

государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московской области  
«Университет «Дубна»  
(государственный университет «Дубна»)

Факультет естественных и инженерных наук  
Кафедра химии, новых технологий и материалов



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебно-  
методической работе

/ Деникин А.С./  
подпись      Фамилия И.О.

« 01 » 02 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки  
**04.03.01 Химия**

Уровень высшего образования:  
Бакалавриат

Направленность (профиль) программы:  
**Физическая химия**

Форма обучения очная

Дубна, 2016

Преподаватель

Моржухина С.В., канд.хим.наук, доцент, кафедра химии, новых технологий и материалов



(подпись)

Д.х.н. Долгоносов А.М., кафедра химии, новых технологий и материалов



(подпись)

Д.х.н., профессор Зуев Б.К., кафедра химии, новых технологий и материалов



(подпись)

Мухина И.В. старший преподаватель, кафедра химии, новых технологий и материалов



(подпись)

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки высшего образования 04.03.01. Химия

Программа рассмотрена на заседании кафедры химии, новых технологий и материалов

Протокол заседания № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой  С.В. Моржухина  
(Фамилия И.О., подпись)

и.о.декана факультета  О.А. Савватеева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Эксперт Севастьяков В.С., д.т.н., зав. лабораторией ЦЕОХИ РАН  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность;  
подпись, заверенная по месту работы)



## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель теоретической части курса – заложить у студентов основы глубоких знаний в области аналитических свойств элементов и их соединений, условий протекания аналитических реакций, сущности аналитических методов. Практические занятия должны способствовать прочному усвоению студентами основных разделов современной аналитической химии.

- заложить знания теоретических основ химических равновесий различных типов и факторов, влияющих на их протекание;
- заложить знания сущности гравиметрического, титриметрических, кинетических физико-химических методов анализа;
- познакомить с ролью аналитической химии в создании новых веществ с заранее заданными свойствами и новых технологий.

### Задачи дисциплины:

- научить выполнять теоретические расчеты рН растворов кислот, оснований, амфолитов и буферов, стандартных и реальных потенциалов полуреакций, растворимости, условий осаждения и растворения осадков, равновесных концентраций различных комплексных частиц, содержания анализируемого вещества по данным химического и физико-химического методов анализа;
- научить выполнять определения химическими и физико-химическими методами анализа и обработать полученные результаты;
- научить пользоваться специальной и справочной литературой.

## 2. Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются: химические элементы, простые молекулы и сложные соединения в различном агрегатном состоянии (неорганические и органические вещества и материалы на их основе), полученные в результате химического синтеза (лабораторного, промышленного) или выделенные из природных объектов

## 3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

**Место курса в профессиональной подготовке бакалавров.** Курс «Аналитическая химия» является базовой дисциплиной блока Б1 профессиональной подготовки студентов. Современная аналитическая химии — это высокочувствительные, надежные и экспрессные методы определения химического состава и структуры веществ. Курс опирается на знания студентов, полученные при изучении общей и неорганической химии, и обеспечивает теоретическую подготовку и практические навыки по основным химическим и физико-химическим методам анализа.

Дисциплина «Аналитическая химия» является одной из фундаментальных научных дисциплин при подготовке квалифицированных специалистов-химиков. Современная аналитическая химии – это высокочувствительные, надежные и экспрессные методы определения химического состава веществ и отчасти их химического строения. Химический анализ служит средством контроля производства и качества в химической, нефтеперерабатывающей, горнодобывающей, фармацевтической промышленности, металлургии, контроля состояния окружающей среды, незаменим в медицине, генной инженерии и биотехнологии

В ходе изучения дисциплины студенты получают:

- *знания* сущности, аналитических и метрологических характеристик, возможностей и ограничений, областей применения химических и физико-химических методов анализа;
- *умения* выполнять расчеты;
- *умения* обработать результаты анализа с применением методов математической статистики;
- *навыки* и приемы работы в аналитической лаборатории на доступном оборудовании.

В результате освоения данной дисциплины выпускник должен:

понимать роль химического анализа, знать место аналитической химии в системе наук, владеть метрологическими основами анализа, знать существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических), иметь представление об особенностях объектов анализа, владеть методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения.

В результате освоения материала курса студент должен представлять возможности и ограничения различных методов анализа и на этом основании компетентно выбрать аналитический метод для решения конкретной задачи, собрать и обобщить литературу, найти методику, при необходимости адаптировать ее, провести определение и оценить правильность и воспроизводимость результатов анализа. Приобретенные в рамках курса компетенции и умения позволят бакалавру эффективно использовать методы аналитической химии для решения поставленной задачи.

#### 4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
<p><i>ОК-6</i>- способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (<i>ОК-6</i>);</p> <p><b>Первый уровень</b> (пороговый)</p> <p><b>ОК-6-I</b></p> <p>Способность работать в коллективе</p>	<p><b>З(Б-ОК-6)-I Знать:</b> принципы функционирования профессионального коллектива, понимать роль корпоративных норм и стандартов</p> <p><b>У(Б-ОК-6)-I Уметь:</b> работать в коллективе, эффективно выполнять задачи профессиональной деятельности</p>
<p><b>ОК-7</b> способность к самоорганизации и самообразованию</p>	<p><b>У2 (Б-ОК-7) Уметь:</b> самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности.</p>
<p><i>ОПК-1</i> способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (<i>ОПК-1</i>);</p> <p><b>Первый уровень</b> (пороговый) *, **, ***</p> <p>Приобретение базовых знаний основных химических дисциплин (неорганической, органической, аналитической, физической химии, химии высокомолекулярных соединений, химических основ биологических процессов и химической технологии</p>	<p>Уметь <b>У2 (ОПК-1) – I</b> решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам</p> <p>Владеть <b>В (ОПК-1) – I</b> владеть навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам</p>
<p><i>ОПК-1</i> способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач ;</p> <p><b>Второй уровень</b> (углублённый) *, **, ***</p>	<p>Знать <b>З (ОПК-1) – II</b> знать теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач</p> <p>Уметь <b>У1 (ОПК-1) – II</b> специфических закономерностей различных</p>

<p>Приобретение навыков использования теоретических основ традиционных и новых разделов химии при решении задач профессиональной сферы деятельности</p>	<p>областей химической науки при решении профессиональных задач</p> <p>Уметь <b>У2 (ОПК-1)</b> – <b>II</b> готовить элементы документации, проекты планов и программ проведения отдельных этапов работ в профессиональной сфере деятельности</p>
<p><i>ОПК-1</i> способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач</p> <p><b>Третий уровень</b> (продвинутый) *, **, ***</p> <p>Способность использовать теоретические основы химии при планировании и организации работ по решению задач профессиональной сферы деятельности</p>	<p>Уметь <b>У1 (ОПК-1)</b> – <b>III</b> уметь анализировать и обрабатывать научно-техническую информацию на основе теоретических представлений традиционных и новых разделов химии</p> <p>Владеть <b>В 1(ОПК-1)</b> – <b>III</b> владеть навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов отдельных этапов работ с учетом теоретических основ традиционных и новых разделов химии</p>
<p><i>ОПК-2</i> владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций</p> <p><b>Второй уровень</b> (углублённый) *, **, ***</p> <p>Способность проводить экспериментальные работы разного уровня сложности и обрабатывать полученные результаты</p>	<p>Знать <b>З1 (ОПК-2)</b> – <b>II</b> знать методы получения, идентификации и исследования свойств веществ (материалов)</p> <p>Уметь <b>У2 (ОПК-2)</b> – <b>II</b> уметь выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения</p> <p>Уметь <b>У3 (ОПК-2)</b> – <b>II</b> уметь обрабатывать результаты эксперимента</p> <p>Владеть <b>В (ОПК-2)</b> – <b>II</b> владеть навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов</p>
<p><i>ОПК-2</i> владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций</p> <p><b>Третий уровень</b> (продвинутый) *, **, ***</p> <p>Способность планировать экспериментальную часть проектных и исследовательских работ, анализировать и обобщать результаты эксперимента</p>	<p>Знать <b>З1(ОПК-2)</b> – <b>III</b> знать методы планирования эксперимента</p> <p>Уметь <b>У1 (ОПК-2)</b> – <b>III</b> уметь планировать эксперимент на основе анализа литературных данных</p> <p>Уметь <b>У2 (ОПК-2)</b> – <b>III</b> уметь анализировать и обобщать результаты эксперимента, формулировать выводы</p> <p>Владеть <b>В (ОПК-2)</b> – <b>III</b> владеть навыками планирования, анализа и обобщения результатов эксперимента</p>
<p><i>ОПК-3</i> способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</p> <p><b>Первый уровень</b> (пороговый) *, **, ***</p> <p>Приобретение базовых знаний основных разделов математики (аналитическая геометрия, линейная алгебра, математический анализ, дифференциальные уравнения) и естественнонаучных дисциплин (классическая и квантовая механика, электричество, оптика, физика твердого тела, химические основы биологических процессов), необходимых для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: <b>З1 (ОПК-3)</b> – <b>I</b> знать математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения</p> <p>Владеть <b>В (ОПК-3)</b> – <b>I</b> владеть навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин</p>
<p><b>ОПК-4</b> способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p><b>Первый уровень</b> (пороговый) (ОПК-4) – <b>I</b></p> <p>Приобретение базовых знаний и навыков применения стандартного программного обеспечения и информационных технологий при решении задач профессиональной сферы деятельности</p>	<p><b>З1(ОПК-4)</b> – <b>I</b> знать основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач</p> <p><b>У1 ОПК-4)</b> – <b>I</b> уметь применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке научных публикаций и докладов</p> <p>Владеть <b>В1(ОПК-4)</b> – <b>I</b> владеть базовыми навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований и представления их научному сообществу</p>
<p><i>ОПК-5</i> способностью к поиску и первичной обработке научной и научно-технической</p>	<p>Знать: <b>З1 (ОПК-5)</b> – <b>I</b> знать основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности</p>

<p>информации <b>Первый уровень</b> (пороговый) *, **, ****</p> <p>Приобретение базовых знаний и навыков применения стандартных источников информации при решении задач профессиональной сферы деятельности</p>	<p>Уметь <b>У 1(ОПК-5)</b> – <b>I</b> уметь проводить первичный поиск информации для решения профессиональных задач</p> <p><b>У2 (ОПК-5)</b> – <b>I</b> уметь применять стандартное программное обеспечение при подготовке научных публикаций и докладов</p> <p>Владеть <b>В1 (ОПК-5)</b> – <b>I</b> владеть навыками работы с научными и образовательными порталами</p>
<p><i>ОПК-б</i> знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях <b>Первый уровень</b> (пороговый) *, **, ****</p> <p>Способность проводить и протоколировать простые химические эксперименты с применением норм ТБ</p>	<p>Знать: <b>З 1 (ОПК-6)</b> – <b>I</b> знать нормы ТБ</p> <p>Знать <b>З 2 (ОПК-6)</b> – <b>I</b> Физические и химические свойства веществ, с которыми планируется проведение эксперимента</p> <p>Уметь <b>У (ОПК-6)</b> – <b>I</b> Проводить химический эксперимент с учетом норм и правил техники безопасности</p> <p>Владеть <b>В (ОПК-6)</b> – <b>I</b> Методами безопасной работы в лаборатории</p>

результат обучения сформулирован на основании требований профессионального стандарта

\*) “Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам”

\*\*)“Специалист по научно-техническим разработкам и испытаниям полимерных наноструктурированных пленок“

\*\*\*)“Специалист по метрологии “

\*\*\*\*)“Специалист по патентоведению“

**5. 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 21 зачетных единиц, всего 756 часов, из которых:

**306 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем:**

119 часов – лекционные занятия;

85 часов – практические занятия;

102 часов – лабораторные занятия;

**360 часов составляет самостоятельная работа обучающегося**

**90 часов** – мероприятия промежуточной аттестации – экзамены;

**6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего (часы)	В том числе:								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них			
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка к практической работе	Всего
<b>3 семестр</b>										
Предмет и методы аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Аналитический процесс. Аналитический сигнал. Химическое равновесие. Идеальные и реальные растворы. Учет электростатических и химических взаимодействий. Термодинамическая, реальная и условная константы равновесия	25	4		3	6	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	13	4	8	12
Гравиметрический метод анализа. Образование и свойства осадков. Загрязнения осадков. Органические осадители. Примеры практического применения	25	4		3	6	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	13	4	8	12
Титриметрические методы анализа: сущность, классификация, способы титрования, кривые титрования. Расчеты в титриметрии	25	4		3	6	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	13	4	8	12
Кислотно-основное равновесие. Расчет pH в различных системах. Буферные растворы. Классификация растворителей. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей. Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования. Практическое применение кислотно-основного титрования	25	4		3	6	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	13	4	8	12
Комплексные соединения в аналитической химии. Хелаты. Внутрикомплексные соединения. Равновесие реакций комплексообразования. Распределительные диаграммы. Функция образования. Комплексонометрия. Кривые титрования. Индикаторы. Практическое применение	25	4		3	6	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	13	4	8	12

Равновесие в окислительно-восстановительных реакциях. Расчет окислительно-восстановительных потенциалов. Направление окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия. Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Индикаторы. Практическое применение	25	4		3	6	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	13	4	8	12
Равновесие растворов — осадок. Произведение растворимости и растворимость. Факторы, влияющие на растворимость. Осадительное титрование. Кривые титрования. Индикаторы. Примеры практического применения	25	4		3	6	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	13	4	8	12
Классификация погрешностей. Качество измерений. Методы оценки правильности. Суммирование погрешностей	19	4		3		устный опрос на практическом занятии, дом работа,	7	12		12
Статистическая обработка результатов анализа. Статистические методы проверки гипотез. Значащие цифры	19	4		3		устный опрос на практическом занятии, дом работа,	7	12		12
Отбор и подготовка пробы к анализу. Физико-химические методы аналитической химии	19	4		3		устный опрос на практическом занятии, дом работа,	7	12		12
Потенциометрия	35	4		3	12	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	19	4	12	16
Методы разделения и концентрирования в аналитической химии: экстракция и ионный обмен	19	4		3		устный опрос на практическом занятии, дом работа,	7	12		12
Методы разделения и концентрирования в аналитической химии: адсорбция	19	4		3		устный опрос на практическом занятии, дом работа,	7	12		12
Введение в теорию динамики сорбции и хроматографии	19	4		3		устный опрос на практическом занятии, дом работа,	7	12		12
Хроматографические методы анализа: общие принципы	19	4		3		устный опрос на практическом занятии, дом работа,	7	12		12
Методы электрофореза Методы разделения и определения и проблемы аналитической химии	19	4		3		устный опрос на практическом занятии, дом работа,	7	12		12
заключительная лекция	16	<b>4</b>					4	12		12
		68		<b>51</b>	51		170			208
промежуточная аттестация	54		X							

4 семестр										
Газоадсорбционная и газожидкостная хроматография. Сорбенты, носители, колонки, неподвижные фазы, подвижные фазы, механизмы разделения, детекторы	39	8		8	4	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	20	9	10	19
Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Колонки, сорбенты, подвижные фазы, механизмы удерживания. Принципы работы основных типов детекторов. Области применения ВЭЖХ..	41	8		8	6	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	22	9	10	19
Высокоэффективная ионная хроматография (ИХ). Колонки, сорбенты, подвижные фазы, механизмы удерживания. Принципы работы основных типов детекторов. Области применения ИХ.	39	8		8	4	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	20	9	10	19
Электрохимические методы анализа. Методы вольтамперометрии. Кулонометрия и кондуктометрия	35	6		6	4	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	16	9	10	19
Общие вопросы спектрофотометрического анализа. Типы взаимодействия вещества со светом. Классификация спектроскопических методов.	39	8		8	4	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	20	9	10	19
Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия	31	4		4	4	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	12	9	10	19
Основной закон светопоглощения. Спектрофотометрия. Инфракрасная спектроскопия.	33	5		5	4	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	14	9	10	19
Люминесцентный метод анализа. Масс-спектрометрия. Рефрактометрия, нефелометрия	31	4		4	4	устный опрос на практическом занятии, дом работа, контрольная работа, коллоквиум, отчет по лаб. работе, защита лаб. работы, проверочная работа	12	9	10	19
		51		<b>51</b>	34		136			152
промежуточная аттестация	36							X		

## Содержание разделов дисциплины

### 1. Предмет и методы аналитической химии

Предмет аналитической химии. Методы аналитической химии, их классификация. Качественный и количественный анализ. Требования, предъявляемые к методам в аналитической химии. Метод и методика. Аналитический сигнал. Современное состояние и основные тенденции развития аналитической химии: инструментализация, миниатюризация, использование ЭВМ, сенсоры, тест-методы, многокомпонентный анализ.

### 2. Химическое равновесие в аналитической химии. Основные типы реакций, используемых в аналитической химии

**Химическое равновесие.** Идеальные и реальные растворы. Теория Дебая—Хюккеля. Ионная сила раствора. Активность и концентрация. Коэффициент активности. Конкурирующие реакции. Общая (аналитическая) концентрация. Молярная доля. Константы равновесия: термодинамическая, реальная, условная; их взаимосвязь.

**Кисотно-основные реакции.** Концепции кислот и оснований (Аррениуса, Бренстеда и Лоури, Льюиса, Усановича). Протолитическая теория кислот и оснований (Бренстеда и Лоури). Сила кислот и оснований, константы кислотности и основности. Классификация растворителей. Автопротолиз и константа автопротолиза. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителей. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Расчет pH растворов сильных и слабых кислот и оснований, смесей кислот или оснований, амфолитов, буферных растворов.

