



ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности

1.4.2 Аналитическая химия

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: *аналитическая химия, организация и технология испытаний, методы и подходы анализа реальных объектов, химическая экспертиза и экологическая безопасность, современные методы экоаналитического мониторинга, а также программы соответствующих курсов лекций, читаемых на химических и химико-технологических факультетах университетов.*

Перечень тем для подготовки к кандидатскому экзамену

Тема 1. Общие вопросы

1.1. Организация аналитического контроля

Выбор метода и схемы анализа, подготовка пробы, получение аналитической формы. Внешние факторы, воздействующие на продукцию. Технологический цикл испытаний. Требования и особенности проведения основных видов испытаний продукции. Испытательное оборудование. Организация проведения испытаний.

1.2. Цели и особенности аналитической химии и аналитической службы

Основные этапы развития. Аналитические задачи: обнаружение, идентификация, определение веществ. Построение схем анализа, оптимизация схемы анализа. Получение аналитической формы. Вещественный анализ. Измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений, доказательство правильности результатов анализа. Метрологическое обеспечение количественного химического анализа, основы хемометрики.

1.3. Химические, физические и биологические методы аналитической химии

Методы обнаружения, идентификации, разделения и концентрирования, определения; гибридные и комбинированные методы. Методы прямые и косвенные.

1.4. Основные характеристики методов определения

Чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, селективность. Метод и методика.

1.5. Виды химического анализа

Изотопный, атомный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Макро-, микро-,



ультрамикроанализ. Локальный, неразрушающий, дистанционный, непрерывный, внелабораторный (полевой).

Тема 2. Методы анализа

2.1. Химические методы

Гравиметрические методы. Сущность, значение, достоинства и ограничения прямых и косвенных гравиметрических методов. Титриметрические методы. Кислотно-основное титрование в водных и неводных средах. Окислительно-восстановительное титрование. Комплексометрическое титрование.

2.2. Кинетические методы

Сущность методов. Дифференциальный и интегральный варианты. Каталитический и некаталитический варианты.

2.3. Биохимические методы

Ферментативные индикаторные реакции. Химическая природа и структура ферментов. Имобилизованные ферменты. Биосенсоры и ферментные электроды.

2.4. Электрохимические методы

Теоретические основы. Основные процессы, протекающие на электродах в электрохимической ячейке. Потенциометрия. Ионметрия: возможности метода и ограничения. Потенциометрическое титрование. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование, его возможности и преимущества. Вольтамперометрия. Инверсионная вольтамперометрия и ее применение в анализе. Кондуктометрия.

2.5. Физические методы

Методы атомной оптической спектроскопии. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Атомно-абсорбционная спектрометрия, сущность метода. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Методы рентгеноспектрального анализа (РСА). Абсорбционный рентгеноспектральный анализ. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Методы молекулярной оптической спектроскопии. Спектрофотометрия. Спектроскопия отражения. Люминесцентные методы. ИК- и рамановская спектроскопия. Нефелометрия и турбидиметрия. Фотоакустическая спектроскопия. Поляриметрия.

2.4. Методы масс-спектрометрии

Способы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация спектров.

Метод изотопного разбавления. Хромато-масс-спектрометрия.

2.6. Ядерно-физические и радиохимические методы

Основные виды радиоактивного распада и ядерных излучений. Активационный анализ. Нейтронно-активационный анализ. Гамма-активационный анализ. Радиохимические методы: методы радиоактивных индикаторов и изотопного разбавления.



2.7. Биологические методы

Сущность методов, их преимущества и ограничения. Индикаторные организмы, их типы. Определение физиологически неактивных соединений (химико-биологические методы).

2.8. Хроматографические методы

Теория равновесной хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Классификация хроматографических методов. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография. Газо-жидкостная хроматография. Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография. Сверхкритическая флюидная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Ионообменная хроматография. Ионная хроматография. Ион-парная хроматография. Эксклюзионная хроматография. Гель-хроматография. Аффинная хроматография. Тонкослойная хроматография.

