

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Экология и природопользование»

Химический факультет

Кафедра аналитической химии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по спецкурсу
«Анализ объектов окружающей среды»
для студентов IV курса химического

Екатеринбург
2008

Методическое руководство подготовлено
кафедрой аналитической химии

Составитель: доцент, к.х.н
Осинцева Е.В.

© Осинцева Е.В., 2008

Настоящие методические указания предназначены для подготовки бакалавров по направлению Химия 020100.62, обучающихся по специализации «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность», при изучении спецкурса «Анализ объектов окружающей среды». Методические указания содержат описание курса лекций «Анализ объектов окружающей среды», включая руководство по выполнению самостоятельной работы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Содержание и краткое описание курса лекций «Анализ объектов окружающей среды»	6
1.1 Введение	7
1.2 Характеристика атмосферы. Пробоотбор и пробоподготовка газовых матриц	8
1.3 Характеристика вод. Пробоотбор и пробоподготовка жидких матриц ...	8
1.4 Характеристика почв. Пробоотбор и пробоподготовка твердых матриц	9
1.5 Хроматографические методы анализа объектов окружающей среды ...	10
1.6 Электрохимические методы анализа объектов окружающей среды	10
1.7 Оптические методы анализа объектов окружающей среды	11
1.8 Методы автоматизации анализа	12
1.9 Биологические методы анализа.....	13
2 Содержание и краткое описание лабораторных работ в рамках курса «Анализ объектов окружающей среды»	13
2.1 Анализ водных объектов.....	14
2.2 Анализ почв	14
3 Краткое руководство по выполнению самостоятельной работы	14
4 Перечень рекомендуемой литературы	15

Введение

Дисциплина «Анализ объектов окружающей среды» ставит целью освоение студентами основных подходов к анализу природных объектов: воздуха, вод, почв, как на основные компоненты, так и на элементы-токсиканты. Курс входит в структуру дисциплин, направленных на формирование у студентов экологического мышления, развивает и закрепляет у студентов умение грамотно спланировать эксперименты по анализу объектов окружающей среды (ООС).

В рамках представленной дисциплины освещены следующие вопросы: классификация и характеристика объектов окружающей среды; способы санитарно-гигиенического нормирования различных соединений в ООС; описание способов и правил пробоотбора и пробоподготовки ООС; характеристика и использование на примере конкретных методик выполнения измерений физико-химических методов для анализа объектов окружающей среды; классификация и характеристика способов автоматизации физико-химических методов анализа; характеристика тест-методов, используемых при экспресс-анализе ООС.

По завершению курса дисциплины студенты должны знать правила пробоотбора и пробоподготовки вод, воздуха, почв. Ориентироваться в физико-химических методах анализа, знать принцип методов, основные узлы используемого оборудования, особенности метрологического обеспечения средств измерений. Уметь предложить оптимальные схемы анализа объектов окружающей среды с учетом возможностей и оснащения химической лаборатории. Уметь грамотно прокомментировать получаемые в лаборатории результаты с учетом метрологических характеристик используемых методик выполнения измерений, значений предельно-допустимых концентраций соединений в конкретном объекте и т.д.

1 Содержание и краткое описание курса лекций «Анализ объектов окружающей среды»

Стремительный рост деятельности человека за последние сто лет, связанный с чрезмерным расходом природных ресурсов, эксплуатацией пахотных земель, пастбищ, лесных массивов, привел в настоящее время к существенному увеличению промышленных и бытовых отходов, к загрязнению природной среды, истощению недр, сокращению видового разнообразия животного и растительного мира. Продолжающееся загрязнение объектов окружающей среды постепенно приобретает глобальный характер, что приводит к ухудшению экологической обстановки во всем мире за счет увеличения концентрации веществ-загрязнителей.

Под веществами-загрязнителями (токсикантами) окружающей среды понимают такие вредные вещества, которые распространяются в окружающей среде далеко за пределы своего первоначального местонахождения, оказывая более или менее скрытое вредное воздействие на животных, растения и человека. К числу наиболее опасных для здоровья человека загрязнителей окружающей среды относятся полихлорированные диоксины и дифенилы, полиароматические углеводороды, хлор- и фосфорсодержащие пестициды и др. Крайне опасными токсикантами являются тяжелые металлы и их соединения.