**Равновесие в системе раствор — осадок.** Произведение растворимости как константа равновесия. Условие выпадения осадка. Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость: действие одноименного иона, комплексообразование, pH, природа растворителя, ионная сила раствора. Термодинамическое, реальное и условное произведение растворимости. Коллоидные системы: строение коллоидной частицы, причины образования и устойчивости. Коагуляция, седиментация и пептизация.

**Реакции комплексообразования.** Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Концепция ступенчатости образования и диссоциации комплекса. Ступенчатые и общие константы устойчивости. Вычисление равновесных концентраций комплексных форм. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, pH, температура. Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексов. Функция образования.

**Органические реагенты.** Понятие о функционально-аналитических группировках. Факторы, влияющие на реакционную способность органических реагентов с ионами металлов. Правило образования циклов Чугаева. Хелаты, хелатный эффект. Внутрикомплексные соединения. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона. Важнейшие органические реагенты: 8-оксихинолин, диметилглиоксим, ЭДТА, диэтилдитиокарбаминат натрия,  $\beta$ -дикетоны. Строение реагентов и комплексов с металлами.

**Окислительно-восстановительные реакции.** Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Факторы, влияющие на величину потенциала: pH, комплексообразование, образование малорастворимых соединений с окисленной или восстановленной формами. Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции. Направление реакций окисления-восстановления. Основные окислители и восстановители, применяемые в аналитической химии.

### 3. Метрологические основы химического анализа

Случайные, систематические погрешности, промахи. Основные источники погрешностей. Правильность, воспроизводимость, сходимость, точность анализа. Оценка значимости систематических погрешностей. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами. Стандартные образцы. Статистическая обработка результатов измерений. Виды распределений случайных погрешностей: нормальное распределение, распределение Стьюдента. Среднее значение, дисперсия и стандартное отклонение. Обнаружение промахов,  $Q$ -критерий. Сравнение двух средних результатов анализа,  $t$ -критерий. Проверка гипотезы однородности результатов анализа, критерий Фишера. Предел обнаружения. Нижняя граница определяемых содержаний. Использование метода наименьших квадратов для построения градуировочных графиков. Значащие цифры. Правила округления.

### 4. Титриметрические методы анализа

Сущность титриметрического анализа. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Требования к химическим реакциям, применяемым в титриметрии. Классификация титриметриче-

ских методов по химическим процессам. Основные приемы титрования (прямое, обратное, титрование по замещению, косвенное). Молярная концентрация. Эквивалент, фактор эквивалентности, молярная концентрация эквивалента. Первичные и вторичные стандарты. Фиксаналы. Расчеты в титриметрии: метод пипетирования и метод отдельных навесок.

**Кислотно-основное титрование** в водных растворах. Первичные стандарты, приготовление и стандартизация рабочих растворов (HCl и NaOH). Построение кривых титрования. Скачок титрования. Титрование сильных кислот (оснований) сильными основаниями (кислотами). Титрование слабых кислот (оснований) сильными основаниями (кислотами). Кривые титрования многоосновных кислот (многокислотных оснований). Влияние величины константы диссоциации кислоты или основания, их концентрации и температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основные индикаторы. Константы ионизации индикаторов, интервал перехода окраски и показатель титрования. Основные индикаторы: метиловый оранжевый и фенолфталеин. Индикаторные погрешности. Примеры практического применения: определение соляной и борной кислот при совместном присутствии; определение солей аммония и азота органических соединений по методу Кьельдаля; анализ смесей карбоната и гидрокарбоната натрия, карбоната и гидроксида натрия. Титрование кислот и оснований в неводных растворителях.

**Комплексометрическое титрование.** Использование моно- и полидентатных лигандов. Меркуриметрия.

**Комплексонометрическое титрование.** Комплексоны. Свойства этилендиаминтетрауксусной кислоты и ее динатриевой соли: строение, растворимость в воде, дентатность, состав образующихся комплексов. Построение кривых титрования: расчет концентраций иона металла в процессе титрования. Факторы, влияющие на величину скачка. Обнаружение конечной точки титрования: металлохромные индикаторы (эриохромовый черный Т, мурексид) и специфические индикаторы, предъявляемые к ним требования, механизм действия. Способы титрования. Селективность титрования и способы ее повышения. Определение кальция, магния, алюминия, железа, цинка, анионов.

**Окислительно-восстановительное титрование.** Молярная масса эквивалента в окислительно-восстановительных реакциях. Построение кривых титрования: вычисление окислительно-восстановительного потенциала в процессе титрования. Понятие о смешанном потенциале. Факторы, влияющие на величину скачка. Методы обнаружения конечной точки титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы (дифениламин), специфические индикаторы (крахмал), безындикаторное титрование.

**Перманганатометрия:** общая характеристика метода, первичные и вторичные стандартные растворы, стандартизация раствора перманганата калия. Примеры практического применения. Определение железа(II), роль компонентов смеси Рейнгагарда—Циммермана.

**Дихроматометрия:** общая характеристика метода, индикаторы. Примеры практического применения. Определение железа(II), роль серной и фосфорной кислот при титровании.

**Иодиметрия. Иодометрия.** Общая характеристика методов, приготовление растворов первичных и вторичных стандартов, индикатор, стандартизация раствора иода и тиосульфата натрия. Примеры практического применения. Иодометрическое определение меди(II). Определение воды в органических растворителях. Определение растворенного кислорода в воде.

**Броматометрия:** общая характеристика метода, индикаторы. Примеры определения неорганических и органических соединений.

**Осадительное титрование.** Сущность метода.

**Аргентометрия:** титрант, определяемые вещества. Построение кривых титрования галогенид-ионов. Индикаторы, механизм действия индикаторов. Определение конечной точки титрования методами Мора, Фольгарда и Фаянса.

**Меркурометрия:** титрант, определяемые соединения, индикаторы.

## 5. Гравиметрический метод анализа

Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической формам. Основные этапы выполнения определения. Механизм образования осадков. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств и условий осаждения. Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц и их роста. Условия образования кристаллических и аморфных осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка. Причины загрязнения осадка. Совместное осаждение, последующее осаждение. Соосаждение: адсорбция, окклюзия, изоморфизм. Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе.

Важнейшие неорганические и органические осадители. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании. Вычисления в гравиметрии, гравиметрический фактор. Определение серы, бария, кальция, магния, железа, никеля.

Аналитические весы, правила обращения с аналитическими весами.

## **6. Кинетика в аналитической химии.**

### **Кинетические методы анализа**

Скорость химических реакций. Факторы, влияющие на скорость химических реакций. Быстрые и медленные реакции. Индуцированные (цепные и сопряженные) реакции. Понятие об акторе, индукторе, акцепторе. Каталитические реакции. Автокаталитические реакции. Механизмы окислительно-восстановительных реакций и реакций комплексообразования.

Использование некаталитических и каталитических реакций. Индикаторная реакция и индикаторное вещество. Требования, предъявляемые к каталитическим реакциям. Способы определения концентрации: дифференциальный вариант, интегральный вариант, метод тангенсов, метод фиксированного времени, метод фиксированной концентрации, по длительности инкубационного периода. Преимущества и недостатки кинетических методов анализа. Сущность ферментативных методов анализа.

## **7. Отбор проб и подготовка пробы к анализу**

Генеральная, лабораторная, средняя (представительная), анализируемая пробы. Отбор проб газов, жидкостей и твердых веществ. Гомогенизация и усреднение пробы. Хранение и консервирование проб. Основные способы разложения: растворение, сплавление, спекание, термическое озоление. Учет и устранение загрязнений и потерь при разложении. Маскирование. Концентрирование и разделение.

## **8. Методы обнаружения элементов. Качественный анализ**

Химические методы обнаружения. Аналитические реакции, специфичность и избирательность. Пробирочные, микрорекристаллоскопические и капельные реакции. Экстракционные и хроматографические методы в качественном анализе.

### **Методы разделения и концентрирования в аналитической химии**

Виды гетерофазных систем. Описание межфазного равновесия. Изотерма распределения вещества. Сродство (селективность) вещества фазы к компоненту. Емкость фазы. Классификация методов концентрирования, их роль в химическом анализе. Количественные характеристики концентрирования: степень извлечения, коэффициент концентрирования, фактор разделения. Режимы сорбционных процессов. Основы теории динамики сорбции.

#### **Дистилляция и ректификация.**

Дистилляция и ректификация в химическом анализе. Схема ректификационной установки. Понятие теоретической тарелки. Флегмовое число.

#### **Экстракция.**

Закон распределения. Коэффициент распределения, константа распределения, константа экстракции. Кинетика экстракции. Экстракция микроэлементов и экстракция матрицы. Техника экстракционного концентрирования: разовая, многократная, противоточная экстракция, экстракционная хроматография. Процесс Крейга. Типы экстракционных систем. Нейтральные, кислые и основные экстрагенты, жидкие ионообменники. Факторы, влияющие на селективность экстракции: свойства органического растворителя, изменение кислотности водной фазы, маскирование и демаскирование.

#### **Ионный обмен.**

Ионный обмен в химическом анализе. Ионообменная емкость. Изотерма ионного обмена: изотерма Никольского. Константа обмена. Кинетика ионного обмена. Типичные иониты. Методы определения характеристик ионного обмена: обменной емкости, констант обмена и коэффициентов диффузии.

#### **Адсорбция.**

Адсорбция в химическом анализе. Природа межмолекулярных взаимодействий. Порозность и удельная поверхность. Изотерма адсорбции: участок Генри, изотермы Ленгмюра, БЭТ, Фрейндлиха. Типичные адсорбенты.

## **Хроматографические методы анализа и другие методы разделения и определения**

Определение хроматографического метода анализа. Хроматография как сорбционный процесс. Подвижная и неподвижная фазы. Вытеснительная и элюативная хроматографии. Виды элюативной хроматографии: классификация по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, механизму разделения, технике выполнения. Основные хроматографические параметры: время (объем) удерживания, мертвое время, коэффициент емкости, коэффициент распределения. Основное уравнение хроматографии. Теория хроматографического разделения: концепция теоретических тарелок и кинетическая теория. Эффективность колонки (число теоретических тарелок) и высота, эквивалентная теоретической тарелке (ВЭТТ). Селективность разделения, разрешение, связь между этими величинами. Блок-схема хроматографа. Методы дозирования пробы. Основные характеристики детекторов. Качественный и количественный хроматографический анализ.

**Газовая хроматография.** Газоадсорбционная и газожидкостная хроматография. Сорбенты, носители, колонки, неподвижные фазы, подвижные фазы, механизмы разделения. Требования к неподвижным жидким фазам, их селективность. Программирование температуры разделения. Принципы работы и рабочие характеристики основных детекторов (катарометр, пламенно-ионизационный, электронного захвата, термоионный, пламенно-фотометрический). Области применения газовой хроматографии.

**Жидкостная хроматография.** Нормально-фазовая и обращенно-фазовая хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Колонки, сорбенты, подвижные фазы, механизмы удерживания. Элюирующая сила и селективность растворителя. Элюотропные ряды. Принципы работы и рабочие характеристики основных типов детекторов (спектрофотометрический, рефрактометрический, флуориметрический, электрохимический). Области применения нормально-фазовой и обращенно-фазовой хроматографии.

**Ионообменная хроматография.** Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена, ряды селективности. Ионная хроматография как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии. Требования, предъявляемые к сорбентам для ионной хроматографии. Двухколоночная ионная хроматография, основные узлы прибора, кондуктометрический детектор. Процессы, происходящие в разделяющей и подавляющей колонках при разделении смесей катионов и анионов. Одноколоночная ионная хроматография: подвижные фазы, детекторы, преимущества и недостатки по сравнению с двухколоночным вариантом. Применение ионной и ионообменной хроматографии.

**Другие виды методов разделения и определения.** Тонкослойная хроматография. Проявление хроматограмм. Сверхкритическая флюидная хроматография. Вещества, используемые в качестве подвижной фазы. Капиллярный электрофорез. Принцип разделения смеси. Зонный и мицеллярный электрофорез. Блок-схема и принцип действия электрофорезера. Электрофореграмма: особенности качественного и количественного анализа методом капиллярного электрофореза.

## **Методы атомной оптической спектроскопии**

Общие вопросы спектрального анализа. Спектр электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия, поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов на основе спектра электромагнитного излучения: атомная и молекулярная, абсорбционная и эмиссионная спектроскопия. Спектры атомов. Основное и возбужденное состояния атомов, энергетические переходы, правила отбора. Законы испускания и поглощения. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина.

**Атомно-эмиссионная спектроскопия.** Определение. Основные узлы спектральных приборов: источник возбуждения (пламя, дуга, искра, индуктивно-связанная плазма, лазеры, их характеристики), диспергирующий элемент, приемники света. Физические и химические процессы, происходящие в источниках атомизации и возбуждения. Сущность метода эмиссионной фотометрии пламени. Процессы, протекающие в пламени при введении в него раствора. Влияние физических свойств растворов, процессов ионизации, самопоглощения, образования труднолетучих соединений на результаты анализа.

**Атомно-абсорбционный метод.** Сущность метода. Основные узлы приборов: источник излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), атомизаторы (пламя, непламенные электротермические), монохроматор, приемник. Связь аналитического сигнала с концентрацией. Методы количественного определения. Области применения. Сравнение пламенных атомно-абсорбционного и атомно-эмиссионного методов.

### **Молекулярная абсорбционная спектроскопия**

Сущность спектрофотометрического метода. Особенности спектров молекул. Схемы электронных уровней молекулы. Используемые поглощающие системы, особенности их спектров поглощения, полосы переноса заряда. Влияние различных факторов (поле лиганда, свойства растворителя) на вид спектров поглощения. Основной закон светопоглощения (Бугера - Ламберта - Бера). Оптическая плотность, пропускание. Молярный коэффициент поглощения. Инструментальные и физико-химические причины отклонения от закона поглощения. Правило суммирования вкладов. Фотометрическая реакция и требования к применимости ее в фотометрическом анализе. Выбор кювет и раствора сравнения. Дифференциальная спектрофотометрия. Метод спектрофотометрического титрования. Основные узлы приборов: источники света, монохроматоры, приемники света. Фотоэлектроколориметры и спектрофотометры.

Использование инфракрасной области спектра. Характеристические частоты и качественный анализ по ИК-спектрам. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Принцип и особенности метода.

### **Люминесцентный метод анализа**

Сущность люминесцентного метода анализа. Основные узлы прибора. Спектры люминесценции. Классификация видов люминесценции по методу возбуждения (фотолюминесценция, хемиллюминесценция, рентгенолюминесценция и т.д.), по механизму элементарных процессов (резонансная, спонтанная, вынужденная, рекомбинационная), длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Атомная флуоресценция. Интенсивность люминесценции. Отрицательное и положительное значение явления тушения люминесценции. Собственная люминесценция неорганических веществ, механизм свечения кристаллофосфоров, свечение различных соединений неорганических ионов с органическими реагентами. Влияние температуры на длительность возбужденного состояния.

**Другие оптические инструменты:** рефрактометр, нефелометр. Связь поляризуемости с коэффициентом преломления и молекулярным строением. Сущность и области применения.

### **Другие спектроскопические методы анализа**

Рентгеновская эмиссионная и флуоресцентная спектроскопия. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Масс-спектрометрия. Хромато-масс-спектрометрия. Локальные методы анализа: лазерная масс-спектрометрия, ион-ионная масс-спектрометрия.

### **Кинетические методы анализа**

Сущность методов. Использование катализируемых реакций для определения реагентов и катализаторов (каталиметрия). Определение содержания вещества по данным кинетических измерений. Индикаторная реакция и индикаторное вещество. Требования, предъявляемые к каталитическим реакциям. Гомогенный и гетерогенный катализ. Типы и механизмы индикаторных реакций, применяемых в каталиметрии для определения металлов: окислительно-восстановительные реакции, реакции обмена в координационных соединениях, реакции гидролиза сложных эфиров и декарбоксилирования кетокарбоновых кислот, ферментативные реакции. Ингибирование и активирование ферментов. Каталитические полярографические токи. Преимущества и недостатки кинетических методов анализа. Пределы обнаружения, селективность и пути ее повышения, экспрессность, автоматизация.

### **Методы электроанализа**

Классификация электрохимических методов: основанные на протекании электродной реакции, не связанные с протеканием электродной реакции, связанные с изменением структуры двойного электрического слоя. Классификация по способу выполнения: прямые, косвенные, инверсионные. Классификация по количеству вещества, участвующего в электродном процессе. Электрохимические ячейки. Фарадеевский ток. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Схема электрохимического процесса. Концентрационная поляризация. Кинетическая поляризация (перенапряжение). Поляризующиеся и неполяризующиеся электроды. Поляризационные кривые для обратимой и необратимой окислительно-восстановительной системы.

### **Потенциометрический метод анализа**

Сущность потенциометрического метода анализа. Уравнение Нернста. Способы измерения потенциала – компенсационный и некомпенсационный. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Электроды первого, второго и третьего рода. Ионоселективные электроды и их основные характеристики: электродная функция, селективность (потенциометрический коэффициент селективности), время отклика. Прямая потенциометрия: определение рН и ионометрия. Классификация ионоселективных электродов: с жесткой матрицей (стеклянный), с твердой мембраной, с жидкой мембраной. Зависимость потенциала ионоселективного электрода от активности определяемого вещества. Метод градуировочного графика, метод добавок. Потенциометрическое титрование.

