

Проект

ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

для вузов, реализующих ООП 020100.62 по направлению «Химия» (бакалавриат)

1. Пояснительная записка к проекту программы.

Примерная (типовая) программа составлена в соответствии с ФГОС 020100.62 – Химия (бакалавриат) и Примерной образовательной программой (ПООП) по направлению 020100.62 – Химия, утвержденной УМО по университетскому образованию (2010). Типовая программа курса АХ должна стать прототипом для разработки рабочих программ (РПД) соответствующими кафедрами.

1.1. Общая характеристика дисциплины

По стандарту 020100.62, дисциплина «Аналитическая химия» относится к группе обязательных общепрофессиональных дисциплин, указанных в базовой части ПООП. Основная цель изучения дисциплины «Аналитическая химия» (АХ) - формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВПО подготовки бакалавров по направлению 020100.62 «Химия». Основными задачами при изучении курса АХ в рамках бакалавриата являются формирование базовых знаний о видах и способах химического анализа, методах определения состава и, частично, строения веществ; выработка у обучающихся комплекса соответствующих умений, навыков и личностных свойств. Одновременно решаются следующие частные задачи:

Аспект подготовки	Суть задачи
<i>Общехимический</i>	Изучение материала по химическим процессам, не входящего в другие учебные курсы (характеристические свойства атомов, ионов и молекул, комплексообразование в растворе, экстракция и др.), но значимым для анализа
<i>Ознакомительный</i>	Ознакомление с методами анализа и их возможностями
<i>Дидактический (межпредметный)</i>	Формирование знаний и умений, обеспечивающих последующее изучение других дисциплин. Закрепление учебного материала других курсов. Подготовка к обучению в магистратуре.
<i>Историко-методологический</i>	Обоснование происхождения знаний о составе веществ, химизме и механизме реакций. Формирование научного мировоззрения
<i>Воспитательный</i>	Развитие творческих способностей, логики, аккуратности
<i>Профессиональная подготовка</i>	Обучение самостоятельному выполнению несложных анализов, работе на приборах, выбору методов и методик, оценке точности результатов анализа.

Как указано в стандарте 020100.62, в результате изучения дисциплины «Аналитическая химия» обучающийся 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.*

Ожидаемые результаты изучения дисциплины: формирование системных представлений о химическом анализе, его видах и методах; знакомство с аналитической химией как наукой; овладение теоретическими основами аналитической химии и приемами анализа природных веществ и технических материалов (вплоть до умения самостоятельно выполнить несложный анализ по готовой методике); развитие умений и навыков химического эксперимента.

1.2. Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Аналитическая химия» базируется как на материале школьных курсов химии, физики и математики, так и на знаниях, полученных студентом при изучении дисциплин «Неорганическая химия», «Математика», «Физика» и «Информатика» (все разделы соответствующих курсов). Предполагается, что дисциплину «Аналитическая химия» будущие бакалавры химии будут изучать на втором курсе (3 и 4 семестры). Освоение данной дисциплины позволяет студенту эффективно изучать физическую, органическую, коллоидную химию, химическую технологию и другие общепрофессиональные дисциплины, а также специальные дисциплины, характерные для профиля «Аналитическая химия». Таким образом, данная дисциплина тесно связана с дисциплинами других блоков. При изучении аналитической химии студент овладевает знаниями и умениями, необходимыми для успешного выполнения выпускной квалификационной работы и, что более важно, - для успешной производственно-технологической, научно-исследовательской или педагогической деятельности выпускника, а также для обучения в магистратуре.

1.3. Формируемый набор компетенций

В соответствии с указанным стандартом и Примерной образовательной программой, совокупность общепрофессиональных дисциплин должна формировать следующие компетенции:

Код	Содержание компетенции
<i>Общекультурные компетенции</i>	
ОК-6	использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОК-12	владеет одним из иностранных языков (преимущественно английским) на уровне чтения научной литературы и навыков разговорной речи
ОК-13	настойчив в достижении цели с учетом моральных и правовых норм и обязанностей
ОК-14	умеет работать в коллективе, готов к сотрудничеству с коллегами, способен к разрешению конфликтов и социальной адаптации
ОК-15	обладает способностью в условиях развития науки и техники к критической переоценке накопленного опыта и творческому анализу своих возможностей

ОК-18	владеет основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий (ОК-18).
Профессиональные компетенции	
ПК-1	понимает сущность и социальную значимость профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности
ПК-2	владеет основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего, неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии)
ПК-3	способностью применять законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных
ПК-4	владеет навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций
ПК-5	представляет основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат
ПК-6	владеет навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов
ПК-7	имеет опыт работы на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях
ПК-8	владеет методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов
ПК-9	владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков

Коды компетенций, для выработки которых курс аналитической химии наиболее актуален, выделены жирным шрифтом.

2. Структура программы

При определении структуры примерной программы составителями были учтены:

- требования по формированию общекультурных и профессиональных компетенций;
- требования к знаниям, умениям и навыкам обучающихся (см. выше);
- задачи и состояние российской аналитической службы;
- традиции отечественной высшей школы, в частности, традиционное место, содержание и межпредметные связи курса аналитической химии при подготовке химиков;
- возможность дальнейшего изучения химического анализа и аналитической химии как науки в рамках бакалавриата (в случае ввода вузом профильных дисциплин химико-аналитической направленности) и/или магистратуры;
- подготовленность и мотивация обучаемых;
- уровень подготовленности вузовских преподавателей и наличие учебной литературы.

Структура примерной программы включает:

1	Общее представление о химическом анализе и аналитической химии
2	Метрологические основы химического анализа
3	Пробоотбор и пробоподготовка
4	Реакции и процессы, используемые в анализе 4.1. Общие закономерности 4.2. Кислотно-основные реакции 4.3. Реакции комплексообразования 4.4. Окислительно-восстановительные реакции 4.5. Процессы осаждения и соосаждения
5	Методы обнаружения и идентификации
6	Гравиметрический анализ
7	Титриметрический анализ 7.1. Общее представление о титриметрическом анализе 7.2. Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации) 7.3. Комплексометрическое титрование 7.4. Окислительно-восстановительное титрование 7.5. Осадительное титрование
8	Кинетические и биохимические методы анализа
9	Электрохимические методы анализа 9.1. Общая характеристика электрохимических методов 9.2. Потенциометрия 9.3. Вольтамперометрические методы 9.4. Кулонометрия и электрогравиметрия 9.5. Кондуктометрия.
10	Спектроскопические методы анализа 10.1. Общее представление о спектроскопических методах 10.2. Методы атомной спектроскопии 10.3. Методы молекулярной спектроскопии 10.4. Методы рентгеновской спектроскопии
11	Общее представление о других физических методах анализа 11.1. Масс-спектрометрия 11.3. Термические методы
12	Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования
13	Хроматографические методы 13.1. Теоретические основы и практическое использование хроматографии 13.2. Газовая хроматография 13.3. Жидкостная хроматография
14	Анализ реальных объектов
15	Тенденции и перспективы развития химического анализа