2.9. Другие методы разделения и концентрирования

Термодинамические и кинетические характеристики разделения и концентрирования. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения. Сорбционные методы. Классификация по механизму взаимодействия вещества с сорбентом, способу осуществления процесса, геометрическим признакам неподвижной фазы. Экстракция. Осаждение и соосаждение. Электрохимические методы. Электровыделение, цементация, электрофорез, изотахофорез.

Тема 3. Метрология и хемометрика

3.1. Метрологические основы химического анализа

Аналитический сигнал. Погрешности, способы их классификации, основные источники погрешностей. Систематические погрешности в химическом анализе. Воспроизводимость. Статистические критерии: математическое ожидание (генеральное среднее) и генеральная дисперсия случайной величины, выборочное среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительная вероятность и доверительный интервал. Чувствительность. Предел обнаружения, нижняя граница определяемых содержаний, их статистическая оценка. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости, статистическая оценка результата. Математическое планирование и оптимизация аналитического эксперимента с использованием дисперсионного и многомерного регрессионного анализа. Стандартные образцы. Аттестация и стандартизация методик.

3.2. Компьютерные методы в аналитической химии

Использование ЭВМ в аналитической химии. Многомерные данные в химическом анализе. Многомерные регрессия и градуировка. Построение и использование нелинейных градуировочных зависимостей.

3.3. Автоматизация анализа

Автоматизация лабораторного анализа и производственного контроля. Автоматизированные приборы, системы и комплексы, автоматы-



анализаторы для лабораторного и производственного анализа, роботы. Проточно-инжекционный анализ.

Тема 4. Анализ конкретных объектов

4.1. Аналитический цикл и стадии анализа

Выбор метода и схемы анализа, отбор пробы, подготовка пробы. Измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений.

4.2. Пробоотбор и пробоподготовка

Представительность пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава; средних проб твердых, жидких и газообразных веществ; токсичных и радиоактивных проб. Основные операции перевода пробы в форму, удобную для анализа.

4.3. Основные объекты

Геологические объекты. Металлы и сплавы. Неорганические соединения. Органические вещества. Химические и физические методы функционального анализа. Молекулярный анализ органических объектов. Анализ высокомолекулярных веществ. Биологические и медицинские объекты. Санитарно-гигиенический контроль. Клинический анализ. Пищевые продукты. Объекты окружающей среды. Основные источники загрязнений и основные загрязнители; методы их определения.

Тема 5. Тенденции развития современной аналитической химии

5.1. Тенденции развития химического анализа

Увеличение доли инструментальных методов, математизация и компьютеризация анализа. Переход к анализу смесей без разделения компонентов, развитие внелабораторных и гибридных методов. Миниатюризация аналитических приборов.

5.2. Развитие теоретических основ разных методов анализа

Сближение разных методов анализа и их объединение с учетом достижений метрологии, информатики и хемометрики. Создание единой теории аналитической химии и ее превращение в междисциплинарную науку.

Вопросы для подготовки к сдаче кандидатского экзамена

1. Общие вопросы

1.1. Цели и особенности аналитической химии и аналитической службы. Основные этапы развития. Аналитические задачи: обнаружение, идентификация, определение веществ. Построение схем анализа, оптимизация схемы анализа. Получение аналитической формы. Вещественный анализ. Измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений, доказательство правильности результатов анализа. Метрологическое обеспечение количественного химического анализа, основы хемометрики.



1.2. Химические, физические и биологические методы аналитической химии. Методы обнаружения, идентификации, разделения и концентрирования, определения; гибридные и комбинированные методы. Методы прямые и косвенные.

1.3. Основные характеристики методов определения: чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, селективность. Метод и методика.

1.4. Виды химического анализа: изотопный, атомный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Макро-, микро-, ультрамикрoанализ. Локальный, неразрушающий, дистанционный, непрерывный, внелабораторный (полевой).

