

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«31» мая 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Аналитическая химия**

**Уровень высшего образования:**

Бакалавриат

---

**Направление подготовки (специальность):**

04.03.01 Химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**

«Общая химия»

**Форма обучения:**

очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №2 от 14.05.2021)

Москва 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.03.01 «Химия» (программа бакалавриата), утвержденного приказом Минобрнауки от 17 июля 2017 г. №671.

Год (годы) приема на обучение 2021/2022

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: базовая часть ООП.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><b>УК-1.Б</b> Способен осуществлять поиск информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p><b>УК-1.С.1</b> Осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации с использованием требований системного подхода</p>	<p><b>Уметь:</b> находить необходимые для работы сведения в открытых источниках информации  <b>Уметь:</b> сопоставлять информацию из разных источников, оценивать ее достоверность  <b>Владеть</b> навыками поиска и критического анализа информации по теме научного проекта</p>
	<p><b>УК-1.С.2</b> Формулирует научно обоснованные гипотезы, создает теоретические модели явлений и процессов</p>	<p><b>Уметь:</b> формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных</p>
<p><b>УК-2.Б</b> Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющих ресурсы и ограничений</p>	<p><b>УК-2.Б.1</b> Использует современные базы данных для поиска информации по заданной теме</p>	<p><b>Уметь:</b> анализировать данные, полученные из литературных источников, и использовать их для выбора оптимального способа решения поставленной задачи</p>
	<p><b>УК-2.Б.2</b> Использует современные информационные технологии для обмена информацией в деловой и профессиональной сфере с учетом основных требований информационной безопасности</p>	<p><b>Уметь:</b> использовать программные средства удаленного коллективного доступа для решения задач научной деятельности  <b>Владеть:</b> навыками обмена профессиональной информации с учетом основных требований информационной безопасности</p>
<p><b>УК-4.Б</b> Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и ино-</p>	<p><b>УК-4.Б.1</b> Осуществляет письменную и устную коммуникацию на русском и (или) иностранном языке в академической сфере</p>	<p><b>Уметь:</b> выбирать коммуникативно приемлемый стиль делового общения, использовать необходимые языковые средства, тактики и стратегии для решения коммуникативных задач в академической и профессиональной сферах</p>

странном(ых) языке(ах)	<b>УК-4.Б.3.</b> Работает с текстами разного уровня сложности, отвечающими задачам профессиональной деятельности	<b>Уметь:</b> работать с учебными и научными текстами разного уровня сложности, отвечающих задачам профессиональной деятельности
<b>УК-8.Б</b> Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	<b>УК-8.Б.1</b> Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности	<b>Знать:</b> нормы техники безопасности при работе в аналитической лаборатории <b>Уметь:</b> проводить стандартные операции по определению состава веществ и материалов с соблюдением норм ОХ и ТБ <b>Владеть:</b> навыками безопасного обращения с веществами и приборами при работе в аналитической лаборатории
<b>ОПК-1.Б</b> Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений	<b>ОПК-1.Б.1.</b> Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и анализирует ее, оценивает актуальность и степень новизны данных	<b>Знать:</b> основные закономерности химических равновесий и процессов в гомогенных и гетерогенных системах <b>Знать:</b> теоретические основы химических и современных инструментальных методов анализа, области их практического применения
	<b>ОПК-1.Б.2.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно- теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	<b>Уметь:</b> формулировать и решать конкретные задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсе аналитической химии
	<b>ОПК-1.Б.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	<b>Уметь:</b> формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных и собственных экспериментальных данных в области аналитической химии

<b>ОПК-2.Б</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	<b>ОПК-2.Б.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	<b>Знать:</b> правила техники безопасности при работе в химической лаборатории <b>Уметь:</b> работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности
	<b>ОПК-2.Б.3</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	<b>Уметь:</b> корректно интерпретировать результаты определения химического и фазового состава веществ и материалов различной природы <b>Владеть:</b> техникой аналитического эксперимента <b>Владеть</b> навыками работы на современных аналитических приборах
<b>ОПК-3.Б</b> Способен применять расчётно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	<b>ОПК-3. Б.1</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений	<b>Знать:</b> требования к оформлению и представлению результатов аналитических работ <b>Уметь:</b> проводить математическую обработку данных химического анализа, обобщать полученные результаты <b>Владеть:</b> простейшими расчётными методами решения аналитических задач
	<b>ОПК-3.Б.2</b> Проводит обработку данных с использованием современной вычислительной техники	<b>Знать:</b> основные базы данных химического профиля <b>Знать:</b> современные подходы к обработке и представлению результатов химического анализа <b>Уметь:</b> применять вычислительные технологии при обработке и представлении результатов химического анализа <b>Уметь:</b> корректно составлять поисковый запрос информации химического содержания <b>Владеть:</b> навыками работы с профессиональными базами данных химического профиля
	<b>ОПК-3.Б.3.</b> Оценивает возможные источники ошибок при проведении эксперимента и корректность полученных данных	<b>Уметь:</b> оценивать возможные источники ошибок и корректность полученных данных
<b>ОПК-6.Б</b> Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, приняты-	<b>ОПК-6.Б.1.</b> Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	<b>Знать:</b> требования к оформлению и представлению результатов работ в области аналитической химии <b>Знать:</b> требования к представлению материала в виде презентации научного доклада <b>Владеть:</b> навыками оформления протоколов химического