Структура программы в целом близка к структуре типовой программы для специальности «Химия», разработанной специалистами МГУ им. М.В.Ломоносова в 1999 г. и обновленной в 2007 г. Структурных отличий немного:

- в некоторых случаях изменен порядок, в котором перечислены разделы программы (так, «Методы разделения и концентрирования» и «Хроматографический анализ» в проекте стоят после характеристики электрохимических и спектроскопических методов анализа. Подчеркнем, что порядок чтения лекций или выполнения лабораторных работ в том или ином вузе может отличаться от последовательности разделов и подразделов, рекомендуемой новой программой;
- в разделы, посвященные группе родственных методов, введены подразделы «Общая характеристика...», до описания отдельных методов данной группы. Такой материал был и в прежней программе, но там он не был выделен в отдельный подраздел;
- «тенденции и перспективы развития химического анализа» представлены в качестве обособленного, заключительного раздела программы. Частично он включает прежний раздел «Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии», но не сводится к нему;
- в названия некоторых разделов введены названия некоторых методов, внимание к которым резко выросло в последние годы (биохимические методы анализа, сорбционные методы разделения и концентрирования).

3. Принципы отбора учебного материала

3.1. Усиление внимания к практике химического анализа. Отбирая учебный материал, составители стремились усилить прикладной аспект данной дисциплины, выделить то, что касается химического анализа, поставить практические задачи и нерешенные проблемы анализа на первое место («проблемный подход»). Материал каждого раздела обычно завершают теоретические обобщения с точки зрения представлений науки «аналитическая химия». Это представляется логичным, поскольку аналитическая химия - это наука о химическом анализе. Естественно, сначала надо сформировать у студентов понятие о химическом анализе, а затем излагать теоретические положения аналитической химии, но не наоборот, как это иногда делается. Иллюстрацией может быть раздел 1, где изложение материала начинается с общей характеристики химического анализа, его видов и методов, вводятся понятия «объекты анализа», «методика анализа», «аналитическая служба» и некоторые другие, отсутствующие в прежних программах. Лишь затем характеризуется аналитическая химия как наука, рассматривается ее роль, связь с другими науками и значение для аналитической службы. В программу курса включено также знакомство с контролем качества, диагностикой, мониторингом, классификацией и другими типовыми аналитическими задачами. Усиление внимания к ознакомительной и профессиональной составляющим курса АХ соответствует требованиям нового стандарта, зарубежному опыту, способствует выработке профессиональных компетенций будущих бакалавров.

3.2. Сохранение фундаментального характера дисциплины. Каждый раздел программы содержит элементы теории. Поскольку университетский курс АХ не должен превращаться в последовательное освоение методик анализа, из проекта исключены традиционные перечни «классических» методик, которые должен изучить и освоить студент. Например, из подраздела, посвященного иодометрии, исключены ссылки на методики определения арсенитов, арсенатов, железа (III), меди (II), галогенид-ионов, пероксидов, кислот и т.п. Мы считаем, что методики анализа, осваиваемые в лабораторном практикуме в качестве примера или иллюстрации к теоретической части курса, вузы должны выбирать сами, с учетом специфики вуза и региона, возможностей кафедр, а также других факторов.

3.3. Соответствие учебного материала современному уровню науки. В проекте программы кислотно-основные процессы излагаются с позиций теории Бренстеда-Лоури, теория хроматографического анализа – с позиций теории тарелок и кинетической теории разделения веществ (по Ван Деемтеру). Существенно расширен раздел «Метрологические основы анализа». Используются новые теоретические представления (теория идентификации, учение об

аналитических сигналах). Планируется знакомить студентов с применением сенсоров и мультисенсорных систем, масс-спектрометрией многомерными градуировками, применением баз данных по характеристическим свойствам веществ. Однако, в отличие от составителей «европейских» программ курса АХ, мы предлагаем детально изучать эти и другие сложные исследовательские методы не в базовом курсе АХ, а на старших курсах бакалавриата (профильные дисциплины) или в рамках магистратуры, после освоения базовых курсов АХ, ОХ, ФХ, а также профильных дисциплин. Из новой программы исключен устаревший в научном отношении материал, например, теория аналогий. Сокращено внимание к теории индуцированных реакций. Как и типовая программа специальности «Химия», рассматриваемая программа не предполагает детального изучения «классических» схем систематического качественного анализа смесей катионов или анионов (например, сероводородной). Этот материал сохранил историческое и, частично, дидактическое значение, но не актуален для практики анализа. Из программы исключено также устаревшее и неопределенное по смыслу понятие «физико-химические методы анализа».

3.4. Исключение второстепенного материала и материала смежных дисциплин. Детальное изучение практики химического анализа и углубленное изучение теоретических основ аналитической химии требует дополнительного времени. Соответствующие ресурсы можно найти за счет исключения маловажных дидактических единиц, а также материала, рассматриваемого в других учебных дисциплинах (причем там – более детально и глубоко). Примером может быть раздел 4.1, из которого исключены такие традиционные дидактические единицы, как теория Дебая-Хюккеля, элементарные стадии реакции. Лимитирующая стадия реакции, молекулярность и порядок реакций, понятие о катализаторах и ингибиторах, а также другие вопросы, глубоко и детально изучаемые в курсе физической химии. Очевидно, классификацию или строение комплексных соединений следует рассматривать в курсе неорганической химии; правила отбора или светосилу оптических приборов - в курсе физики.

3.5. Выделение двух уровней представления учебного материала. Речь идет о выделении некоего «ядра», то есть учебного материала, который не может быть исключен из программы курса. При разработке рабочих программ материал первого уровня следует включать в РПД без каких-либо изменений или сокращений. Материал первого уровня – наиболее важный материал, требующий обязательного рассмотрения на лекциях и обязательного включения экзаменационные билеты (независимо от объема курса АХ, традиций и особенностей вуза, уровня подготовленности студентов и прочих факторов). Соответствующий учебный материал в проекте размещен в начале каждого подраздела и набран жирным шрифтом.

