text{VO}^{2+}$  и  $1,00 \cdot 10^{-5}$ M NaOH.

3. Укажите гальваническим элементом или электролитической ячейкой является представленная ячейка (вывод сделать на основании расчета ЭДС):

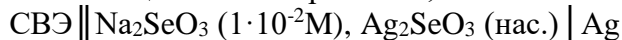


4. Рассчитать константу равновесия:

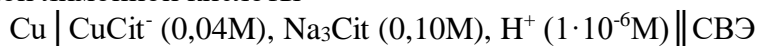


в 0,01М серной кислоте. Рассчитать состав раствора после установления равновесия, если слили 0,10М растворы реагирующих веществ.

5. Потенциал ячейки равен +0,45В. Рассчитать произведение растворимости  $\text{Ag}_2\text{SeO}_3$ .



6. Рассчитать константу устойчивости комплекса  $[\text{CuCit}]^-$ , если ЭДС ячейки равна +0,09В.  $\text{Cit}^{3-}$  - анион лимонной кислоты



7. Вычислить равновесные концентрации всех ионов в растворе, полученном при растворении 0,25 г  $\alpha\text{-NiS}$  в 10 мл 2,0М  $\text{HNO}_3$ .

8. Коэффициент распределения 2,6-динитрофенола между водой и октиловым спиртом равен 15. Рассчитайте степень извлечения 2,6-динитрофенола, а также его концентрацию, оставшуюся в водной фазе после экстракции из 50 мл 0,0005 М раствора октиловым спиртом объемом 10 мл. Известно, что коэффициент распределения салициловой кислоты между равными объемами воды и хлороформа при рН 3,00 равен 1,3. Рассчитайте константу распределения салициловой кислоты, если  $K_{a,HA} = 1,5 \cdot 10^{-3}$ .

9. В виде хелата  $\text{Zn}(\text{Ox})_2$  ионы цинка ( $C_{\text{Zn}} = 1,0 \cdot 10^{-4}$  М) экстрагируются на 20,0 % при рН 3,00 с помощью равного объема 0,10 М раствора 8-оксихинолина ( $\text{HOx}$ ) в хлороформе. Рассчитайте рН, при котором в тех же условиях ион цинка будет экстрагироваться на 96 %.

### **МОДУЛЬ 3. ВВЕДЕНИЕ В КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И ПРИНЦИПЫ АНАЛИЗА (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

**Вопросы, изучаемые на лекции (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

Основные стадии химического анализа. Постановка аналитической задачи. Тип анализа. Ограничения, связанные с химическими и физическими свойствами анализируемого объекта. Мешающее влияние компонентов образца. Способы разделения. Выбор селективных реакций. Уровень определяемой концентрации. Наличие средств, позволяющих упростить выполнение анализа. Краткий обзор методов количественного анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа.

**Вопросы, изучаемые самостоятельно (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

Изучить материал, изложенный по плану лекции. Подготовить конкретные примеры ко всем изучаемым вопросам - [1]- с.4-20; [4]- с.5-17.

### **1.ПРОБООТБОР И ПРОБОПОДГОТОВКА (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

Вопросы, изучаемые на лекции

Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом; первичная обработка и хранение проб; дозирующие устройства.

Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

Изучить материал, изложенные по плану лекции. Привести конкретные примеры по всем изучаемым вопросам. Научиться пользоваться таблицами нормального распределения.

## 2 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)

### Вопросы, изучаемые на лекции

Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.

Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами. Стандартные образцы, их изготовление, аттестация и использование. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных ошибок, t- и F-распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение. Проверка гипотезы нормальности, гипотезы однородности результатов измерений. Сравнение дисперсии и средних двух методов анализа. Регрессионный анализ. Использование метода наименьших квадратов для построения градуировочных графиков.

Требования к метрологической оценке в зависимости от объекта и цели анализа. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа. Организация и методология метрологического обеспечения деятельности аналитической службы.

Вопросы, изучаемые самостоятельно (3 часа).

Изучить материал, изложенный по плану лекции. Привести конкретные примеры по всем изучаемым вопросам. Решить задачи, предлагаемые преподавателем по изучаемой теме.

### Вопросы для самопроверки

Как установить число значащих цифр в результатах вычислений при сложении и вычитании, умножении и делении, возведении в степень, извлечении квадратного корня и логарифмировании.

- Как установить число значащих цифр в результатах вычислений при сложении и вычитании, умножении и делении, возведении в степень, извлечении квадратного корня и логарифмировании.
- Что называется выборочной совокупностью (случайной выборкой)?
- Чем различаются понятия выборка и генеральная совокупность;  $S$  и  $\sigma$ ;  $\mu$  и  $\bar{x}$ . При каких условиях выборочная совокупность приближается к генеральной совокупности?
- Какая величина называется выборочной средней?
- Какая величина называется медианой? Как находят медиану при четном и нечетном числе результатов определений?
- Какие погрешности называются абсолютными, относительными, систематическими, случайными, промахами? Укажите причины возникновения систематических погрешностей; случайных погрешностей; промахов.
- Чем может быть обусловлена систематическая погрешность титриметрических определений?
- Что называется правильностью, воспроизводимостью, точностью метода? Свидетельствует ли хорошая воспроизводимость о правильности анализа? По каким показателям судят о воспроизводимости, а по каким о правильности анализа?
- Как рассчитывают стандартное отклонение отдельного (единичного) определения?
- Какая величина называется дисперсией, и как ее рассчитывают для выборочной и генеральной совокупности?
- Какие величины необходимо знать для расчета доверительного интервала? Для каких целей рассчитывается доверительный интервал и что он характеризует?
- Что характеризует коэффициент Стьюдента (коэффициент нормируемых отклонений), и от чего он зависит?
- Для решения каких задач используют параметры сходимости и воспроизводимости результатов определения?
- Как оценивают грубую погрешность результатов определения? Каким образом можно исключить промахи из серии полученных результатов?
- Каким образом можно установить наличие систематической погрешности?
- Какие приемы статистической обработки результатов определения называются рандомизацией и релятивизацией? С какой целью выполняется рандомизация?

### **3 ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)**

Цель: на основе знаний теории гравиметрического анализа и выработки практических навыков и умений обоснованно выбирать и практически применять данный метод для количественного определения вещества.

#### **Уметь:**

1. Доводить тигель до постоянной массы.
2. Рассчитывать оптимальную массу навески образца и объем осадителя.
3. Получать осаждаемую форму.
4. Отделять осадок от маточного раствора фильтрованием.
5. Промывать осадок.
6. Получать гравиметрическую форму путем прокаливания осадка до постоянной массы.

#### **Вопросы, изучаемые на лекции**

Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Процессы осаждения и соосаждения. Равновесие в системе раствор — осадок. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона и осадителя, солевого состава раствора и pH, температуры). Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц их роста. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц. Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка (превращение метастабильной кристаллической модификации в более устойчивую форму; химическое старение в результате изменения состава осадка — дегидратации-гидратации, поликонденсации). Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция; окклюзия: внутренняя адсорбция, инклюзия; изоморфизм и др.). Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Использование коллоидных систем в химическом анализе.

Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ.

#### **5.4. ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ**

- Изучить правила работы в аналитической лаборатории.
- Изучить устройство аналитических весов (Чувствительность весов; Факторы, влияющие на точность взвешивания). Освоить технику взвешивания.
- Гравиметрическое *определение серы (сульфат-ионов или бария)*.
- Гравиметрическое *определение железа*.
- Гравиметрическое *определение никеля*.

#### **РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ (ТЕМЫ)**

- Вычисление содержания определяемого вещества
- Расчет количества осадителя
- Расчет навески и объема раствора, требующегося для реакции
- Расчет гравиметрического фактора
- Расчет растворимости осадков в воде, в присутствии одноименных ионов
- Влияние на растворимость осадков солевого эффекта, pH и комплексообразования
- Определение потери осадка за счет промывания
- Расчеты результатов анализа

#### **5.5. ВОПРОСЫ ИЗУЧАЕМЫЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО**

Изучить материал, изложенный по плану лекции. Привести конкретные примеры по всем изучаемым вопросам. Решить задачи, предлагаемые преподавателем по изучаемой теме. Повторить материал по теме "Равновесие в системе раствор — осадок". Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона и осадителя, солевого состава раствора и pH, температуры).

**Самостоятельно** изучаются темы: "Термогравиметрический анализ", "Гравиметрическое определение кальция и магния при совместном присутствии", "Гравиметрическое определение магния". Разобрать примеры использования возникающих реагентов для определения различных объектов.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.