Защита окружающей среды предполагает постоянный аналитический контроль (мониторинг) множества разных объектов, включая воды (поверхностные, морские, речные, озерные), воздух (в том числе аэрозоли, пыли, туманы, дымы), почвы и донные отложения, растения, сельскохозяйственную продукцию, пищевые продукты, корма, ткани животных и человека. Основная задача аналитического контроля заключается в том, чтобы получить объективную информацию о содержании вредных компонентов в среде обитания. Химический анализ позволяет выявить загрязненный объект окружающей среды, вещества-загрязнители и

оценить степень загрязненности, дает сведения об источниках и путях попадания загрязнителей в воды, почву и воздух. Только данные аналитического контроля могут обеспечить реальную возможность управления чистотой окружающей среды и указать момент необходимого вмешательства для ее защиты.

В рамках курса «Анализ объектов окружающей среды» с целью формирования у студентов экологического мышления, развития умения грамотно спланировать эксперименты по анализу объектов окружающей среды (ООС) будет рассмотрена классификация ООС, классификация загрязняющих веществ и источники их попадания в окружающую среду, методы пробоотбора, пробоподготовки и аналитического мониторинга ООС.

В настоящих методических указаниях представлен перечень тем и конкретных вопросов, рассматриваемых в рамках курса «Анализ объектов окружающей среды», перечень лабораторных занятий, предусмотренных в рамках курса, направленных на развитие экспериментальных навыков студентов и на закрепление теоретического материала, а также список рекомендуемой литературы для подготовки к экзамену.

1.1 Введение

В рамках вводных лекций предусмотрено рассмотрение следующих вопросов:

- законодательные и нормативные акты, регламентирующие обязательный контроль за анализом объектов окружающей среды;
- основные компоненты природной среды, классификация объектов окружающей среды: атмосфера, гидросфера, литосфера; законы и принципы функционирования биосферы; способность биосферы к саморегуляции и самоподдерживанию;

- классификация загрязняющих веществ по виду воздействия на живой организм и механизму токсического действия; механизмы совместного действия токсикантов; санитарно-гигиенические и экологические нормативы качества окружающей среды (предельно-допустимые концентрации); источники загрязняющих веществ; научно-технические нормативы выбросов и сбросов вредных веществ (ПДВ и ПДС);

- цели и задачи анализа объектов окружающей среды; информационно-аналитическая схема анализа объектов окружающей среды; контроль качества результатов химического анализа.

1.2 Характеристика атмосферы. Пробоотбор и пробоподготовка газовых матриц

В рамках лекций по представленному вопросу рассматриваются следующие вопросы:

- общая характеристика атмосферы; естественные и антропогенные источники загрязнения атмосферы; показатели, используемые для санитарно-гигиенической оценки воздушной зоны (ПДК химического вещества в воздухе рабочей зоны, ПДК максимально разовая в воздухе населенных мест, ПДК среднесуточная в воздухе населенных мест и др.);

- отбор проб воздуха на стационарных, передвижных и подфакельных постах; методы отбора и пробоподготовки проб воздуха: фильтрация, адсорбция, абсорбция, криогенное концентрирование, пассивных пробоотбор; общая схема подготовки проб воздуха.

1.3 Характеристика вод. Пробоотбор и пробоподготовка жидких матриц

Рассматриваемые вопросы в рамках лекций:

- классификация вод по концентрации растворенных веществ, по практике водоиспользования, по критериям качества; агрессивность воды, биоиндикация, сапробность, токсобность; источники загрязнения вод;

показатели, используемые для санитарно-гигиенической оценки вод (ПДК в воде водоема, биохимическая потребность в кислороде, химическая потребность в кислороде и др.);

- общие принципы отбора проб воды; виды отбора проб – разовый, серийный (зональный, периодический); простые и смешанные пробы; отбор проб: а) из рек и ручьев; б) из водохранилищ, озер и прудов: в) из родников, колодцев, скважин; г) дождевой воды, снега, льда; д) из водопроводной сети; е) сточных вод; хранение и консервация проб;

- методы пробоподготовки: выпаривание, перегонка с водяным паром (кодистилляция), вымораживание, соосаждение, мембранное разделение, экстракция (жидкостная, газовая, твердофазовая); общая схема подготовки проб воды.