Материал второго уровня также является программным, он базируется на материале первого уровня, но менее важен для выработки профессиональных компетенций бакалавра-химика или более труден для освоения. Так, в разделе «Метрологические аспекты анализа» материал о метрологической аттестации методик анализа отнесен нами ко второму, а понятие о случайных и систематических погрешностях анализа – к первому уровню. Материал второго уровня размещен в конце соответствующих разделов (подразделов) и набран обычным шрифтом. В некоторых случаях к материалам второго уровня можно отнести целые подразделы (например, 9.5) или разделы (11 и 12). Мы рассматриваем этот материал как вариативную часть программы. Разработчики РПД могут редактировать и даже заменять часть материала другим по своему усмотрению. Часть материала может быть предложена для самостоятельного изучения студентами (без рассмотрения его на лекциях). Некоторые материалы второго уровня можно перенести для изучения на старших курсах бакалавриата в виде специальных дисциплин профиля «Аналитическая химия», если такой профиль реализуется в вузе.

Разделение программного материала на основную и вариативную части может показаться непривычным или ненужным, однако этот прием с успехом применяют составители типовых программ по другим дисциплинам. Такое разделение важно для составителей РПД, структурировать подобным образом материал в рабочей программе курса АХ не обязательно.

4. Содержание дисциплины

1. *Общее представление о химическом анализе.*

Химический анализ, его значение для науки, экономики, медицины, охраны окружающей среды. Объекты анализа. Качественный и количественный анализ. Объекты обнаружения и определения (аналиты), соответствующие им виды анализа (элементный, молекулярный, структурно-групповой, вещественный, фазовый и др.). Основные стадии анализа (пробоотбор, пробоподготовка, измерение, обработка результатов измерений). Методы анализа (химические, физические, биологические). Общая характеристика и классификация химических методов анализа. Общая характеристика и классификация физических методов. Методики анализа, требования к ним. Аналитическая служба. Лабораторный и внелабораторный анализ.

Аналитическая химия как наука, ее цели и задачи, связь с практикой химического анализа, место аналитической химии в системе наук. Научные исследования в области аналитической химии.

Основные этапы истории химического анализа и аналитической химии, современное состояние и перспективы их дальнейшего развития. Основные аналитические проблемы (определение микропримесей, повышение точности и экспрессности методик, снижение стоимости анализа и т.д.). Сопоставление возможностей разных методов анализа. Выбор метода и методики для решения конкретной аналитической задачи. Контроль качества, диагностика, мониторинг и другие типовые аналитические задачи. Важнейшие источники информации в области химического анализа и аналитической химии.

2. *Метрологические основы химического анализа*

Химический анализ как измерение количества вещества. Абсолютные и относительные погрешности количественного анализа. Случайные и систематические погрешности, способы их оценки. Правильность, прецизионность, точность результатов анализа. Причины возникновения систематических погрешностей. Способы проверки правильности результатов анализа: использование стандартных образцов, сопоставление данных, полученных разными методами, метод стандартных добавок и др. Проверка значимости систематических погрешностей (на фоне случайных). Необходимость контрольного («холостого») опыта.

Причины возникновения случайных погрешностей анализа. Статистическое распределение результатов повторных измерений (анализов). Статистическая обработка результатов при нормальном распределении случайных погрешностей. Грубые промахи и способы их выявления. Оценка сходимости (воспроизводимости) результатов анализа. Расчет и использование доверительных интервалов. Сопоставление результатов анализа (выборки).

Метрологические аспекты инструментальных методов анализа. Аналитический сигнал. Градуировочные функции. Фон, его происхождение и способы снижения. Чувствительность и селективность методик анализа. Предел обнаружения, его статистическая оценка. Способы снижения предела обнаружения.

Основные методы расчета содержания аналитов по величине аналитического сигнала: градуировочного графика, стандартов, добавок и т.д. Использование метода наименьших квадратов для построения градуировочных зависимостей. Применимость и преимущества разных методов расчета содержания аналитов.

Метрология как наука об измерениях. Физические величины, измеряемые в процессе химического анализа, их эталоны и единицы измерения. Прямые и косвенные измерения. Запись результатов измерений. Значащие цифры и правила округления результатов количественного анализа. Допустимые и недопустимые расхождения результатов параллельных

измерений (анализов). Дрейф результатов. Способы проверки нормальности распределения результатов измерений. Правила сложения погрешностей при косвенных измерениях.

Количественный химический анализ как особый вид косвенных измерений. Общее представление о химической метрологии. Абсолютные (безэталоные) и относительные методы анализа. ГОСТы и другие нормативные документы, регламентирующие порядок проведения анализов. Способы предупреждения и исключения систематических погрешностей. Аддитивные и мультипликативные систематические погрешности. Необходимость поверки измерительных приборов. Стандартные образцы, их производство, аттестация и применение. Способы уменьшения случайных погрешностей. Автоматизация анализа, применение автосемплеров и компьютеризированных измерительных приборов. Проточно-инжекционный анализ. Зависимость воспроизводимости результатов анализа от содержания аналита; нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Общее представление о метрологической аттестации методик анализа и аккредитации лабораторий.

3. *Пробоотбор и пробоподготовка*

Пробоотбор и пробоподготовка в ходе анализа. Виды проб (разовые, объединенные). Представительность пробы. Факторы, обуславливающие размер представительной пробы. Специфика и правила пробоотбора для объектов разного типа. Отбор проб однородных и гетерогенных материалов. Способы пробоподготовки: измельчение, растворение, термообработка, обработка реагентами. Необходимость и способы перевода компонентов пробы в формы, оптимальные для выбранного метода анализа.

Способы получения представительной пробы твердых, жидких и газообразных веществ, в частности объектов окружающей среды. Погрешности, возникающие в ходе пробоотбора. Устройства и приемы, используемые при отборе проб. Первичная обработка, уменьшение и хранение отобранных проб.

Разложение органических веществ под действием окислителей, катализаторов, высоких температур, давления, высокочастотного разряда. Комбинирование разных воздействий в ходе сухой и мокрой минерализации. Концентрирование микропримесей и отделение мешающих компонентов. Предварительное окисление или восстановление аналитов, перевод их в летучие или окрашенные соединения (дериватизация). Способы устранения или учета загрязнений и потерь компонентов в ходе пробоподготовки.

4. *Реакции и процессы, используемые в анализе*

4.1. *Общие закономерности*

Практические требования к реакциям (процессам), используемым в анализе. Основные типы реакций, применяемых в химических методах анализа: кислотно-основные реакции, реакции комплексообразования, реакции окисления-восстановления. Процессы образования и растворения осадков. Необходимость и примеры управления равновесием химических реакций и межфазных переходов при проведении анализа (на основе принципа Ле Шателье). Факторы, влияющие на равновесие (концентрации реагентов, температура, природа растворителя, рН, конкурирующие реакции).