- Какие осадители применяются в методе гравиметрического анализа? Укажите основные неорганические и органические осадители. Почему в качестве осадителей используются летучие соединения? Какое количество осадителя требуется для осаждения?
- В чем заключаются основные преимущества органических осадителей перед неорганическими осадителями?
- Какими качествами должны обладать осадки, применяемые в гравиметрическом анализе?
- Что означает осаждаемая форма? Перечислите основные требования, предъявляемые к осаждаемой форме. В виде какого соединения выгоднее осаждавать  $Ba^{2+}$ :  $BaCO_3$ ,  $BaC_2O_4$ ,  $BaSO_4$ ,  $BaCrO_4$  и почему?
- Что такое гравиметрическая форма. Каким требованиям она должна удовлетворять? Укажите достоинства и недостатки следующих гравиметрических форм:  $Fe_2O_3$ ,  $BaSO_4$ ,  $CaC_2O_4$ ,  $CaO$ ,  $Mg_2P_2O_7$ ,  $NiO$ . Что такое гравиметрический фактор?
- Кристаллические и аморфные осадки, условия их образования. Объясните, как влияет на величину кристаллов температура, разбавление растворов, скорость приливания реактива и перемешивание. Что такое относительное пересыщение растворов?
- Чем объясняется устойчивость коллоидных систем? Что такое пептизация, коагуляция, седиментация?
- Почему осаждение аморфных осадков выгодно проводить из концентрированных растворов? Что достигается последующим прибавлением горячей воды?
- Что такое созревание и старение осадков? Какие процессы происходят при созревании и старении осадков?
- Сформулируйте правило Панета – Фаянса – Гана.
- Что такое соосаждение, последующее осаждение, изоморфизм?
- В чем заключается сущность адсорбции и окклюзии? Какие осадки - крупнокристаллические, мелкокристаллические или аморфные - лучше адсорбируют растворенные вещества? Как очистить осадок от адсорбированных или окклюдированных примесей?
- Почему получаемые в гравиметрическом анализе осадки промывают обычно не чистой водой, а разбавленными растворами, содержащими кислоты или соли аммония?
- Как рассчитать потери при промывании осадков?
- Каковы преимущества промывания осадков декантацией? Почему при промывании необходимо дать предыдущей порции жидкости стечь до конца и только после этого наливать следующую порцию?
- Сравните точность определения никеля высушиванием и прокаливанием осадка диметилглиоксимата никеля.

## 4 ЭЛЕКТРОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА (контролируемые компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-6.1)

### Вопросы, изучаемые на лекции

Общая характеристика электрогравиметрических методов. Разделение и выделение металлов при контролируемом напряжении, при контролируемом потенциале. Концентрационная и кинетическая поляризация. Перенапряжение водорода. Возможности и ограничения электрогравиметрических методов. Источники ошибок. Примеры электрогравиметрических определений.

Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.

## ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ

Электрогравиметрическое определение меди (II).

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ (ТЕМЫ)

Расчет напряжения разложения

Закон Фарадея.

Расчет параметров для проведения электрогравиметрических определений

Определение массовой доли вещества

## ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО (

Изучить материал, изложенный по плану лекции. Привести конкретные примеры по всем изучаемым вопросам. Решить задачи, предлагаемые преподавателем по изучаемой теме

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

- Дайте определение следующих понятий: а) обратная эдс; б) поляризация; в) перенапряжение на электроде.
- Что такое концентрационная поляризация и как ее можно уменьшить?
- Какой электрод называют а) катодом; б) анодом? Какие электрохимические реакции протекают на этих электродах?
- Какие факторы влияют на качество катодных осадков?
- Что такое "перенапряжение" применительно к выделению водорода, кислорода, металлов?
- Сформулируйте закон Фарадея и рассчитайте электрохимический эквивалент меди и серебра.
- Сколько мл водорода выделится при электролизе раствора  $Na_2SO_4$ , током силой 2,3 А за 6 минут при нормальных условиях?
- Как можно теоретически вычислить напряжение разложения данной соли?
- Вопросы к коллоквиуму:
- Общие принципы количественного анализа. Принцип, метод и способ анализа.
- Отбор и подготовка пробы к анализу.
- Сущность гравиметрического анализа. Схема анализа. Возможности метода. Источники ошибок.
- Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от условий осаждения.
- Растворимость осадков в зависимости от структуры и размеров частиц.
- Старение осадков, виды старения.
- Совместное осаждение, соосаждение, послеосаждение, их причина и устранение.
- Метод гомогенного осаждения. Возникающие реагенты в гравиметрическом анализе.
- Неорганические и органические осадители. Преимущества органических осадителей перед неорганическими.
- Ожухия как причина соосаждения. Пути уменьшения ожухии.
- Адсорбция. Уравнение адсорбции. Правило Панета – Фаянса - Гана.
- Промывание осадков. Промывные жидкости. Потери при промывании.
- Сущность метода гравиметрического электроанализа. Схема метода. Условия электролиза.
- Поляризация и перенапряжение. Перенапряжение водорода.
- Гравиметрическое определение сульфатов. Источники ошибок.
- Гравиметрическое определение железа. Источники ошибок.
- Гравиметрическое определение никеля. Источники ошибок.
- Гравиметрическое определение кальция и магния. Гравиметрические формы (изучается самостоятельно).
- Весы и взвешивание. Источники ошибок.

## МОДУЛЬ 4. ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЯ (ПОЛЯРОГРАФИЯ)

**Цель:** на основе знаний теории, практики и возможностей полярографического метода анализа овладеть техникой работы на полярографе, уметь применять полученные данные для идентификации неорганических и органических соединений; выполнять количественный анализ смеси катионов в растворе.

**Уметь:** овладеть техникой безопасности при работе с ртутью. Подобрать условия для полярографи-



ческого определения качественного состава смеси тяжелых металлов. Провести количественное определение тяжелого металла в электролите методом полярографического анализа.

### **Вопросы, изучаемые на лекции**

Классификация вольтамперометрических методов.

- Индикаторные электроды метода. Преимущества и недостатки ртутного электрода.
- Применение твердых электродов. Получение и характеристика вольтамперной кривой.
- Конденсаторный, миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток.
- Полярография. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича —

Гейровского.

- Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны.
- Современные виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая.
- Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

### **ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ**

Снятие и расшифровка полярограммы индивидуального деполаризатора — иона металла. Снятие полярографического спектра. Определение концентрации веществ методом градуировочного графика и методом добавок с использованием классической полярографии.

### **РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ**

Уравнение Ильковича. Расчет  $D$ ,  $n$ ,  $K_{\text{кап}}$ ,  $C$ .

Выбор условий для полярографического определения смеси катионов

Определение обратимости процесса восстановления и числа электронов

Расчеты результатов анализа по градуировочному графику, методом добавок и методом сравнения

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

Основные принципы метода полярографического анализа. Схема анализа. Полярографический фон. Характеристика вольтамперной кривой. Понятия об остаточном, емкостном, фарадеевском, миграционном, диффузионном и предельном токах.

Уравнение диффузионного тока (уравнение Ильковича). Количественный полярографический анализ.

Влияние различных факторов на величину предельного тока: среда, потенциал, период капания ртути, концентрация, температура.

Вывод уравнения обратимой полярографической волны. Потенциал полуволны. Полярографический спектр.

Максимумы I и II рода в полярографии. Причины возникновения и устранения максимумов.

Применение полярографии к решению аналитических задач.

## **МОДУЛЬ 5. ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

Вопросы, изучаемые на лекции

Титриметрические методы анализа. Классификация методов. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое, обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

Разобрать все теоретические вопросы по программе и изложенные на лекции.

Подготовить примеры прямого, косвенного и обратного титрования. Повторить способы выражения концентраций растворов. Показать на конкретном примере принцип титриметрического метода анализа.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

Какие типы реакций используются в титриметрическом методе анализа?

- Каким требованиям должны удовлетворять химические реакции, используемые для титриметрических определений?
- Поясните, как проводят определения способом прямого, обратного титрования и по заместителю?
- Какие способы выражения концентраций вам известны? Что такое эквивалент, фактор эквивалентности, молярная масса эквивалента, титр, титр по определяемому веществу?
- В каких единицах выражают молярность, титр, титр по определяемому веществу?
- Какие стандартные растворы называют первичными и какие вторичными?
- Каким требованиям должны отвечать вещества, чтобы из них можно было приготовить первичный стандартный раствор?
- 8. Что такое кривые титрования и для чего они строятся? Что такое скачок титрования?
- 9. Дайте определение понятиям точка эквивалентности, конечная точка титрования.
- 10. Что такое фиксаналы? Для чего используются фиксаналы?

## 5.1 МЕТОД КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО ТИТРОВАНИЯ

**Цель:** на основе знаний теории метода кислотно-основного титрования уметь обоснованно использовать метод для определения кислот, оснований, солей; приобрести навыки практической работы по титриметрическому анализу, научиться выполнять вычисления по результатам титрования, рассчитывать и строить кривые кислотно-основного титрования и решать задачи.

### Уметь:

- Приготовить раствор хлороводородной кислоты путем разбавления концентрированного раствора.
- Приготовить стандартный раствор натрия тетрабората по навеске с точно известной массой и рассчитать его концентрацию
- Стандартизовать раствор хлороводородной кислоты по натрию тетраборату с использованием двух индикаторов: метилового оранжевого и фенолфталеина.
- Титровать анализируемый раствор щелочи стандартным раствором хлороводородной кислоты и рассчитывать содержание щелочи по результатам титрования.
- Титровать раствор, содержащий смесь щелочи и карбоната, стандартным раствором хлороводородной кислоты, рассчитывать содержание определяемых веществ по результатам титрования.
- Определять содержание соляной и борной кислот, находящихся в смеси, при титровании стандартным раствором щелочи.
- Определять временную жесткость воды.

## ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ НА ЛЕКЦИИ

Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований.

## ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ

Первичные стандарты для установления концентрации растворов кислот и оснований.

Приготовление и стандартизация растворов соляной кислоты и гидроксида натрия. Титрование соляной кислоты, гидроксида натрия, смеси соляной и борной кислот. Анализ смеси карбоната и гидроксида натрия. Определение жесткости воды.

## ВОПРОСЫ ИЗУЧАЕМЫЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО

Изучить все теоретические вопросы, изложенные на лекции (по программе).