2. Методы анализа

2.1. Химические методы

2.1.1. Гравиметрические методы

Сущность, значение, достоинства и ограничения прямых и косвенных гравиметрических методов.

2.1.2 Титриметрические методы

Сущность и классификация. Виды титрования. Кривые титрования. Кислотно-основное титрование в водных и неводных средах. Окислительно-восстановительное титрование. Комплексометрическое титрование. Использование аминополикарбонoвых кислот в комплексометрии. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Практическое использование. Осадительное титрование.

2.1.3 Кинетические методы

Сущность методов. Дифференциальный и интегральный варианты. Каталитический и некаталитический варианты. Методы определения концентрации индикаторных веществ. Чувствительность, избирательность и точность, области применения.

2.1.4. Биохимические методы

Сущность методов. Ферментативные индикаторные реакции. Химическая природа и структура ферментов. Имобилизованные ферменты. Биосенсоры и ферментные электроды. Сущность иммунных методов. Методы регистрации аналитического сигнала в биохимических и иммунных методах. Чувствительность, избирательность и точность методов. Области применения.

2.1.5. Электрохимические методы

Теоретические основы. Основные процессы, протекающие на электродах в электрохимической ячейке. Кинетика электрохимических процессов. Поляризационная кривая. Классификация методов. Потенциометрия. Равновесные электрохимические системы и их характеристики. Ионметрия: возможности метода и ограничения. Типы



ионселективных электродов и их характеристики. Полевые транзисторы. Потенциометрическое титрование с неполяризованными и поляризованными электродами. Кулонометрия. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование, его возможности и преимущества. Вольтамперометрия. Характеристики вольтамперограмм, используемые для изучения и определения органических и неорганических соединений. Метрологические характеристики различных вариантов полярографии, возможности и ограничения методов. Инверсионная вольтамперометрия и ее применение в анализе. Прямые и косвенные вольтамперометрические методы. Кондуктометрия. Прямая низкочастотная кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Использование кондуктометрических датчиков в хроматографии и других методах анализа.

2.2. Физические методы

Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением, потоками частиц, магнитным полем.

2.2.1. Методы атомной оптической спектроскопии

Теоретические основы. Атомные спектры эмиссии, поглощения и флуоресценции. Резонансное поглощение. Самопоглощение, ионизация. Аналитические линии. Зависимость аналитического сигнала от концентрации.

Атомно-эмиссионная спектроскопия. Возбуждение проб в пламени, в дуговом и искровом разрядах. Индуктивно связанная плазма. Регистрация спектра. Идентификация и определение элементов по эмиссионным спектрам. Физические и химические помехи. Внутренний стандарт. Подавление мешающих влияний матрицы и сопутствующих элементов. Примеры использования. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Сущность метода. Источники излучения. Пламенная атомизация. Характеристики пламен и их выбор. Электротермическая атомизация. Типы электротермических атомизаторов. Способы подготовки пробы. Помехи: химические и физические. Коррекция помех. Чувствительность и избирательность. Примеры использования. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Принцип метода. Способы возбуждения атомов (УФ излучение, лазер). Взаимное влияние элементов и устранение этих влияний. Практическое применение.

2.2.2. Методы рентгеновской и электронной спектроскопии

Методы рентгеноспектрального анализа (РСА). Классификация эмиссионных методов РСА. Закон Мозли. Качественный и количественный анализ. Матричные эффекты. Типы рентгеновских спектрометров. Сравнительная характеристика методов. Практическое применение. Абсорбционный рентгеноспектральный анализ. Принцип метода; применение. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Оже-электронная спектроскопия. Основы методов. Практическое применение.