Формы существования веществ в растворе. Общие и равновесные концентрации. Концентрационные константы равновесий, их виды. Использование концентрационных констант для выбора аналитических реагентов и оптимизации условий анализа. Представление о термодинамических и условных константах равновесий; использование этих констант в аналитической химии.

Скорость реакций, применяемых в анализе. Возможность раздельного определения однотипных веществ за счет разной скорости их взаимодействия с реагентом.

Связь термодинамических констант равновесия с концентрационными. Ионная сила, коэффициенты активности. Влияние посторонних электролитов на равновесия реакций и учет этого влияния при проведении анализа (солевой эффект).

Учет влияния конкурирующих реакций. Расчет условных констант и проверка возможности протекания аналитической реакции в заданных концентрационных условиях. Выбор условий проведения реакции с помощью условных констант.

4.2. Кисотно-основные реакции

Применение кислотно-основных реакций в анализе. Общее представление о кислотно-основном взаимодействии с позиций теории Бренстеда-Лоури. Сильные и слабые протолиты. Константы кислотности и основности.

Автопротолиз. Лиат и лионий. Обобщенные представления о кислых, щелочных и нейтральных средах. Шкалы pH для разных растворителей. Классификация растворителей по способности к автопротолизу и роли в протолитическом процессе. Важнейшие неводные растворители.

Состояние растворенного вещества в растворах с разной кислотностью. Расчет pH растворов разного типа. Амфолиты. Буферные системы, механизм буферного действия. Буферные растворы, применяемые в анализе. Выбор буферного раствора для создания желаемого pH.

Теории кислот и оснований. Основные преимущества теории Бренстеда-Лоури. Влияние растворителя на силу растворенных кислот и оснований. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей. Ионные диаграммы, их построение и использование.

Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Расчет мольной доли заданной формы вещества при заданном значении pH. Индивидуальные вещества с буферными свойствами. Расчет изменения pH при добавлении кислот и щелочей к буферным растворам, буферная емкость.

4.3. Реакции комплексообразования

Применение реакций комплексообразования в анализе. Ступенчатый характер комплексообразования в растворе. Количественные характеристики равновесия комплексообразования: общие и ступенчатые константы устойчивости, Факторы, влияющие на равновесие комплексообразования, управление этим процессом. Важнейшие органические реагенты (лиганды), применяемые для разделения, обнаружения, маскирования и определения ионов металлов. Влияние комплексообразования на процессы осаждения и растворения, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительные свойства веществ в ходе анализа. Примеры повышения чувствительности и селективности методик анализа с применением комплексообразования.

Степень закомплексованности. Классификация комплексных соединений, важнейшие комплексные соединения, используемые в анализе. Координационное число, дентатность, хелаты, внутрикомплексные соединения. Степень образования, среднее координационное число. Скорость образования комплексных соединений. Маскирование и демаскирование. Выбор природы и концентрации маскирующего реагента.

4.4. Окислительно-восстановительные реакции

Применение редокс-реакций в анализе. Важнейшие окислители и восстановители, используемые в анализе; оценка и способы направленного изменения их окислительной и восстановительной способности. Стандартные и формальные редокс-потенциалы. Способы измерения и расчета равновесных редокс-потенциалов. Направление редокс-процесса в растворе. Расчет констант редокс-равновесия с помо-

щью потенциалов. Факторы, влияющие на положение равновесия при проведении редокс-реакций в растворах, учет этих факторов при проведении анализа.

Устойчивость растворов окислителей и восстановителей. Влияние рН на устойчивость растворов окислителей и восстановителей. Скорость и механизм редокс-процессов. Обратимые и необратимые полуреакции.

4.5. Процессы осаждения и соосаждения

Использование процессов осаждения-растворения в химическом анализе. Равновесие в системе раствор - осадок. Произведение растворимости и растворимость мало-растворимых соединений, взаимосвязь этих величин. Факторы, влияющие на растворимость осадков: концентрация осадителя, величина рН, протекание реакций комплексообразования, температура и ионная сила раствора, природа растворителя. Расчет концентрации осадителя, обеспечивающей необходимую полноту осаждения. Возможность разделения аналитов при варьировании концентрации осадителя.

Аморфные и кристаллические осадки, механизм их формирования. Зависимость размеров частиц осадка от скорости образования первичных центров кристаллизации и скорости их роста. Загрязнение осадков посторонними веществами: совместное осаждение; последующее осаждение; соосаждение. Виды соосаждения: изоморфизм; окклюзия; адсорбция. Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе.

5. Методы обнаружения и идентификации

Типовые задачи, решаемые в ходе качественного анализа (классификация веществ, идентификация пробы как целостного объекта, обнаружение отдельного компонента, установление качественного состава исследуемого вещества, в том числе неизвестного). Свойства индивидуальных веществ, используемые для их идентификации. Характеристические свойства атомов, молекул, фаз и т.п., используемые для их обнаружения в объектах сложного состава (аналитические признаки). Интерпретация результатов качественного анализа. Общее представление об идентификации веществ с использованием эталонов.

Химические методы обнаружения веществ. Реакции обнаружения и разделения. Качественные реакции, используемые для обнаружения ионов в растворе, примеры таких реакций и их аналитические эффекты. Дробный и систематический анализ смесей ионов, схемы проведения качественного анализа с применением групповых реагентов. Инструментальные методы обнаружения и идентификации веществ.

Характеристичность, устойчивость и чувствительность аналитических признаков. Повышение надежности идентификации (одновременное использование ряда признаков, отбор наиболее характеристических признаков). Возможность идентификации растворенных веществ с помощью качественных реакций. Характеристики чувствительности методик обнаружения. Способы повышения селективности качественной реакции. Отделение и маскирование мешающих компонентов при использовании неспецифических реакций.

Понятие о тест-методах, их применение. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. Окрашивание пламени, микрокристаллоскопия. Использование спектральных, электрохимических, хроматографических и других характеристик для идентификации веществ. Базы данных по характеристическим свойствам веществ. Применение компьютерной техники в инструментальных методах качественного анализа.

6. Гравиметрический анализ

Принципы и аналитические возможности гравиметрического анализа, основные области его применения. Техника и точность взвешивания. Варианты гравиметрии

(методы осаждения, отгонки и др.). **Общая схема гравиметрического определения веществ методом осаждения. Важнейшие органические и неорганические осадители, их выбор. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Расчет результатов гравиметрического анализа. Примеры его практического использования.**

Возможные источники погрешностей в гравиметрическом анализе. Техника метода. Правила получения осадков разного типа (правила Тананаева) и их теоретическое обоснование. Гравиметрический фактор (аналитический множитель). Выбор массы навески, выбор объема осадителя, выбор рН осаждения, оценка потерь при осаждении и промывании.