ми в профессиональном сообществе		анализа
	<b>ОПК-6.Б.2.</b> Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры	<b>Уметь:</b> представлять результаты своей научной работы в письменном виде согласно требованиям к курсовым работам в соответствующей области химии
	<b>ОПК-6.Б.3.</b> Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и/или английском языках	<b>Владеть:</b> навыками подготовки презентаций с результатами своей научной работы на русском языке
<b>ПК-1.Б</b> Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	<b>ПК-1.Б.1</b> Использует современные компьютерные технологии при сборе информации химического профиля с использованием общих и профессиональных баз данных	<b>Знать:</b> основные базы данных химического профиля <b>Уметь:</b> корректно составлять поисковый запрос информации о методах анализа объектов различной природы <b>Уметь:</b> сопоставлять информацию о методах анализа объектов различной природы из разных источников, оценивать ее достоверность, границы применимости методов и возможные источники ошибок
<b>ПК-2.Б</b> Способен использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	<b>ПК-2.Б.1</b> Использует теоретические и практические представления для обоснования выбора того или иного метода испытания	<b>Знать:</b> стандартные приемы выполнения простейших аналитических опытов <b>Уметь:</b> применять типовые приемы анализа веществ и материалов <b>Уметь:</b> пользоваться стандартным оборудованием химической лаборатории при решении учебных задач курса аналитической химии <b>Уметь:</b> использовать теоретические представления для обоснования выбора того или иного метода анализа

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 8 зачетных единиц, всего 288 часа, из которых 224 часа составляет контактная работа студента с преподавателем (36 часа - занятия лекционного типа, 72 часа - занятия семинарского типа, 108 часов – лабораторные работы, 4 часа – групповые консультации, 4 часа - мероприятия промежуточной аттестации), 64 часа составляет самостоятельная работа учащегося.*

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся должен

**знать:** основные свойства химических элементов и их соединений, закономерности химических равновесий и процессов в гомогенных и гетерогенных системах;

**уметь:** формулировать и решать конкретные задачи на основе усвоенных законов и закономерностей; получать экспериментальные данные, проводить их математическую обработку, обобщать полученные результаты;

**владеть:** техникой химического эксперимента, простейшими расчетными методами решения химических задач, навыками поиска необходимых данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных).

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Лабораторные занятия	Групповые консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов ит.п..	Всего
Тема 1. Аналитическая химия, ее задачи и методы.	2	2	-	-			2	-	-	-
Тема 2. Химические равновесия в гомогенных системах. Титриметрические методы анализа.	90	16	34	38			88	2	-	2
Тема 3. Равновесие в гетерогенных	86	14	34	36			84	2	-	2

системах. Гравиметрия. Методы разделения и концентрирования.										
Тема 4. Метрологические основы аналитической химии	<b>8</b>	4	4	-			<b>8</b>	-	-	-
Тема 5. Химический анализ реальных объектов	<b>44</b>	-	-	34	2		<b>36</b>	6	2	<b>8</b>
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	<b>58</b>				2	4	<b>6</b>			<b>52</b>
<b>Итого</b>	<b>288</b>	36	72	108	4	4	<b>224</b>	10	2	<b>64</b>

### Список лабораторных работ

№ раздела	№ ЛР	Наименование лабораторных работ
2	1	Кислотно-основное титрование. Приготовление первичного стандартного раствора карбоната натрия.
	2	Приготовление вторичных стандартных растворов соляной кислоты и гидроксида натрия и их стандартизация.
	3	Определение соляной кислоты.
	4	Определение солей аммония.
	5	Комплексометрическое титрование. Определение железа.
	6	Комплексометрическое определение при совместном присутствии в растворе кальция и магния
	7, 8	Окислительно-восстановительное титрование. Приготовление первичных и вторичных стандартных растворов: бихромата калия и оксалата натрия; тиосульфата натрия
	9	Стандартизация раствора тиосульфата натрия
	10	Бихроматометрическое определение железа
	11	Иодометрическое определение меди (тестовая задача)
	3	12
13		Выполнение реакций обнаружения и разделения катионов и анионов в растворах.
14		Разделение смеси катионов методом бумажной хроматографии.
15		Анализ смеси сухих солей
5	16	Качественный и количественный анализ природного или промышленного объекта



## 6. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

## 7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

- Т.Н. Шеховцова, И.Ф. Серегина Методические указания к курсу аналитической химии для студентов химического факультета МГУ. Москва, 2019. 42 С.
- Белявская Т.А. Практическое руководство по гравиметрии и титриметрии. Москва. Ньюдиамед. 2006.