### **Вольтамперометрические методы анализа**

Вольтамперная кривая «ток – напряжение». Классификация вольтамперометрических методов: полярография, амперометрия. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Ртутный капаящий электрод. Классическая полярография постоянного тока: предельный диффузионный ток, остаточный ток, уравнение Ильковича, потенциал полуволны. Идентификация и количественное определение методами прямой полярографии. Полярографические максимумы. Современные разновидности методов полярографии постоянного тока: импульсная, дифференциальная, инверсионная вольтамперометрия. Применение твердых электродов.

*Амперометрическое титрование.* Сущность метода. Индикаторные электроды. Виды кривых титрования. Выбор потенциала электрода при титровании.

*Кулонометрический метод анализа и кондуктометрия.* Закон Фарадея. Прямая и косвенная кулонометрия. Способы измерения количества электричества. Кулонометрия при постоянном потенциале рабочего электрода (потенциостатическая) и при постоянной величине силы тока (амперостатическая). Эффективность тока (выход по току) и ее определение. Получение электрогенерированного титранта. Определение конечной точки титрования.

Сущность метода кондуктометрии. Подвижность ионов в растворах электролитов. Закон Нернста-Эйнштейна. Применение в химическом анализе.

### **Радиохимические методы анализа**

Виды радиоактивности. Энергия ядерного распада. Виды детекторов радиоактивности: разрядные и сцинтилляционные счетчики. Период полураспада. Радиоизотопы. Метод радиоизотопной метки (изотопного разбавления). Методы гамма- и нейтронно-активационного анализа.

### **Основные объекты анализа**

Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, атмосферные осадки, почвы, донные отложения. Минералы и руды. Силикаты. Стали и сплавы. Биологические объекты. Органический анализ. Методы определения меди, свинца, цинка, кадмия, железа, никеля, кобальта, марганца, алюминия, калия, натрия, кальция, магния, фосфора, мышьяка, кремния, различных форм азота, хлора, серы, фтора, иода.

### **Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии**

Необходимость автоматизации и интеллектуализации современного химического анализа. Основы хемометрики. Кластерный анализ. Базы данных. Уровни моделирования методов аналитической химии. Прямые, оптимизационные и обратные задачи математического моделирования. Основы организации процесса анализа.

Программы адекватного моделирования методов ионной и адсорбционной хроматографии: ION-CHROM и MOLCHROM

**7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

**Лабораторный практикум**

Курс сопровождается практическими лабораторными занятиями в студенческом химическом практикуме, основная цель которых – закрепление теоретических знаний, а также получение практических навыков при выполнении лабораторных работ (обращении с химическими веществами, приборами и химической аппаратурой). Организация лабораторных работ проводится таким образом, чтобы студенты научились самостоятельно решать поставленные задачи путем проведения экспериментальных исследований и квалифицированной обработкой полученных результатов.

**Примерные темы лабораторных работ**

№ п/п	Наименование лабораторной работы
ЛР1	Приготовление растворов соляной кислоты, гидроксида натрия, карбоната натрия, ЭДТА, тиосульфата натрия, дихромата калия, перманганата калия, оксалата натрия
ЛР 2	Стандартизация раствора соляной кислоты по карбонату натрия. Стандартизация раствора гидроксида натрия по соляной кислоте. Определение соляной и борной кислоты при совместном присутствии
ЛР 3	Определение кальция и магния при совместном присутствии методом комплексонометрического титрования
ЛР 4	Стандартизация раствора тиосульфата натрия по дихромату калия. Иодометрическое определение меди
ЛР 5	Дихроматометрическое определение железа
ЛР 6	Стандартизация раствора перманганата калия по оксалату натрия. Перманганатометрическое определение железа
ЛР 7	Определение серной кислоты гравиметрическим методом
ЛР 8	Определение аминокислот в смеси методом бумажной хроматографии
ЛР 9	Определение 4-нитрофенола и 4-аминофенола в смеси методом бумажной хроматографии
ЛР 10	Определение уксусной кислоты ацетата натрия и хлорида натрия в смеси с использованием ионного обмена
ЛР 11	Изучение удерживания анионов методом двухколоночной ионной хроматографии
ЛР 12	Определение концентрации калия и натрия при совместном присутствии методом эмиссионной фотометрии пламени с использованием градуировочного графика
ЛР 13	Определение концентрации калия и натрия в пробах водопроводной (речной) воды методом эмиссионной фотометрии пламени (метод добавок)
ЛР 14	Определение примесей некоторых металлов в природных водах методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием градуировочного графика
ЛР 15	Определение константы диссоциации органического реагента
ЛР 16	Определение меди в виде аммиаката дифференциально-фотометрическим методом

ЛР 17	Определение железа(III) с сульфосалициловой кислотой дифференциально-фотометрическим методом
ЛР 18	Определение марганца в виде перманганат-иона спектрофотометрическим методом
19	Определение фосфора в виде молибдованадофосфорной кислоты спектрофотометрическим методом
ЛР 20	Экстракционно-фотометрическое определение анионных ПАВ
ЛР 21	Определение сульфатов в растворе турбидиметрическим методом
ЛР 22	Определение сульфатов кинетическим турбидиметрическим методом
ЛР 23	Определение рН растворов стеклянным электродом
ЛР 24	Определение активности ионов натрия в растворах стеклянным электродом
ЛР 25	Определение фторида в водах фторид-селективным электродом
ЛР 26	Определение рН и щелочности воды методом потенциометрического титрования
ЛР 27	Полярграфические кривые и их характеристики
ЛР 28	Снятие и расшифровка полярграфического спектра
ЛР 29	Полярграфическое обнаружение ионов $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$
ЛР 30	Полярграфическое определение ионов $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ методом стандартов
ЛР 31	Анализ образца водопроводной воды
ЛР 32	Анализ образца природной воды
ЛР 33	Анализ образца сплава
ЛР 34	Анализ образца почвы

Методические рекомендации по проведению лабораторных работ содержатся в методических пособиях, которые выдаются студентам перед работой:

- 1. Моржухина С.В.** Основы физико-химических методов анализа: Учебно-методическое пособие: В 2 ч. Ч.2 : Фотометрия. - Дубна: , 2010. - 76с.
- 2. Моржухина С.В.** Основы физико-химических методов анализа: Учебно-методическое пособие: В 2 ч. Ч.1 : Потенциометрия- Дубна: , 2011. - 76с.
- 3. Мухина И.В., Моржухина С.В.** Аналитическая химия. Часть 1
- 4. Мухина И.В., Моржухина С.В.** Аналитическая химия. Часть 2
- 5. Фадейкина И.Н., Полотнянко Н.А.** Инфракрасная спектроскопия с Фурье преобразованием
- 6. Моржухина С.В., Кузьмина О.К.** Флюориметрия
- 7. Моржухина С.В.** Исследование строение веществ и их идентификация методом спектроскопии комбинационного рассеяния
- 8. Моржухина С.В.** Электронная спектроскопия

**Практические занятия** призваны закрепить теоретические знания студентов и познакомить их с методами решения конкретных задач, возникающих при практическом применении химических знаний.

№ п/п	Тема практического занятия
C1	Приготовление растворов
C2	Расчет ионной силы. Расчет коэффициентов активности. Расчет pH сильных кислот и оснований
C3	Расчет pH слабых кислот и оснований, буферных растворов, амфолитов
C4	Расчет буферной емкости. Построение кривых кислотно-основного титрования слабой кислоты и слабого основания
C5	Построение распределительной диаграммы двухосновной кислоты
C6	Расчеты в кислотно-основном титровании
C7	Расчеты в кислотно-основном титровании
C8	Расчет равновесных концентраций и молярных долей комплексных частиц
C9	Расчеты в комплексонометрическом титровании
C10	Расчет окислительно-восстановительных потенциалов в различных условиях
C11	Построение кривых окислительно-восстановительного титрования
C12	Определение направления реакций окисления — восстановления. Расчет константы равновесия
C13	Расчеты в окислительно-восстановительном титровании
C14	Статистическая обработка результатов анализа
C15	Расчеты растворимости
C16	Расчеты растворимости
C17	Расчеты в гравиметрии
C18	Способы выражения концентраций, приготовления растворов. Основы потенциометрического метода анализа.
C19	Классификация электродов, применяемых в потенциометрическом методе анализа
C20	Виды потенциометрического титрования. Расчеты в кислотно-основном титровании
C21	Прямая потенциометрия. Метод градуировочного графика. Метод добавок.
C22	Метод инверсионной вольтамперометрии (ИВА). Совместное определение цинка, меди, свинца и кадмия в одной пробе
C23	Полярография. Методы расчета концентраций: метод добавок и метод градуировочного графика
C24	Пробоподготовка для ИВА, определение ионов металлов в природных, сточных водах и донных отложениях
C25	Атомная абсорбция
C26	Спектрофотометрические методы анализа. Закон Ламберта-Бугера-Бера. Выбор оптимальных условий фотометрирования

C27	Фотоколориметрический метод анализа. Метод градуировочного графика и метод добавок
C28	Контроль точности в количественном химическом анализе: сходимость, воспроизводимость, точность,
C29	Нефелометрический и турбидиметрический метод анализа. Экстракционно-фотометрический метод
C30	Методика определения содержания нитрит-ионов и ионов аммония, метод градуировочного графика
C31	Методика определения содержания железа общего
C32	Хроматография и другие методы разделения
C33	Методика определения содержания фосфат-ионов
C34	Определение содержания Сг и Мп при их совместном присутствии
C35	Экстракционно-фотометрический метод определения меди
C36	Экстракционно-фотометрический метод определения синтетических поверхностно-активных веществ
C37	Методы гамма-активационного анализа
C38	Методы нейтронно-активационного анализа
C39	Метод радиоизотопной метки (изотопного разбавления).
C40	Рентгеноспектральные методы анализа. Рентгеновская эмиссионная и флуоресцентная спектроскопия
C41	Люминесцентный метод анализа. Масс-спектрометрия. Рефрактометрия, нефелометрия
C42	Инфракрасная спектроскопия
C43	Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия
C44	Анализ реальных объектов

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов, преимущественно для подготовки докладов и выполнения других работ по индивидуальному заданию.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и профессиональному английскому языку и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к различным формам контроля.

Программой дисциплины предусмотрено выполнение лабораторных работ.

При прохождении лабораторного практикума студентам предлагается работать в малых группах: учебная группа разбивается на несколько небольших групп – по 2-3 человека.

Каждая группа выполняет задание (лабораторные опыты) из лабораторного практикума. Процесс выполнения лабораторных опытов осуществляется на основе обмена мнениями и выбора оптимального пути решения.

На основании полученных данных по всем опытам каждый студент заполняет свой лабораторный журнал, где записывает результаты опытов, наблюдения, составляет уравнения реакций химических процессов, если нужно производит соответствующие расчеты и результаты представляет в виде графической зависимости.

На собеседовании с преподавателем студент представляет оформленный отчет по данной лабораторной работе и отвечает на вопросы преподавателя, связанные с методикой работы, результатами и выводами. По ряду работ предусматривается применение метода «защиты».

Групповая работа в химической лаборатории стимулирует согласованное взаимодействие между студентами, отношения взаимной ответственности и сотрудничества. При формировании групп учитывается два признака: степень химической подготовленности студентов и характер межличностных отношений. В ряде случаев студентам самим предлагается разбиться на группы, состав которых впоследствии может корректироваться для повышения качества работы.

В лабораторном практикуме при выполнении отдельных опытов используется метод проблемного обучения: студент получает задание на химический процесс, методику которого он должен подобрать самостоятельно, обсудить ее с преподавателем и затем приступить к его выполнению

Последовательность всех контрольных мероприятий изложена в календарном плане, который доводится до сведения каждого студента в начале семестра.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, лексики, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- освоение профессионально языка путем знакомства студентов с оригинальными научными текстами, речи во время докладов и их обсуждения на примере интересной для них информации;
- выбор методов преподавания в зависимости от различных факторов, влияющих на организацию учебного процесса;
- объединение нескольких методов в единый преподавательский модуль в целях повышения эффективности процесса обучения;
- активное участие слушателей в учебном процессе;
- проведение семинарских занятий, определяющих приобретение навыков решения проблем и устной научной речи;
- проведение лабораторных работ, допуск к ним и их защита
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям
- Выполнение курсовой работы

Используемые методы преподавания: лекционные занятия с использованием мультимедиа презентаций; индивидуальные и групповые задания при проведении практических занятий.

При наличии академических задолженностей по практическим занятиям, связанных с их пропусками преподаватель выдает дополнительное задание студенту на подготовку реферата по пропущенной теме занятия.

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине необходимо проводить текущий и промежуточный контроль.

Текущий контроль выполняется в виде приема и защит лабораторных работ, рефератов, устного опроса на семинарских занятиях и заслушивания публичных научно-технических докладов.

## 8. Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

В учебном процессе, помимо чтения лекций, широко используются активные и интерактивные формы (обсуждение отдельных разделов дисциплины, защита курсовых работ). В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Для закрепления знаний студентов по отдельным разделам курса Аналитической химии проводятся лабораторные занятия, целью которых является формирование первых навыков самостоятельной работы.

### Перечень обязательных видов работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практическом занятии;
- решение практических задач и заданий на практическом занятии;
- допуск к лабораторным работам;
- выполнение лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- выполнение контрольных работ;
- коллоквиумы
- тестирование
- выполнение домашних работ:
- курсовые работы;
- участие в студенческой научной конференции

### Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
6	Лекционные занятия	Проблемная технология	10
	Практические занятия	решение практических задач и заданий на практическом занятии	10
	Лабораторные занятия	Работа в группах Допуск к лабораторной работе, Защита лабораторной работы, Составление отчета по лабораторной работе	15
	курсовые работы	Выполнение курсовой работы, подготовка отчета, доклада и презентации по курсовой работе, защита курсовой работы	40
7	Лекционные занятия	Проблемная технология	10
	Практические занятия	решение практических задач и заданий на практическом занятии	10
	Лабораторные занятия	Работа в группах Допуск к лабораторной работе, Защита лабораторной работы, Составление отчета по лабораторной работе	15
	курсовые работы	Выполнение курсовой работы, подготовка отчета, доклада и презентации по курсовой работе, защита курсовой работы	56
Всего:			164

При изучении теоретического курса на лекциях предусматривается изложение материала в виде презентации. Отдельные лекции излагаются по проблемной технологии.

Некоторые разделы теоретического курса изучаются с использованием опережающей самостоятельной работы: студенты получают задания на ознакомление с новым материалом до его изложения на лекциях.

При прохождении лабораторного практикума студентам предлагается работать в малых группах: учебная группа разбивается на несколько небольших групп – по 2-3 человека.

Каждая группа выполняет задание (лабораторные опыты) из лабораторного практикума. Процесс выполнения лабораторных опытов осуществляется на основе обмена мнениями и выбора оптимального пути решения.

На основании полученных данных по всем опытам каждый студент заполняет свой лабораторный журнал, где записывает результаты опытов, наблюдения, составляет уравнения реакций химических процессов, если нужно производит соответствующие расчеты и результаты представляет в виде графической зависимости.

На собеседовании с преподавателем студент представляет оформленный отчет по данной лабораторной работе и отвечает на вопросы преподавателя, связанные с методикой работы, результатами и выводами. По ряду работ предусматривается применение метода «защиты».

Групповая работа в химической лаборатории стимулирует согласованное взаимодействие между студентами, отношения взаимной ответственности и сотрудничества. При формировании групп учитывается два признака: степень химической подготовленности студентов и характер межличностных отношений. В ряде случаев студентам самим предлагается разбиться на группы, состав которых впоследствии может корректироваться для повышения качества работы.

## **9. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

- **Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

Полный перечень компетенций выпускников образовательной программы «Химия. Физическая химия» с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в картах компетенций образовательной программы.

Перечень компетенций выпускников образовательной программы «Химия. Физическая химия», в формировании которых участвует данная дисциплина представлен в разделе 4 рабочей программы дисциплины. Указание результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы формирования компетенций, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования представлено ниже.

- **Описание шкал оценивания**

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине в форме экзамена используется пятибалльная система оценивания.

