**Министерство образования Республики Беларусь**

Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования

Республики Беларусь

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.И. Жук

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011 г.

Регистрационный № ТД-\_\_\_\_\_\_/тип.

**Аналитическая химия с основами физико-химического анализа**

**Типовая учебная программа**

**для высших учебных заведений по специальности:**

1- 31 05 01 Химия (по направлениям)

Направление специальности 1 - 31 05 01- 05 Химия (радиационная, химическая и биологическая защита)

|  |  |
| --- | --- |
| **СОГЛАСОВАНО**  Председатель  Учебно-методического объединения  по естественнонаучному образованию  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Л. Толстик  «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011г. | **СОГЛАСОВАНО**  Начальник Управления высшего и среднего специального образования  Министерства образования  Республики Беларусь  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ю.И. Миксюк    «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2011 г.  Проректор по учебной и воспитательной работе Государственного учреждения образования «Республиканский институт высшей школы»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.И.Шупляк    «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2011 г.  Эксперт-нормоконтролер  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.М.Артемьева  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2011 г. |

Минск 2011

**Составители:**

Н. А. Апостол, доцент кафедры аналитической химии Белорусского государственного университета, кандидат педагогических наук, доцент;

В. Л. Ломако, доцент кафедры аналитической химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент;

С. М. Лещев, профессор кафедры аналитической химии Белорусского государственного университета, доктор химических наук, профессор

**Рецензенты:**

Кафедра аналитической химии УО «Белорусский государственный технологический университет»;

З. С. Кунцевич – профессор кафедры общей, физической и коллоидной химии УО «Витебский государственный медицинский университет», доктор педагогических наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой аналитической химии Белорусского государственного университета

(протокол № 9 от 20 марта 2008 года);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета

(протокол № 4 от 22.05.08);

Научно-методическим советом по химии Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию

(протокол № 4 от 23.06.08)

Ответственный за выпуск: Апостол Наталья Александровна

**Пояснительная записка**

Аналитическая химия является одной из фундаментальных научных дисциплин химического цикла. Курс аналитической химии на химических факультетах университетов является необходимой базой для успешного изучения химических дисциплин а также для учебных практик и спецпрактикумов.

Основная задача курса – изучение основных разделов аналитической химии, формирующих фундаментальную и практическую подготовку специалистов химического профиля. Типовая программа составлена на основе требований образовательного стандарта в соответствии с современным методологическим и научным содержанием курса аналитической химии, с учетом опыта преподавания в ведущих вузах.

Основными целями изучения аналитической химии являются:

1. Изучение основных законов и методов аналитической химии, детальное рассмотрение наиболее важных теоретических положений. Знакомство с химическими, физико-химическими, физическими методами анализа.

2. Проработка приёмов вычислений по изучаемым методам анализа.

3. Изучение методов анализа объектов окружающей среды, применение этих методов в практической деятельности специалистов химического профиля, при решении экологических проблем.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- типы реакций и процессов, используемых в аналитической химии и способы управления ими;

- общие и индивидуальные свойства химических веществ и их разделение и определение;

- основные принципы выбора методов пробоподготовки, разделения и определения веществ, способы обработки и оценки достоверности получаемых результатов;

- сущность изучаемых физико-химических методов анализа;

- законы и уравнения, лежащие в основе каждого метода;

- как использовать эти законы и уравнения для идентификации и количественного определения веществ.

уметь:

- использовать теоретические основы аналитической химии для разработки конкретных методов разделения и определения веществ;

- правильно оценивать возможности тех или иных методов разделения и определения и выбирать наиболее подходящий метод;

- работать с приборами и оборудованием, используемым в физико-химических методах анализа;

- использовать информацию, полученную в процессе выполнения лабораторной работы, для количественного определения веществ и соединений.

Преподавание курса включает семь основных разделов:

метрологические основы химического анализа,

методы пробоотбора и пробоподготовки основных объектов анализа,

методы обнаружения и идентификации,

реакции и процессы, используемые в аналитической химии,

методы разделения и концентрирования,

методы количественного анализа,

физико-химические методы анализа.

После изложения вводной части курса, включающей общее рассмотрение методов аналитической химии и основ химической метрологии, излагаются обязательные для данного курса представления о химическом равновесии и кинетике. Основное внимание при этом уделяется факторам, определяющим состояние химического равновесия и принципиальным возможностям использования этих факторов для управления химическими превращениями в гомогенных и гетерогенных системах. Все разновидности возможных химических процессов и их сочетаний оцениваются с точки зрения формирования аналитического сигнала и его функциональной связи с природой и концентрацией компонентов исследуемых вещественных систем. Этой цели подчинены предусмотренные программой циклы лабораторных работ: методов разделения, концентрирования и обнаружения компонентов, гравиметрические методы определения, титриметрические методы определения.