Дополнительная литература для самостоятельного изучения:

- 1 Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. Москва: Химия.1989
2. Дерффель К. Статистика в аналитической химии. Москва: Мир. 1994

## 8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу. Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются:

<http://nbmgu.ru/>

### Основная литература

1. Основы аналитической химии. В двух томах /под ред. Ю.А. Золотова/, 4-е изд., М.: Издательский центр «Академия», 2010. 384, 416 с. (Основы аналитической химии. В двух томах /под ред. Ю.А. Золотова/, 6-е изд. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 400, 403 с.)
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство /под ред. Ю.А. Золотова, Т.Н. Шеховцовой, К.В. Осколка/. М.: «Лаборатория знаний». 2017. 462 с.
3. Основы аналитической химии. Задачи и упражнения /под ред. Ю.А. Золотова, Т.Н. Шеховцовой, К.В. Осколка /. М.: «Лаборатория знаний». 2020. 413 с.

### Дополнительная литература

1. Кристиан Г. Аналитическая химия. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

[www.analyt.chem.msu.ru](http://www.analyt.chem.msu.ru)

Материально-техническое обеспечение – лекционная аудитория (поточная) с техникой для презентация материала  
Лаборатория аналитической химии оснащена современным оборудованием (аналитическая лаборатория (460, 462, 465, 466, 558) центрифугами, сушильными шкафами, нагревательными элементами; установками для очистки дистиллированной воды.

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели:

**ШЕХОВЦОВА ТАТЬЯНА НИКОЛАЕВНА**, доктор химических наук, профессор кафедры аналитической химии МГУ, [tnshekh@yandex.ru](mailto:tnshekh@yandex.ru)

**ПРОСКУРНИН МИХАИЛ АЛЕКСЕЕВИЧ**, доктор химических наук, профессор кафедры аналитической химии МГУ, [proskurnin@gmail.com](mailto:proskurnin@gmail.com)

**ПИРОГОВ АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ**, доктор химических наук, профессор кафедры аналитической химии МГУ, [pirogov@analyt.chem.msu.ru](mailto:pirogov@analyt.chem.msu.ru)

сотрудники кафедры аналитической химии

#### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамена. На экзамене проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

#### **Вопросы к коллоквиумам.**

##### **1 коллоквиум. Равновесие в гомогенных системах. Кислотно-основное равновесие. Кислотно-основное титрование.**

Константы равновесия реакций и процессов. Ионное состояние вещества в идеальных и реальных системах. Теория Дебая-Хюккеля. Термодинамическая константа равновесия. Активность и коэффициент активности. Общая и равновесная концентрации. Концентрационные и условные константы.

**Кисотно-основное равновесие.** Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание - растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя.

Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисление pH растворов одно- и многоосновных кислот и оснований, смесей кислот и оснований. Графическое описание кислотно-основного равновесия (распределительные диаграммы).

**Титриметрические методы.** Классификация методов. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Прямое, обратное и косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандартные растворы, требования к ним. Вторичные стандартные растворы. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

**Кислотно-основное титрование.** Построение кривых титрования. Влияние величин констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований.

Практическое применение. Первичные стандартные растворы для установления концентрации растворов кислот и оснований. Приготовление и стандартизация растворов соляной кислоты и гидроксида натрия. Титрование кислот, оснований, смесей кислот и смесей оснований.

## **2 коллоквиум. Равновесия реакций комплексообразования и окисления-восстановления. Комплексометрическое и окислительно-восстановительное титрование.**

**Комплексообразование.** Основные признаки комплексных соединений. Координационное число. Дентатность. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и комплексообразователя: внутрисферные и внешнесферные, однороднолигандные и смешаннолигандные, полиядерные комплексы. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть.

Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики реакций образования комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция и степень образования. Скорость реакций комплексообразования. Факторы, влияющие на устойчивость комплексов. Хелатный эффект.

Органические реагенты. Функционально-аналитические группы. Влияние структуры органических реагентов и природы функциональных групп на их свойства. Теории взаимодействия ионов металлов с неорганическими и органическими реагентами. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе.

Влияние комплексообразования на кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений, растворимость, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Возможности использования комплексных соединений в различных методах анализа.

**Окислительно-восстановительные реакции.** Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Влияние на потенциал электростатических и химических взаимодействий: ионной силы, pH, образования комплексных и малорастворимых соединений. Константы равновесия и направление окислительно-восстановительного процесса. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Основные окислители и восстановители, применяемые в анализе.