Описание шкал оценивания для различных заданий, выполняемых в рамках текущего контроля, представлено в методических материалах, определяющих процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

- **Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	Уровень освоения компетенции	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b> принципы функционирования профессионального коллектива, понимать роль корпоративных норм и стандартов <b>Код З(Б-ОК-6)-I</b>	<b>Первый уровень (пороговый) (Б-ОК-6)-I</b> Способность работать в коллективе	Не знает (не ориентируется)	Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объеме	Демонстрирует высокий уровень знаний	лабораторные работы курсовая работа
<b>Уметь:</b> работать в коллективе, эффективно выполнять задачи профессиональной деятельности <b>Код У(Б-ОК-6)-I</b>		Не умеет	Демонстрирует частичные умения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень умений	лабораторные работы курсовая работа
<b>Уметь:</b> самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности. <b>У2 (Б-ОК-7)</b>		Не умеет и не готов.	Зная содержание процесса обучения, не умеет самостоятельно отбирать и систематизировать подлежащую усвоению информацию, выбирать методы и приемы организации своей познавательной деятельности.	Владеет отдельными методами и приемами отбора необходимой для усвоения информации, давая не полностью аргументированное обоснование ее соответствия целям самообразования.	Владеет системой отбора содержания обучения в соответствии с намеченными целями самообразования, но при выборе методов и приемов не полностью учитывает условия и личностные возможности овладения этим содержанием.	Умеет строить процесс самообразования с учетом внешних и внутренних условий реализации.	Подготовка к лабораторной работе лабораторные работы курсовая работа коллоквиумы выполнение домашних работ
<b>УМЕТЬ:</b> решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам <b>Код У2 (ОПК-1) - I</b>		Не умеет	Умеет решать типовые задачи из базовых курсов химии, но допускает отдельные ошибки	Умеет решать типовые задачи из базовых курсов химии	Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов химии	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов химии	решение практических задач; выполнение домашних работ; выполнение контрольных работ; зачет. экзамен

<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> владеть навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам <b>Код В (ОПК-1) - I</b></p>		Не владеет	Владеет навыками поиска учебной литературы, в т.ч., с использованием электронных ресурсов	Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала по основным химическим дисциплинам	Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы по основным химическим дисциплинам и обсуждения освоенного материала	Владеет навыками критического анализа учебной информации по основным разделам химии, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам	ответы на теоретические вопросы на практическом занятии допуск к лабораторным работам; курсовые работы
<p><b>ЗНАТЬ:</b> знать теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач <b>Код З (ОПК-1) - II</b></p>	<p><b>Второй уровень (углублённый) (ОПК-1) – II</b> Приобретение навыков использования теоретических основ традиционных и новых разделов химии при решении задач профессиональной сферы деятельности</p>	Не знает	Имеет фрагментарные представления о закономерностях протекания химических процессов с участием определенной группы веществ и возможности их использования при решении конкретных практических задач	Имеет общее представление о закономерностях протекания химических процессов, может сформулировать их для определенной группы веществ и привести примеры использования этих закономерностей при решении конкретных практических задач	Знает закономерности протекания химических процессов с участием веществ различной природы, но допускает отдельные неточности при их формулировке и оценке условий применимости этих закономерностей при решении конкретных химических и материаловедческих задач	Знает закономерности протекания химических процессов с участием веществ различной природы, способы их применения при решении практических задач в области фундаментальной и прикладной химии	ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ; выполнение контрольных работ; коллоквиумы допуск к лабораторным работам; защита лабораторных работ; курсовые работы зачет. экзамен
<p><b>УМЕТЬ:</b> применять знания общих и специфических закономерностей различных областей химической науки при решении профессиональных задач <b>Код У1 (ОПК-1) - II</b></p>		Не умеет	Может перечислить общие подходы к решению поставленной задачи, но затрудняется в выборе конкретных методов	Умеет выбирать необходимые методы химического и физико-химического анализа сложных объектов	Умеет использовать теоретические модели для обоснования реакционной способности соединений различной природы и оптимизации условий получения заданных веществ и материалов	Умеет планировать работу и интерпретировать полученные результаты с привлечением теоретических представлений базовых химических дисциплин	ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ; выполнение контрольных работ; коллоквиумы допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ, защита лабораторных работ; курсовые работы зачет. экзамен

<p><b>УМЕТЬ:</b> готовить элементы документации, проекты планов и программ проведения отдельных этапов работ в профессиональной сфере деятельности <b>Код У2 (ОПК-1) - II</b></p>		Не умеет	Умеет собирать и систематизировать вспомогательные материалы для подготовки документации в профессиональной сфере деятельности	Умеет самостоятельно готовить элементы документации для решения задач профессиональной сферы деятельности	Умеет готовить проекты планов и программ проведения отдельных этапов работ под руководством специалиста более высокой квалификации	Умеет самостоятельно готовить проекты планов и программ проведения отдельных этапов работ в профессиональной сфере деятельности	отчет по лабораторной работе курсовые работы
<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> владеть навыками использования теоретических основ базовых химических дисциплин при решении конкретных химических и материаловедческих задач <b>Код В (ОПК-1) - II</b></p>		Не владеет	Владеет общими представлениями о возможности практического использования теоретических основ химии, но не в состоянии их конкретизировать применительно к поставленной задаче	Владеет общими представлениями о возможности практического применения теоретических основ химии, но допускает неточности при их использовании применительно к поставленной задаче	Владеет навыками применения теоретических основ химии при решении реальных практических задач в отдельной области химии и материаловедения	Владеет навыками применения теоретических основ химии при планировании работ в профессиональной сфере деятельности и грамотной интерпретации полученных результатов	ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ; выполнение контрольных работ; коллоквиумы допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы зачет. экзамен
<p><b>УМЕТЬ:</b> уметь анализировать и обрабатывать научнотехническую информацию на основе теоретических представлений традиционных и новых разделов химии <b>Код У1 (ОПК-1) - III</b></p>	<p><b>Третий уровень (продвинутый) (ОПК-1) – III</b> Способность использовать теоретические основы химии при планировании и организации работ по решению задач профессиональной сферы деятельности</p>	Не умеет	Умеет решать учебные задачи, имитирующие реальные ситуации из практики НИР, но допускает отдельные ошибки	Умеет решать учебные задачи, имитирующие реальные ситуации из практики НИР	Умеет обосновывать выбор средств решения конкретных задач профессиональной деятельности на основе теоретических представлений традиционных и новых разделов химии	Умеет критически анализировать результаты отдельных этапов научных и научно-технологических исследований на предмет их соответствия теоретическим представлениям химической науки; умеет проводить поиск в патентных базах данных	ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ; выполнение контрольных работ; коллоквиумы допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы зачет. экзамен

<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> владеть навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов отдельных этапов работ с учетом теоретических основ традиционных и новых разделов химии <b>Код В 1(ОПК-1) - III</b></p>		Не владеет	Владеет базовыми навыками анализа научно-технической информации	Владеет навыками анализа научно-технической информации по общим разделам химии, но испытывает затруднения при их применении к решению реальных задач	Владеет навыками анализа научно-технической информации по общим разделам химии, но допускает неточности при интерпретации отдельных результатов работ в профессиональной сфере деятельности	Способен провести анализ научно-технической информации по общим разделам химии и грамотно интерпретировать результаты отдельных этапов работ с привлечением сведений из традиционных и новых разделов химии	ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ; выполнение контрольных работ; коллоквиумы допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы зачет. экзамен
<p><b>ЗНАТЬ:</b> знать методы получения, идентификации и исследования свойств веществ (материалов) <b>Код З1 (ОПК-2) - II</b></p>	<p><b>Второй уровень (углублённый) (ОПК-2) – II</b> Способность проводить экспериментальные работы разного уровня сложности и обрабатывать полученные результаты</p>	Не знает	Затрудняется в выборе методов получения, идентификации и исследования свойств веществ (материалов)	Может предложить один из возможных методов получения, идентификации и исследования свойств веществ (материалов) определенного класса	Может предложить несколько способов получения, идентификации и исследования свойств веществ (материалов) определенного класса	Может обосновать выбор оптимального способа получения, идентификации и исследования свойств веществ (материалов) определенного класса	ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ; выполнение контрольных работ; коллоквиумы допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы зачет. экзамен
<p><b>УМЕТЬ:</b> уметь выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения <b>Код У2 (ОПК-2) - II</b></p>		Не умеет	Может указать группу методов исследования предложенного вещества (материала, процесса), подготовить образцы для измерений	Может выбрать метод диагностики конкретного вещества (материала, процесса) из набора предложенных и провести измерения на простом оборудовании под руководством специалиста более высокой квалификации	Может указать метод исследования веществ (материалов, процессов), сформулировать общие требования к условиям диагностики и самостоятельно провести измерения на простом оборудовании	Может указать несколько методов исследования конкретного вещества (материала, процесса), сформулировать требования к условиям диагностики, умеет адаптировать стандартные методики эксперимента для решения конкретных задач	ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ; выполнение контрольных работ; коллоквиумы допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы зачет. экзамен

<p><b>УМЕТЬ:</b> уметь обрабатывать результаты эксперимента <b>Код У3 (ОПК-2) - II</b></p>		Не умеет	Умеет использовать компьютерные технологии для систематизации результатов эксперимента	Умеет представлять результаты эксперимента в виде, пригодном для последующей обработки с использованием вычислительных средств	Способен применить предлагаемый программный продукт для обработки экспериментальных данных	Способен выбрать и применить программный продукт, наиболее подходящий для обработки результатов конкретного эксперимента	ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ; выполнение контрольных работ; коллоквиумы допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы зачет. экзамен
<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> владеть навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов <b>Код В (ОПК-2) - II</b></p>		Не владеет	Владеет отдельными навыками получения сложных веществ, общими представлениями о способах их диагностики и обработки результатов эксперимента	Владеет некоторыми навыками многостадийного синтеза, методологией выбора способов диагностики веществ и материалов, но допускает отдельные ошибки при обработке результатов эксперимента	В целом владеет навыками многостадийного синтеза и методологией выбора способов диагностики веществ и материалов	В полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза, основными методами диагностики веществ (материалов) и методами обработки результатов эксперимента	ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ; выполнение контрольных работ; коллоквиумы допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы зачет. экзамен
<p><b>ЗНАТЬ:</b> знать методы планирования эксперимента <b>Код З 1(ОПК-2) - III</b></p>	<p><i>ОПК-2 Третий уровень</i> (продвинутый) *, **, ***  Способность планировать экспериментальную часть проектных и исследовательских работ, анализировать и обобщать результаты эксперимента</p>	Не знает	Имеет фрагментарные представления о методах планирования эксперимента	Имеет общее представление о методах планирования эксперимента	Знает стандартные методы планирования эксперимента	Знает нестандартные методы планирования эксперимента	ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы

<p><b>УМЕТЬ:</b> уметь планировать эксперимент на основе анализа литературных данных <b>Код У1 (ОПК-2) - III</b></p>		Не умеет	Затрудняется в составлении плана экспериментальных работ	Умеет планировать отдельные этапы экспериментальных работ с учетом рекомендаций специалиста более высокой квалификации	Умеет планировать основные этапы экспериментальных работ с учетом рекомендаций специалиста более высокой квалификации	Умеет самостоятельно планировать основные этапы экспериментальных работ на основе анализа литературных данных о результатах изучения аналогичных объектов	выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы
<p><b>УМЕТЬ:</b> уметь анализировать и обобщать результаты эксперимента, формулировать выводы <b>Код У2 (ОПК-2) - III</b></p>		Не умеет	Умеет провести первичный анализ результатов типовых экспериментов	Умеет самостоятельно расшифровывать полученные экспериментальные данные и сопоставлять их с литературными данными	Умеет выявлять частные закономерности на основе анализа совокупности полученных экспериментальных данных и формулировать частные выводы	Умеет строить типовые модели для описания экспериментальных данных и прогнозирования явлений и свойств, делать обоснованные выводы о применимости модели к поставленной задаче	ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ; допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы зачет. экзамен
<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> владеть навыками планирования, анализа и обобщения результатов эксперимента <b>Код В (ОПК-2) - III</b></p>		Не владеет	Владеет базовыми навыками анализа результатов типового эксперимента	Владеет базовыми навыками планирования и анализа результатов типового эксперимента	Владеет ограниченными навыками планирования, анализа и результатов типового эксперимента	Владеет навыками планирования типового эксперимента, анализа и обобщения его результатов	решение практических задач; выполнение домашних работ; выполнение контрольных работ; коллоквиумы допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы зачет. экзамен

<p style="text-align: center;"><b>ЗНАТЬ:</b> знать математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения <b>Код 31 (ОПК-3) - I</b></p>	<p><i>ОПК-3 Первый уровень</i> (пороговый) *, **, Приобретение базовых знаний основных разделов математики (аналитическая геометрия, линейная алгебра, математический анализ, дифференциальные уравнения) и естественнонаучных дисциплин (классическая и квантовая механика, электричество, оптика, физика твердого тела, химические основы биологических процессов), необходимых для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>Не знает</p>	<p>Не может привести примеры использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения</p>	<p>Имеет представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения, но допускает неточности в формулировках</p>	<p>Имеет представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения</p>	<p>Имеет четкое, целостное представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения</p>	<p>ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ; выполнение контрольных работ; коллоквиумы допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы зачет. экзамен</p>
<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> владеть навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин <b>Код В (ОПК-3) - I</b></p>		<p>Не владеет</p>	<p>Владеет навыками поиска учебной литературы, в т.ч., с использованием электронных ресурсов, частично владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин</p>	<p>Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала, в целом владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин</p>	<p>Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы, владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин</p>	<p>Владеет навыками критического анализа учебной информации, уровень владения терминологией и понятийным аппаратом позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам базовых математических и естественнонаучных дисциплин</p>	<p>ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ; выполнение контрольных работ; коллоквиумы допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы зачет. экзамен</p>

<p><b>ЗНАТЬ:</b> знать основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач <b>Код З1(ОПК-4) - I</b></p>	<p><b>Первый уровень (пороговый) (ОПК-4) – I</b> Приобретение базовых знаний и навыков применения стандартного программного обеспечения и информационных технологий при решении задач профессиональной сферы деятельности</p>	<p>Не знает</p>	<p>Знает устройство компьютера, назначение его основных рабочих узлов</p>	<p>Знает основные правила «компьютерной гигиены», требования информационной безопасности применительно к профессиональной сфере деятельности</p>	<p>Знает типы операционных систем и их основные возможности для решения задач профессиональной сферы деятельности</p>	<p>Знает основные правила и приемы составления библиографических баз данных с использованием стандартного программного обеспечения</p>	<p>ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ; защита лабораторных работ; курсовые работы</p>
<p><b>УМЕТЬ:</b> уметь применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке научных публикаций и докладов <b>Код У1 ОПК-4) - I</b></p>		<p>Не умеет</p>	<p>Умеет использовать отдельные функции наиболее распространенных программных продуктов при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов</p>	<p>Умеет использовать основные функции наиболее распространенных программных продуктов при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов</p>	<p>Умеет использовать стандартное программное обеспечение при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов</p>	<p>Умеет использовать несколько программных продуктов для обработки экспериментальных данных и подготовки научных публикаций и докладов</p>	<p>допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы</p>
<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> владеть базовыми навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований и представления их научному сообществу <b>Код В1(ОПК-4) - I</b></p>		<p>Не владеет</p>	<p>Способен использовать стандартное программное обеспечение для обработки результатов исследований и подготовки презентаций при непосредственной помощи сотрудника более высокой квалификации</p>	<p>Владеет первичными навыками применения стандартных программ для обработки экспериментальных данных, набора текстов и построения простых графиков</p>	<p>Владеет базовыми навыками применения стандартных программ для обработки экспериментальных данных, форматирования текстов, построения графиков и рисунков</p>	<p>Способен в сжатые сроки освоить новое программное обеспечение под руководством специалиста более высокой квалификации, способен подготовить тезисы доклада и презентацию по заданной теме при наличии шаблона</p>	<p>допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы</p>

<p><b>ЗНАТЬ:</b> знать основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности <b>Код З1 (ОПК-5 - I</b></p>	<p><b>Первый уровень (пороговый) (ОПК-5 – I</b> Приобретение базовых знаний и навыков применения стандартных источников информации при решении задач профессиональной сферы деятельности</p>	<p>Не знает</p>	<p>Знает названия нескольких основных российских научных и образовательных порталов по химии</p>	<p>Знает структуру и содержание основных российских научных и образовательных порталов по химии, но допускает отдельные неточности</p>	<p>Знает структуру и содержание основных российских научных и образовательных порталов по химии, правила составления поисковых запросов</p>	<p>Знает структуру и содержание основных российских и международных научных и образовательных порталов по химии, правила составления поисковых запросов</p>	<p>ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ: допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы</p>
<p><b>УМЕТЬ:</b> уметь проводить первичный поиск информации для решения профессиональных задач <b>Код У1 (ОПК-5) - I</b></p>		<p>Не умеет</p>	<p>Испытывает затруднения в последовательности операций и составлении поискового запроса</p>	<p>Умеет составить запрос для поиска необходимой научной и образовательной информации после консультации со специалистом более высокой квалификации</p>	<p>Умеет корректно составить запрос для поиска общей информации по заданной теме на научных и образовательных порталах в сети Интернет</p>	<p>Умеет находить общую информацию для решения профессиональных задач</p>	<p>решение практических задач; выполнение домашних работ: допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы</p>
<p><b>УМЕТЬ:</b> уметь применять стандартное программное обеспечение при подготовке научных публикаций и докладов <b>Код У2 (ОПК-5) - I</b></p>		<p>Не умеет</p>	<p>Умеет использовать отдельные функции наиболее распространенных программных продуктов при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов</p>	<p>Умеет использовать основные функции наиболее распространенных программных продуктов при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов</p>	<p>Умеет использовать стандартное программное обеспечение при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов</p>	<p>Умеет использовать несколько программных продуктов для обработки экспериментальных данных и подготовки научных публикаций и докладов</p>	<p>решение практических задач; выполнение домашних работ: допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы</p>