Прямые и косвенные методы отгонки. Общее представление об элементном анализе органических веществ с гравиметрическим окончанием. Термогравиметрический анализ.

7. Титриметрический анализ

7.1. Общее представление о титриметрическом анализе

Принципы титриметрического анализа, его преимущества и ограничения. Области применения титриметрического анализа. Классификация титриметрических методов. Требования, предъявляемые к реакциям, используемым для титрования. Понятие о точке эквивалентности и конечной точке титрования (к.т.т.). Индикаторы, общие требования к ним. Применение инструментальных методов для регистрации кривых титрования и фиксирования к.т.т. Моделирование процесса титрования с помощью линейных и логарифмических кривых. Скачок титрования. Границы скачка, обеспечивающие заданную точность определения к.т.т. Расчет результатов анализа при проведении прямого, обратного и заместительного титрования.

Приготовление и стандартизация рабочих растворов. Первичные стандарты, требования к ним. Вторичные стандарты. Фиксаналы. Техника титриметрии. Автоматизация титрования. Специфика титрования в неводных средах. Эквиваленты веществ в реакциях разного типа.

7.2. Кислотно-основное титрование

Определяемые вещества, основные титранты, стандартные вещества. Области практического применения кислотно-основного титрования. Кривые титрования сильных и слабых протолитов. Влияние природы и концентрации титруемого вещества на вид кривой титрования. Высота скачка в разных условиях. Предельное разбавление титруемого раствора. Общее представление о титровании многопротонных кислот (оснований) и смесей разных кислот (оснований). Выбор кислотно-основного индикатора с учетом состава раствора в точке эквивалентности.

Ионно-хромофорная теория кислотно-основных индикаторов. Интервал перехода окраски, показатель титрования. Выбор индикатора по кривой титрования. Прогнозирование индикаторных погрешностей. Применение неводных растворителей в методе нейтрализации. Влияние природы растворителя на высоту скачка. Выбор растворителя для разных аналитических задач

7.3. Комплексометрическое титрование

Реакции комплексообразования в титриметрическом анализе. Выбор титранта. Использование полидентатных лигандов (аминополикарбоновых кислот) в качестве титрантов. Аналитические возможности комплексонометрии. Относительная устойчивость комплексонов разных металлов. Влияние рН на равновесие взаимодействия ионов металлов с комплексами. Использование условных констант для определения возможности и последовательности титрования металлов комплексами. Селективность комплексометрического титрования и способы ее повышения.

Кривые комплексонометрического титрования. Способы установления конечной точки титрования в комплексонометрии. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Химические реакции, протекающие с их участием в ходе титрования. Расчет результатов комплексонометрического титрования. Комплексонометрическое определение неметаллов и органических веществ.

Применение низкодентатных лигандов в качестве титрантов. Важнейшие комплексоны. Приготовление и стандартизация растворов комплексонов. Состояние ЭДТА в водном растворе при разной величине рН, особенности взаимодействия ЭДТА с разными металлами. Лабильные и инертные комплексоны. Скачок на кривой комплексонометрического титрования. Выбор оптимального рН. Требования, предъявляемые к металлохромным индикаторам. Интервалы перехода окраски таких индикаторов. Источники погрешностей при проведении комплексонометрического титрования (блокировка индикаторов и др.).

7.4. Окислительно-восстановительное титрование

Реакции окисления-восстановления, используемые в титриметрическом анализе. Классификация методов. Построение логарифмических кривых окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на характер кривой: различие в значениях формальных редокс-потенциалов, кислотность среды, комплексообразование, ионная сила. Способы контроля конечной точки титрования. Редокс-индикаторы, их выбор. Принципы, преимущества, ограничения разных окислительно-восстановительных методов.

Предварительное окисление и восстановление определяемых веществ. Техника и специфические особенности методов перманганатометрии, йодометрии и иодиметрии, дихроматометрии. Первичные и вторичные стандарты в редоксметрии. Интервалы перехода окраски универсальных редокс-индикаторов. Источники погрешностей, связанных со сложным механизмом и замедленностью реакций, используемых для редоксметрического титрования. Химическая индукция. Предотвращение или подавление индуцированных реакций.

7.5. Осадительное титрование

Процессы осаждения в титриметрии. Значение стехиометрии реакции и скорости образования осадков, влияние адсорбции. Важнейшие титранты-осадители. Аргентометрия. Кривые титрования. Практическое применение осадительного титрования.

Способы фиксирования конечной точки титрования в аргентометрии: методы Мора, Фольгарда, Фаянса. Возможность отдельного определения галогенидов.

8. Кинетические и биохимические методы анализа

Скорость химической реакции как аналитический сигнал. Каталитические и некаталитические кинетические методы анализа, их чувствительность и селективность. Определение концентрации реагентов с использованием кинетических данных (метод тангенсов, фиксированного времени и др.). Индикаторные реакции при определении катализаторов, требования к ним. Преимущества и ограничения кинетических методов анализа по сравнению с равновесными. Ферменты как биологические катализаторы. Общее представление о ферментативных методах анализа. Примеры определения ферментов, субстратов, активаторов и ингибиторов ферментов по скорости реакций с их участием. Практическое применение ферментативных методов в клиническом анализе и в анализе объектов окружающей среды.

Общее представление о биохимических методах анализа. Использование ферментов, ДНК, РНК, антител, живых клеток и микроорганизмов в анализе (в частности, в виде тест-методов). Иммуноанализ и иммуноферментный анализ. Биосенсоры. Принципы функционирования и области применения биосенсоров. Классификация биосенсоров по природе биоло-

гического компонента и типу преобразователя сигнала (потенциометрические, амперометрические, оптические и другие сенсоры). Примеры применения биосенсоров. Общее представление о биологических методах анализа.

9. Электрохимические методы анализа

9.1. Общая характеристика электрохимических методов

Общий обзор и классификация электрохимических методов анализа. Области их применения, преимущества и ограничения.

Электрохимические ячейки. Электроды. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Сопоставление аналитических возможностей (чувствительность, избирательность, точность и т.п.) электрохимических методов, их роль в практике анализа.