**Комплексометрическое титрование.** Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Прямое, обратное, вытеснительное и косвенное титрование. Погрешность титрования. Практическое применение.

**Окислительно-восстановительное титрование.** Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования. Индикаторы. Погрешность титрования.

Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Иодометрия и иодиметрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Бихроматометрия. Первичные и вторичные стандартные растворы. Индикаторы. Определение неорганических и органических соединений.

**Скорость реакций в химическом анализе.** Быстрые и медленные реакции. Элементарные стадии реакции. Скоростьюопределяющая стадия. Кинетические уравнения. Факторы, влияющие на скорость реакций. Катализаторы, ингибиторы. Автокаталитические реакции. Индуцированные и сопряженные реакции. Понятие об индукторе, акторе, акцепторе. Примеры ускорения и замедления реакций и процессов, используемых в химическом анализе.

**3 коллоквиум. Равновесие в системе осадок - раствор. Гравиметрический метод. Методы разделения и концентрирования: осаждение и экстракция. Пробоотбор и пробоподготовка.**

**Равновесие в системе осадок - раствор.** Произведение растворимости. Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость: температура, ионная сила, присутствие одноименного иона, конкурирующие реакции, структура и размер частиц.

**Гравиметрический метод.** Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Образование осадка. Образование и свойства коллоидных частиц. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц, их роста. Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка. Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм и др.). Способы уменьшения соосаждения. Положительное и отрицательное значения явления соосаждения в анализе. Погрешности в гравиметрическом анализе. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании.

Практическое применение. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители.

**Методы разделения и концентрирования.** Роль в химическом анализе, выбор и оценка. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения; гибридные методы. Разделение сопоставимых количеств элементов и отделение малых количеств от больших. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.

**Осаждение.** Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Способы разделения путем варьирования pH, образования комплексных соединений и проведения окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе.

**Экстракция.** Теоретические основы. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Скорость экстракции. Типы экстракционных систем. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Реэкстракция. Природа и характеристика экстрагентов.

Разделение элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, изменения pH водной фазы, маскирования и демаскирования. Приборы для экстракции.

**Пробоотбор и пробоподготовка.** Представительность пробы; виды проб в зависимости от объекта и метода 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 переведения пробы в форму, необходимую для выбранного 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.

## **Образцы задач вариантов контрольных работ**

### **Химическое равновесие**

1. Рассчитайте активности ионов калия и сульфата в 0,0200 М растворе сульфата калия.
2. Термодинамическая константа диссоциации азотистой кислоты равна  $6,2 \cdot 10^{-4}$ . Рассчитайте реальную константу диссоциации кислоты в растворе с ионной силой 0,10.
3. Рассчитайте равновесную концентрацию сульфит-иона в 0,0500 М растворе сульфита калия при pH 7,00.  
Для  $\text{H}_2\text{SO}_3$ :  $K_{a,1} = 1,4 \cdot 10^{-2}$ ,  $K_{a,2} = 6,2 \cdot 10^{-8}$

4. При каком pH равновесная концентрация карбонат-иона в 0,0100 М растворе карбоната натрия равна 0,0080 М?  
Для  $\text{H}_2\text{CO}_3$ :  $K_{a,1} = 4,5 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_{a,2} = 4,8 \cdot 10^{-11}$
5. Рассчитайте общую концентрацию оксалата натрия, обеспечивающую равновесную концентрацию оксалат-иона  $2 \cdot 10^{-3}$  М при pH 3,00.  
Для  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ :  $K_{a,1} = 5,6 \cdot 10^{-2}$ ,  $K_{a,2} = 5,4 \cdot 10^{-5}$

### Кислотно-основное равновесие и кислотно-основное титрование

1. Рассчитайте pH раствора, полученного смешением 20,0 мл 0,0500 М HCl и 20,0 мл раствора, в котором  $[\text{HCO}_3^-] = 0,1000$  моль/л.  
Для  $\text{H}_2\text{CO}_3$ :  $K_{a,1} = 4,5 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_{a,2} = 4,8 \cdot 10^{-11}$ .
2. Каков состав карбонатного буфера, способного обеспечить постоянство pH =  $10,00 \pm 0,05$  при добавлении к 200,0 мл его 0,0050 моль сильного основания или кислоты? Для  $\text{H}_2\text{CO}_3$ :  $K_{a,1} = 4,5 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_{a,2} = 4,8 \cdot 10^{-11}$ .
3. Сколько граммов твердого формиата натрия следует добавить к 0,200 л безводной муравьиной кислоты ( $\text{p}K_{\text{SH}} = 6,7$ ), чтобы pH полученного раствора составил 5,0? Ионную силу не учитывать.
4. Вычислить интервал изменения pH буферного раствора 0,4000 М по NaHCO<sub>3</sub> и 0,5000 М по Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, если к 100,0 мл его добавить: а) 10,00 ммоль HCl; б) 40,00 ммоль NaOH. Для  $\text{H}_2\text{CO}_3$ :  $K_{a,1} = 4,5 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_{a,2} = 4,8 \cdot 10^{-11}$ .
5. При титровании 0,0100 М раствора HCl 0,0100 М NaOH использовали индикаторы фенолфталеин ( $\text{p}T=9,0$ ) и метиловый оранжевый ( $\text{p}T=4,0$ ). Покажите расчетами, какой из индикаторов использовать целесообразнее.
6. Какой индикатор даст возможность оттитровать 0,1000 М раствор NH<sub>3</sub> 0,1000 М раствором HCl с меньшей погрешностью: метиловый оранжевый ( $\text{p}T=4,0$ ) или метиловый красный ( $\text{p}T=5,0$ )? Подтвердите расчетами индикаторных погрешностей. Для NH<sub>3</sub>:  $K_b = 1,76 \cdot 10^{-5}$