<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> владеть навыками работы с научными и образовательными порталами <b>Код В1 (ОПК-5) - I</b></p>		Не владеет	Затрудняется в поиске профессиональной информации в сети Интернет	Владеет начальными навыками работы с научными и образовательными порталами	Владеет навыками составления запросов для поиска необходимой информации на научных и образовательных порталах в сети Интернет	Владеет навыками получения общей научной информации в сети Интернет	ответы на теоретические вопросы на практическом занятии решение практических задач; выполнение домашних работ; допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы
<p><b>ЗНАТЬ:</b> знать нормы ТБ <b>Код З1 (ОПК-6) - I</b></p>		Не знает	не знает норм ТБ	Имеет общее представление о нормах ТБ	Знает нормы ТБ, но допускает отдельные неточности	Знает правила техники безопасности при проведении эксперимента	допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы
<p><b>ЗНАТЬ:</b> Физические и химические свойства веществ, с которыми планируется проведение эксперимента <b>Код З2 (ОПК-6) - I</b></p>		Не знает	не знает физические и химические свойства веществ, с которыми планируется проведение эксперимента	Имеет общее представление физических и химических свойства веществ, с которыми планируется проведение эксперимента	Знает физические и химические свойства веществ, с которыми планируется проведение эксперимента, но допускает отдельные неточности	Знает физические и химические свойства веществ, с которыми планируется проведение эксперимента	допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы
<p><b>УМЕТЬ:</b> Проводить химический эксперимент с учетом норм и правил техники безопасности <b>Код У (ОПК-6) - I</b></p>		Не умеет	Умеет проводить химический эксперимент с учетом норм и правил техники безопасности, но допускает неточности	Умеет Проводить химический эксперимент с учетом норм и правил техники безопасности. Допускает отдельные ошибки	Умеет проводить химический эксперимент с учетом норм и правил техники безопасности с небольшим количеством замечаний	Умеет Проводить химический эксперимент с учетом норм и правил техники безопасности	допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы
<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> Методами безопасной работы в лаборатории <b>Код В (ОПК-6) - I</b></p>		Не владеет	Владеет отдельными навыками безопасной работы в лаборатории, но допускает неточности	Владеет базовыми навыками безопасной работы в лаборатории. Допускает отдельные ошибки	Владеет методами безопасной работы в лаборатории с небольшим количеством замечаний	Владеет методами безопасной работы в лаборатории	допуск к лабораторным работам; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; курсовые работы

- **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.**

## **Промежуточная аттестация**

### **Перечень вопросов, выносимых на экзамен**

#### **3 семестр**

1. Предмет аналитической химии, ее структура. Цель химического анализа. Понятия аналитического сигнала, аналитической системы. Схема процесса анализа.
2. Классификация методов химического анализа. Задачи и характеристики метода химического анализа. Классификация анализируемых смесей по информационному критерию.
3. Понятие химической системы: фазовое строение, химический компонент, характеристика устойчивости и равновесия системы. Классификация химических равновесий в аналитической химии.
4. Электролитическая диссоциация, основные положения теории кислот и оснований Бренстеда-Лоури. Автопротолиз растворителя. Константа диссоциации, сила кислот.
5. Понятия концентрации и активности. Активность электролита по Дебаю-Хюккелю.
6. Водородный показатель, рН, функция кислотности Гаммета. Буферы, буферная емкость, рН буферной системы.
7. Расчет кислотно-основного равновесия. Степень диссоциации. Приближенные формулы для рН слабых кислот (оснований).
8. Кислотно-основное титрование. Характерные точки на кривых титрования. Кислотно-основные индикаторы.
9. Строение комплексов. Природа и дентатность лигандов. Функция образования и константы устойчивости комплексов.
10. Расчет концентраций и степени образования комплексов. Влияние рН на равновесие.
11. Комплексонометрия. Титрование жесткости воды. Металлоиндикаторы для трилонометрии.
12. Процесс образования осадка. Влияние степени пересыщения на размер частиц. Правило фаз Гиббса. Произведение растворимости как термодинамическая характеристика реакции осадкообразования.
13. Расчет растворимости. Влияние гидролиза и комплексообразования. Вид кривой растворимости.
14. Гравиметрия. Виды загрязнений осадков и способы их устранения. Процедуры гравиметрии. Осаждаемая и гравиметрическая формы.
15. Образование и свойства кристаллических и аморфных осадков. Относительное пересыщение. Условия получения крупнокристаллических осадков. Условия получения хорошо фильтрующихся аморфных осадков.
16. Гравиметрический анализ. Операции гравиметрического анализа.
17. Старение осадков. Загрязнения осадков (адсорбция, окклюзия, изоморфизм) и способы их уменьшения.
18. Требования к осаждаемой и гравиметрическим формам. Вычисление результатов гравиметрического анализа. Примеры расчета гравиметрических факторов.
19. Осаждение, как метод разделения и концентрирования. Формы осадков нерастворимых в воде. Соосаждение с малорастворимыми осадками.
20. Осадительное титрование. Определение галогенидов (аргентометрия) и сульфатов. Осадительные индикаторы.

21. Сущность титриметрического метода анализа. Требования, предъявляемые к применяемым химическим реакциям. Классификация по химическим реакциям, по способу выполнения. Эквивалент. Нормальность. Титр. Первичные и вторичные стандарты.
22. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования сильной кислоты (основания) сильным основанием (кислотой), слабой кислоты (основания) сильным основанием (кислотой), многоосновных кислот и оснований. Влияние концентрации титруемого раствора и титранта, констант диссоциации, температуры на форму кривой титрования и величину скачка.
23. Индикаторы для кислотно-основного титрования. Интервал перехода индикатора и показатель титрования. Правила выбора индикатора.
24. Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования (на примере ... сильная кислота + сильное основание).
25. Методы кислотно-основного титрования. Определение карбонатной жесткости воды.
26. Комплексометрическое титрование, Кривые титрования. Факторы, влияющие на величину скачка и положение точки эквивалентности. Индикаторы.
27. Окислительно-восстановительное титрование. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциал. Кривые титрования. Индикаторы.
28. Окислительно-восстановительное титрование. Индикаторы. Перманганатометрия. Иодометрия.
29. Комплексометрическое титрование (на примере определения общей жесткости воды). Индикаторы.
30. Реакции окисления-восстановления. Степень окисления элемента. Уравнение окислительно-восстановительной реакции. Константа равновесия. Условие протекания окислительно-восстановительной реакции.
31. Полууреакции передачи электронов. Уравнение Нернста. Окислительно-восстановительный потенциал. Стандартный потенциал полууреакции.
32. Расчет окислительно-восстановительных равновесий. Влияние побочных реакций (гидролиз, комплексообразование, осадкообразование).
33. Принципы потенциометрии. Потенциометрическое титрование. Преимущества потенциометрического титрования по сравнению с титрованием по индикаторам.
34. Электрохимическая ячейка. Индикаторные электроды и электроды сравнения, предъявляемые к ним требования. Стандартный водородный электрод. Насыщенный каломельный электрод. Хлорсеребряный электрод.
35. Ионметрия. Сущность метода. Типы и основные характеристики ионоселективных электродов. Стеклоанный электрод. Измерение рН растворов.
36. Потенциометрическое титрование. Сущность метода. Используемые химические реакции и индикаторные электроды. Способы определения конечной точки титрования.
37. Структура экспериментальной погрешности. Среднее значение и среднеквадратичное отклонение. Коэффициент Стьюдента.
38. Характеристика методов анализа: чувствительность, предел обнаружения элементов, воспроизводимость. Систематические (постоянные) и случайные ошибки анализа.
39. Функциональная связь сигнала и концентрации аналита. Сигнал фона.
40. Построение градуировочного графика, метод добавок, метод стандартов. Определение функциональной связи, метод наименьших квадратов.
41. Что такое “промахи” в результате анализа? Как они исключаются? Q - критерий.

#### 4 семестр

<p><b>Общие вопросы хроматографического анализа.</b> Хроматография как сорбционный процесс. Подвижная и неподвижная фазы и виды элюативной хроматографии. Основные хроматографические параметры. Блок-схема хроматографа. Качественный и количественный хроматографический анализ.</p>
<p><b>Капиллярный электрофорез.</b> Принцип разделения смеси. Зонный и мицелярный электрофорез. Блок-схема и принцип действия электрофорезера. Электрофореграмма: особенности качественного и количественного анализа методом капиллярного электрофореза.</p>
<p><b>Газовая хроматография.</b> Газоадсорбционная и газожидкостная хроматография. Сорбенты, носители, колонки, неподвижные фазы, подвижные фазы, механизмы разделения. Программирование температуры колонки. Принципы работы и рабочие характеристики основных детекторов. Области применения газовой хроматографии.</p>
<p><b>Жидкостная хроматография.</b> Нормально-фазовая и обращенно-фазовая хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Колонки, сорбенты, подвижные фазы, механизмы удерживания. Принципы работы основных типов детекторов. Области применения ВЭЖХ.</p>
<p><b>Ионообменная хроматография.</b> Ионообменное равновесие и селективность ионного обмена. Высокоэффективная ионообменная хроматография. Сорбенты.</p>
<p><b>Ионная хроматография.</b> Основные узлы ионного хроматографа с химическим подавлением электропроводности. Процессы, происходящие в разделяющей колонке и в подавителе при разделении смесей катионов и анионов. Одноколоночная ионная хроматография: подвижные фазы, детекторы, преимущества и недостатки по сравнению с двухколоночным вариантом. Применение ионной хроматографии.</p>
<p><b>Общие вопросы спектрофотометрического анализа.</b> Спектр электромагнитного излучения. Типы взаимодействия вещества со светом: эмиссия, поглощение, рассеяние. Законы испускания и поглощения. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина.</p>
<p><b>Классификация спектроскопических методов:</b> атомная и молекулярная, абсорбционная и эмиссионная спектроскопия. Сравнение пламенных атомно-абсорбционного и атомно-эмиссионного методов.</p>
<p><b>Атомно-эмиссионная спектроскопия.</b> Сущность метода. Основные узлы приборов: источник возбуждения, диспергирующий элемент, монохроматор, приемник света. Связь аналитического сигнала с концентрацией. Область применения.</p>
<p><b>Атомно-абсорбционный метод.</b> Сущность метода. Источники излучения, атомизаторы, монохроматор, приемник света. Связь аналитического сигнала с концентрацией. Область применения.</p>
<p><b>Молекулярная абсорбционная спектроскопия.</b> Особенности спектров молекул. Основной закон светопоглощения. Дифференциальная спектрофотометрия. Основные узлы приборов: источники света, монохроматоры, приемники света. Область применения.</p>
<p><b>Инфракрасная спектроскопия.</b> Инфракрасная область спектра. Принцип и особенности метода. Характеристические частоты и качественный анализ по ИК-спектрам. Область применения.</p>
<p><b>Люминесцентный метод анализа.</b> Классификация видов люминесценции по методу возбуждения, длительности свечения. Основные узлы приборов. Связь аналитического сигнала с концентрацией. Область применения.</p>
<p><b>Рефрактометрия, нефелометрия.</b> Связь поляризуемости с коэффициентом преломления и с молекулярным строением. Принципы действия методов, возможности и области применения.</p>
<p><b>Масс-спектрометрия.</b> Сущность метода. Основные узлы приборов. Связь аналитического сигнала с концентрацией. Область применения.</p>

<p><b>Рентгеноспектральные методы анализа.</b> Рентгеновская эмиссионная и флуоресцентная спектроскопия. Основные узлы приборов. Связь аналитического сигнала с концентрацией. Область применения.</p>
<p><b>Общие вопросы электрохимических методов анализа.</b> Классификация. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Электрохимические ячейки. Схема электрохимического процесса.</p>
<p><b>Потенциометрический метод анализа.</b> Сущность метода. Основные узлы приборов. Связь аналитического сигнала с концентрацией. Прямая потенциометрия: определение рН и ионометрия.</p>
<p><b>Вольтамперометрические методы анализа.</b> Классификация. Общая характеристика методов анализа. Примеры определения неорганических и органических соединений.</p>
<p><b>Метод классической прямой полярографии.</b> Принцип метода. Схема процесса. Идентификация и количественное определение методом классической прямой полярографии. Область применения.</p>
<p><b>Метод инверсионной вольтамперометрии.</b> Принцип метода. Характеристика процесса. Область применения.</p>
<p><b>Амперометрия.</b> Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала электрода. Область применения.</p>
<p><b>Кулонометрический метод анализа.</b> Сущность метода. Способы приложения закона Фарадея. Применение в химическом анализе.</p>
<p><b>Кондуктометрический метод анализа.</b> Сущность метода. Подвижность ионов в растворах электролитов. Применение в химическом анализе.</p>
<p><b>Радиохимические методы анализа.</b> Виды радиоактивности. Энергия ядерного распада. Виды детекторов радиоактивности: разрядные и сцинтилляционные счетчики. Период полураспада. Радиоизотопы.</p>
<p><b>Метод радиоизотопной метки (изотопного разбавления).</b> Сущность метода. Область применения.</p>
<p><b>Методы гамма- и нейтронно- активационного анализа.</b> Сущность методов. Область применения.</p>
<p><b>Основные объекты анализа.</b> Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, атмосферные осадки, почвы, донные отложения, минералы и руды. Производственный анализ. Органический и биохимический анализ. Примеры элементного и вещественного анализа.</p>
<p><b>Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии.</b> Необходимость автоматизации и интеллектуализации современного химического анализа. Уровни и задачи математического моделирования методов аналитической химии.</p>
<p><b>Принципы математической обработки результатов анализа.</b> Базы данных. Статистический анализ данных.</p>

## Пример экзаменационного билета:

### 3 семестр:

#### Билет № 1

1. Водородный показатель, рН. Буферы, буферная емкость, рН буферной системы.
2. Методы кислотно-основного титрования. Стандартизация раствора HCl по натрию тетраборату. Совместное определение карбонатов и гидрокарбонатов
3. Определите молярность, нормальность и титр раствора хлорида алюминия ( $\text{AlCl}_3$ ), содержащего в 1 литре 13,35 грамм хлорида алюминия ( $\text{AlCl}_3$ ).
4. Для количественного определения  $\text{Ba}^{2+}$  растворили навеску  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  в 0,4526 г. Какой объем 2 н. раствора серной кислоты потребуется для полного осаждения ионов  $\text{Ba}^{2+}$ ?
5. Вычислите рН раствора, в состав которого входит азотная кислота,
6.  $\text{C}(\text{HNO}_3) = 1 \cdot 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup> и борная кислота,  $\text{C}(\text{H}_3\text{BO}_3) = 0,1$  моль/дм<sup>3</sup>.
7. Рассчитайте активности ионов калия и сульфата в 0.10 М растворе сульфата калия.
8. Рассчитайте условную константу устойчивости ( $\beta_0$ ) комплексоната кальция при рН=3. Можно ли в этих условиях оттитровать кальций с помощью ЭДТА?
9.  $\beta_0 \text{CaY}^{2-} = 5 \cdot 10^{10}$ . Константы кислотности ЭДТА равны:  $\text{K}_1 = 1 \cdot 10^{-2}$ ,  $\text{K}_2 = 2 \cdot 10^{-3}$ ,  $\text{K}_3 = 7 \cdot 10^{-7}$ ,  $\text{K}_4 = 5 \cdot 10^{-11}$
10. Рассчитайте степень ионизации ионов аммония в водном растворе хлорида аммония с концентрацией 0,100 моль/л и рН данного раствора. Коэффициенты активности ионов примите равными 1,00.  $\text{K}_b(\text{NH}_3) = 1,76 \cdot 10^{-5}$
11. Вычислить произведение растворимости иодида серебра AgI, если растворимость этой соли при температуре 25°C равна  $2,865 \cdot 10^{-6}$  г/л.
12. Рассчитайте редокс-потенциал системы  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$  в растворе с рН 1,50, содержащем 0,0800 моль/л  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  и 0,120 моль/л  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ . Коэффициенты активности ионов примите равными 1,00.

### 4 семестр:

#### Билет №3

1. Принципы работы основных типов детекторов для жидкостной хроматографии. Области применения ВЭЖХ.
2. Вольтамперометрические методы анализа. Классификация. Общая характеристика методов анализа. Примеры определения неорганических и органических соединений.
  1. Эффективность хроматографической системы составляет около 5000 теоретических тарелок для любых компонентов смеси. Разделятся ли и с какой степенью разделения два компонента с временами удерживания 600 и 630 секунд?

## Текущий контроль

### Содержание коллоквиумов:

3 семестр

Коллоквиум №1. Гравиметрический метод анализа.

Вариант 1.

1. Сущность и основные операции метода. Классификация гравиметрических методов анализа. Этапы определения по методу осаждения. Осаждаемая и гравиметрическая формы, требования к ним. Неорганические и органические осадители. Выбор осадителя и расчет его количества. Гравиметрический фактор. Основные расчетные формулы.
2. Механизм образования кристаллических и аморфных осадков. Коагуляция и пептизация. Оптимальные условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. Влияние различных факторов на полноту осаждения. Формула для расчета количества осадителя.
3. Аналитические возможности, достоинства и недостатки гравиметрических методов анализа.
4. Для количественного определения  $Ba^{2+}$  навеску  $BaCl_2 \times 2H_2O$  массой 0,4526 г растворили в небольшом количестве воды. Какой объем 2н раствора серной кислоты потребуется для полного осаждения ионов бария?
5. Сколько граммов фторида кальция растворится при промывании его: а) 250 мл 4%-ного раствора нитрата кальция.
6. Какой объем 10%-ного раствора аммиака потребуется для практически полного осаждения никеля из 16,0 г руды, содержащей 1,5% оксида никеля?