Научиться строить кривые титрования и выбирать индикатор для следующих случаев:

титрование сильной кислоты сильным основанием (и наоборот), титрование слабой кислоты сильным основанием, титрование слабого основания сильной кислотой, титрование смеси карбоната и гидроксида натрия сильной кислотой. Разобрать проведение анализа смеси карбоната и гидрокарбоната натрия, титрования смеси сильной и слабой кислоты сильным основанием.

## РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

Способы выражения концентрации растворов

- Вычисление молярных масс эквивалентов
- Расчет количества вещества
- Вычисления при приготовлении стандартных растворов, определение концентраций
- Расчеты результатов анализа. Прямое и обратное и заместительное титрование
- Вычисление pH растворов
- Построение кривых титрования, выбор индикатора
- Вычисление индикаторных погрешностей

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

- Назовите первичные и вторичные стандартные растворы, применяемые в методе кислотно-основного титрования. Что такое фиксаналы?
- Почему раствор щелочи не должен содержать карбонат-ионы?
- Как влияют на ход кривой титрования: а) величина константы диссоциации титруемой кислоты или основания; б) их начальная концентрация; в) температура титрования?
- Выведите формулы для вычисления pH на разных этапах титрования в растворах: а) слабых кислот и оснований; б) буферных смесей; в) гидролизующихся солей.
- Можно ли прямым методом титровать уксусную кислоту, борную кислоту, угольную кислоту по второй ступени, соли аммония?
- При каких условиях возможно титрование смеси кислот? Можно ли оттитровать по ступеням серную кислоту?
- В чем сущность ионно-хромофорной теории индикаторов? Как влияет температура и концентрация индикатора на интервал перехода его окраски?
- Как рассчитывают индикаторные ошибки в кислотно-основном титровании? Какие типы индикаторных ошибок вам известны?
- Что такое холостой опыт и свидетель, как они помогают повышению точности определений?

## ЗАЩИТА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ И СДАЧА КОЛЛОКВИУМА ПРИМЕР ОДНОГО ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ ПО КИСЛОТНО-ОСНОВНОМУ ТИТРОВАНИЮ.

1. Опишите приготовление 500  $\text{см}^3$  0,2 М раствора  $\text{HCl}$  из 30%-ного (пл. 1,153) раствора соляной кислоты. Рассчитайте титр и титр по  $\text{NaOH}$  полученного раствора.
2. Рассчитайте молярную концентрацию и титр раствора серной кислоты, если на титрование 0,3333 г буры ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) затрачено 15,45  $\text{см}^3$  этого раствора.
3. К раствору азотной кислоты массой 1,1005 г добавили 25,00  $\text{см}^3$  0,5026 М  $\text{NaOH}$ . Оставшийся после реакции избыток  $\text{NaOH}$  оттитровали 10,50  $\text{см}^3$  0,1075 М  $\text{HCl}$ . Вычислите массовую долю  $\text{HNO}_3$  в растворе кислоты.
4. Навеска соды в 1,2675 г, содержащая примесь дикарбоната натрия, растворена в мерной колбе на 250,0  $\text{см}^3$ . На титрование 25,00  $\text{см}^3$  раствора с фенолфталеином пошло 10,90  $\text{см}^3$  0,1004 н. раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , а на титрование того же раствора с метиловым оранжевым израсходовано 22,62  $\text{см}^3$  кислоты. Вычислите массовую долю (в %)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaHCO}_3$  в образце.
5. Вычислите pH раствора, полученного при титровании в момент, когда к 20  $\text{см}^3$  0,2 М раствора  $\text{HCl}$  добавлен 0,2 М раствор  $\text{NaOH}$  в количестве 17  $\text{см}^3$ .
6. Вычислите ошибку титрования 0,2 н. раствора  $\text{HCOOH}$  0,3 н. раствором  $\text{NaOH}$  с индикатором метиловым оранжевым (pT 4).
7. Постройте кривую титрования 25  $\text{см}^3$  0,2000 М раствора  $\text{HNO}_2$  0,2000 М раствором гидроксида натрия. Какие из обычно применяемых индикаторов можно использовать в данном случае? Ответ подтвердите расчетами.

**ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ:** "Общие принципы титриметрии. Кислотно-основное титрование" Общие принципы титриметрического анализа. Терминология. Требования, предъявляемые к реакциям, используемым в титриметрическом анализе.

- Стандартные растворы титриметрического анализа. Требования к первичным стандартам. Способы выражения концентрации. Титр и титр по определяемому веществу.
- Протонная теория Брэнстеда-Лоури.
- Индикаторы в титриметрии. Требования к индикаторам. Современная теория кислотно-основных индикаторов. Интервал перехода окраски индикаторов.
- Кривые титрования, их общая характеристика. Скачок титрования как функция концентрации реагирующих веществ и точности анализа.
- Построение и анализ кривых титрования: а) сильных кислот щелочами, б) слабых кислот щелочами, в) слабых оснований кислотами.
- Влияние различных факторов на скачок титрования. Выбор индикаторов.
- Погрешности и ограничения титриметрического анализа.
- Индикаторные погрешности методов кислотно-основного титрования.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** в коллоквиум входит защита *всех* лабораторных работ по данному разделу и решение расчетных задач.

## **5.2. МЕТОД ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ТИТРОВАНИЯ.**

**Цель:** На основе знаний теории процессов окисления – восстановления и навыков работы по титриметрическим методам анализа уметь обоснованно выбирать и использовать метод окислительно-восстановительного титрования для определения окислителей и восстановителей.

**Уметь:**

1. Приготовить раствор перманганата калия с заданной концентрацией путем разбавления концентрированного раствора.
2. Приготовить стандартные растворы натрия оксалата и калия дихромата по навеске с точно известной массой и рассчитать их молярную концентрацию эквивалента и титр приготовленных растворов.
3. Стандартизовать раствор перманганата калия по раствору натрия оксалата.
4. Стандартизовать раствор натрия тиосульфата по раствору калия дихромата.
5. Стандартизовать раствор иода по раствору натрия тиосульфата.
6. Определять массовую долю железа (II) в растворе путем титрования его стандартным раствором калия перманганата.
7. Определять массовую долю железа (II) в образце стали путем титрования его стандартными растворами калия перманганата и калия дихромата. Проводить статистическую обработку результатов анализа и метод Фишера для сравнения методик.
- Применять метод косвенного иодиметрического титрования для определения окислителей - массы меди (II).
9. Применять метод косвенного определения кислорода в воде.

## **ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ НА ЛЕКЦИИ**

Обзор методов окислительно-восстановительного титрования. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация - ионов водорода, комплексообразование, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования.

## **ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ**

Приготовление первичных и вторичных стандартов.

- Перманганатометрия. Приготовление первичных и вторичных стандартов.
- Определение железа(II).
- Бихроматометрия. Приготовление первичных и вторичных стандартов. Определение железа(II).
- Перманганатометрическое и бихроматометрическое определение железа в сталях.
- Математическая обработка результатов анализа. Сравнение полученных данных методом Фишера.
- Иодометрия и иодиметрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Иодометрическое определение меди(II).
- Иодометрическое Определение кислорода в воде.

- Решение типовых задач
- Вычисление молярных масс эквивалентов
- Расчет количества вещества
- Вычисления при приготовлении стандартных растворов, определение концентраций
- Расчеты результатов анализа. Прямое и обратное и заместительное титрование
- Вычисление потенциалов окислительно-восстановительных пар
- Построение кривых титрования, выбор индикатора
- Вычисление индикаторных погрешностей

## ВОПРОСЫ ИЗУЧАЕМЫЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО

- Перманганатометрическое определение марганца(II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов.
- Иодометрия и иодиметрия. Определение железа (III), галогенид-ионов, пероксидов, кислот.
- Броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хромометрия. первичные и вторичные стандарты. Индикаторы. *Определение неорганических и органических соединений.*
- Вопросы для самопроверки.
- Каким требованиям должны удовлетворять реакции окисления-восстановления, чтобы их можно было использовать для количественного анализа? Приведите примеры реакций, используемых в методах.
- От каких факторов зависит величина потенциала данной окислительно-восстановительной системы?
- В каких случаях кривая титрования в методах окислительно-восстановительного титрования асимметрична относительно точки эквивалентности? В каких случаях кривая титрования симметрична?
- Чем объясняется то, что первые капли раствора  $KMnO_4$  при титровании оксалатов обесцвечиваются медленно, а последующие – мгновенно?
- Почему перманганатометрическое определение железа (II) в солянокислой среде необходимо проводить в присутствии смеси Циммермана-Рейнгарда?
- Приведите примеры окислительно-восстановительных индикаторов и объясните механизм их действия.
- Какие вещества используются в качестве первичных стандартов различных методов окислительно-восстановительного титрования?
- Какие достоинства дихроматометрического метода определения железа (II) перед перманганатометрическим?
- Какие причины обуславливают неустойчивость раствора тиосульфата? Как приготовить стандартный раствор тиосульфата?
- Как определяется фактор эквивалентности и молярная масса эквивалента в реакциях окисления-восстановления?
- Почему для иодометрических определений окислителей применяется большой избыток иодистого калия?
- Почему перед титрованием кислых растворов тиосульфатом необходимо значительное их разбавление?
- Объясните, для чего необходимо рассчитывать формальные окислительно-восстановительные потенциалы,
- Перечислите возможные источники ошибок при окислительно-восстановительном титровании.

## ЗАЩИТА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ И СДАЧА КОЛЛОКВИУМА, ОПРОС В ВИДЕ ТЕСТА.

### ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ "ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ ТИТРОВАНИЕ"

- Теоретические основы методов окисления-восстановления. Сходство и различие в современных представлениях о свойствах и поведении окислительно-восстановительных и кислотно-основных реакций. Реакции электронного переноса.