### Окислительно-восстановительное равновесие и окислительно-восстановительное титрование

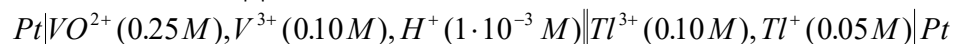
1. Вычислите равновесные концентрации ионов Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Mn<sup>2+</sup>,  $\text{MnO}_4^-$  в растворе, полученном при смешивании 20 мл 0.1 М раствора KMnO<sub>4</sub> и 20 мл 0.1 М раствора FeSO<sub>4</sub> при pH 0.  $E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}^0 = 1.51\text{В}$ ,  $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = 0.77\text{В}$ .
2. Рассчитайте константу равновесия реакции между ионами  $\text{BrO}_3^-$  и Br<sup>-</sup> при pH 2.0. Укажите фактор эквивалентности окислителя.  
 $E_{\text{BrO}_3^-/\text{H}^+/\text{Br}_2}^0 = 1.52\text{В}$ ,  $E_{\text{Br}_2/2\text{Br}^-}^0 = 1.09\text{В}$ .
3. Рассчитайте константу равновесия реакции между ионами  $\text{IO}_3^-$  и I<sup>-</sup> в растворе, в котором потенциал водородного электрода равен -0.30В. При каком значении pH реакция не происходит ( $K \leq 1$ )?

$$E_{JO_3^-/J_2}^0 = 1.17V, \quad E_{J_2/2J^-}^0 = 0.54V.$$

4. Может ли железо(III) окислить иодид-ион в 1М растворе фторида натрия? Ответ подтвердите расчетами.

$$E_{I_2/2I^-}^0 = 0.54V; \quad E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 = 0.77V; \quad \beta_{FeF_6^{3-}} = 1.26 \cdot 10^6.$$

5. Рассчитайте ЭДС ячейки:



и укажите, является она гальваническим элементом или электролитической ячейкой.  $E_{VO^{2+}/V^{3+}}^0 = 0.36V, \quad E_{Ti^{3+}/Ti^+}^0 = 1.25V.$

$$E_{инд}^0 = 0.30V, \quad E_{TiO^{2+}/Ti^{3+}}^0 = 0.10V, \quad E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 = 0.77V$$

### Равновесие в растворах комплексных соединений и комплексометрическое титрование

1. сколько моль NaF нужно ввести в 100 мл  $1 \cdot 10^{-3}$  М раствор  $LaCl_3$  при pH 3,0, чтобы понизить концентрацию  $La^{3+}$  до  $1 \cdot 10^{-6}$  М?

$$\lg \beta_{LaF_2^+} = 3.56; \quad K_{HF}^a = 6.8 \cdot 10^{-4}.$$

2 Вычислите условную константу устойчивости для  $Ag(CN)_2^-$  в присутствии  $3 \cdot 10^{-3}$  М  $Na_2S_2O_3$ .

$$\beta_{Ag(CN)_2^-} = 7.8 \cdot 10^{19}, \quad \beta_{Ag(S_2O_3)_2^{3-}} = 6.61 \cdot 10^8, \quad \beta_{Ag(S_2O_3)_3^{5-}} = 2.88 \cdot 10^{13}.$$

3. Вычислите ориентировочно интервал перехода окраски металлоиндикатора при комплексометрическом титровании никеля при pH 5,0. Можно ли применять этот индикатор для титрования 0,01 М раствора никеля 0,01 М раствором ЭДТА? Ответ обоснуйте.  $\beta_{NiY}^y = 10^{12}.$

4. 0,1 М раствор  $Cd(NO_3)_2$  в 0,5 М  $NH_3$  оттитровали 0,1 М раствором ЭДТА. Вычислите условную константу устойчивости комплекса с подходящим индикатором, если известно, что изменение окраски раствора становится заметным при соотношении концентраций комплекса металл-индикатор и несвязанного индикатора 10:1.