## Коллоквиум №2. Кислотно-основное титрование.

### Вариант 1

1. Способы определения конечной точки осадительного титрования. Метод Мора.
2. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Влияние pH и образования слабой кислоты на величину потенциала.
3. Комплексные соединения. Концепция ступенчатости образования и диссоциации комплексов. Ступенчатые и общие константы устойчивости.
4. На одном рисунке нарисуйте кривые титрования в  $\text{Fe}^{3+}$  при pH 1, 3, 6. Объясните ход кривых.
5. Рассчитать и построить кривую титрования 10 мл 0,1 М раствора HCl. Титрант: раствор NaOH 0,1 М.

Расчетные точки должны соответствовать следующим этапам титрования:

1. Начальная точка
2. Область до точки эквивалентности
3. Точка эквивалентности (ТЭ)
4. Область после точки эквивалентности

### Выбрать индикаторы из приведенных в таблице

#### Некоторые кислотно-основные индикаторы

Индикатор	Интервал изменения окраски, $\Delta\text{pH}$	Показатель титрования, pT
Метиловый оранжевый	3,1– 4,4	4,0
Метиловый красный	4,4 – 6,2	5,5
Метиловый желтый	2,4 – 4,0	3,0
Фенолфталеин	8,2 – 9,8	9,0
Тимолфталеин	9,3 – 10,5	9,6
Феноловый красный	6,4 – 8,2	7,5
Тимоловый синий	8,0 – 9,6	9,2
Бромтимоловый синий	6,0 – 7,6	7,0
Бромкрезоловый зеленый	3,9 – 5,4	4,5
Бромкрезоловый пурпурный	5,2 – 6,8	6,0

Рассчитать индикаторные погрешности

### Коллоквиум 3.

#### Вариант 1

**Пример 1.** Методика анализа предусматривает использование раствора бромата калия с титриметрическим фактором пересчета по мышьяку(III) равным  $3,750 \cdot 10^{-3}$  г/мл. Приготовленный раствор содержит 0,6971 г бромата калия в 250,0 мл раствора. Вычислите поправочный коэффициент.

**Пример 2.** Навеску щавелевой кислоты дигидрата массой 0,6517 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. 10,00 мл полученного раствора подкислили  $H_2SO_4$  и оттитровали раствором перманганата калия. Вычислите молярную концентрацию эквивалента титранта и титр по пероксиду водорода, если на титрование затрачено 11,75 мл титранта.

**Пример 3.** Рассчитайте условную константу устойчивости комплекса  $Fe^{3+}$  с ЭДТА,  $FeY^-$ , в водном растворе при pH 2.  $\beta(FeOH^{2+}) = 7,4 \cdot 10^{11}$ ;  $\beta(Fe(OH)_2^+) = 1,48 \cdot 10^{21}$ ;  $\beta(Fe(OH)_3) = 4,6 \cdot 10^{30}$ . Можно ли определить содержание ионов  $Fe^{3+}$  в растворе методом комплексонометрического титрования раствором ЭДТА при pH 2?

Условная константа устойчивости комплекса  $MY^{n-4}$  рассчитывается по формуле:  $\beta'(MY^{n-4}) = \beta(MY^{n-4}) \cdot \alpha(Y) \cdot \alpha(M^{n+})$ . Влияние pH среды учитывают с помощью коэффициента конкурирующей (побочной) реакции  $\alpha(Y)$  (мольной доли  $Y^{4-}$ ), находимого из соотношения:  $\alpha(Y) = \frac{[Y^{4-}]}{C(Y)}$ , где  $C(Y)$  – общая концентрация всех форм ЭДТА, не входящих в состав комплекса  $MY^{n-4}$ .

**Пример 4.** К раствору соли свинца добавили 20,00 мл 0,05000 моль/л раствора комплексона III, избыток которого оттитровали 9,95 мл раствора  $MgSO_4$  с концентрацией 0,05000 моль/л. Вычислите массу свинца в растворе.

**Пример 5.** Построить кривые потенциометрического титрования: интегральную; первую производную. Определить концентрацию HCl, если при титровании 20,00 мл анализируемого раствора кислоты 0,1000 н. NaOH получили следующие результаты:

V(NaOH), мл 10,0 18,0 19,0 19,9 20,0 20,1 21,0 22,0

pH 1,48 2,28 2,59 3,60 7,00 10,60 11,49 11,68

– E, мВ . . 86 132 150 209 406 615 666 678

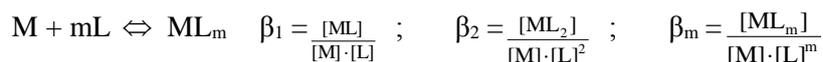
#### Константы устойчивости этилендиаминтетраацетатных комплексов $I_c = 0,1$

Компл. ион	$\beta$	$\lg\beta$	Компл. ион	$\beta$	$\lg\beta$
$AgY^{3-}$	$2,09 \cdot 10^7$	7,32	$FeY^{2-}$	$2,14 \cdot 10^{14}$	14,33
$AlY^-$	<b><math>1,35 \cdot 10^{16}</math></b>	<b>16,13</b>	<b><math>FeY^-</math></b>	<b><math>1,26 \cdot 10^{25}</math></b>	<b>25,10</b>
$BaY^{2-}$	$6,03 \cdot 10^7$	7,78	$HgY^{2-}$	$6,31 \cdot 10^{21}$	21,80
$CaY^{2-}$	$3,72 \cdot 10^{10}$	10,57	$MgY^{2-}$	$4,90 \cdot 10^8$	8,69
$CdY^{2-}$	$3,89 \cdot 10^{16}$	16,59	$MnY^{2-}$	$1,10 \cdot 10^{14}$	14,04
$CoY^{2-}$	$1,62 \cdot 10^{16}$	16,21	$NiY^{2-}$	$4,17 \cdot 10^{18}$	18,62
$CoY^-$	$1,00 \cdot 10^{36}$	36,00	$PbY^{2-}$	$1,10 \cdot 10^{18}$	18,04
$CrY^-$	$1,00 \cdot 10^{24}$	24,00	$SrY^{2-}$	$4,27 \cdot 10^8$	8,63
$CuY^{2-}$	$6,31 \cdot 10^{18}$	18,80	$ZnY^{2-}$	$3,16 \cdot 10^{16}$	16,50

#### Коэффициент конкурирующей (побочной) реакции $\alpha(Y)$

pH	$\alpha(Y)$	$p\alpha(Y)$	pH	$\alpha(Y)$	$p\alpha(Y)$
1	$5,7 \cdot 10^{-18}$	17,2	8	$5,0 \cdot 10^{-3}$	2,3
2	$2,9 \cdot 10^{-14}$	13,4	9	$5,0 \cdot 10^{-2}$	1,3
3	$2,0 \cdot 10^{-11}$	10,7	10	$3,3 \cdot 10^{-1}$	0,46
4	$3,0 \cdot 10^{-9}$	8,5	11	$8,3 \cdot 10^{-1}$	0,07
5	$3,0 \cdot 10^{-7}$	6,5	12	$9,8 \cdot 10^{-1}$	0,03
6	$2,0 \cdot 10^{-5}$	4,7	13	1,0	0
7	$4,3 \cdot 10^{-4}$	3,3	14	1,0	0

### Константы образования (устойчивости) некоторых комплексных ионов



Комплексообразователь	Комплексный ион	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$
$Bi^{3+}$	$[Bi(OH)_4]^-$	$2,52 \cdot 10^{12}$	$6,31 \cdot 10^{15}$		$1,59 \cdot 10^{35}$
$Cd^{2+}$	$[Cd(NH_3)_4]^{2+}$	$3,24 \cdot 10^2$	$2,95 \cdot 10^4$	$5,89 \cdot 10^5$	$3,63 \cdot 10^6$
	$[Cd(OH)_4]^{2-}$	$1,48 \cdot 10^4$	$2,14 \cdot 10^8$	$1,05 \cdot 10^9$	$3,98 \cdot 10^8$
$Co^{2+}$	$[Co(OH)_3]^-$	$2,51 \cdot 10^4$	$3,98 \cdot 10^4$	$3,16 \cdot 10^{10}$	
$Cu^{2+}$	$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$	$9,77 \cdot 10^3$	$2,14 \cdot 10^7$	$1,15 \cdot 10^{10}$	$1,07 \cdot 10^{12}$
	$[Cu(OH)_4]^{2-}$	$1,00 \cdot 10^7$	$4,79 \cdot 10^{13}$	$1,0 \cdot 10^{17}$	$3,16 \cdot 10^{18}$
$Fe^{2+}$	$[Fe(OH)_4]^{2-}$	$3,63 \cdot 10^5$	$5,89 \cdot 10^9$	$4,68 \cdot 10^9$	$3,63 \cdot 10^8$
$Fe^{3+}$	$[Fe(OH)_4]^{3-}$	$7,41 \cdot 10^{11}$	$1,48 \cdot 10^{21}$	$4,68 \cdot 10^{30}$	
$Ni^{2+}$	$[Ni(OH)_3]^-$	$9,33 \cdot 10^4$	$3,55 \cdot 10^8$	$2,14 \cdot 10^{11}$	
$Pb^{2+}$	$[Pb(OH)_3]^-$	$7,94 \cdot 10^6$	$6,31 \cdot 10^{10}$	$2,00 \cdot 10^{11}$	
$Zn^{2+}$	$[Zn(NH_3)_4]^{2+}$	$1,51 \cdot 10^2$	$2,69 \cdot 10^4$	$5,50 \cdot 10^6$	$2,51 \cdot 10^9$
	$[Zn(OH)_4]^{2-}$	$2,51 \cdot 10^4$	$2,00 \cdot 10^{11}$	$1,38 \cdot 10^{13}$	$4,57 \cdot 10^{14}$

### Коллоквиум № 4. «Потенциометрия»

#### Вариант 1

На чем основан потенциометрический метод анализа?

Электродные потенциалы. Возникновение электродного потенциала. Равновесный электродный потенциал.

Способы нахождения конечной точки титрования при потенциометрическом титровании.

Рассчитайте концентрацию NaOH и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (г/л) вбелом щелоке, используемом для натронной варки сульфатной целлюлозы, если в ячейку для потенциометрического титрования отобрали 5 мл раствора, полученного разбавлением 10 мл щелока в мерной колбе вместимостью 200 мл. Пробу разбавили водой и оттитровали 0,1 моль/л (κ=1,002) раствором HCl, контролируя с помощью pH-метра показатель кислотности раствора после каждой порции добавленного титранта. На кривой потенциометрического титрования было зафиксировано 2 скачка: первый pH=9,6, эквивалентный объему 5,3 мл, второй-8,7 мл HCl (pH=3,4).

Вычислить потенциал платинового электрода, помещенного в раствор FeSO<sub>4</sub>, на 99 % оттитрованного раствором KMnO<sub>4</sub>.

Определить концентрацию NaCl в растворе (г/л), если при потенциометрическом титровании 20 мл раствор 0,2 н AgNO<sub>3</sub> получены следующие результаты

V, AgNO <sub>3</sub>	15	20	22	24	24,5	24,9	25	25,1	25,5
E, мВ	307	328	342	370	388	428	517	606	646

По данным титрования постройте кривую потенциометрического титрования в координатах E-V, ΔE/ΔV-V и найдите V<sub>экв</sub>.

## 4 семестр

### Коллоквиум. Электрохимические методы анализа

Кондуктометрия. Теоретические основы кондуктометрического метода анализа. Прямая кондуктометрия. Измерение электропроводности, техника кондуктометрического анализа. Влияние различных факторов на электропроводность. Применение, достоинства и недостатки прямой кондуктометрии.

Кулонометрический метод анализа. Теоретические основы метода. Классификация методов. Достоинства и недостатки, область применения.

Полярография. Методы полярографического анализа (методы усиления сигнала в вольтамперометрии). Применение вольтамперометрии.

Амперометрическое титрование: установки для амперометрического титрования. Электроды. Типы кривых амперометрического титрования.

Для анализа цинковой руды использовался метод прямой кулонометрии. Навеску массой 1,2500 г растворили и за 10 мин при силе тока 1000 мА выделили цинк на электроде. Приняв выход по току равным 100 % определить массу выделенного цинка и массовую долю оксида цинка в руде.

Сопротивление ячейки с 0,1 моль-экв/л раствора NaCl равно 46,8 Ом. Площадь каждого электрода 1,50 см<sup>2</sup>, а расстояние между ними 0,75 см. Определите удельную и эквивалентную электрическую проводимость.

Обменная емкость катионитов, используемых для очистки сточных вод, рассчитывается как отношение количества молей ионов металла, участвующих в обмене, к массе катионита (в граммах). Для оценки этой характеристики 2,2 г катионита обработали 100 мл раствора соли нитрата меди, концентрацию которого предварительно определили методом классической полярографии  $C=6,8 \cdot 10^{-4}$  моль/л. После установления равновесия ионного обмена раствор отфильтровали и в условиях, идентичных определению концентрации исходного раствора, сняли полярограммы для пробы фильтрата 10 мл и для такой же пробы с добавкой 1 мл 0,001 моль/л стандартного раствора меди. Рассчитайте объемную емкость катионита (E), если на полярограмме величина предельного диф. Тока с введением стандартной добавки возросла с 8,5 мкА до 18,7 мкА.

### Коллоквиум. Оптические методы анализа.

Понятие показателя преломления света. Относительный, абсолютный показатель преломления. Принципиальная схема рефрактометра типа Аббе. Типовые расчеты в рефрактометрии. Фактор преломления. Закон Бугера- Ламберта- Бера.

Условия, при которых он выполняется, причины отклонения от него. Оптическая плотность и пропускание, связь между ними. Молярный и удельный коэффициенты поглощения, физический смысл, размерность, методы определения, от каких факторов они зависят. Выбор оптимальных условий при спектрофотометрировании ( $\lambda$ , l, C, A, растворяющая среда, кюветы). Чувствительность и метрологические характеристики фотометрического анализа, сравнение с другими методами. Предел обнаружения и предел определения. Применение фотометрии в количественном анализе. Анализ индивидуальных веществ: методы стандарта, градуировочного графика, стандартных добавок.

Люминесцентный анализ. Классификация видов люминесценции. Флуоресцентный анализ.

Природа флуоресценции. Основные характеристики и закономерности флуоресценции.

Спектры флуоресценции. Закон Стокса - Лиммеля. Квантовый выход флуоресценции. Флю-

ориметры и спектрофлюориметры. Определение концентрации веществ по квантовому выходу флюоресценции.

При анализе установлено, что концентрация раствора калия бромида 23% вместо 20%. Рассчитать количество воды, необходимое для разбавления раствора.

Для определения никеля навеску, равную 0,2150 г, растворили, довели до метки в мерной колбе вместимостью 200,0 см<sup>3</sup>. К 10,0 см<sup>3</sup> этого раствора добавили тартрата калия-натрия, аммиак, персульфат аммония, диметилглиоксим, подогрели в течение 5 минут, охладили. По градуировочному графику определили, что в анализируемом растворе содержится 2.1000 мг никеля. Определить массовую долю никеля в пробе.

Определение алюминия в сплаве проводят по интенсивности люминесценции его соединения с красителем кислотный хром-сине-черный. Навеску сплава массой 0,1200 г растворили и после соответствующей обработки довели объем до 500,0 мл. Затем 10,00 мл этого раствора перенесли в колбу вместимостью 50,00 мл, прибавили раствор кислотного хром-сине-черного и довели объем до метки. Интенсивность люминесценции полученного раствора оказалась равна 75. Интенсивность люминесценции стандартного раствора, содержащего в 100 мл 25,0 мкг Al, равна 65. Определите массовую долю алюминия в сплаве.

### **Коллоквиум. Хроматографические методы анализа.**

Газовая хроматография: Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.

Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии. Схема жидкостного хроматографа. Детекторы, их чувствительность и селективность.

Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы, определяющие его. Области применения ионообменной хроматографии. Ионная хроматография как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки. Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Ион-парная и лигандообменная хроматография. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.

Тонкослойная хроматография. Механизмы разделения. Сорбенты и подвижные фазы. Области применения.

Определить массовую долю (%) метана и этана в газовой смеси, если площади хроматографических пиков и поправочные коэффициенты этих компонентов равны, соответственно: 80 мм<sup>2</sup> и 1.23 мм<sup>2</sup>, 40 мм<sup>2</sup> и 1.15 мм<sup>2</sup>.

При разделении на хроматографической колонке с объемом неподвижной фазы 5 мл и мертвым объемом 2,5 мл, соединения А и В имеют коэффициенты емкости 5,0 и 10,0 соответственно. Эффективность колонки - 200 теоретических тарелок. Рассчитайте, будет ли полным разделение веществ А и В. Какова должна быть эффективность колонки, чтобы получить степень разделения компонентов А и В, равную 3?

Что такое «обменная емкость» ионита, в каких единицах измеряется? Как определяют: а) статическую обменную емкость ионита; б) динамическую обменную емкость ионита?