1920

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

2.2.3. Методы молекулярной оптической спектроскопии

Теоретические основы. Молекулярные спектры поглощения, испускания. Основные законы светопоглощения и испускания. Рассеяние света. Поляризация и оптическая активность. Способы измерения аналитического сигнала. Спектрофотометрия. Способы определения концентрации веществ. Анализ многокомпонентных систем. Спектроскопия отражения. Достоинства и ограничения методов. Практическое применение. Люминесцентные методы. Виды люминесценции. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Качественный и количественный анализ. ИК- и рамановская (комбинационного рассеяния) спектроскопия. Колебательные и вращательные спектры. Качественный и количественный анализ. Особенности анализа проб в различном агрегатном состоянии. Нефелометрия и турбидиметрия. Фотоакустическая спектроскопия. Поляриметрия. Принципы методов и области применения.

2.2.4. Методы масс-спектрометрии

Способы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация спектров. Качественный и количественный анализ. Метод изотопного разбавления. Хромато-масс-спектрометрия.

2.2.5. Ядерно-физические и радиохимические методы

Элементарные частицы. Основные виды радиоактивного распада и ядерных излучений. Активационный анализ. Нейтронно-активационный анализ. Активация заряженными частицами. Гамма-активационный анализ. Метрологические характеристики. Практическое применение. Радиохимические методы: методы радиоактивных индикаторов и изотопного разбавления. Общая характеристика и применение.

2.2.6. Методы локального анализа и анализа поверхности

Классификация; физические основы. Достоинства и области применения. Особенности пробоотбора и пробоподготовки. Примеры использования.

2.3. Биологические методы

Сущность методов, их преимущества и ограничения. Индикаторные организмы, их типы. Аналитический сигнал и способы его регистрации. Определение физиологически неактивных соединений (химико-биологические методы). Метрологические характеристики. Области применения.

2.4. Хроматографические методы

2.4.1. Теоретические основы. Основные понятия. Теория равновесной хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. Способы осуществления хроматографического процесса. Особенности капиллярных колонок. Способы элюирования веществ. Детекторы. Классификация хроматографических методов.



2.4.2. Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография. Сущность метода. Изотермы адсорбции. Требования к газам-носителям и адсорбентам. Примеры используемых адсорбентов. Химическое и адсорбционное модифицирование поверхности адсорбента. Влияние температуры на удерживание и разделение. Газовая хроматография с программированным подъемом температуры. Детекторы. Примеры применения. Газо-жидкостная хроматография. Принцип метода. Объекты исследования. Требования к носителям и неподвижным жидким фазам. Влияние природы жидкой фазы и разделяемых веществ на эффективность разделения. Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография. Сущность метода. Реакционная газовая хроматография. Применение для идентификации веществ, для анализа сложных смесей, объектов окружающей среды. Сверхкритическая флюидная хроматография. Сущность, особенности, применение.

2.4.3. Жидкостная хроматография

Высокоэффективная жидкостная хроматография. Сущность метода. Требования к адсорбентам и подвижной фазе. Влияние природы и состава элюента на эффективность разделения. Разновидности метода в зависимости от полярности неподвижной фазы: нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Выбор условий разделения. Детекторы. Применение для анализа сложных смесей. Ионообменная хроматография. Неорганические и органические ионообменники и их свойства. Комплексообразующие ионообменники. Кинетика и селективность ионного обмена. Влияние природы и состава элюента на селективность разделения веществ. Примеры применения. Ионная хроматография. Особенности метода. Двухколоночный и одноколоночный варианты метода. Сорбенты. Детекторы. Примеры применения. Ион-парная хроматография. Принцип метода. Роль неподвижной фазы и вводимого в элюент противоиона. Области применения. Эксклюзионная хроматография. Особенности механизма удерживания молекул. Характеристики сорбентов и подвижных фаз. Возможности и примеры применения. Гель-хроматография. Области применения. Аффинная хроматография. Специфика метода, применяемые адсорбенты. Условия проведения процесса разделения. Области применения. Тонкослойная хроматография. Сущность метода и области применения.