При чтении лекционного курса необходимо применять наглядные материалы в виде таблиц, схем, диаграмм, демонстрационных рисунков а также использовать технические средства обучения для демонстрации слайдов, презентаций.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Лабораторные занятия предусматривают освоение техники выполнения химического эксперимента, приготовление и стандартизацию растворов, проведение химического анализа по определению качественного и количественного состава вещества и должны быть обеспечены химической посудой, реактивами, средствами измерений.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового компьютерного контроля по темам и разделам курса. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

Часть вопросов описательного характера, перечисленных в программе, выносятся для самостоятельного изучения в целях развития навыков работы с учебной и научной литературой, указанной в конце программы.

Учебный курс рассчитан на 370 часов в том числе 184 аудиторных часа: 48 лекционных часов, 90 часов лабораторных занятий, 46 часов семинарских занятий.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № раздела, темы | Тема | Лекции, час | Лабораторные занятия, час | Семинары, час. |
|  | Введение |  |  |  |
| 1. | Метрологические основы химического анализа | 2 | - | 2 |
| 2. | Методы пробоотбора и пробоподготовки основных объектов анализа | 2 | - | 2 |
| 3. | Методы обнаружения и идентификации | 4 | 12 | 2 |
| 4. | Реакции и процессы, используемые в аналитической химии | 10 |  | 10 |
| 4.1. | Кислотно-основное равновесие | 4 | - | 4 |
| 4.2. | Равновесие в растворах с участием реакций комплексообразования. | 2 | - | 2 |
| 4.3. | Равновесие в растворах с участием реакций окисления-восстановления. | 2 |  | 2 |
| 4.4. | Равновесие осадок-раствор | 2 | - | 2 |
| 5. | Методы разделения и концентрирования | 2 | 10 | 2 |
| 6. | Методы количественного анализа | 4 | 24 | 6 |
| 6.1. | Гравиметрические методы анализа | 2 | 6 | 2 |
| 6.2. | Титриметрические методы анализа | 2 | 18 | 4 |
| 7. | Физико-химические методы анализа | 24 | 44 | 22 |
| 7.1. | Электрохимические методы анализа. | 12 | 20 | 8 |
| 7.2. | Оптические методы анализа | 8 | 14 | 8 |
| 7.3 | Хроматография | 4 | 10 | 6 |

**СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

**ВВЕДЕНИЕ**

Предмет аналитической химии, её место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии в науке, экономике, других сферах. Основные аналитические проблемы: снижение пределов обнаружения, повышение точности и избирательности, обеспечение экспрессности, следовый анализ и анализ микрообъектов, анализ без разрушения, локально-распределительный анализ (анализ процессов), дистанционный анализ.

Химические, физико-химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикроанализ.

Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития.

Научная химико-аналитическая литература.

**МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Основные стадии химического анализа. Выбор метода и составление схемы анализа. Аналитический сигнал и помехи. Метрологические требования к результатам измерений. Основные принципы и способы обеспечения достоверности результатов измерений. Систематические и случайные погрешности анализа. Правильность и воспроизводимость результатов анализа, предел обнаружения и коэффициент чувствительности, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.

Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных ошибок. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение. Использование метода наименьших квадратов для построения градуировочных графиков. Аттестация средств измерений и аккредитация лабораторий.

**МЕТОДЫ ПРОБООТБОРА И ПРОБОПОДГОТОВКИ ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТОВ АНАЛИЗА**

Представительность пробы, проба и объект анализа, проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ. Основные способы перевода пробы в форму удобную для анализа. Особенности разложения органических веществ.

Объекты окружающей среды: воздух, природные воды (поверхностные, подземные), атмосферные осадки, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа. Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль. Производственный анализ. Анализ технологических растворов, сточных вод.

**МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ**

Задачи и методы обнаружения и идентификации химических соединений. Аналитические реакции, их чувствительность, специфичность. Дробный и систематический анализ. Микрокристаллоскопический анализ, пирохимический анализ. Обнаружение на основе образования окрашенных соединений. Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. Примеры практического применения методов обнаружения.