## **Проверочные работы**

### **Потенциометрия. Проверочная работа. Вариант 1**

1. На чем основан потенциометрический метод анализа?
2. Электродные потенциалы. Возникновение электродного потенциала. Равновесный электродный потенциал.
3. Рассчитайте pH аммонийной буферной смеси, полученной смешиванием 10 мл 0,05 М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 5 мл 0,05 М раствора  $\text{HCl}$

### **Потенциометрия. Проверочная работа №2. Вариант 1**

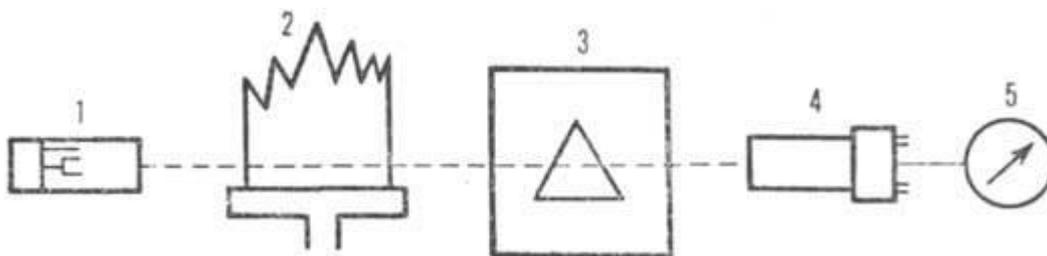
1. Сущность метода потенциометрического титрования
2. Электродные потенциалы. Возникновение электродного потенциала. Равновесный электродный потенциал.
3. Кривые потенциометрического титрования при кислотном-основном титровании. Влияние концентрации и силы кислоты и основания на характер кривой

## Проверочная работа. ИК-спектроскопия. Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия.

1. Атомизаторы в атомно-абсорбционной спектроскопии.
2. Источники атомизации и возбуждения в атомно-эмиссионной спектроскопии.

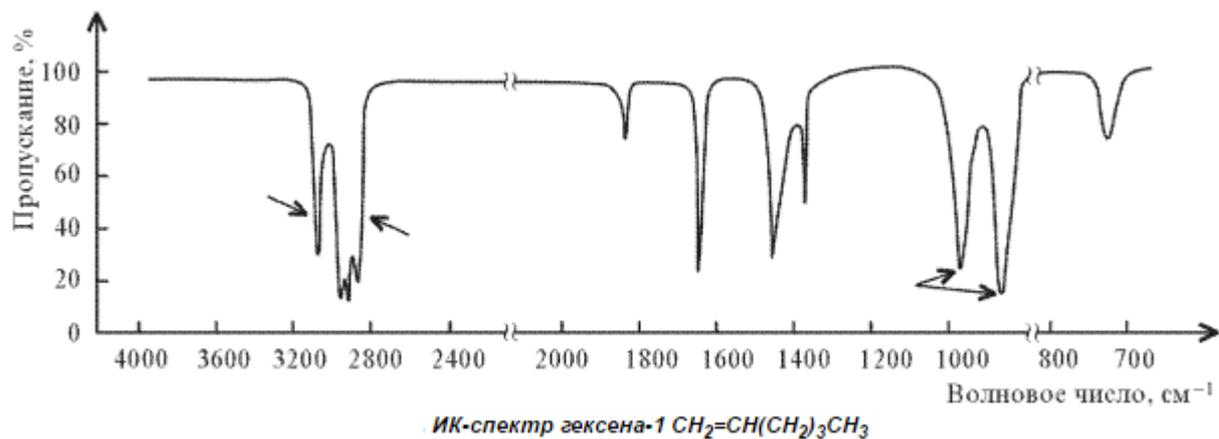
Плазменные атомизаторы.

3. Подготовка проб к анализу в ИК-спектроскопии



4.

Назвать метод анализа и описать схему.



5.

Подписать характеристические пики.

## Контрольные работы

### Гравиметрия. Контрольная работа.

#### Вариант 1

1. Дописать уравнение  
 $\text{FeCl}_3 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$   
 $\text{FeOH}_3 \rightarrow$  (прокаливание)  
Рассчитать гравиметрический фактор, если определяемым веществом является Fe.
2. Сколько мл раствора  $\text{BaCl}_2$ , содержащего 30 г  $\text{BaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$  в 1 л, требуется для осаждения  $\text{SO}_4^{2-}$  из раствора, содержащего 0,5 г  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .
3. Растворимость  $\text{PbSO}_4$  при 25°C равна 0,04545 г/л. Вычислить  $\text{PPbSO}_4$  при этой  $t_0$ .
4. Рассчитать pH начала и полного осаждения  $\text{FeOH}_3$  из 0,01 М раствора  $\text{FeCl}_3$ .  
 $\text{PPFeOH}_3 = 3,8 \times 10^{-38}$
5. Как повлияет на растворимость  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  присутствие в растворе  $\text{KCl}$  в концентрации 0,01 М?

pH растворов. Контрольная работа.

#### Вариант 1

1. Рассчитать pH 0,20 М раствора бензойной кислоты ( $K$  диссоциации =  $1,62 \times 10^{-6}$ )
2. К 40 мл 0,1 н  $\text{CH}_3\text{COOH}$  прибавили 10 мл 0,1 н  $\text{KOH}$ . Вычислить pH полученного раствора.
3. Рассчитать pH раствора, содержащего 0,2000 г гидразина  $\text{NH}_2\text{-NH}_2$  в 100 мл воды.
4. Рассчитать pH аммиачного буферного раствора, содержащего в 1 л 0,3 М  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 0,15 М  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , после добавления к нему 0,03 М  $\text{HCl}$

### Контрольная работа по теме:

#### Кислотно-основное и осадительное титрование

##### Вариант 1

1. Навеску пробы, содержащей хлорид и нитрат калия, массой 2,4976 г растворили в мерной колбе вместимостью 200,0 мл. К 15,00 мл полученного раствора добавили 25,00 мл раствора нитрата серебра с титром 0,01925 г/мл. После отделения осадка фильтрат был оттитрован 14,54 мл раствора тиоцианата калия,  $C(\text{KSCN}) = 0,1000$  моль/л. Вычислите массовую долю хлорид-ионов в пробе.

Рассчитать и построить кривую титрования 100 мл 0,1 М раствора фосфорной кислоты. Титрант: раствор  $\text{NaOH}$  0,1 М.  $K_1 = 7,1 \cdot 10^{-3}$   $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$   $K_3 = 5,0 \cdot 10^{-13}$

2. Рассчитать и построить кривую титрования 100 мл 0,1 М раствора хлорида серебра. Титрант: раствор  $\text{CNS}^-$  0,1 М.  $\text{PP}_{\text{AgSCN}} = 1,1 \cdot 10^{-12}$

3. Пестицид массой 0,510 г разложили сплавлением с карбонатом натрия и выщелачиванием плава горячей водой. Фторид, содержащийся в пробе осадил в виде  $\text{PbClF}$  добавлением  $\text{HCl}$  и  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Осадок отфильтровали, промыли и растворили в азотной кислоте. Хлорид-ион осадил добавлением 50,00 мл 0,200 н. раствора нитрата натрия. Осадок  $\text{AgCl}$  покрывали слоем нитробензола, Избыток  $\text{AgNO}_3$  оттитровали, затратив 7,42 мл 0,176 н. раствора  $\text{NH}_4\text{SCN}$ . Рассчитайте массовую долю F и  $\text{Na}_2\text{SeF}_6$  в пробе.

## Домашние работы:

### Домашняя работа. Связь концентраций растворов.

**Задача №1.** Вычислить фактор эквивалентности и определить эквивалентную массу ортофосфорной кислоты ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) в реакциях образования гидрофосфата, дигидрофосфата и ортофосфата.

А. реакция образования гидрофосфата



Б. реакция образования дигидрофосфата



В. реакция образования фосфата



**Задача №2.** Рассчитайте фактор эквивалентности тетрабората натрия в реакции



**Задача №3.** Вычислить нормальность и титр след. растворов а)  $\text{HCl}$  пл.  $1.108\text{ г/см}^3$  б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  пл.  $1.814\text{ г/см}^3$  в)  $\text{NH}_4\text{OH}$  пл.  $0.904\text{ г/см}^3$ .

**Задача №4.** Определите молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента раствора калия дихромата, если навеску массой  $0,4832\text{ г}$  растворили и довели водой до метки в мерной колбе вместимостью  $1\text{ л}$ . Чему равен титр полученного раствора?

**Задача №5.** Сколько мл  $10,0\%$ -го раствора карбоната натрия ( $\rho=1,105\text{ г/см}^3$ ) потребуется для приготовления  $1,5\text{ л}$  раствора с  $T=0,0590\text{ г/см}^3$ ?

## Кривые титрования

**1. Постройте распределительную диаграмму двухосновной кислоты.** Постройте диаграмму областей доминирования форм. Постройте кривые образования и диссоциации кислоты. Результаты представьте в виде таблиц и графиков.

Вариант	Кислота	Формула	$K_{a1}$	$K_{a2}$	Диапазон pH
1	Винная	HOOCCH(OH)COOH	$9,1 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-5}$	0—14

**2. Постройте кривую кислотно-основного титрования.** Объем титруемого раствора 100,0 мл. *Расчеты провести с учетом разбавления.* Результаты представьте в виде таблицы и графика.

Прибавлено титранта, мл	$f$	Состав раствора	Формула для расчета pH	pH

Рассчитайте величину скачка, если относительная погрешность изменения объема составляет  $\pm 0,1$  %.

Выберите подходящий индикатор, если для метилового оранжевого интервал pH перехода окраски составляет 3,0—4,4 (pT 4,0), бромкрезолового синего — 6,0—7,6 (pT 7,3), фенолфталеина — 8,2—10,0 (pT 9,0).

Рассчитайте индикаторную погрешность.

Вариант	Титруемое соединение	$K_a$	$c$ , М	Титрант	$c$ , М
1	Муравьиная кислота	$1,8 \cdot 10^{-4}$	0,1	NaOH	0,05

**3. Постройте распределительную диаграмму для комплексных соединений.** Постройте диаграмму областей доминирования форм. Постройте зависимость функции образования от концентрации лиганда. Диапазон концентраций лиганда 1,0 —  $1,0 \cdot 10^{-9}$  М.

Результаты представьте в виде таблиц и графиков.

Вариант	Ион металла	Лиганд	$\beta_1$	$\beta_2$
1	Cu <sup>+</sup>	NH <sub>3</sub>	$8,51 \cdot 10^5$	$5,5 \cdot 10^8$

**4. Постройте кривую окислительно-восстановительного титрования.** Титруют 100,0 мл раствора. Результаты представьте в виде таблицы и графика.

Прибавлено титранта, мл	$f$	Состав раствора	Формула для расчета $E$	$E$ , В

Вариант	Титруемое соединение	$c$ , н.	Титрант	$c$ , н.	Среда
1	FeSO <sub>4</sub>	0,1	KMnO <sub>4</sub>	0,1	[H <sup>+</sup> ] = 2М

Рассчитайте величину скачка титрования, если погрешность составляет  $\pm 0,2$  %.

Укажите, какой из перечисленных окислительно-восстановительных индикаторов можно использовать для определения конечной точки титрования.

Рассчитайте индикаторную погрешность.

**5. Статистическая обработка результатов анализа.** Для обработки берут результаты одной (по указанию преподавателя) из контрольных задач по титриметрии. Расчеты ведут по схеме, данной в лекции или приведенной в учебнике. Результат записывают с доверительным интервалом ( $P = 0,95$ ), оставляя необходимое число значащих цифр. Получив от преподавателя истинное значение массы определяемого вещества, оценивают относительную погрешность и процентную меру правильности. Оценивают значимость расхождения между экспериментально определенным средним значением и истинным значением. Делают вывод о правильности и воспроизводимости результатов анализа.

### Домашнее задание «Гравиметрия»

1. Рассчитайте массу навески образца воздушно-сухого растительного лекарственного сырья для определения его влажности, если взвешивание проводить на теххимических весах с точностью  $\pm 0,1$  г, а определение желательно выполнить с относительной погрешностью 1%. Анализируемое сырье содержит предположительно до 10% влаги.
2. Образец алюмокалиевых квасцов содержит предположительно до 15% примесей, не осаждающихся ионами бария и хлорид-ионами. Какой должна быть навеска квасцов для определения сульфат-ионов в виде сульфата бария, если оптимальная масса гравиметрической формы составляет 0,3 г?
3. Образец железоммонийных квасцов содержит приблизительно 20% примесей, не осаждаемых раствором аммиака. Рассчитайте объем 2,0 моль/л раствора аммиака, необходимый для осаждения железа(III) из навески квасцов массой 0,8995 г, если осадитель взять в трехкратном избытке.
4. Осадок хромата бария массой 0,40 г промывает 100 мл  $H_2O$ . Определите потери осадка в результате его растворения при промывании (в граммах и процентах).
5. Рассчитайте массовую долю свинца в препарате, если из навески массой 0,8354 г получено 0,5002 г хромата свинца.

### Домашнее задание кислотно-основное титрование.

- ◆ Построение распределительной и концентрационно-логарифмической диаграмм для раствора многоосновной кислоты или основания.

Рекомендации к построению диаграмм приведены в пособии: Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. Задачи и вопросы по аналитической химии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997, с. 146-151 и 158-163 или М.: Мир, 2001, с.208-216 и 226-233.

- ◆ Построение кривой титрования слабой кислоты сильным основанием (или наоборот), выбор индикатора, расчет погрешности титрования.

Рекомендации к построению кривых титрования приведены в пособии: Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. Задачи и вопросы по аналитической химии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997, с. 86-100 или М.: Мир, 2001, с.128-150.

**Домашнее задание. Равновесие в растворах комплексных соединений и комплексонометрическое титрование**

1. Сколько моль NaF нужно ввести в 100 мл  $1 \cdot 10^{-3}$  М раствор  $\text{LaCl}_3$  при pH 3,0, чтобы понизить концентрацию  $\text{La}^{3+}$  до  $1 \cdot 10^{-6}$  М?  $\lg \beta_{\text{LaF}^{2+}} = 3,56$ ;  $K_{\text{HF}}^a = 6,8 \cdot 10^{-4}$ .
2. Рассчитайте максимальное значение pH, при котором в 0,02 М растворе  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  99% кадмия находится в виде аквакомплекса, а 1% - в виде гидроксокомплекса.  $\lg \beta_{\text{CdOH}^+} = 4,3$ .
2. Вычислите условную константу устойчивости для  $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$  в присутствии  $3 \cdot 10^{-3}$  М  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .  
 $\beta_{\text{Ag}(\text{CN})_2^-} = 7,8 \cdot 10^{19}$ ,  $\beta_{\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)^-} = 6,61 \cdot 10^8$ ,  $\beta_{\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}} = 2,88 \cdot 10^{13}$ .
3. Вычислите ориентировочно интервал перехода окраски металлоиндикатора при комплексонометрическом 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.  $\beta_{\text{NiY}}^y = 10^{12}$ .
4. 0,1 М раствор  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  в 0,5 М  $\text{NH}_3$  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.  
 $\beta_{\text{CdY}^{2-}} = 10^{16,6}$ ,  $\alpha_{\text{Y}^{4-}} = 10^{-0,7}$ ,  
Для  $\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ :  $k_1 = 3,24 \cdot 10^2$ ,  $k_2 = 91,2$ ,  $k_3 = 20,0$ ,  $k_4 = 6,17$ .
5. 0,01 М раствор кальция титруют 0,01 М раствором ЭДТА при pH 10,0 ( $\beta_{\text{CaY}^{2-}}^y = 10^{10,2}$ ). Вычислите  $\beta_{\text{CaInd}}^y$ , при pH 10,0, если в точке эквивалентности  $\text{CaInd}$  и  $\text{Ind}$  присутствуют в равных концентрациях.
6. Раствор, полученный из навески феррита состава  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-BaO}$  массой 0,3822 г, пропустили через ионообменную колонку для отделения железа. Полученный раствор нейтрализовали до pH 10,0, добавили к нему 25,00 мл 0,025 М раствора ЭДТА, избыток которого оттитровали 0,0200 М раствором  $\text{MgCl}_2$  с индикатором эриохромом черным Т. На титрование израсходовали 20,92 мл титранта. Вычислите массовые доли (%) оксидов в феррите. Мол. массы: Fe – 55,85; Ba – 137,34; O – 15,99.
7. Ионы серебра, содержащиеся в 25,00 мл пробы, превратили в цианидный комплекс, добавив избыток раствора  $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$ . На титрование выделившихся ионов никеля израсходовали 43,70 мл 0,0240 М раствора ЭДТА. Напишите уравнения реакций и рассчитайте концентрацию (г/л) серебра в растворе пробы. Мол. масса Ag – 107,86.

## **Примерная тематика курсовых работ:**

В рамках освоения курса студенты выполняют курсовую работу. После первого семестра происходит отчет по литературному обзору по теме курсовой работы. После второго семестра происходит защита курсовой работы

Темы курсовых работ формулируются на основании предложений работодателей и в соответствии с основными научными направлениями кафедры химии, новых технологий и материалов. Таким образом, курсовые работы неразрывно связаны с научно-исследовательской работой студентов по направлению Химия.

**Курсовая работа** – форма контроля для демонстрации студентом следующих умений, навыков и компетенций:

- умение работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой;
- умение собирать и систематизировать практический материал;
- умение самостоятельно осмысливать проблему на основе существующих методик;
- умение логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы;
- умение соблюдать форму научного исследования;
- умение пользоваться глобальными информационными ресурсами;
- владение современными средствами телекоммуникаций;
- способность и готовность к использованию основных прикладных программных средств;
- умение обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса;
- способность создать содержательную презентацию выполненной работы.

При защите представленной курсовой работы оцениваются также знания дисциплин, использованных при выполнении задания.

## **Методические рекомендации студентам по выполнению курсовых работ**

представлены в учебном пособии: П.П. Гладышев, И.Л. Ходаковский, С.В. Моржухина .  
Рекомендации и требования по выполнению и оформлению курсовых работ для студентов направления «Химия» - Дубна, 2010 г.