- Понятие о стандартном и формальном (реальном) потенциале. Расчет стандартного ( $E^0$ ) и формального ( $E^0$ ) потенциалов полуреакций с учетом конкурирующего процесса.
- Окислительно-восстановительные потенциалы и направление реакций окисления-восстановления.
- Уравнение Нернста. Влияние различных факторов на величину  $E$ . Константа равновесия окислительно-восстановительных реакций.
- Общие принципы окислительно-восстановительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям.
- Построение кривых окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на форму кривых. Симметричные и несимметричные кривые титрования. Особенности кривых титрования с кислородсодержащим титрантом. Скачок титрования как функция разности потенциалов титруемой и титрующей систем.
- Способы фиксирования КТТ. Безиндикаторные методы титрования, использование специфических, необратимых и обратимых индикаторов. Окислительно-восстановительные индикаторы и принцип их действия (показать на примере дифениламина).
- Механизм и кинетика окислительно-восстановительных процессов (каталитические, индуцированные и сопряженные реакции).
- Ошибки и ограничения методов окислительно-восстановительного титрования. Индикаторные ошибки и их расчет.
- Теория и практика дихроматометрического анализа. Стандартные растворы. Расчет кривой титрования: а) в присутствии и б) в отсутствие фосфорной кислоты. Индикаторы метода. Источники ошибок. Примеры определений.
- Теория и практика перманганатометрического титрования. Стандартные растворы. Расчет кривой титрования. Возможности, ограничения и погрешности метода. Примеры определений.
- Общая характеристика иодо- и иодиметрических методов анализа. Иодометрия, ее принципы. Стандартные растворы. Источники ошибок. Примеры определений.
- Обзор основных методов окислительно-восстановительного титрования. Броматометрия, цериметрия, ванадометрия, титанометрия (основные реакции, условия проведения определений, индикаторы методов, примеры определений).
- Ошибки количественного анализа. Методы оценки систематических и случайных ошибок. Исключение промахов.
- Правильность и воспроизводимость. Выражение воспроизводимости. Методы контроля правильности, пути увеличения воспроизводимости.
- Статистическое распределение погрешностей. Предел обнаружения.
- Сравнение двух выборок. Обнаружение систематических погрешностей.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** в коллоквиум входит защита *всех* лабораторных работ по данному разделу и решение расчетных задач.

### 5.3 МЕТОД ОСАДИТЕЛЬНОГО ТИТРОВАНИЯ

**Цель:**

На основе знаний теории теоретических основ равновесий в системе осадок насыщенный раствор и сущности методов аргентометрии, тиоцианатометрии и меркурометрии уметь выполнять осадительное титрование и обосновывать условия его проведения; уметь проводить расчеты по результатам титрования, рассчитывать и строить кривые осадительного титрования.

**Уметь:**

1. Приготовить раствор серебра нитрата путем разбавления концентрированного раствора.
2. Приготовить стандартный растворы натрия хлорида (или KCl) по навеске с точно известной массой и рассчитать их молярную концентрацию и титр приготовленного раствора.
3. Стандартизовать раствор серебра нитрата по раствору натрия хлорида методом Мора.
4. Стандартизовать раствор аммония тиоцианата по раствору серебра нитрата.
5. Определять массу хлоридов в растворе по методу Фольгарда (обратное титрование).

**Вопросы, изучаемые на лекции**

Построение кривых титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования.

- Вопросы, изучаемые на лабораторных занятиях (6 часа).
- Аргентометрия. Приготовление первичных и вторичных стандартов. Определение хлорид-ионов методами Мора и Фольгарда.

### **ВОПРОСЫ ИЗУЧАЕМЫЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО**

Изучить все теоретические вопросы, изложенные на лекции.

- Решение типовых задач
- Вычисление молярных масс эквивалентов
- Расчет количества вещества
- Вычисления при приготовлении стандартных растворов, определение концентраций
- Расчеты результатов анализа. Прямое и обратное и заместительное титрование
- Построение кривых титрования, выбор индикатора
- Вычисление индикаторных погрешностей

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

Характеристика методов осаждения и применяемых для этого химических реакций.

- Как влияет концентрация индикатора  $K_2CrO_4$  на точность анализа по методу Мора?
- Кривые титрования по методу Мора. Зависимость величины скачка на кривой титрования от концентрации, температуры и растворимости осаждаемого вещества.
- Указать условия для определения хлоридов по методу Фольгарда?
- Почему при прибавлении ионов  $SCN^-$  к раствору, содержащему  $Ag^+$  и  $Fe^{3+}$ , ионы  $SCN^-$  сначала реагируют с ионами серебра и лишь затем с ионами железа?
- Какой индикатор следует использовать при определении хлоридов методом аргентометрии в присутствии ионов  $PO_4^{3-}$ ?
- Почему при определении галогенидов по методу Мора должны отсутствовать такие катионы как  $Ba^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Bi^{3+}$  и др., в то время как при определении по методу Фольгарда они не мешают?
- Можно ли титровать по методу Мора бромид- и иодид-ионы?
- Какой вид будет иметь кривая титрования смеси иодида и хлорида калия нитратом серебра с серебряным индикаторным электродом?
- От каких факторов зависит величина скачка потенциала на потенциометрической кривой?
- С какой целью при потенциометрическом определении  $Cl^-$  и  $I^-$  в раствор вводится  $Ba(NO_3)_2$  и  $Ba(CH_3COO)_2$ ?

### **5.4. КОМПЛЕКСОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ**

#### **Цель:**

На основе знаний теоретических основ равновесий в растворах комплексных соединений, сущности метода комплексонометрии и навыков работы по титриметрическим методам анализа уметь выполнять метод комплексонометрического титрования и обосновывать условия его проведения. Уметь проводить расчеты по результатам титрования.

#### **Уметь:**

1. Приготовить стандартный раствор ЭДТА.
3. Определять массу сальция и магния в воде прямым титрованием.
4. Определять массу кальция(II) в присутствии магния в растворе прямым комплексометрическим титрованием.
5. Проводить статистическую обработку результатов анализа.

### **ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ НА ЛЕКЦИИ**

Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Способы комплексонометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования.

**ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ** Определение кальция и магния при совместном присутствии. Определение постоянной жесткости воды.

- Решение типовых задач
- Вычисление молярных масс эквивалентов
- Расчет количества вещества
- Вычисления при приготовлении стандартных растворов, определение концентраций
- Расчеты результатов анализа. Прямое и обратное и заместительное титрование
- Расчет условных констант образования комплексонов
- Построение кривых титрования, выбор индикатора
- Вычисление индикаторных погрешностей

### **ВОПРОСЫ ИЗУЧАЕМЫЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО**

Изучить все теоретические вопросы, изложенные на лекции.

- Определение, железа, алюминия, меди, цинка в растворах чистых солей и при совместном присутствии.
- Вопросы для самопроверки.
- Какие ионизированные формы ЭДТА могут существовать в растворах?
- Какая ионизированная форма ЭДТА взаимодействует с ионами  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  при определении жесткости воды?
- Какие индикаторы применяют в комплексонометрическом титровании?
- Как подбирают индикаторы для комплексонометрического титрования?
- Почему значительные количества железа могут мешать определению общей жесткости воды? Каким образом можно устранить это явление?
- Какое значение имеет кислотность при комплексонометрических определениях?
- Для чего рассчитывается условная константа устойчивости и как она определяется?
- Какие требования предъявляются к реакциям в методе комплексонометрического титрования?
- Охарактеризуйте приемы титрования комплексонометрического метода. Приведите примеры.

**Защита индивидуального задания и сдача коллоквиума.**

### **ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ "ОСАДИТЕЛЬНОЕ И КОМПЛЕКСОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ"**

Сущность методов осадительного титрования. Источники погрешностей.

- Построение кривых осадительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка титрования.
- Аргентометрия. Метод Мора определения галогенидов, его возможности и ограничения. Способы фиксации ТЭ.
- Тиоцианатометрия. Определения галогенидов.
- Метод Фаянса. Адсорбционные индикаторы.
- Индикаторы осадительного титрования. Типы индикаторов.
- Определение сульфатов методом осадительного титрования с индикатором нитхромазо.
- Сущности методов комплексонометрического титрования.
- Комплексоны II и III (ЭДТУ и ЭДТА), их характеристики и свойства.
- Принципы построения кривых комплексонометрического титрования.
- Способы комплексонометрического титрования, прямое, обратное титрование, косвенное, замещения.
- Селективность комплексонометрии, возможности ее повышения.
- Металлохромные индикаторы, принцип их действия. Требования, предъявляемые к металлохромным индикаторам.
- Особенности комплексообразования ионов металлов с ЭДТА и металлохромными индикаторами.
- Комплексонометрическое определение кальция и магния. Определение общей жесткости воды.



**ПРИМЕЧАНИЕ:** в коллоквиум входит защита *всех* лабораторных работ по данному разделу и решение расчетных задач.

## **МОДУЛЬ 6. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА"**

**Цель:** На основе знаний теории, практики и возможностей электротитриметрических методов анализа овладеть техникой работы на рН-метре, кулонометрической и амперометрической установках, уметь применять полученные данные для идентификации неорганических и органических соединений; выполнять количественное определение веществ электрохимическими методами.

### **Вопросы, изучаемые на лекции**

Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.