2.5. Другие методы разделения и концентрирования

Процессы и реакции, лежащие в основе методов. Термодинамические и кинетические характеристики разделения и концентрирования. Классификация методов. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения. Принципы выбора метода. Сорбционные методы. Классификация по механизму взаимодействия вещества с сорбентом, способу осуществления процесса, геометрическим признакам неподвижной фазы. Количественное описание сорбционных процессов. Сорбенты. Экстракция. Сущность метода. Закон распределения. Основные



количественные характеристики. Классификация экстракционных процессов по типу используемого экстрагента, типу образующихся соединений, технике осуществления. Основные типы соединений, используемых в экстракции. Классы экстрагентов. Осаждение и соосаждение.

Электрохимические методы. Классификация. Электровыделение, цементация, электрофорез, изотахофорез.

3. Метрология и хемометрика

3.1. Метрологические основы химического анализа. Аналитический сигнал. Результат анализа как случайная величина. Погрешности, способы их классификации, основные источники погрешностей. Систематические погрешности в химическом анализе. Правильность и способы проверки правильности. Законы сложения погрешностей. Релятивизация, контрольный опыт. Рандомизация. Случайные погрешности в химическом анализе. Генеральная и выборочная совокупности результатов химического анализа. Закон нормального распределения результатов анализа, его проверка. Распределение Пуассона. Статистика малых выборок. Воспроизводимость. Статистические критерии: математическое ожидание (генеральное среднее) и генеральная дисперсия случайной величины, выборочное среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительная вероятность и доверительный интервал. Сравнение двух (критерий Фишера) и нескольких (критерии Бартлера, Кокрена) дисперсий. Сравнение двух (критерий Стьюдента) и нескольких (критерий Фишера) средних результатов химического анализа. Чувствительность. Коэффициент чувствительности. Предел обнаружения, нижняя граница определяемых содержаний, их статистическая оценка. Погрешности отдельных стадий анализа и конечного результата. Применение дисперсионного анализа для оценки погрешностей отдельных стадий и операций химического анализа. Проверка значимости выборочного коэффициента корреляции. Использование корреляционного анализа для проверки независимости двух аналитических методик. Применение регрессионного анализа для построения градуировочных зависимостей. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости, статистическая оценка результата. Математическое планирование и оптимизация аналитического эксперимента с использованием дисперсионного и многомерного регрессионного анализа. Стандартные образцы. Аттестация и стандартизация методик. Аккредитация аналитических лабораторий.

3.2. Компьютерные методы в аналитической химии

Пути использования ЭВМ в аналитической химии. Многомерные данные в химическом анализе. Первичная обработка данных. Коррелированные данные; понятие об анализе главных компонентов (факторном анализе). Многомерные регрессия и градуировка. Понятие о методах классификации и распознавания образов, кластерном анализе.



Построение и использование нелинейных градуировочных зависимостей. Фурье-преобразование, его использование для фильтрации шумов и снижения пределов обнаружения. Расчеты химических равновесий.

3.3. Автоматизация анализа

Автоматизация лабораторного анализа и производственного контроля; периодического, дискретного анализа и непрерывного анализа в потоке. Автоматизированные приборы, системы и комплексы, автоматы-анализаторы для лабораторного и производственного анализа, роботы. Примеры современных высокоэффективных аналитических приборов-автоматов. Проточно-инжекционный анализ.

4. Анализ конкретных объектов

4.1. Аналитический цикл и стадии анализа. Выбор метода и схемы анализа, отбор пробы, подготовка пробы (разложение, разделение, концентрирование и другие операции), получение аналитической формы, измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений.

4.2. Пробоотбор и пробоподготовка.

Представительность пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава; средних проб твердых, жидких и газообразных веществ; токсичных и радиоактивных проб. Основные операции перевода пробы в форму, удобную для анализа.