## Примерные темы курсовых работ:

Применение программы IONCHROM для решения задач ионной хроматографии.
Рентгенофлуоресцентный анализ растительных образцов (листья, трава, грибы, древесина)
Применение программы MOLCHROM для решения задач газовой хроматографии.
Радиохимический трековый анализ урана (образцы воды, почвы). Обзор.
Определение растворимости $\text{NH}_4\text{VO}_3$ в водных растворах хлорида аммония
Исследование высокотемпературных твёрдоэлектролитных сенсоров на основе диоксида циркония, потенциометрический режим работы
Исследование высокотемпературных твёрдоэлектролитных сенсоров на основе диоксида циркония, термокаталитический режим работы
Изучение процессов разделения горючих газов на хроматографической колонке с использованием воздуха в качестве подвижной фазы
Плутоний в окружающей среде и аналитические методы его определения
Нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие комплексы как источники загрязнения окружающей среды (неорганические загрязнители).
Гальванические элементы на основе алюминия и природных электролитных систем.
Методы определения органического углерода почвы
Развитие техники термокинетических методов анализа
Поверхностные наноконструкции в пьезорезонансных сенсорах
Определение распределения микроэлементов в системе почва-грибы
Определение анионного состава природных вод и пищевых продуктов методом ионной хроматографии
Определение растворимости селена в водных растворах в присутствии кристаллического йода
Растворимость оксалата кальция в водных растворах
Определение содержания воды при дегидратации кизерита $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Определение содержания микроводорослей в воде методом окситермографии
Термокинетический анализ полимеров
Комплексометрическое определение лантаноидов
Биотехнология наночастиц CdS для использования в электронной промышленности (Обзор)
Установление метрологических характеристик метода окситермографии

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

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине необходимо проводить текущий и промежуточный контроль.

Текущий контроль выполняется в виде приема допусков и защит практических работ, устного опроса на лекциях и практических занятиях, выполнения контрольной работы.

Промежуточный контроль проводится в виде зачета с оценкой, на котором обсуждаются теоретические и практические вопросы курса. Практическая часть частично зачитывается по результатам работ, выполненным в семестре, на основе балльно-рейтинговой системы. При рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения. Максимально-возможная сумма баллов по всем видам заданий приравнивается 100 %. При этом также учитывается посещаемость занятий – 0,5 балла за посещение одного занятия продолжительностью 1 академический час, при этом максимальный балл за посещаемость равен 17. Каждое практическое задание оценивается в зависимости от сложности от 1 до 10 баллов. Окончательно задания формируются перед началом семестра преподавателем в зависимости от тем НИР студентов. Максимальный балл за каждый вид задания определяется преподавателем в зависимости от уровня сложности задания в начале семестра, проставляется в журнале успеваемости и доводится до сведения студентов.

Чтобы быть допущенным к зачету, студент обязан проделать и сдать **все** практические работы. Работы, пропущенные без уважительной причины, а также работы, не защищенные студентом в течение 2х недель после проведения практической части, оцениваются преподавателем с понижающим коэффициентом 0,5.

Преподаватель может использовать **«штрафы»** в виде уменьшения набранных баллов за пропуск лекционных занятий, за нарушение сроков выполнения учебной работы, за систематический отказ отвечать на семинарских занятиях и т.д.

Результаты работы студентов фиксируются преподавателем в журнале успеваемости. В течение семестра проводится 2 промежуточные аттестации, о результатах которых преподаватель сообщает студенту, куратору группы и заведующему кафедрой.

Если к моменту окончания семестра студент набирает не менее 55 % от максимально возможной суммы баллов, то он получает допуск к зачету.

Студент, сдающий зачет, получает баллы за зачетное задание.

Если к началу зачетной недели набранное студентом суммарное количество баллов с учетом дополнительных, составляет **менее 55 % от максимальной суммы баллов**, он не допускается к сдаче зачета. Такие студенты могут довести свой балл до необходимой суммы в течение последней (зачетной) недели семестра, написав контрольную работу по теме, за которую студент получил наименьшее количество баллов. Выполненные практические задания на зачетной неделе **не принимаются**.

Шкала выставления оценок за зачет:

% от максимальной суммы баллов	оценка
86 - 100 %	5
71-85	4
55-70	3

#### **МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ КОНТРОЛЕ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ**

1. Устный опрос на практических занятиях
2. Подготовка к лабораторной работе
3. Защита лабораторной работы
4. Публичный доклад по защите курсовой работы
5. Выполнение домашних работ
6. Проведение самостоятельных работ, тестирования, коллоквиумов, контрольных работ

## 10. Ресурсное обеспечение

### • Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### *Основная учебная литература*

- 1. Золотов Юрий Александрович.** Введение в аналитическую химию / Золотов Юрий Александрович. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. - 263с. : ил. - ISBN 978-5-906828-10-1.
  - 2. Дорохова Е.Н.** Задачи и вопросы по аналитической химии: Учеб.пособие для вузов /. - М.: Мир, 2001. - 267с.: ил. - Лит.:с.355.-Прил.:с.257. - ISBN 5-03-0033-58-0.
  - 3. Васильев В.П.** Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач / Васильев В.П. - М.: Дрофа, 2004. - 320с. - ISBN 5-7107-8920-8.
  - 4. Васильев В.П.** Аналитическая химия. Лабораторный практикум / Васильев В.П. - М.: Дрофа, 2004. - 416с. - ISBN 5-7107-6071-4
  - 5. Отто М.** Современные методы аналитической химии / Отто М.; Пер.с нем. А.В.Гармаша. - 2-е изд.,испр. - М.: Техносфера, 2006. - 416с.: ил. - (Мир химии; Вып.9/04). - Предм.указ.:с.535. - ISBN 5-94836-072-5.
  - 6. Белюстин А.А.** Потенциометрия: физико-химические основы и применения : Учебное пособие / А. А. Белюстин. - СПб. : Лань : Лань-Трейд, 2015. - ISBN 978-5-8114-1838-1.
- Карпов, Ю.А.**
7. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Карпов Юрий Александрович, Савостин Анатолий Павлович. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 243с. - (Методы в химии). - Список лит.:с.240. - ISBN 9795947740812.

### *Дополнительная учебная литература*

9. **Харитонов Ю.А.** Аналитическая химия. Кн.2 / Харитонов Ю.А. - М.: Высшая школа, 2008.
10. Белюстин А.А. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ. Академия, 2008 г.
11. **Белюстин Анатолий Александрович.** Потенциометрия: физико-химические основы и применения : Учебное пособие для вузов / Белюстин Анатолий Александрович. - СПб. : Лань, 2015. - 336с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Предм.указ.:с.321.- Предм.указ.биол.терм.:с.326. - студенты. - ISBN 978-5-8114-1838-1.
12. **Аналитическая химия. Проблемы и подходы** : В 2 т. Т.2 / Ред. Р.Кельнер и др.; Пер.с англ. А.Г.Борзенко и др. под ред. Ю.А.Золотова. - М. : Мир : АСТ, 2004. - 728с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник). - Прил.:с.673.-Предм.указ.:с.697. - ISBN 5-03-003561-3.
13. **П.П. Гладышев, И.Л. Ходаковский.** Рекомендации и требования по выполнению и оформлению курсовых работ для студентов направления «Химия» – Дубна, 2010 г
14. **Моржухина С.В.** Основы физико-химических методов анализа: Учебно-методическое пособие: В 2 ч. Ч.2 : Фотометрия. - Дубна: , 2010. - 76с.
15. **Моржухина С.В.** Основы физико-химических методов анализа: Учебно-методическое пособие: В 2 ч. Ч.1 : Потенциометрия- Дубна: , 2011. - 76с.
16. Никулина А.В., Кучменко Т.А. Кривые титрования: учебное пособие, ВГУИТ, Воронеж, 2011 (ЭБС "КнигаФонд")
17. **Алексеев В.Н.** Курс качественного химического полумикроанализа: Учебник (гриф) / Алексеев В.Н. - : Альянс, 2007. -. - ISBN 978-5-903034-21-
18. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учеб. пос. / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. - 2 изд., стер. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 542 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (п) ISBN 978-5-16-004685-3, (ЭБС ZNANIUM.COM)
19. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие / А.И. Жебентяев. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 206 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-006615-8, . (ЭБС ZNANIUM.COM)
20. Валова (Копылова), В. Д. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: Практикум / В. Д. Валова (Копылова), Л. Т. Абесадзе. - М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. - 224 с. - ISBN 978-5-394-01751-3. . (ЭБС ZNANIUM.COM)
21. Аналитическая химия. Практикум: Учебное пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 429 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-009043-6, (ЭБС ZNANIUM.COM)
22. **Беккер Ю. .** Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. Техносфера, 2009
23. **Основы аналитической химии:** Учебник для вузов: В 2 кн. Кн.1 и 2 : Методы химического анализа /. - 2-е изд., перераб.и доп. - М.: Высшая школа, 2000. - 496с.: ил. - Лит.:с.482.- Предм.указ.:с.486. - ISBN 5-06-003559-X. - ISBN 5-06-003560-3.

## • Периодические издания

- Вестник Московского университета. Серия 2, Химия : научный журнал / учредитель: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, фак-т химии. - М. : МГУ. - Журнал, основан в ноябре 1946 года. - Выходит отдельной серией с 1960 года - Доступ к архиву статей с 1998 г. на сайте журнала: <http://www.chem.msu.su/rus/vmgu/>
- Геохимия / учредитель: РАН, отделение геологии, геофизики, геохимии и горных наук РАН [и др.]. - М. : МАИК НАУКА. - Журнал, основан в январе 1956 года академиком А.П. Виноградовым. - Содержание выпусков и аннотации статей на английском языке с 1996 г. на сайте издательства: <http://www.maik.rssi.ru/cgi-perl/search.pl?lang=rus>
- Журнал аналитической химии / учредитель: РАН, отделение физикохимии и технологии неорганических материалов и Институт геохимии и аналитической химии. - М. : МАИК Наука. - Журнал, основан в 1946 году. - Содержание выпусков с 1999 г. на сайте журнала: <http://www.zhakh.ru/Lists/Content/view.aspx>
- Заводская Лаборатория. Издательство "Тест-зл" (доступ через Elibrary.ru.)- — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Электрофоретические и хроматографические процессы Воронежский государственный университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Аналитика и контроль (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Успехи химии. Издательство Журнала "Успехи химии" Известия Академии наук. Серия химическая. Издательство журнала "Известия Академии наук. Серия химическая" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Научный вестник Новосибирского государственного технического университетаНовосибирский государственный технический университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета Федеральная информационная система: «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
- Естественные науки. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Башкирский химический журналООО "Научно-исследовательский институт истории науки и техники" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология Иркутский национальный исследовательский технический университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация Воронежский государственный университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки. Дагестанский государственный университет. (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

*Электронно-библиотечные системы и базы данных*

- Университетская библиотека онлайн – [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- ZNANIUM – [www.znanium.com](http://www.znanium.com) -- Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- БД российских журналов East View : <http://dlib.eastview.com> - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ: <http://diss.rsl.ru/> - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Реферативная и библиографическая БД Web of Science, JCR компании Thomson Reuters: <http://webofknowledge.com> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Реферативная и библиографическая БД SCOPUS: <http://www.scopus.com/home.url> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Elibrary.ru. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

*Научные поисковые системы*

- SCIENCE INDEX на основе данных РИНЦ [http://elibrary.ru/project\\_risc.asp](http://elibrary.ru/project_risc.asp) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Scopus <http://www.scopus.com/home.url> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- 2. Web of Science <http://webofknowledge.com> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- 3. Научная электронная библиотека РФФИ <http://www.elibrary.ru> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

*Профессиональные ресурсы сети «Интернет»*

<http://window.edu.ru/> - Федеральная информационная система: «Единое окно доступа к информационным ресурсам»

<http://www.rsl.ru> РГБ Российская государственная библиотека

<http://ben.irex.ru> БЕН Библиотека естественных наук

<http://www.gpntb.ru> ГПНТБ Государственная публичная научно-техническая библиотека

<http://ban.pu.ru> БАН Библиотека Академии наук

<http://www.nlr.ru> РНБ Российская национальная библиотека

<http://www.elibrary.ru> Научная электронная библиотека РФФИ

<http://www.lib.msu.ru> Библиотека МГУ

<http://www.kge.msu.ru> Библиотеки химической литературы

<http://www.lib.asu.ru> Электронная библиотека зарубежных изданий

<http://www.chem.asu.ru> Электронная библиотека/неорганическая химия

<http://www.chem.port.ru/>

<http://www.ars.org/portalchemistry/>

<http://www.rusanalytchem.org/> <http://www.rusanalytchem.org/>

<http://www.chem.msu.ru> портал фундаментального химического образования России

<http://lib.uni-dubna.ru/biblweb/> Библиотека университета «Дубна»

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

В ходе изучения курса предусмотрено использование компьютера для чтения лекций (презентации PowerPoint).

В ходе изучения курса предусмотрено использование компьютера для выполнения измерений на специализированном программном обеспечении, поставленном в комплекте с приборами.

Для выполнения расчетных заданий предусмотрено использование офисного пакета MO.

Microsoft Office, информационно-библиотечная система MAPK SQL.

Для самостоятельной работы используются классы с доступом к ресурсу Интернет.

- **Описание материально-технической базы**

Лекционная аудитория с компьютером и видеопроектором.

Лабораторные работы проводятся в специально оборудованном химическом практикуме.

Номер аудиторной	Название	Приборы
2-408	студенческий практикум, весовая	Весы электронные Ohaus Adventure Весы электронные Acculab ALC Весы аналитические AW Shimadzu Цифровой микроскоп Altami Сканирующий туннельный микроскоп «Умка» Микроскоп биологический Микроскоп МБС-200
2-410а	410а - Кладовая материалов	
2-409	Лаборатория органической химии	Колбонагреватель - 3 шт. Бидистиллятор ZLSC-5 Плитка нагревательная - 2 шт. Вакуумный насос-компрессор ДС 112-ПИ Рефрактометр Экстрактор ПЭ-8000 Устройство перемешивающее - 2 шт. Водяная баня GFL 1041 Верхнеприводные мешалки Eurostar-20 digital Сушильный шкаф
2-410	студенческий практикум	Потенциометрический зонд Дистиллятор ДЭ-10 Сушильный шкаф СНОЛ-3,5-3,5/3-ИЭ Центрифуга Sigma 2-6 Весы технические ВЛК-500М Полярограф АВС 1.1 Полярограф ТА-4 Иономер универсальный ЭВ-74 рН-иономер Эксперт-001 - 6 шт. Вытяжной шкаф - 2 шт. Термостат жидкостной "VT-p-03" Фотолизная камера ФК-12М Электро-варочная поверхность - 2 шт. Магнитная мешалка - 6 шт. Электронный дозатор – 4 Колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-3 Колориметр КФК-2МП
2-411	Лаборатория биоиндикации и биотестирования	Микроскоп Мед.стирилизатор Холодильник Хладотермостат ХТ-3/40-1
2-413	Эколого-аналитическая лаборатория	Вытяжной шкаф Зонд Оксиметр МАРК-302Т Дистиллятор стеклянный БС Муфельная печь – Снол Сушильный шкаф Снол Анализатор нефтепродуктов АН-2

		Спектрофотометр ЮНИКО-2100 Иономер И-500 Флюориметр рН-метр-иономер Эксперт -001 Электро-варочная поверхность Электронный дозатор – 4 Система твердофазной экстракции Extrapid
2-413а	Лаборатория хроматографии	Газовый хроматограф GC -2100 Жидкостный хроматограф LC Хроматограф Аквилон УЗВ Сапфир Система твердофазной экстракции Хроматограф Pharmacia
2-401	Лаборатория аналитического приборостроения	Окситермографы - 2 шт Термовесы электронные аналитические Acculab ALC Мембранный фракционер Мембранное одноканальное устройство с источником давления – компрессором Анализатор Урана
2-414	Лаборатория приборных методов анализа	Система капиллярного электрофореза "Капель - 105" Центрифуга "Эппендорф" ИК-Фурье спектрометр IRPrestige 21 ИК-Фурье спектрометр IRAffinity Гидравлический пресс 2 шт Тераомметр Кондуктометр – 2 шт Спектрофотометр Unico 2100 Спектрофотометр Unico 2800 Потенциостат Эллинс Р30 2 шт Импедансметр Эллинс Z1500Pro Атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой ICPE-9000 Ротационный испаритель EV311-V Раман-анализатор Рапорт+ Магнитные мешалки с подогревом ИКА -2шт Термостат Lauda УЗВ Сапфир

11. **Язык преподавания: русский язык**

государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московской области  
университет «Дубна»  
(государственный университет «Дубна»)

Факультет естественных и инженерных наук  
Кафедра химии, новых технологий и материалов



УТВЕРЖДАЮ  
проректор по учебно-методической  
работе

 /А.С. Деникин /

« 15 » 03 2017 г.

Программа пересмотрена на заседании кафедры химии, новых технологий и материалов

**Лист изменений и дополнений в рабочую программу  
дисциплины «Аналитическая химия»**

В рабочую программу дисциплины «Аналитическая химия» по направлению подготовки 04.03.01 Химия, направленность (профиль) программы – Физическая химия, утвержденную 01.02.2016 г. изменения и дополнения не вносятся

Протокол заседания № 3 от «09» 03 2017 г.

Заведующий кафедрой  /С.В. Моржухина/

СОГЛАСОВАНО

и.о.декана факультета  /О.А. Савватеева/

« 14 » 03 2017 г.