### **ВОПРОСЫ ИЗУЧАЕМЫЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО**

Изучить все теоретические вопросы, изложенные на лекции.

#### **6.1 ПОТЕНЦИОМЕТРИЯ**

Вопросы, изучаемые на лекции

Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика.

Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Использование реакций кислотно-основных, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.

#### **Вопросы, изучаемые на лабораторных занятиях**

Определение рН Титрование соляной и уксусной кислот. Определение иодидов и хлоридов при совместном присутствии. Использование окислительно-восстановительного титрования для определения ионов металлов разных степеней окисления.

Решение типовых задач

Расчет потенциала электрода по заданным параметрам

Расчет ЭДС гальванического элемента

Расчет равновесной концентрации

Построение кривых потенциометрического титрования

Расчет массовой доли вещества

Определение рН растворов,  $K_a$ НА,  $K_s$ ,  $\beta_{ML}$ .

### **ВОПРОСЫ ИЗУЧАЕМЫЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО**

Изучить все теоретические вопросы, изложенные по данной теме.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ** Какой принцип лежит в основе потенциометрического метода анализа?

- Какие виды потенциометрии используются в анализе и на чем они основаны?
- Назовите применяемые в потенциометрическом титровании реакции и определяемые вещества. Преимущества и ограничения метода.
- Каким требованиям должны удовлетворять индикаторные электроды и электроды сравнения? Охарактеризовать электроды I и II рода.
- Напишите уравнения равновесий, определяющих поведение стеклянного и хлорсеребряного электродов при потенциометрическом определении  $pH$ ?
- Почему обычный милливольтметр нельзя использовать для измерения эдс при потенциометрических определениях?
- Почему  $pH$ -метры необходимо калибровать? Как осуществляется настройка  $pH$ -метра?
- Как определяется точка эквивалентности при потенциометрическом титровании?
- Что такое коэффициент селективности?

- Укажите условия для совместного определения двух и более ионов в методе потенциометрического титрования.
- Объясните возможность титрования галогенидов при совместном присутствии.
- Какой вид будет иметь кривая титрования смеси иодида и хлорида калия нитратом серебра с серебряным индикаторным электродом?
- От каких факторов зависит величина скачка потенциала на потенциометрической кривой?
- С какой целью при потенциометрическом определении  $\text{Cl}^-$  и  $\text{I}^-$  в раствор вводится  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ?

## 6.2 КУЛОНОМЕТРИЯ

**Вопросы, изучаемые на лекции** Теоретические основы. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования по сравнению с другими титриметрическими методами.

### ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ

Определение малых количеств кислоты и щелочи, аскорбиновой кислоты и др.

Решение типовых задач Закон Фарадея. Расчет параметров для кулонометрических измерений.

Определение концентрации растворов

Определение массы определяемого вещества и массовой доли вещества.

### ВОПРОСЫ ИЗУЧАЕМЫЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО

Изучить все теоретические вопросы, изложенные по данной теме.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

С какой целью в ячейке разделяют катодное и анодное пространство?

Что такое ППК и ПГК методы?

Дать сравнительную оценку медного и серебряного кулонометров.

Для каких типов реакций может быть использовано кулонометрическое титрование? Приведите примеры.

## 6.3 АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ

**Вопросы, изучаемые на лекции** Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Виды кривых титрования.

### Вопросы, изучаемые на лабораторных занятиях

- Амперометрическое титрование с одним электродом.
- Решение типовых задач
- Выбор потенциала для амперометрических определений
- Расчет результатов анализа для амперометрических определений

### ВОПРОСЫ ИЗУЧАЕМЫЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

▪ На чем основан метод амперометрического титрования? Изобразите возможные формы кривых амперометрического титрования.

▪ В чем преимущества и недостатки амперометрического титрования по сравнению с классическим титрованием?

▪ Какие электроды применяются в методе амперометрического титрования?

▪ Защита индивидуального задания и сдача коллоквиума.

### ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ "ЭЛЕКТРОТИТРИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИ-

**ЗА** Общие принципы потенциометрического анализа.

- Электроды, применяемые в потенциометрическом анализе.
- Стекланный электрод, теоретические основы, условия работы.
- Ионселективные электроды, основы теории и практики

- Потенциометрическое определение величины рН. Электроды.
- Способы обнаружения КТТ потенциометрическим титрованием.
- Потенциометрическое кислотно-основное титрование.
- Потенциометрическое титрование галогенидов. Индикаторный электрод.
- Потенциометрическое окислительно-восстановительное титрование. Электроды метода. Примеры определений.

▪ Общая характеристика амперометрического титрования. Электроды метода. Виды амперометрических кривых. Примеры определений.

Кулонометрическое титрование. Схема установки. Основные законы. Примеры определений.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** в коллоквиум входит защита *всех* лабораторных работ по данному разделу и решение расчетных задач.

## **МОДУЛЬ 7 СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ (ОПТИЧЕСКИЕ) МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

### **ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ НА ЛЕКЦИИ**

Спектр электромагнитного излучения. Энергия фотонов, частота, волновое число, длина волны; связь между ними; термины, символы, единицы измерения. Составляющие внутренней энергии частиц и соответствующие им диапазоны электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); диапазону электромагнитного излучения.

Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы, правила отбора. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Причины уширения спектральных линий.

Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Электронные, колебательные и вращательные спектры молекул. Зависимость вида спектра от агрегатного состояния вещества.

Основные законы испускания и поглощения электромагнитного излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента. Основные способы определения концентрации в спектроскопических методах.

Аппаратура. Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов, их характеристики: дисперсия, разрешающая способность, светосила. Приемники излучения: фотоэмульсия, фотоэлементы, фотоумножители, полупроводниковые приемники. Инструментальные помехи. Шумы и отношение сигнал — шум.

**7.1 МЕТОДЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ** Цель: На основе знаний теории, практики и возможностей адсорбционно-спектроскопического метода анализа овладеть техникой работы на фотоэлектроколориметре, уметь применять электронные спектры поглощения для идентификации неорганических соединений; выполнять количественное определение веществ фотометрическим, хромато-фотометрическими методами.

### **Вопросы, изучаемые на лекции**

Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры, спектрофотометры). Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические).

Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Спектрофотометрия как метод исследования реакций в растворах (комплексобразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

### **ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ**

Количественный фотометрический анализ. Условия фотометрического определения (выбор фотометрической реакции, выбор длины волны, концентрации раствора и толщины поглощающего слоя, использование раствора сравнения). Определение концентрации анализируемого раствора: метод градуировочного графика, метод одного стандарта, определение концентрации по молярному коэффициенту поглощения, метод добавок стандарта. Определение концентраций нескольких компонентов при их совместном присутствии.

Фотометрическое определение меди в виде аммиаката.

Фотометрическое определение марганца в виде перманганата.

Разделение малых количеств железа (III) и никеля методом бумажной хроматографии и их фотометрическое определение в зонах хроматографии.

**Решение типовых задач** Закон Бугера – Ламберта - Бера. Расчет  $A$ ,  $\epsilon$ ,  $C$ .

• Расчеты результатов анализа по градуировочному графику, методом добавок и методом сравнения

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ (контролируемые компетенции ОПК-1,2,3,4,6)**

- Как производят выбор светофильтра при фотометрических измерениях?
- Какие законы фотометрии используются в анализе?
- Какова связь между оптической плотностью и пропусканием раствора?
- Каков физический смысл термина "молярный коэффициент погашения"? Как его рассчитать?
- Как математически связаны шкала пропускания и оптическая плотность ФЭКа?
- Как устраняют влияние восстановителей при фотометрическом определении марганца в виде  $MnO_4^-$  ?
- Как устранить мешающее влияние железа при определении марганца в сталях?
- Почему при определении марганца в виде  $MnO_4^-$  реакцию ведут в присутствии фосфорной кислоты?
- В чем сущность хроматографического метода анализа?
- Классификация видов и разновидностей хроматографического метода: по механизму распределения вещества между двумя фазами – молекулярная хроматография и хемосорбционная; по технике осуществления хроматографического процесса в зависимости от направления движения подвижной фазы.
  - Принципы ионообменной и осадочной хроматографии.
  - Принципы распределительной хроматографии.
  - Получение хроматограмм на бумаге и их анализ.
  - Значение хроматографического метода анализа в аналитической химии.
  - Приведите примеры применения распределительной хроматографии на бумаге для разделения близких по химическим свойствам элементов и с целью анализа (например, для разделения органических соединений).
- Фотометрические реакции, лежащие в основе определения никеля и железа. Выбор оптимальных условий определения.

## **7.2 МЕТОДЫ АТОМНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ**

### **Вопросы, изучаемые на лекции**

Атомно-эмиссионный метод. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения (атомизаторы): электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), пламена, плазменные источники (плазмотроны, индуктивно связанная плазма), лазеры. Их основные характеристики: температура, состав атмосферы атомизатора, концентрация электронов.

Метод пламенной фотометрии. Физические и химические процессы в атомизаторах. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы и ее введения в атомизаторы различного типа. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

Вопросы, изучаемые на лабораторных занятиях (3 часа). Пламенно-фотометрическое определение натрия и калия в природных водах методом градуировочного графика.

### **7.2.1 АТОМНО-АБСОРБЦИОННЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА**

Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и не-пламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики.

Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики.

**ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ** Атомно-абсорбционное определение меди в электролитах

### **ВОПРОСЫ ИЗУЧАЕМЫЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО**

- В чем состоят особенности метода пламенной фотометрии?
- Объясните принцип возникновения пламенно-эмиссионного спектра?
- От каких факторов зависит величина аналитического сигнала в фотометрии пламени, в каком виде его получают?
- Какие химические элементы можно определять методом фотометрии пламени?
- Какими преимуществами обладает метод пламенной фотометрии по сравнению с химическими методами?
- Начертите схему устройства лампы с полым катодом, укажите принцип действия.
- Какова роль пламени при атомно-абсорбционных определениях?
- Почему в атомно-абсорбционном спектрофотометре не используется источник сплошного света?
- Как охарактеризовать чувствительность атомно-абсорбционного определения?
- Для чего необходимы стандартные растворы?

### **ЗАЩИТА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ И СДАЧА КОЛЛОКВИУМА.**

#### **ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ "ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА"**

- Общие принципы оптических методов анализа. Классификация методов.
- Электронные спектры молекул, их особенности.
- Законы поглощения электромагнитного излучения.
- Объединенный закон Бугера-Ламберта-Бера, границы его применения.
- Следствия из объединенного закона. Возможность определения двух окрашенных веществ при совместном присутствии.
- Истинные и кажущиеся отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера.
- Молярный коэффициент поглощения электромагнитного излучения – мера чувствительности спектрофотометрических методов. Истинные и условные значения мол. коэффициента поглощения.
- Химические условия фотометрического анализа. Влияние pH раствора, концентрации реагента и др.
- Физические условия фотометрического анализа.
- Способы определения концентрации, используемые в фотокolorиметрическом анализе.
- Задачи, решаемые методами фотометрического анализа.
- Гибридный хроматофотометрический анализ, его принципы.
- Спектры атомов, их характеристика.
- Сущность метода эмиссионной спектроскопии пламени.
- Пламя как источник атомизации и возбуждения. Химические реакции в пламенах.
- Принципиальная схема пламенного фотометра.
- Задачи, решаемые методами фотометрии пламени. Источники ошибок.
- Сущность метода атомно-абсорбционного анализа.
- Принципиальная схема атомно-абсорбционного анализа.
- Задачи, решаемые методами атомно-абсорбционного анализа. Погрешности и ограничения методов.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** в коллоквиум входит защита *всех* лабораторных работ по данному разделу и решение расчетных задач.

### **КУРСОВАЯ РАБОТА**

В четвертом семестре при выполнении лабораторных занятий главное внимание уделяется расширению навыков аналитической работы и дальнейшему усвоению фундаментальных основ аналитической химии. Заключительным этапом является выполнение *курсовой работы* – проведение качественного и количественного анализа образца вещества (смеси веществ), пробы воды (водопроводной, минеральной, промстоков и т.д.). Для его выполнения студенту дается литература и методики анализа. Темы курсовых работ утверждаются кафедрой. Отчет по курсовой работе должен содержать подробности анализа с наблюдениями и замечаниями студента. Отчет рассматривается как курсовая работа, защищая ее в аудитории студент отвечает на теоретические и практические вопросы.

При оформлении работы должны быть отображены следующие этапы:

1. Цель исследования

2. Качественный анализ объекта

- Ход и результаты качественного анализа, оформленные в виде таблицы;
- Вывод о характере анализируемого образца.

3. Обзор литературы.

В обзоре литературы приводятся количественные методы определения анализируемого образца со ссылками на использованные литературные источники.

4. Экспериментальная часть:

- Схема количественного анализа.
- Расчет и результаты взвешивания образца.
- Методика разложения и растворения образца.
- Методика титриметрического определения; приготовление растворов, стандартизация; результаты титрования; расчет содержания определяемого элемента(ов).

5. Заключение. Обобщение результатов анализа.

6. Список литературы.

Отчет рассматривается как курсовая работа, защищая ее в аудитории студент отвечает на теоретические и практические вопросы.

## **6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:**

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических задания совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут

Результат устного (письменного) экзамена выражается оценками:

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердое знание основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины

**Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

<b>Результаты обучения (компетенции)</b>	<b>Код и наименование индикаторов достижения компетенции</b>	<b>Основные показатели оценки результатов обучения</b>	<b>Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций</b>
<b>ОПК-1</b> Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	<b>ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	<p><b>Знать:</b> методы выявления и формулирования актуальных научных проблем в области химии</p> <p><b>Уметь:</b> Выполнение работ по поиску экономических и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами</p> <p><b>Владеть:</b> Определение соответствия наноструктурированных композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию; Анализ причин несоответствия наноструктурированных композиционных материалов требованиям потребителя и разработка предложений по их предупреждению и устранению</p>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5);</p> <p> типовые тестовые задания (раздел 5)</p> <p>Оценочные материалы для самостоятельной работы ( типовые задачи раздел 5.);</p>
	<b>ОПК-1.2.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	<p><b>Знать:</b> Стандарты, положения, инструкции и другие руководящие материалы по технологической подготовке производства</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать полученные результаты и определять оптимальные технологические параметры процесса производства</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проведения эксперимента по заданной методике</p>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5);</p> <p> типовые тестовые задания (раздел 5)</p> <p>Оценочные материалы для самостоя-</p>

			тельной работы (типичные задачи раздел 5.);
	<p><b>ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</p>	<p><b>Знать:</b>  <b>Уметь:</b> Составлять описания проводимых исследований и анализировать их результаты  <b>Владеть: навыками</b> оформления локальной документации по подбору технологических параметров</p>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5 );</p> <p>типичные тестовые задания (раздел 5)</p> <p>Оценочные материалы для самостоятельной работы (типичные задачи раздел 5.);</p>
<p><b>ОПК-2</b> Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p><b>ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p><b>Знать:</b> и понимать роль химических систем в современных исследованиях как повышенных источников кратковременных аварийных и долгосрочных систематических воздействий на человека и окружающую среду;</p> <p>основные нормы техники безопасности при работе в лабораторных условиях;</p> <p>способы защиты персонала от возможных последствий химических аварий в лабораторных условиях</p> <p><b>Уметь:</b> оценивать последствия воздействия на человека вредных, опасных и поражающих факторов</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с химическими реактивами и физическими установками с соблюдением норм техники безопасности (ТБ) и требований охраны труда (ОТ) в лабораторных условиях</p>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5 );</p> <p>типичные тестовые задания (раздел 5)</p> <p>Оценочные материалы для самостоятельной работы (типичные задачи раздел 5.);</p>
<b>ОПК-6</b> Способен	<b>ОПК-6.1.</b> Пред-	<b>Знать:</b> нормы совре-	практическое за-



бен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ставляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме	<p>менного русского литературного языка, основные положения функциональной стилистики, правила подготовки речи</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать речь в нормативном аспекте, пользоваться информативно-справочной литературой, организовывать свою речевую деятельность адекватно ситуациям общения в соответствии с литературной нормой</p> <p><b>Владеть:</b> навыками продуцирования в соответствии с литературной нормой точной, логичной, выразительной речи в устной и письменной формах при самостоятельном решении конкретной коммуникативной задачи</p>	<p>нятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5);</p> <p> типовые тестовые задания (раздел 5)</p> <p>Оценочные материалы для самостоятельной работы (типичные задачи раздел 5.);</p>
--	---	---	---

<b>Результаты обучения (компетенции)</b>	<b>Основные показатели оценки результатов обучения</b>	<b>Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций</b>
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-методы планирования эксперимента, построения моделей изучаемых объектов</li> <li>-методы систематизации и анализа результатов химического эксперимента, наблюдений, измерений, а также результатов расчета свойств веществ и материалов.</li> </ul>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5);</p> <p> типовые тестовые задания (раздел 5)</p> <p>Оценочные материалы для самостоятельной работы (типичные задачи раздел 5.);</p> <p>Вопросы к коллоквиумам 1.2.3 и по темам количественного анализа</p> <p> типовые оценочные материалы к самопроверке (раздел 5.)</p>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-планировать эксперимент на основе анализа литературных данных, анализировать и обобщать результаты эксперимента, формулировать выводы</li> <li>-интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии</li> </ul>	

	<p><b>Владеть:</b>  -навыками планирования, обобщения результатов  анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</p>	
<p><b>ОПК-2.</b>  Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p><b>Знать:</b>  -основные правила проведения химического эксперимента с соблюдением норм техники безопасности, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p> <p><b>Уметь:</b>  -синтезировать вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик,  -прогнозировать развитие и оценку аварийных ситуаций с позиций методологии риска.</p> <p><b>Владеть:</b>  -методами проведения стандартных операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.</p>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5 );   типовые тестовые задания (раздел 5)  Оценочные материалы для самостоятельной работы ( типовые задачи раздел 5.);  Вопросы к коллоквиумам 1.2.3 и по темам количественного анализа   типовые оценочные материалы к самопроверке(раздел 5.)</p>

<p><b>ОПК-6.</b> Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</p>	<p><b>Знать:</b> -способы представления результатов работы в виде отчета по стандартной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</p>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5);</p> <p> типовые тестовые задания (раздел 5)</p> <p>Оценочные материалы для самостоятельной работы ( типовые задачи раздел 5);</p> <p> примерные темы рефератов (раздел 5);</p> <p> типовые оценочные материалы к</p>
	<p><b>Уметь:</b> -представлять результаты работы в виде тезисов доклада на русском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе</p>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5);</p> <p> типовые тестовые задания (раздел 5)</p> <p>Оценочные материалы для самостоятельной работы ( типовые задачи раздел 5);</p> <p> примерные темы рефератов (раздел 5);</p> <p> типовые оценочные материалы к экзамену (раздел 5)</p>
	<p><b>Владеть:</b> -навыками презентации по теме работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</p>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5);</p> <p> типовые тестовые задания (раздел 5)</p> <p>Оценочные материалы для самостоятельной работы ( типовые задачи раздел 5);</p> <p> примерные темы рефератов (раздел 5);</p> <p> типовые оценочные материалы к экзамену</p>