$$\beta_{CdY^{2-}} = 10^{16.6}, \quad \alpha_{Y^{4-}} = 10^{-0.7},$$

$$\text{Для } Cd(NH_3)_4^{2+}: k_1 = 3,24 \cdot 10^2, k_2 = 91,2, k_3 = 20,0, k_4 = 6,17.$$

5. 0.01 М раствор кальция титруют 0,01 М раствором ЭДТА при pH 10,0 ( $\beta_{CaY^{2-}}^y = 10^{10.2}$ ). Вычислите  $\beta_{CaInd}^y$ , при pH 10,0, если в точке эквивалентности CaInd и Ind присутствуют в равных концентрациях.

### Гетерогенное равновесие и гравиметрия

1. В 100 мл 0,01 М  $HNO_3$  растворяется  $4,00 \cdot 10^{-5}$  г  $Hg_2Cl_2$ . Рассчитайте концентрацию ртути г/л в насыщенном растворе  $Hg_2Cl_2$  в присутствии 0,001 М HCl. Мол. массы:  $Hg_2Cl_2$  - 472,09; Hg - 200,59.

2. Рассчитайте растворимость  $CuC_2O_4$  в воде и в  $1,0 \cdot 10^{-3}$  М  $Na_2C_2O_4$ . Изобразите графически зависимость растворимости от концентрации  $C_2O_4^{2-}$ -ионов в координатах pS - pC( $C_2O_4$ ). Ионной силой, гидролизом ионов и образованием других ионных комплексных форм пренебрегите.  $K_s^0 = 2,3 \cdot 10^{-8}$ ;  $\beta\{CuC_2O_4\} = 5,0 \cdot 10^6$ .

3. Осадок ZnS массой 0,1949 г промыли 800 мл 0,001 М HCl, насыщенной  $H_2S$ , ( $C_{H_2S} = 0,1$  М). Рассчитайте потерю цинка при промывании. Ионной силой пренебрегите.

$K_{s0} \{ZnS\} = 2,51 \cdot 10^{-22}$ ;  $K_{a1} \{H_2S\} = 1,0 \cdot 10^{-7}$ ;  $K_{a2} \{H_2S\} = 1,3 \cdot 10^{-13}$ ;  
 $F_{Zn/ZnS} = 0,6709$ ; мол. массы: Zn - 65,37, ZnS - 97,43.

4. Какова должна быть равновесная концентрация  $NH_3$ , чтобы растворить 0,0035 моль  $AgCl$  в 200 мл водного раствора аммиака?

$K_{s0} \{AgCl\} = 1,8 \cdot 10^{-10}$ ;  $\beta \{Ag(NH_3)^+\} = 2,03 \cdot 10^3$ ;  $\beta \{Ag(NH_3)^{2+}\} = 1,62 \cdot 10^7$ .

### Экстракция

1. Раствор 2-нитрозо-1-нафтола (НЛ) в  $CHCl_3$  неизвестной концентрации встряхнули с равным объемом боратного буферного раствора с рН 8. Концентрация НЛ в водной фазе после достижения равновесия составила  $5,67 \cdot 10^{-4}$  М. Растворимость НЛ в воде ( $S_{H_2O}$ )  $8,4 \cdot 10^{-4}$  М, а в  $CHCl_3$  ( $S_{CHCl_3}$ ) -  $9,6 \cdot 10^{-2}$  М. Рассчитайте исходную концентрацию НЛ в  $CHCl_3$ , если  $pK_{a,HL} = 7,24$ .
2. Изучено распределение кислоты НА между равными объемами воды и нитробензола. Константа распределения кислоты равна  $10^3$ , а коэффициент распределения при рН 6 -  $10^2$ . Рассчитайте константу диссоциации кислоты ( $K_{a,НА}$ ). Нарисуйте кривую распределения кислоты и укажите интервал рН, в котором константа распределения равна коэффициенту распределения.
3. Какой общий объем растворителя ( $CHCl_3$ ) необходим для понижения концентрации вещества X до  $1 \cdot 10^{-4}$  М, если 25 мл 0,05 М раствора X проэкстрагировали порциями растворителя по 10 мл. Коэффициент распределения X равен 35.
4. Ион  $Zn^{2+}$  ( $c_{Zn^{2+}} = 1 \cdot 10^{-4}$  М) экстрагируется на 20% в виде хелата  $Zn(Ox)_2$  при рН 3 с помощью равного объема 0,1 М раствора 8-гидроксихинолина (Ох) в хлороформе. Рассчитайте рН, при котором в тех же условиях ион цинка будет экстрагироваться на 96%.
5. Ионы  $Co^{2+}$  экстрагируют раствором 8-гидроксихинолина (НОх) в  $CHCl_3$  в виде комплекса  $Co(Ox)_2(NOx)_2$ . Напишите уравнение реакции и выражение для константы экстракции. Изобразите зависимость  $lgD - lg[НОx]$  при рН = const. Какую информацию и как можно получить из этой зависимости?