9.2. Потенциометрия

Потенциал электрода как аналитический сигнал. Уравнение Нернста. Классификация электродов по механизму возникновения потенциала. Металлические и мембранные (ионселективные) электроды. Электроды сравнения и индикаторные электроды. Аналитические возможности метода прямой потенциометрии (ионометрии). Измерение рН с использованием стеклянного индикаторного электрода. Потенциометрическое титрование. Преимущества и ограничения метода по сравнению с прямой потенциометрией. Особенности потенциометрического титрования с применением реакций разного типа. Нахождение точки эквивалентности по кривой потенциометрического титрования (дифференциальный метод, метод трех касательных и др.).

Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика для индикаторных электродов разного типа. Аппаратура для измерения разности электродных потенциалов. Способы расчета концентрации аналита по результатам потенциометрических измерений. Устройство и принцип работы электродов с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, электродов с подвижными носителями, стеклянных, ферментных и газочувствительных электродов. Применение потенциометрических сенсоров.

9.3. Вольтамперометрические методы

Общий принцип и классификация вольтамперометрических методов. Классическая полярография. Поляризация ртутного электрода. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Общая характеристика полярографической кривой. Диффузионный ток. Выбор фонового электролита. Зависимость диффузионного тока от различных факторов. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны как качественная характеристика деполяризатора, определение потенциала полуволны. Ограничения и недостатки классической полярографии.

Современные вольтамперометрические методы. Применение твердых электродов. Амперометрическое титрование. Выбор потенциала индикаторного электрода. Вид кривых амперометрического титрования. Инверсионная вольтамперометрия: принцип метода, преимущества ИВА по сравнению с другими вольтамперометрическими методами. Аналитические возможности и практическое применение современных вольтамперометрических методов.

Полярографические максимумы. Определение констант устойчивости комплексных соединений по результатам измерений потенциала полуволны. Поляризационные кривые для разных электродов. Понятие об осциллографической и переменноточковой полярографии. Амперометрическое титрование с двумя поляризованными электродами (биамперометрия). Современная аппаратура для проведения вольтамперометрического анализа.

9.4. Кулонометрия и электрогравиметрия.

Общие принципы и теоретические основы кулонометрии. Законы Фарадея. Способы определения количества электричества, затраченного на электролиз анализируемого раствора; применение кулонометров. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Метод прямой кулонометрии. Расчет результата анализа.

Кулонометрическое титрование. Внешняя и внутренняя генерация титранта. Определение конечной точки титрования. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования по сравнению с классическими вариантами титриметрии. Примеры практического применения кулонометрических методов.

Принципы, преимущества, область применения электрогравиметрии. Аппаратура. Расчет напряжения разложения. Перенапряжение.

Электролиз при контролируемом потенциале, его применение для разделения и концентрирования металлов. Выделение металлов на ртутном катоде. Внутренний электролиз.

9.5. Кондуктометрия.

Принципы кондуктометрического анализа. Возможности метода и области его практического применения. Измерение электропроводности растворов. Связь удельной электропроводности с концентрацией определяемого вещества. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Прогнозирование кривых кондуктометрического титрования с учетом подвижности ионов.

10. Спектроскопические методы анализа

10.1. Общее представление о спектроскопических методах

Общие принципы и классификация спектроскопических методов анализа. Абсорбционные и эмиссионные методы. Значение разных спектроскопических методов в практике химического анализа.

Диапазоны электромагнитного излучения, наиболее широко применяемые в анализе (ИК-излучение, видимый свет, УФ-излучение, рентгеновские лучи). Энергии квантов и длины волн (частоты, волновые числа), соответствующие разным диапазонам. Монохроматическое и полихроматическое излучение. Общее представление о спектрах. Классификация спектров (спектры испускания и поглощения, атомные и молекулярные спектры). Энергетические переходы в атомах и молекулах, приводящие к возникновению спектров разного типа. Способы регистрации спектров. Использование спектральных данных для установления структуры молекул, идентификации веществ, количественного определения веществ, анализа смесей.

Спектральные приборы, их классификация. Основные узлы спектрального прибора. Источники излучения. Способы монохроматизации. Одноканальные и многоканальные спектрометры. Приемники излучения: фотоэмульсии, фотоэлементы, фотоумножители, диодные линейки и другие мультисенсорные устройства. Графическое представление атомных и молекулярных спектров. Характеристики спектральных линий и пиков: длина волны, интенсивность, полуширина. Связь интенсивности излучения (поглощения) с вероятностью соответствующих энергетических переходов. Молекулярные спектры веществ, находящихся в разном агрегатном состоянии. Банки спектральных данных и их использование для опознавания веществ и разработки методик их количественного анализа.

10.2. Методы атомной спектроскопии

Принцип и основные стадии атомно-эмиссионного спектрального анализа (АЭС). Способы атомизации пробы и возбуждения атомов: пламя, электрическая дуга, искровой

разряд, индуктивно-связанная плазма и др. Аналитические возможности АЭС при использовании разных источников возбуждения (определяемые элементы, пределы обнаружения, точность определения и др.). Способы регистрации спектров и необходимая для этого аппаратура. Опознавание элементов по положению спектральных линий. Уравнение Ломакина-Шейбе. Способы расчета результатов количественного анализа, области и примеры его практического применения.

Принцип и основные стадии атомно-абсорбционного спектрального анализа (ААС). Схема атомно-абсорбционного спектрометра. Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра и др.), Пламенная и электротермическая атомизация пробы. Зависимость оптической плотности плазмы от содержания элементов в пробе. Факторы, влияющие на точность анализа. Области практического применения и аналитические возможности метода ААС.

Температура плазмы при использовании разных способов возбуждения, состояние вещества в плазме. Зависимость интенсивности спектральной линии от различных факторов. Выбор аналитической линии определяемого элемента. Процессы самопоглощения, ионизации, образования малолетучих соединений; влияние этих процессов на форму градуировочного графика. Метод пламенной фотометрии. Виды и температура пламени. Способы расчета результатов анализа в пламенной фотометрии. Аппаратура метода, его точность и пределы обнаружения.

Аналитические сигналы элементов при разных способах регистрации спектра. Абсолютное и относительное почернение фотопластинки. Метод гомологических пар и другие приемы повышения точности АЭС при использовании дугового разряда. Преимущества и ограничения АЭС с использованием индуктивно-связанной плазмы.

Метод «холодного пара» в ААС. Способы устранения влияния фонового поглощения и излучения. Преимущества, ограничения и недостатки метода ААС по сравнению с атомно-эмиссионными методами (точность, чувствительность, экспрессность и др.).

10.3. Методы молекулярной спектроскопии

Спектры поглощения молекул в видимой и УФ-областях спектра. Связь структуры молекулы с характеристиками спектра поглощения соединения в УФ- и видимой области. Органические и неорганические соединения, определяемые по собственному поглощению их растворов. Взаимодействие ИК-излучения с молекулами; спектры поглощения молекул в ИК-области. Характеристические частоты функциональных групп в органических соединениях.