**РЕАКЦИИ И ПРОЦЕССЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ РАВНОВЕСИЕ

Полнота и скорость протекания реакции как основные предпосылки её аналитического использования. Константы равновесия реакций различных типов. Активность. Расчет активности электролитов. Закон ионной силы. Предельный закон Дебая-Хюккеля. Расширенное уравнение Дебая-Хюккеля. Термодинамическая и концентрационная константы равновесия. Условные константы. Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесия в системах кислота-сопряжённое основание. Константы кислотности и основности. Константа автопротолиза. Влияние растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующие и дифференцирующие растворители. Расчет рН кислот и основание: сильных, слабых, средней силы. Расчет рН электролитов с учетом диссоциации воды.

Буферные растворы и их свойства. Буферная ёмкость. Расчет рН буферных растворов. Роль буферных растворов в процессах жизнедеятельности. Теория кислот и оснований Льюиса. Мягкие и жёсткие кислоты и основания.

РАВНОВЕСИЕ В РАСТВОРАХ С УЧАСТИЕМ РЕАКЦИЙ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ

Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Свойства комплексных соединений, имеющих аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. Роль комплексных соединений при анализе биологических объектов. Константы образования (ступенчатые, общие) комплексных соединений. Влияние комплексообразования на растворимость соединений, потенциал окислительно-восстановительных систем, кислотно-основное равновесие. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием комплексных соединений. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения и маскирования, обнаружения и определения ионов металлов. Возможности использования комплексных соединений органических реагентов в различных методах анализа.

РАВНОВЕСИЕ В РАСТВОРАХ С УЧАСТИЕМ РЕАКЦИЙ ОКИСЛЕНИЯ-ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Расчет окислительно-восстановительных потенциалов различных реакций. Расчет ЭДС реакций. Расчет потенциала в точке эквивалентности. Расчет констант равновесия окислительно-восстановительных реакций. Роль окислительно-восстановительных процессов в живой и неживой природе.

РАВНОВЕСИЕ ОСАДОК - РАСТВОР

Растворимость осадков. Взаимосвязь между растворимостью, константой растворимости. Условия образования и растворения осадков. Количественное осаждение осадков. Факторы, определяющие растворимость неорганических и органических веществ. Зависимость растворимости ионных соединений от концентраций общих и посторонних ионов, рН, присутствия комплексообразующих реагентов, окислителей, восстановителей. Влияние природы растворителя и температуры на растворимость. Практическое значение процессов осаждения-растворения, их роль в анализе.

**МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ**

Основные методы разделения и концентрирования, их выбор и оценка, общие принципы. Групповое и индивидуальное концентрирование (разделение). Отделение матрицы, отделение микрокомпонентов. Разделение и концентрирование осаждением и соосаждением. Реагенты-осадители общего назначения: гидроксиды, карбонаты, сульфиды, фосфаты, галогениды, сульфаты, хроматы, оксалаты и др. Реагенты: групповые, избирательные, специфичные.

Разделение катионов на группы сульфидным, кислотно-щелочным и аммиачно-фосфатным методами. Групповые реагенты анионов. Осаждение как метод концентрирования. Концентрирование методом соосаждения (неорганические и органические осадители).

Экстракция. Сущность метода. Важнейшие экстракционные системы. Закон распределения. Константа распределения. Константа экстракции. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Важнейшие растворители и реагенты, используемые в экстракции. Хелатные соединения в экстракции. Скорость экстракции. Реэкстракция. Приборы для экстракции. Примеры разделения биологических объектов методом экстракции.

Другие методы разделения.

**МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА**

ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Сущность гравиметрического анализа и границы его применения. Разновидности гравиметрического анализа: метод осаждения, метод отгонки, метод выделения, термогравиметрия. Прямые и косвенные методы определения. Погрешности в гравиметрическом анализе. Важнейшие неорганические и органические осадители. Требования к гравиметрической форме. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании. Аналитические весы. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Растворимость осадка в зависимости от структуры и размера частиц. Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение, соосаждение и последующее осаждение. Виды соосаждения: адсорбция, окклюзия, изоморфизм и др. Старение осадка. Причины загрязнения осадка.

ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Сущность титриметрического анализа, классификация методов. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Определение неорганических и органических соединений. Виды титриметрических определений: прямое и обратное. титрование по замещению. Способы выражения концентраций в растворах в титреметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Молярная концентрация. Первичные стандары, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования (S-образные, линейные). Скачок титрования. Точка стехиометрирчности (эквивалентности) и конечная точка титрования. Автоматические титраторы.

Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Влияние концентраций кислот или оснований, температуры, величины констант кислотности или основности на характер кривых титрования. Индикаторы кислотно-основного титрования. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, смесей кислот и оснований.

Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования. Влияние на точность титрования адсорбции, комплексообразования, концентрации ионов водорода, ионной силы. Индикаторы. Погрешности титрования.

Осадительное титрование. Построение кривых титрования. Влияние адсорбции на точность титрования. Влияние растворимости соединений, концентраций определяемых ионов, температуры на характер кривых титрования. Индикаторы. Погрешности титрования.

Комплексометрическое титрование. Способы определения конечной точки титрования. Погрешности титрования.

Неорганические и органические реагенты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, вытеснительное, косвенное. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Примеры практического применения комплексометрического титрования. Этилендиаминтетрауксусная кислота и её динатриевая соль (ЭДТА) как реагенты в комплексометрии. Определение кальция, магния, железа, алюминия в растворах чистых солей и при совместном присутствии.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

Общая характеристика физико-химических и физических методов анализа. Современное состояние. Применение для анализа биологических и медицинских объектов.

Роль физико – химических методов анализа в аналитической химии. Классификация физико–химических методов анализа. Задачи, решаемые с помощью физико – химических методов анализа, определяемые вещества, объекты анализа. Перспективы развития физико – химических методов анализа.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Потенциометрия. Уравнение Нерста и его аналитическое значение. Индикаторные электроды и электроды сравнения в потенциометрии и их классификация. Жидкостные и пленочные ионоселективные электроды. Методы и приборы для измерения потенциала в потенциометрии. Количественные методы в потенциометрии.

Прямая потенциометрия. Виды и причины отклонений функционирования ионоселективных электродов. Ошибки определяемые в прямой потенциометрии, причины и приемы снижения. Метод добавок в потенциометрии.

Потенциометрическое титрование. Виды реакций, титранты, индикаторные электроды, определяемые вещества. Метод Грана.

Область применения потенциометрии, примеры: определение рН, щелочных, щелочно-земельных и тяжелых металлов, органических ионов.

Вольтамперометрия. Полярография как одна из разновидностей вольтамперометрии. Схема полярографической установки. Вольтамперная кривая и характеристика ее составляющих (остаточный, миграционный, диффузионный и предельно диффузионный токи). Уравнение Ильюковича. Уравнение полярографической волны. Полярографический спектр. Факторы, влияющие на величину предельного диффузионного тока и на значение потенциала полуволны. Типы электродов, применяемых в вольтамперометрии.

Амперометрическое титрование, его сущность и практическое применение для определения веществ в различных объектах. Виды кривых титрования и их связь с химической и электрохимической реакциями.

Кондуктометрический анализ. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Высокочастотное кондуктометрическое титрование.

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Оптические методы анализа. Эмиссия и абсорбция электромагнитного излучения веществом и классификация оптических методов анализа. Спектры атомов. Основные и возбужденные электронные состояния атомов. Энергетические переходы и правило отбора. Законы испускания и поглощения электромагнитного излучения веществом. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина.

Спектры молекул. Представление полной энергии молекул, как суммы электронной, колебательной и вращательной. Особенности молекулярных спектров. Применение атомарных и молекулярных спектров в аналитической химии.

Законы поглощения электромагнитного излучения и способы их выражения. Аналитическое применение закона Бугера - Ламберта –Бера. Величины, характеризующие излучение.

Атомно-эмиссионный анализ. Источники атомизации и возбуждения. Физические и химические процессы в источниках атомизации и возбуждения. Количественная зависимость между интенсивностью спектральных линий и концентрацией. Метод эмиссионной спектрометрии пламени. Примеры применения атомно - эмиссионного анализа для определения металлов первой и второй групп в различных объектах (биологических, медицинских и др.).

Атомно–абсорбционный анализ. Основы метода, способы получения поглощающего слоя атомов. Способы монохроматизации лучистой энергии. Лампа с полым катодом. Зависимость между величиной сигнала и концентрацией элемента в пробе. Сравнительная характеристика атомно-эмиссионного и атомно – абсорбционного анализа (точность, селективность, экспрессность).

Молекулярно - абсорбционный анализ. Визуальная фотометрия и ее значение. Фотоэлектроколориметрия. Спектрофотометрия в видимой и УФ-области спектра. Методы получения поглощающих сред. Применение реакций комплексообразования для получения окрашенных соединений. Органические реагенты в фотометрии.

Области и примеры применения фотометрического анализа. Определение металлов и органических веществ в экологии, медицине, сельском хозяйстве, промышленности.