### Вопросы к допуску к лабораторным занятиям

**Титриметрические методы.** Классификация методов. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Прямое, обратное и косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Первичные стандартные растворы, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандартные растворы. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

**Кислотно-основное титрование.** Построение кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований.

Практическое применение. Первичные стандартные растворы для установления концентрации растворов кислот и оснований. Приготовление и стандартизация растворов соляной кислоты и гидроксида натрия. Титрование кислот, оснований, смесей кислот и смесей основа-



ний. Анализ смесей карбоната и гидрокарбоната натрия, карбоната и гидроксида натрия. Определение солей аммония и азота по методу Кьельдаля.

**Комплексометрическое титрование.** Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Прямое, обратное, вытеснительное и косвенное титрование. Погрешность титрования.

Практическое применение. Определение кальция, магния, железа, алюминия, меди, цинка в растворах чистых солей и при совместном присутствии. Определение анионов.

**Окислительно-восстановительное титрование.** Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования. Индикаторы. Погрешность титрования.

Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Определение железа(II), марганца(II), оксалатов. Иодометрия и иодиметрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Примеры использования. Бихроматометрия. Определение железа(II).

**Гравиметрический метод.** Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка. Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм и др.). Способы уменьшения соосаждения. Положительное и отрицательное значения явления соосаждения в анализе. Погрешности в гравиметрическом анализе.

Практическое применение. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители.

**Экстракция.** Разделение элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, изменения pH водной фазы, маскирования и демаскирования. Приборы для экстракции.

**Пробоотбор и пробоподготовка.** Основные способы переведения пробы в форму, необходимую для выбранного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений.

#### **Вопросы для домашних заданий по темам:**

1. Построение диаграмм распределения двухосновной кислоты.
2. Построение кривой титрования кислоты или основания, выбор индикатора.
3. Построение кривой комплексометрического титрования иона металла.

4. Построение кривой окислительно-восстановительного титрования иона металла.
3. Составление схемы разделения смеси катионов и анионов.
4. Решение задач по соответствующим темам из задачника.

### **Вопросы по методам химического количественного анализа для промежуточного контроля**

#### ***Гравиметрия***

1. Требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической формам.
2. Сформулируйте правила адсорбции. Какие факторы влияют на количество адсорбированных примесей?
3. Каковы наиболее эффективные приемы очистки осадков от примесей?

#### ***Титриметрические методы***

4. Дайте определение понятиям титрование, скачок титрования, точка эквивалентности, конечная точка титрования.
5. В каких координатах строят кривые в разных методах титрования?
6. Какие факторы влияют на величину скачка на кривой кислотно-основного титрования?
7. Приведите примеры первичных и вторичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании.
8. На чем основано действие металлоиндикатора в комплексонометрическом титровании.
8. Назовите способы титрования. Что определяет выбора способа титрования?
9. Назовите способы фиксирования конечной точки окислительно-восстановительного титрования.
10. Сущность метода иодометрии, первичные стандартные вещества.

#### ***Экстракция***

12. Дайте определение следующих понятий: экстракция, экстрагент, разбавитель, экстракт. Приведите примеры.
13. Какие условия необходимо создать для перехода вещества из водной фазы в органическую при его экстракции?

#### **Вопросы для подготовки к экзамену:**

1. Виды анализа. Стадии химического анализа. Основные характеристики методов анализа. Абсолютные и относительные методы. Выбор метода анализа. Способы повышения чувствительности и избирательности методов. Автоматизация анализа.