Измерение светопоглощения растворов. Необходимость и выбор раствора сравнения. Количественные характеристики поглощения света, их взаимосвязь. Закон Бугера – Ламберта – Бера. Отклонения от закона, их причины и способы предупреждения. Основные схемы и узлы спектрометрической аппаратуры. Особенности аппаратуры, используемой в разных диапазонах длин волн. Спектрофотометрия и фотометрия, сопоставление возможностей и преимуществ. Выбор аналитической длины волны (светофильтра). Способы расчета концентрации аналита. Чувствительность и точность спектрофотометрического анализа в зависимости от светопоглощения фотометрируемого раствора. Дифференциальная спектрофотометрия. Анализ многокомпонентных систем. Фотометрические реакции, требования к ним.

Подготовка проб к анализу в методе ИК-спектроскопии. Принципы и преимущества ИК-Фурье-спектрометров. Особые варианты молекулярно-абсорбционной спектрометрии: визуальная колориметрия, экстракционно-фотометрический анализ, фотометрическое титрование. Представление о турбидиметрии, нефелометрии, спектроскопии диффузного отражения и других спектроскопических методах. Использование спектров поглощения в разных диапазонах длин волн для идентификации веществ и структурно-группового анализа.

Общее представление о люминесценции, способах ее возбуждения и спектрах люминесценции. Виды люминесценции (флуоресценция, фосфоресценция). Регистрация спектров возбуждения и испускания люминесцирующих веществ. Идентификация люминесцирующих веществ. Количественный люминесцентный анализ: определяемые вещества, связь интенсивности люминесценции с концентрацией. Чувствительность и точность метода. Практическое применение люминесцентного анализа.

Основные закономерности молекулярной люминесценции: независимость спектра люминесценции от длины волны возбуждающего света, закон Стокса – Ломмеля, правило Левшина, закон Вавилова. Тушение люминесценции (температурное, концентрационное, посторонними примесями). Анализ смесей люминесцирующих веществ. Эффект Шпольского. Спектрофлуориметры. Применение и выбор первичных и вторичных светофильтров. Определение неорганических и органических веществ по собственной люминесценции. Перевод веществ в люминесцирующие соединения.

10.4. Методы рентгеновской спектроскопии

Обзор методов рентгеноспектрального анализа. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Рентгенофлуоресцентный метод анализа. Основы качественного и количественного анализа. Области применения, возможности, преимущества и ограничения метода РФА.

Рентгенофазовый анализ. Получение и интерпретация дифрактограмм. Практическое применение рентгенофазового анализа. Рентгеноструктурный анализ. Метод электронного зонда и его применение для локального элементного анализа.

11. Общее представление о других инструментальных методах

11.1. Масс-спектрометрия

Общие принципы масс-спектрометрии. Схема и основные узлы масс-спектрометра. Важнейшие способы ионизации. Типы масс-анализаторов. Получение масс-спектров. Применение масс-спектрометрии для элементного и изотопного анализа. Идентификация и определение органических веществ. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Аналитические возможности и области применения масс-спектрометрического анализа.

11.2. Термические методы

Классификация методов термического анализа. Термогравиметрия, термический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия. Термопары. Комбинированные термические методы анализа. Дериватографы. Синхронные термоанализаторы. Применение методов для исследования физико-химических свойств и анализа веществ и материалов.

12. Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования

Разделение веществ и концентрирование микропримесей. Классификация методов по типу используемых фазовых равновесий. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения (гибридные методы). Количественные характеристики: коэффициент распределения, степень извлечения, степень разделения. Разделение ионов при дробном осаждении. Соосаждение. Коллекторы - органические и неорганические. Основные приемы соосаждения.

Экстракция как метод разделения и концентрирования. Теоретические основы метода. Закон распределения Бертелло – Нернста. Классификация экстракционных процессов. Количественные характеристики. Факторы, влияющие на степень извлечения при однократной экстракции. Степень извлечения при многократной экстракции. Выбор рН экстракции. Важнейшие экстрагенты и требования к ним. Экстракционные реагенты при извлечении металлов. Экстракция хелатов: влияние концентрации реагента, величины рН. Практическое использование экстракции.

Сорбция как способ концентрирования. Механизм сорбции. Сорбенты, используемые при концентрировании микропримесей. Активные угли. Кремнеземы. Ионный обмен в анализе. Синтетические ионообменные смолы, их классификация и свойства. Практическое применение ионного обмена. Другие методы разделения и концентрирования: капиллярный электрофорез; методы испарения; управляемая кристаллизация, соосаждение.

13. Хроматографические методы

13.1. Теоретические основы и практическое использование хроматографии

Основные принципы хроматографического анализа. Классификация хроматографических методов по применяемым фазам, механизмам распределения, способам технической реализации. Скорость движения компонента через колонку как функция коэффициента распределения. Механизмы разделения компонентов пробы при прохождении через колонки разного типа.

Вид внешней хроматограммы. Параметры хроматографических пиков. Факторы, влияющие на положение пика, его ширину и площадь. Критерии разделения пиков. Опознавание компонентов смеси по хроматограмме. Количественный хроматографический анализ: метод абсолютной калибровки, метод внутреннего стандарта, метод нормировки. Источники возможных погрешностей при проведении количественного хроматографического анализа.

История хроматографии как аналитического метода (работы Цвета, Мартина и др.). Селективность и эффективность хроматографической колонки, оценка этих характеристик по виду хроматограммы, факторы, влияющие на селективность и эффективность. Концепция теоретических тарелок. Прогнозирование возможности разделения двух веществ с учетом длины колонки. Кинетическая теория хроматографии, уравнение Ван-Деемтера, оптимальная скорость движения подвижной фазы. Относительные характеристики удерживания. Способы повышения надежности хроматографической идентификации.

13.2. Газовая хроматография

Общее представление о газоадсорбционной (ГАХ) и газожидкостной (ГЖХ) хроматографии. Схема газового хроматографа. Газы, используемые в качестве носителей. Основные типы детекторов: катарометры; пламенно-ионизационные детекторы; детекторы электронного захвата. Насадочные и капиллярные колонки. Сорбенты, применяемые в методе ГАХ. Носители и неподвижные жидкие фазы в методе ГЖХ. Преимущества, ограничения, области применения ГАХ и ГЖХ.