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1. Основная литература**

1. Основы аналитической химии (под ред. Ю.А. Золотова). Книга 1. Общие вопросы. методы разделения.- М.: Высш. шк., 2012.- 383,
2. Основы аналитической химии (под ред. Ю.А. Золотова). Книга 2. Методы химического анализа.- М.: Высш. шк., 2012.- 461 с.
3. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Коллектив авторов. / Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2001. 463с.
4. Васильев В.П. Аналитическая химия. Книга 1. Титриметрические и гравиметрические методы анализа. М.: Дрофа. 2005. 369 с.
5. Васильев В.П. Аналитическая химия. Книга 2. Физико-химические методы анализа. М.: Дрофа, 2005. 384 с.
6. Хихалина Т.И., Никитина Н.Г. Аналитическая химия. Изд.-во Юрайт 3-е издание . 2012.
7. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа в 2-х томах под ред. профессора Ищенко А.Л.т.1. М:Академия. 2012
8. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа в 2-х томах под ред. профессора Ищенко А.Л.т.2. М:Академия. 2012
9. Аналитическая химия. Проблемы и подходы в 2-х томах . перевод с английского под редакцией академика Золотова Ю.А., т.1,М.: Мир, Аст. 2004.608 с.
10. Аналитическая химия. Проблемы и подходы в 2-х томах . перевод с английского под редакцией академика Золотова Ю.А., т.2,М.: Мир, Аст. 2004.608 с.
11. Аналитическая химия. Физико-химические и физические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. И. Мовчан, Т. С. Горбунова, И. И. Евгеньева, Р. Г. Романова. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 236 с. — 978-5-7882-1454-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62058.html>
12. Харитонов Ю.Я., Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 688 с. - ISBN 978-5-9704-2934-1 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>
13. Харитонов Ю.Я., Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия. Сборник упражнений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Я. Харитонов, Д.Н. Джабаров - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 240 с. - ISBN 978-5-9704-3272-3 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432723.html>

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Отто М. Современные методы аналитической химии ( в 2-х томах). М.: Техносфера, 2003. 416 с.
2. Кунце У., Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа. М.: Мир, 2007, 424 с.
3. Фритц Дж., Шенк Г. Количественный анализ. М.: Мир, 2078, 557 с.
4. Пиккеринг У.Ф. Современная аналитическая химия. М: Химия, 2077, 558с.
5. Петерс Д., Хайес Дж., Хифтье Г. Химическое разделение и измерение: теория и практика аналитической химии. В 2-х кн. М: Химия, 2078.
6. Лайтинен Г.А., Харрис В.Е. Химический анализ. 2-е изд., М.: Химия, 2079, 624 с.
7. Гуляницкий А. Реакции кислот и оснований в аналитической химии. М.: Мир, 2075, 239 с.
8. Дерффель К. Статистика в аналитической химии. М.: Мир, 2094, 268 с.
9. Черновьянц М.С. и др. Систематические и случайные погрешности химического анализа. Учебное пособие для вузов/ - М.: ИКЦ "Академкнига", 2004.- 157 с.
10. Хольцбехер З. и др. Органические реагенты в неорганическом анализе. М.: Мир, 2079, 752 с.

11. <http://www.consultant.ru/>

12. <http://www.garant.ru/>

### **7.3. Периодические издания**

1. Журнал аналитической химии
2. Журнал общей химии

### 3. Журнал неорганической химии

#### 7.4. Интернет – ресурсы

При изучении дисциплины «Аналитическая химия» обучающиеся обеспечены доступом (удаленный доступ) к электронным информационным ресурсам:

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характери- стика	Адрес сайта	Наимено- вание органи- зации- владельца; реквизиты до- говора	Условия до- ступа
1.	ЭБД РГБ	Элек- тронные вер- сии 885898 полны х тек- стов диссерт аций и авторе- фератов из фонда Рос- сийской госу- дарственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru">http://www.diss.rsl.ru</a>	ФГБУ «Рос- сийская государ- ственная биб- лиотека» (РГБ)  <b>Договор №095/04/0011</b> от 05.02.2023 г.	Авторизован- ный доступ из библиотеки (к. 112-113)
2.	«Web of Science» (WOS)	Автори- тетнаяполи- тематическая реферативно- библиографи- ческая и наукометри- ческая база данных, в ко- торой индек- сируются около 12,5 тыс. журнало в	<a href="http://www.isiknowledge.com/">http://www.isiknowledge.com/</a>	Компания Thomson Reuters <b>Сублицен- зионный дого- вор №WoS/558</b> от 02.04.2018 г.	Доступ по IP- адресам КБГУ
3.	<b>Sciverse</b> <b>Scopus</b> изда- тельства «Эльзевир. Наука и тех- нологии»	Рефера- тивная и ана- литическая база данных, содержащая • 21.000 рецензируе- мых журна- лов; 100.000 книг; 370 книжный се- рий (продол- жающихся изданий); • 6,8 млн. докладов из трудов конференций	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	Издатель- ство «Elsevier. Наука и техно- логии» Контракт №7E/223 от 01.02.2023 г.	Доступ по IP- адресам КБГУ

4.	<b>Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)</b>	Электронная библиотека научных публикаций - полнотекстовые версии около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тысяч журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций. 2800 российских журналов на безвозмездной основе	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ»	Полный доступ
5.	<b>Базы данных ScienceIndex (РИНЦ)</b>	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ» Лицензионный договор ScienceIndex №SIO-741/2023 15.03.2023 г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ
6.	<b>ЭБС «Консультант студента»</b>	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a> <a href="http://www.medcollegelib.ru">http://www.medcollegelib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №138СЛ/01-2023 От 13.02.2023 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		наименований журналов и 917 монографий.			
7.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) <b>Договор №3Е/223</b> от 01.02.2023 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://nab.ru/">https://nab.ru/</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека»	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
9.	ЭБС «АйПиЭр-букс»	107831 публикаций, в т.ч.: 20071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) <b>Договор №4839/20</b> от 01.02.2023 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	Международная система библиографической идентификации объектов (DOI)	Цифровая идентификация объектов (DOI)	<a href="http://Crossref.com">http://Crossref.com</a>	НП «НЭИКОН» <b>Договор №CRNA-1060-</b>	Авторизованный доступ

	<b>ских ссылок Crossref</b>			<b>20</b> от 07.05.2023 г.	
11.	<b>Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и за- рубежье</b>	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тек- сты + анали- тика из 600 изданий по 53 отраслям	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред спра- вочники»	Доступ по IP- адресам КБГУ
12.	<b>Прези- дентская библиотека им. Б.Н. Ельцина</b>	Более 500 000 электрон- ных докумен- тов по исто- рии Отече- ства, россий- ской государ- ственности, русскому языку и праву	<a href="http://www.prilib.ru">http://www.p rilib.ru</a>	ФГБУ «Пре- зидентская биб- лиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт- Петербург)	Авторизован- ный доступ из библиотеки (ауд. №214)

Современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы

	<u>Nature</u>	Один из самых старых и авторитет- ных <u>общенаучных журналов</u> . Публикует ис- следования, посвящённые широкому кругу вопросов, в основном <u>естественно- научной</u> тематики. С 2005 года журнал пуб- ликует <u>подкасты</u> , где вкратце обсуждаются достижения науки и публикации за послед- нюю неделю – две.	Доступ <b>свободный</b> <a href="http://www.nature.com">www.nature.com</a> <a href="http://archive.neicon.ru">archive.neicon.ru</a>
	<u>SpringerMaterials</u>	Springer Materials – это самая полная база данных, описывающая свойства и характери- стики материалов. Она аккумулирует инфор- мацию из таких дисциплин, как материалो- ведение, физика, физическая и неорганиче- ская химия, машиностроение и др.	Ресурс доступен по IP- адресам ТУСУРа <a href="http://materials.springer.com">materials.springer.com</a>
	<u>Журналы изда- тельства Annual Reviews</u>	Является некоммерческим академиче- ским издательством, печатающим около 40 серий (журналов, ежегодников), публикую- щих крупные обзорные статьи о достижениях в области естественных и социальных наук. Более половины из этих журналов имеют вы- сочайший уровень цитирования по Импакт- фактор (Science Citation Index), занимая пер- вые места в своих категориях наук.	<a href="http://archive.neicon.ru">archive.neicon.ru</a>
	<u>Журналы изда- тельства Oxford University Press</u>	Это полнотекстовая база данных журна- лов издательства Оксфордского университе- та. Ресурс англоязычный, содержит материа- лы по общественным и гуманитарным, есте-	<a href="http://archive.neicon.ru">archive.neicon.ru</a>



		ственным и техническим наукам, информатике, медицине, здравоохранению и др.	
	<u>Цифровой архив журналов издательства Royal Society of Chemistry</u>	Журналы Royal Society of Chemistry – авторитетные научные издания, что подтверждается их высокими показателями в Journal Citation Reports. В категории «Химия. Мультидисциплинарные исследования» среди первых по рангу 20 журналов 6 издаются Royal Society of Chemistry. Все другие издательства представлены меньшим количеством журналов в топ-20.	<a href="https://pubs.rsc.org">pubs.rsc.org</a>
	<u>Патентная база USPTO</u>	Эти базы данных предназначены для использования широкой публикой. Из-за ограничений оборудования и пропускной способности они не предназначены для массового скачивания данных USPTO. Для получения дополнительной информации об объемах данных USPTO, посетите страницу <u>Электронные продукты данных</u> .	<a href="https://patft.uspto.gov">patft.uspto.gov</a>

и информационные справочные системы «Консультант Плюс», «Гарант».