ХРОМАТОГРАФИЯ

Хроматография. Принципы метода. Классификация хроматографических методов анализа. Газовая хроматография. Устройство газо-хроматографической установки и принцип ее действия. Детекторы в газовой хроматографии: катарометр, пламенно-ионизационный детектор, детектор электронного захвата. Подвижные и неподвижные фазы в газовой хроматографии. Тарелочная теория газожидкостной хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Природа аналитического сигнала в газовой хроматографии. Хроматограмма и методы ее обработки. Качественная и количественная газовая хроматография. Методы нормировки. Метод внутреннего стандарта. Определяемые вещества. Области и примеры применения метода. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Определяемые вещества, области и примеры применения. Ионная хроматография. Основы метода. Детекторы в методе ионной хроматографии. Определяемые вещества, объекты анализа.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ**

**Примерный перечень лабораторных работ.**

1. Качественные реакции на катионы I, II, III, IV, V групп.

2. Контрольная работа на катионы I-V групп.

3. Изучение аналитических свойств анионов.

4. Контрольная работа на присутствие анионов.

5. Анализ неизвестного вещества.

6. Гравиметрический метод анализа. Осаждение Ва2+

7. Хроматографический метод определения катионов (методом бумажной хроматог-рафии).

8. Приготовление и стандартизация растворов. Кислотно-основное титрование. Опре-деление кислот и оснований, карбонатов, гидрокарбонатов при совместном присутствии, солей аммония.

9. Титрование по методу окисления-восстановления. Определение Fe2+  методом перман-ганато- и бихроматометрии, Сu2+  йодометрически.

10. Титрование по методу комплексообразования. Определение Ca2+, Mg2+ , постоянной жесткости воды.

11. Анализ травильных растворов. Неводное потенциометрическое титрование.

12. Потенциометрическое определение иодид- и хлорид-ионов при совместном присутствии.

13. Определение калия в почве методом прямой потенциометрии.

14. Газовая хроматография.

15. Атомно-эмиссионный анализ доломита на содержание Na+ и К+ .

16. Молекулярно-абсорбционный анализ черных сплавов на содержание железа.

17. Полярографический анализ цветных сплавов.

**Примерный перечень семинарских занятий.**

1. Протолитическая теория кислот и оснований. Современные представления о кислотах и основаниях.
2. Кислотно-основное равновесие. Расчет рН кислот и оснований различной силы. Буферные растворы.
3. Равновесие осадок-раствор. Факторы, влияющие на состояние равновесия. Расчет растворимости осадка.
4. Комплексообразование в аналитической химии. Органические реагенты.
5. Реакции окисления-восстановления.
6. Гравимитрический анализ.
7. Титриметрический анализ.
8. Методы разделения и концентрирования в анализе.
9. Электрохимические методы анализа.
10. Потенциометрическое титрование. Виды электродов.
11. Оптические методы анализа.
12. Хроматографические методы анализа.

**ЛИТЕРАТУРА**

ОСНОВНАЯ

1. Основы аналитической химии: В 2 кн./ Под ред Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 1996. Кн.1. 383 с. Кн.2. 461.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия: В 2 ч. М.: Высшая школа, 1989. Ч.1 320 с.,Ч. 2. 384 с.
3. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия: В 2 кн. М., 1990
4. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии: В 2 т. М.: Мир,1979.Т.1,2
5. Фритц Дж., Шенк Г. Количественный анализ. М.: Мир,1978. 557 с.
6. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и упражнения по аналитической химии. М.: Изд-во Моск. Ун-та,1984.215 с.
7. Мечковский С.А. Аналитическая химия. Мн. «Университетское», 1991. 334с.
8. Основы аналитической химии. /Под ред. Ю.А. Золотова М.: Высшая школа, 2004. 504 с.
9. Иванова М.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Учебное пособие. М.: РИОР, 2006.289с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1. Лайтинен Г.А., Харрис В.Е. Химический анализ. 2-е изд. Перераб.М.: Химия,1979.624 с.
2. Москвин Л.Н., Царицына Л.Г. Методы разделения и концентрирования аналитической химии. Л.:Химия,1991
3. Доерфель К. Статистика в аналитичексой химии. М.:Мир,1994
4. Золотов Ю.А. Аналитическая химия: проблемы и достижения. М.: Наука,1992. 288с.
5. Методы обнаружения и разделения элементов/Под ред. И.П. Алимарина.М.: Изд-во Моск. Ун-та,1984.206 с.