Требования к сорбентам и носителям. Требования к неподвижной жидкой фазе (НЖФ). Полярные и неполярные НЖФ. Выбор колонки. Ввод пробы. Программирование температуры хроматографической колонки. Газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ-МС). Аналитические возможности метода ГЖХ.

13.3. Жидкостная хроматография

Жидкостная колоночная хроматография. Применения и ограничения классической жидкостной хроматографии как метода анализа. Препаративная жидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Принципиальная схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки, детекторы. Сорбенты и требования к ним, модификация поверхности сорбентов. Основные виды ВЭЖХ: аналитические возможности и определяемые вещества. Применение разных видов ВЭЖХ для анализа смесей органических соединений. Ионная хроматография как метод анализа смесей катионов (анионов). Преимущества и ограничения ВЭЖХ в анализе реальных объектов.

Полярные и неполярные сорбенты. Нормальный и обращенно-фазовый варианты адсорбционной хроматографии. Выбор элюента и градиентное элюирование в методе ВЭЖХ. Устройство ионного хроматографа. Детектирование разделяемых ионов. Жидкостная хроматография с масс-спектрометрическим детектированием аналитов (ЖХ-МС), другие гибридные методы. Эксклюзионная хроматография.

Жидкостная хроматография на плоскости (тонкослойная, бумажная). Получение и проявление плоскостных хроматограмм. Качественный и полуколичественный анализ смесей методом тонкослойной хроматографии (ТСХ). Области применения и аналитические возможности ТСХ.

14. Анализ реальных объектов

Классификация объектов анализа. Объекты технического анализа (сырье, полупродукты, готовая продукция, стоки и газовые выбросы промышленных предприятий). Задачи и специфические особенности технического анализа как способа контроля качества. Технический анализ в металлургической промышленности, переработке нефти и других отраслях промышленности. Анализ функциональных материалов и особо чистых веществ.

Объекты окружающей среды как объекты анализа (воздух, природные и сточные воды, почвы, донные отложения). Специфика анализа таких объектов. Проблема организации массового анализа объектов окружающей среды по множеству показателей состава. Понятие о ПДК. Лабораторные и внелaborаторные методы анализа объектов окружающей среды. Тест-методы для количественного анализа таких объектов. Скрининг. Методы определения супертоксикантов. Определение обобщенных показателей состава.

Агрохимический анализ, анализ пищевых продуктов. Специфика анализа биологических и медицинских объектов, их исследование и анализ. Методы клинического и фармацевтического анализа.

15. Тенденции и перспективы развития химического анализа

Тенденции развития химического анализа: увеличение доли инструментальных методов, математизация и компьютеризация анализа, усиление внимания к анализу органических веществ и объектов окружающей среды, переход к анализу смесей без разделения компонентов, развитие внелaborаторных и гибридных методов (сенсоры, системы «электронный нос» и «электронный язык», дистанционные методы, тест – системы). Миниатюризация аналитических приборов. Снижение пределов обнаружения и увеличение точности известных методов анализа, создание новых методов.

Развитие теоретических основ разных методов анализа, их сближение и объединение с учетом достижений метрологии, информатики и хемометрики. Постепенное создание единой теории аналитической химии и ее превращение в междисциплинарную науку.

5. Литература

Основная

1. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов. Т. 1. Общие вопросы. Методы разделения / под ред. Ю. А. Золотова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Академия, 2010.
2. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов. Т. 2. Методы химического анализа / под ред. Ю. А. Золотова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Академия, 2010.
3. Основы аналитической химии: задачи и вопросы: учебное пособие для студентов университетов / под ред. Ю. А. Золотова. - Изд. 2-е, испр. - М.: Высшая школа, 2004.
4. Кристиан Г. Аналитическая химия Т. 1,2 / Кристиан Г; пер. с англ. А. В. Гармаша, Н. В. Кольчевой, Г. В. Прохоровой; - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.

Дополнительная

1. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов. В 3 т. Т.3: Химический анализ / под ред. Л. Н. Москвина. - М.: Академия, 2010.
2. Вершинин В.И., Власова И.В., Никифорова И.А. Аналитическая химия. М.: Издательский центр «Академия». 2011.
3. Основы аналитической химии. Практическое руководство/ под ред Ю.А.Золотова. М.: Высшая школа, 2001.
4. Васильев В. П. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов. Кн. 1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа / Васильев В. П. - 6-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2007.
5. Васильев В.П. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов. Кн. 2: Физико-химические методы анализа / Васильев В.П. - 6-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2007.
6. Васильев В.П. Аналитическая химия: сборник вопросов, упражнений и задач: учебное пособие для студентов вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова - 4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2006.
7. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: в 2 т. / Т. 1,2 / пер. с англ. А. Г. Борзенко и др.; под ред. Ю. А. Золотова; ред. Р. Кельнер и др. - М.: Мир: АСТ, 2004.
8. Отто М. Современные методы аналитической химии. В 2-х томах. М.: Техносфера, 2003.
9. Золотов Ю.А., Вершинин В.И. История и методология аналитической химии. М.: Издательский центр «Академия», 2007.
10. Москвин Л. Н., Родинков О.В. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Долгопрудный: Интеллект, 2011.
11. Золотов Ю.А. О химическом анализе и о том, что вокруг него. М.: Наука. 2004.
12. Новый справочник химика и технолога. Аналитическая химия. В 3 т. Под редакцией И.П.Калинкина. Т.1. СПб.: Мир и семья. 2002.
13. Другов Ю.С., Родин А.А. Экологическая аналитическая химия. С-Пб.: Lab-press. 2002.

Периодические издания

Журнал аналитической химии. Заводская лаборатория. Диагностика материалов. Аналитика и контроль. РЖ Хим.

Интернет-ресурсы

anchem.ru chemport.ru eLIBRARY.ru sciencedirect.com springerlink.com
<http://www.wssanalytchem.org> – портал «Аналитическая химия в России»

Составители программы:

д.х.н. Власова И.В (ОмГУ им. Ф.М.Достоевского)
д.х.н. Вершинин В.И. (ОмГУ им. Ф.М. Достоевского)
д.х.н. Русанова Т.Ю. (Саратовский ГУ)
д.х.н. Чернова Р.К. (Саратовский ГУ)
к.х.н. Починок Т.Б. (Кубанский ГУ)
д.х.н. Темердашев З.А. (Кубанский ГУ)

Отзывы, замечания и предложения по проекту программы направлять проф. В.И.Вершинину. Электронный адрес vyvershinin@yandex.ru. Почтовый адрес: 644077, Омск-77, пр.Мира 55а, ОмГУ, химфак, кафедра аналит. химии. Телефоны (3812) 642485 (раб.) +7 913 9588268 (сот.).