#### **7.5. Методические указания к лабораторным и практическим занятиям**

1. Хасанов В. В., Ульбашева Р.Д.. Качественный и количественный анализ. Лабораторный практикум – Нальчик: Кабардино-Балкарский Государственный Университет, 2017 г. – 142 с.
2. Ульбашева Р.Д., Хасанов В.В. Количественный анализ. Лабораторный практикум – Нальчик: Кабардино-Балкарский Государственный Университет, 2016 г. – 55с.
3. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Коллектив авторов. / Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 2001. 412 с.
4. Васильев В.П. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач. М.: Дрофа. 2003. 320 с.
5. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. 6 изд. М.: Химия, 2089.

#### **7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы.**

##### **Методические рекомендации по изучению дисциплины «Аналитическая химия» для обучающихся**

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ. При изучении дисциплины обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят доклады и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельные творческие работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, семинарах, при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы и основные вопросы теории и практики страхования. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к семинарским занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изуче-

нию по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к семинарским занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе

В ходе изучения дисциплины обучающийся имеет возможность подготовить реферат по выбранной из предложенного в Рабочей программе списка теме. Выступление с докладом по реферату в группе проводится в форме презентации с использованием мультимедийной техники.

#### ***Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции***

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

#### ***Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям***

Практические (семинарские) занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Практические занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся. Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На практических занятиях обучающиеся учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к практическому занятию зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений. Это может быть написание доклада, эссе, реферата (с последующим их обсуждением), коллоквиум.

#### ***Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ***

Перечень лабораторных работ и методические указания по их выполнению приводятся в п. 7.5.

#### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы***

Самостоятельная работа (по В.И. Далю «самостоятельный – человек, имеющий свои твердые убеждения») осуществляется при всех формах обучения: очной и заочной.

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информацион-

ных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;

- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;
- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
2. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
3. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
4. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее студентам и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти

и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

### ***Методические рекомендации по работе с литературой***

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

*Предварительное* чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

*Сквозное чтение* предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

*Выборочное* – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

*Аналитическое чтение* – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

### ***Методические рекомендации по написанию рефератов***

Реферат представляет собой сокращенный пересказ содержания первичного документа (или его части) с основными фактическими сведениями и выводами. Написание реферата используется в учебном процессе вуза в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью рефератов студент глубже постигает наиболее сложные проблемы курса, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда. Процесс написания реферата включает: выбор темы; подбор нормативных актов, специальной литературы и иных источников, их изучение; составление плана; написание текста работы и ее оформление; устное изложение реферата.

Рефераты пишутся по наиболее актуальным темам. В них на основе тщательного анализа и обобщения научного материала сопоставляются различные взгляды авторов и определяется собственная позиция студента с изложением соответствующих аргументов. Темы рефератов должны охватывать и дискуссионные вопросы курса. Они призваны отражать передовые научные идеи, обобщать тенденции практической деятельности, учитывая при этом изменения в текущем законодательстве. Рекомендованная ниже тематика рефератов примерная. Студент при желании может сам предложить ту или иную тему, предварительно согласовав ее с научным руководителем.

Реферат, как правило, состоит из введения, в котором кратко обосновывается актуальность, научная и практическая значимость избранной темы, основного материала, содержащего суть проблемы и пути ее решения, и заключения, где формируются выводы, оценки, предложения. Общий объем реферата 20 листов.

Технические требования к оформлению реферата следующие. Реферат оформляется на листах формата А4, с обязательной нумерацией страниц, причем номер страницы на первом, титульном, листе не ставится. Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20 мм. Абзацный отступ – 1,25; Рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль. На титульном листе реферата нужно указать: название учебного заведения, факультета, номер группы и фамилию, имя и отчество автора, тему, место и год его написания. Рекомендуемый объем работы складывается из следующих составляющих: титульный лист (1 страница), содержание (1 страница), введение (1 – 2 страницы), основная часть, которую можно разделить на главы или разделы (10 – 15 страниц), заключение (1 – 3 страницы), список литературы (1 страница), приложение (не обязательно). Если реферат содержит таблицу, то ее номер и название располагаются сверху таблицы, если рисунок, то внизу рисунка.

Содержательные части реферата – это введение, основная часть и заключение. Введение должно содержать рассуждение по поводу того, что рассматриваемая тема актуальна (то есть современна и к ней есть большой интерес в настоящее время), а также постановку цели исследования, которая непосредственно связана с названием работы. Также во введении могут быть поставлены задачи (но не обязательно, так как работа невелика по объему), которые детализируют цель. В заключении пишутся конкретные, содержательные выводы.

Содержание реферата студент докладывает на семинаре, кружке, научной конференции. Предварительно подготовив тезисы доклада, студент в течение 7 - 10 минут должен кратко изложить основные положения своей работы. После доклада автор отвечает на вопросы, затем выступают оппоненты, которые заранее познакомились с текстом реферата, и отмечают его сильные и слабые стороны. На основе обсуждения обучающемуся выставляется соответствующая оценка.

### ***Методические рекомендации для подготовки к экзамену:***

Экзамены в 3 –м и 4-м семестрах являются формой итогового контроля знаний и умений обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой К экзамену допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене студент может набрать от 15 до 30 баллов.

В период подготовки к экзамену обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических задания совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут.

Результат устного (письменного) экзамена выражается оценками:

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

**8.1. Минимально необходимый для реализации ОПОП перечень материально-технического обеспечения (в соответствии с ФГОС, учебным планом и справки МТО)** включает в себя: лекционные аудитории (оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном и имеющие выход в сеть Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), компьютерные классы и др., учебная лаборатория оборудованная с учетом специфики дисциплины «Аналитическая химия»:

Муфельная печь с программным регулятором.

Класс 0,25; 0,5 ОВЕН Россия

Центрифуга лабораторная «Armed»: 80-25. Китай

Сушильный шкаф ШС-80-01 СПУ ЕАС с программным регулятором. Россия

Спектрофотометр В-1200 VER 1806022 ECOVIEW Россия

Аналитические весы OHARUS PA 114C

Технические весы OHAUS SPX 6201

Комплект лабораторной мебели (островные столы, пристенные столы, шкафы для хранения реактивов, шкафы для хранения химической посуды), вытяжные столы.

Для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Строение вещества» могут быть использованы компьютерные классы, оснащённые компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду КБГУ и электронно-библиотечные системы «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН», ЭБС «Консультант студента», ЭБС «АйПиЭрбукс».

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются:  
*лицензионное программное обеспечение:*

#### **Перечень лицензионного программного обеспечения КБГУ 2023**

<b>№ п/п</b>	<b>Правообладатель</b>	<b>Наименование программы, право использования которой предоставляется</b>	<b>Основание для использования</b>
1	Microsoftirelandoperationslimited	Пакет прав для учащихся на обеспечение доступа к сервису Office 365 ProPlusEduShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsrSTUUseBnftStudent EES	Договор №13/ЭА-223 01.09.20
2	АО «Лаборатория Касперского»	Права на программное обеспечение на программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity для бизнеса – Стандартный Russian	Договор №13/ЭА-223 01.09.20
3	ООО «Доктор веб»	Права на использование программного обеспечения Dr.WebDesktopSecuritySuite Анти-вирус + Центр управления на 12 мес., 200 ПК	Договор №13/ЭА-223 01.09.20

#### **8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.



**Лист изменений (дополнений)**  
в рабочей программе дисциплины «Аналитическая химия»  
по направлению подготовки 04.03.01 Химия (Химия окружающей среды,  
химическая экспертиза и экологическая безопасность)  
на 2023-2024 учебный год

№ п /п	Элемент ( пункт) РПД	Перечень вносимых измене- ний (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры неорганической и физической химии  
протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Х.Б. Кушхов

## Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сум-	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1-	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2-	Текущий контроль:	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	Ответ на практических заданиях	от 0 до 9 б.	от 0 до 3 б.	от 0 до 3 б.	от 0 до 3
	Выполнение лабораторных работ	до 12 баллов	4 б.	4 б.	4 б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, написание рефератов, доклад, эссе)	от 0 до 9б.	от 0 до 3 б.	от 0 до 3 б	от 0 до 3
1.	Рубежный контроль	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	тестирование	от 0- до 9б.	от 0- до 3б.	от 0- до	от 0- до
	коллоквиум	от 0 до 21б.	от 0 до 7 б.	от 0 до 7 б.	от 0 до 7
	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70баллов	до 23б.	до 23б	до 24б
	оценка «удовлетворительно»	не менее 36	не менее 12	не менее 6	не менее 6
	оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б	менее 23 б	менее 24б
	оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б	не менее 24б

**Шкала оценивания планируемых результатов обучения  
Текущий и рубежный контроль**

Се- местр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
<b>Второй</b>	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение домашнего задания. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение домашнего задания. Частичное выполнение заданий для самостоятельной работы, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение домашнего задания. Выполнение заданий для самостоятельной работы, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение домашнего задания. Выполнение заданий для самостоятельной работы, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «отлично».

**Промежуточная аттестация**

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
<b>Второй</b>	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на оба вопроса.