4.3. Основные объекты

Геологические объекты. Анализ силикатов, карбонатов, железных и полиметаллических руд. Металлы, сплавы и продукты металлургической промышленности (анализ черных, цветных, редких, благородных металлов и их сплавов). Материалы атомной промышленности (определение тория, урана, плутония, трансплутониевых элементов и осколков деления. Неорганические соединения. Анализ минеральных удобрений, неорганических веществ высокой чистоты. Органические вещества (природные и синтетические, элементоорганические, полимеры, продукты нефтепереработки, белки, жиры, углеводы; пестициды). Элементный анализ органических веществ. Химические и физические методы функционального анализа. Молекулярный анализ органических объектов. Анализ высокомолекулярных веществ, органических материалов. Биологические и медицинские объекты. Санитарно-гигиенический контроль. Клинический анализ. Пищевые продукты. Определение основных компонентов и примесей. Объекты окружающей среды. Основные источники загрязнений и основные загрязнители; методы их определения. Определение суммарных показателей (ХПК, БПК и др.). Тест-методы. Специальные объекты: токсичные и радиоактивные, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические и археологические объекты.

5. Актуальные проблемы и тенденции развития современной аналитической химии. 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 внелабораторных 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.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

Печатные издания основной литературы:

1. Основы аналитической химии (в 2-х книгах) (под редакцией Ю.А. Золотова). М.: Академия, 2014.
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство (под редакцией Ю.А. Золотова). М.: Высшая школа, 2004.
3. Отто М. Современные методы аналитической химии. М. Мир. 2008. 544 с.
4. Кристиан Г.Д. Аналитическая химия. М. Бином. 2009. т.1. 623 с.
5. Кристиан Г.Д. Аналитическая химия. М. Бином. 2009. т.2. 504 с.
6. Аналитическая химия. В 3 томах. Инструментальные методы анализа (под ред. А.А. Ищенко). М. ФИЗМАТЛИТ. 2019. Т.1.
7. Аналитическая химия. В 3 томах. Инструментальные методы анализа (под ред. А.А. Ищенко). М. ФИЗМАТЛИТ. 2019. Т.2.
8. Аналитическая химия. В 3 томах. Инструментальные методы анализа (под ред. А.А. Ищенко). М. ФИЗМАТЛИТ. 2020. Т.3.
9. Прикладной химический анализ: Практическое руководство/под ред. Т.Н.Шеховцовой, О.А. Шпигуна. Изд-во Московского госуниверситета. 2010.
10. Золотов Ю. А., Вершинин В. И. История и методология аналитической химии. Москва ИЦ «Академия». 2008.

Электронные издания основной литературы:

1. Ярышев Н. Г., Медведев Ю. Н., Токарев М. И., Бурихина А. В., Камкин Н. Н. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе / Изд-во «Прометей». 2015
2. Барбалат Ю.А. Основы аналитической химии: практическое руководство [Электронный ресурс]: руководство / Ю.А. Барбалат, А.В. Гармаш, О.В. Моногарова, Е.А. Осипова; под ред. Золотова Ю.А., Шеховцовой Т.Н., Осколка К.В.. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 465 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97410>



3. Трифонова А. Н., Мельситова И. В. Аналитическая химия/ Издательство: Высшая школа. 2013

4. Другов Ю. С., Родин А. А. Мониторинг органических загрязнений природной среды. 500 методик: практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013

5. Другов Ю. С., Родин А. А. Пробоподготовка в экологическом анализе: практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013

6. Сальникова Е., Кудрявцева Е., Лебедев С., Скальная М. Токсикологическая химия: учебное пособие / ОГУ, 2012

Дополнительная литература

Печатные издания дополнительной литературы:

1. Будников Г.К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине / Г.К. Будников, Г.А. Евтюгин, В.Н. Майстренко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2009. – 416 с.

2. Майстренко В.Н. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей/ В.Н. Майстренко, Н.А. Ключев/ М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2009. 323с.

3. Электроаналитические методы. Теория и практика / А.М. Бонд и др.; под ред. Ф. Шольц; пер. с англ. под ред. В.Н. Майстренко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2010. – 326 с.

4. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов в 3-х томах. / под ред. Л.Н. Москвина. – М.: Академия. – 2008. – 575с.

5. Дерффель К. Статистика в аналитической химии / К. Дерффель; пер. с нем. Л.Н. Петровой под ред. Ю.П. Адлера. – М.: Мир. – 1999. – 267с.

6. Объекты окружающей среды и их аналитический контроль в 2-х томах / под ред. Т.Н. Шеховцовой. – Краснодар: Арт- Офис. – 2007.

7. Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры: учеб. Пособие / Б. Эггинс; пер. с англ. М.А. Слинкина с доп. Т.М, Зиминой, В.В. Лучинина. – М.: Техносфера. – 2005. – 335 с.

8. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. в 2-х томах. 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.

9. Основы аналитической химии. В 2-х томах/Д. Скуг, Д. Уэст; Пер. с англ. Е.Н.Дороховой, Г.В.Прохоровой под ред. Ю.А.Золотова. - М.: Мир, 1979.

Электронные издания дополнительной литературы:

1. Шарло Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений - Москва, Ленинград: Издательство "Химия", 1965

2. Другов Ю. С., Муравьев А. Г., Родин А. А. Экспресс-анализ экологических проб. Практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.



3. Другов Ю. С., Родин А. А. Анализ загрязненной воды: практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
4. Другов Ю. С., Родин А. А. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов. Практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.
5. Другов Ю. С., Родин А. А. Газохроматографический анализ загрязненного воздуха: практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
6. Другов Ю. С., Родин А. А. Контроль безопасности и качества продуктов питания и товаров детского ассортимента. Практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
7. Другов Ю. С., Родин А. А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов: практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
8. Лебедев А. Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды - М.: Техносфера, 2013.
9. Лебедев А. Т., Артеменко К. А., Самгина Т. Ю. Основы масс-спектрометрии белков и пептидов: учебное пособие - М.: Техносфера, 2012
10. Околелова А. А., Желтобрюхов В. Ф. Нефтепродукты в почвах и методы их анализа/Издательство: Волгоградский государственный технический университет. 2014.
11. Околелова А. А., Егорова Г. С. Экологический мониторинг: учебное пособие для студентов высших учебных заведений/ Издательство: ВолгГТУ. 2014.
12. Аксенов В. И., Ушакова Л. И., Ничкова И. И. Химия воды : Аналитическое обеспечение лабораторного практикума: учебное пособие / Издательство Уральского университета, 2014
13. Галактионова Л., Достова Т. Химия почв: практикум: учебное пособие/ Издатель: ОГУ, 2013.
14. Микилева Г.Н., Мельченко Г.Г., Юнникова Н.В. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа
15. Гуськова В.П., Сизова Л.С., Юнникова Н.В., Мельченко Г.Г. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа
16. Сизова Л.С. Аналитическая химия. Оптические методы анализа.
17. Терещенко А. Г., Пикула Н. П., Толстихина Т. В. Внутрилабораторный контроль качества результатов анализа с использованием лабораторной информационной системы - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.

Периодические издания

1. Журнал аналитической химии
2. Заводская лаборатория. Диагностика материалов.
3. Аналитика и контроль



Перечень ресурсов сети «Интернет»

1. Сайты справочных правовых систем: www.garant.ru;
www.consultant.ru
2. Портал «Аналитическая химия в России»
<http://www.wssanalytchem.org>
3. Портал химиков-аналитиков: аналитическая химия и метрология
www.anchem.ru
4. Российское хемометрическое общество <http://rsc.chph.ras.ru>
5. www.scopus.com,
6. www.scirus.com
7. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, www.gost.ru; база нормативных документов;
8. ВНИИКИ, сайт: www.standards.ru; база АИСД «Государственный реестр типов средств измерений, допущенных к обращению в РФ»;
9. www.1gost.ru; база методик выполнения измерений