2. Пробоотбор и пробоподготовка. Представительность пробы в химическом анализе. Отбор средней пробы. Подготовка пробы к анализу.
3. Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия.
4. Скорость химических реакций, используемых в аналитической химии. Факторы, влияющие на скорость реакции. Индуцированные цепные и сопряженные реакции окисления-восстановления, их роль в химическом анализе.
5. Протолитическая теория кислот и оснований. Равновесие в системе: кислота - сопряженное основание - растворитель. Константы кислотности, основности, автопротолиза. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя. Буферные растворы.
6. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования. Кислотно-основные индикаторы. Титрование смесей кислот и оснований. Титрование в неводных средах.
7. Типы и свойства комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Количественная характеристика реакций комплексообразования: константа устойчивости. Ступенчатое комплексообразование. Использование комплексных соединений для разделения, концентрирования, маскирования, обнаружения, определения элементов.
8. Органические реагенты в химическом анализе. Функционально-аналитические группы. Влияние строения молекулы на свойства реагента. Применение органических реагентов в анализе.
9. Комплексометрическое титрование. Преимущества аминополикарбоновых кислот перед другими органическими титрантами. Металлохромные индикаторы, требования к ним. Способы титрования. Практическое применение.
10. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы и их потенциалы. Уравнение Нернста. Стандартный и реальный окислительно-восстановительные потенциалы. Направление окислительно-восстановительных реакций.
11. Окислительно-восстановительное титрование. Факторы, влияющие на величину скачка потенциала, способы обнаружения конечной точки титрования.
12. Перманганатометрическое, бихроматометрическое, иодометрическое титрование. Первичные и вторичные стандартные растворы. Индикаторы. Примеры практического применения.
13. Константы равновесия реакций осаждения. Растворимость осадков. Факторы, влияющие на растворимость. Образование осадков. Кристаллические и аморфные осадки, условия осаждения.
14. Причины загрязнения осадков: совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение. Виды соосаждения. Приемы, способствующие получению чистых осадков.
15. Сущность гравиметрических методов. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Примеры практического применения.

16. Методы разделения элементов, основанные на осаждении неорганическими и органическими реагентами. Использование соосаждения для концентрирования микрокомпонентов. Неорганические и органические коллекторы.
17. Основы экстракции как метода разделения и концентрирования. Константа распределения, коэффициент распределения. Константа экстракции. Фактор разделения. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Практическое применение экстракции.

**Вопросы для домашних заданий по темам:**

1. Построение диаграммы распределения двухосновной кислоты или основания.
2. Построение кривой титрования кислоты или основания, выбор индикатора.
3. Построение кривой комплексометрического титрования растворов ионов металлов.
4. Построение кривой окислительно-восстановительного титрования растворов ионов металлов.
3. Составление схемы разделения смеси катионов и анионов.
4. Решение задач по соответствующим темам из задачника.

**Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения**

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
<p>Знать: основные закономерности химических равновесий и процессов в гомогенных и гетерогенных системах</p> <p>Знать: теоретические основы химических методов анализа, области их практического применения</p> <p>Знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории</p> <p>Знать: стандартные приемы выполнения простейших аналитических опытов</p> <p>Знать: основные базы данных химического профиля</p> <p>Знать: требования к обработке, оформлению и представлению результатов аналитических работ</p> <p>Знать: требования к представлению материала в виде презентации научного доклада</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене, защита курсовой работы</p>
<p>Уметь: находить необходимые для работы сведения в открытых источниках информации</p> <p>Уметь: сопоставлять информацию из разных источников, оценивать ее достоверность</p> <p>Уметь: выбирать коммуникативно приемлемый стиль делового общения, использовать необходимые языковые средства, тактики и стратегии для решения коммуникативных задач в академической и профессиональной сферах</p> <p>Уметь: работать с учебными и научными текстами разного уровня сложности, отвечающих задачам профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: пользоваться программными средствами, автоматизирующими обработку данных (управление базами данных, статистическая обработка, визуализация и т.п.)</p> <p>Уметь: формулировать и решать конкретные задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсе аналитической химии</p> <p>Уметь: работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p> <p>Уметь: корректно интерпретировать результаты определения химического состава веществ и материалов различной природы</p> <p>Уметь: проводить математическую обработку данных химического анализа, обобщать полученные результаты</p> <p>Уметь: оценивать возможные источники ошибок и корректность полученных данных</p> <p>Уметь: корректно составлять поисковый запрос информации химического содержания</p> <p>Уметь: представлять результаты своей научной работы в письменном виде согласно требованиям к курсовым работам в соответствующей области химии</p> <p>Уметь: анализировать данные, полученные из литературных источников, и использовать их для выбора оптимального способа решения поставленной задачи</p> <p>Уметь: использовать программные средства удаленного коллективного доступа для решения задач научной деятельности</p> <p>Уметь: формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных и собственных экспери-</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене, защита курсовой работы</p>

<p>ментальных данных в области аналитической химии</p> <p>Уметь: применять типовые приемы анализа веществ и материалов</p> <p>Уметь: пользоваться стандартным оборудованием химической лаборатории при решении учебных задач курса аналитической химии</p> <p>Уметь: использовать теоретические представления для обоснования выбора того или иного метода анализа</p>	
<p>Владеть навыками поиска и критического анализа информации по теме научного проекта</p> <p>Владеть: навыками обмена профессиональной информацией с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>Владеть: техникой аналитического эксперимента</p> <p>Владеть: простейшими расчетными методами решения аналитических задач</p> <p>Владеть: навыками работы с профессиональными базами данных химического профиля</p> <p>Владеть: навыками оформления протоколов химического анализа</p> <p>Владеть: навыками подготовки презентаций с результатами своей научной работы на русском языке</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, защита курсовой работы</p>