1.4 Характеристика почв. Пробоотбор и пробоподготовка твердых матриц

Рассматриваемые вопросы в рамках лекций:

- общая характеристика почв; факторы почвообразования.: почвообразующие породы, растительные и животные организмы, климат, рельеф, время, воды (почвенные и грунтовые), хозяйственная деятельность человека; строение почвенного профиля; органический (грубый гумус, модер, гумус) и неорганический состав твердого вещества почвы; компоненты гумуса – фульвокислоты, гуминовые кислоты, гумин; почвенный раствор; почвенный воздух;

- источники загрязнения почвы; показатели, используемые для санитарно-гигиенической оценки почвы (ПДК в пахотном слое почвы и др.);

- отбор проб почвы: метод конверта, метод рандомизации; приготовление средней лабораторной пробы методом квартования; методы пробоподготовки почв: сухая и мокрая минерализация, избирательное растворение, экстракция (жидкостная, газовая), сверхкритическая флюидная экстракция; общая схема подготовки проб почвы.

1.5 Хроматографические методы анализа объектов окружающей среды

Хроматографические методы анализа занимают одно из ключевых мест при анализе суперэкоотоксикантов. Возможность использования методов для анализа газовых и жидких фаз на содержание органических и неорганических примесей в широком диапазоне концентраций обеспечивает их широкое распространение эколого-аналитическом мониторинге.

В рамках лекций рассматриваются следующие вопросы:

1.5.1 Газовая хроматография

Вопросы в рамках лекций: хроматографическое удерживание (абсолютное и приведенное времена удерживания, индексы удерживания Ковача); эффективность разделения; селективность разделения; принципиальная схема газового хроматографа; устройство для ввода газовых и жидких проб; типы колонок в газовой хроматографии, их основные характеристики; принцип работы, характеристики и область применения детекторов (катарометр, пламенно-ионизационный, электронного захвата, термоионный, пламенно-фотометрический, масс-спектрометрический, ИК-Фурье-спектроскопический).

1.5.2 Жидкостная хроматография

Вопросы в рамках лекций: разновидности жидкостной хроматографии: адсорбционная, распределительная, ионообменная, ион-парная; неподвижные фазы для жидкостной хроматографии. высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ); принципиальная схема ВЭЖХ; устройства отбора пробы, насосы, колонки, детекторы (дифференциальный рефрактометр, УФ-детектор, спектрофотометр, кондуктометр).

1.6 Электрохимические методы анализа объектов окружающей среды

Электрохимические методы анализа (электроанализ), в основе которых лежат электрохимические процессы, занимают достойное место среди

методов контроля состояния окружающей среды, так как способны обеспечить определение огромного числа как неорганических, так и органических экологически опасных веществ. Для них характерны высокая чувствительность и селективность, быстрота отклика на изменение состава анализируемого объекта, легкость автоматизации и возможность дистанционного управления. Методы не требуют дорогостоящего аналитического оборудования и могут применяться в лабораторных, производственных и полевых условиях. В рамках лекций будут рассмотрены два электроаналитических метода - вольтамперометрия, потенциометрия, а также их роль методов в контроле загрязнения объектов окружающей среды.

Вопросы, рассматриваемые в рамках лекций:

- потенциометрический метод: прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование; индикаторные электроды и электроды сравнения; потенциометрические методики анализа объектов окружающей среды;

- вольтамперометрический метод анализа: классификация электродов в вольтамперометрии; преимущества и недостатки твердых электродов по сравнению с ртутным; классическая полярография на ртутном каплюющем электроде; морфология полярограммы: потенциал полуволны и др.; современные разновидности вольтамперометрии (полярографии): вольтамперометрия с быстрой разверткой потенциала (осцилографическая, циклическая), импульсная полярография (нормальная и дифференциальная), переменноточковая вольтамперометрия (синусоидальная, квадратно-волновая); инверсионная вольтамперометрия; примеры методик анализа объектов окружающей среды методами вольтамперометрии.

1.7 Оптические методы анализа объектов окружающей среды

Оптические методы анализа являются наиболее распространенными методами, используемыми при экологическом мониторинге ООС. Наряду с классической спектрофотометрией, широкое использование получили

атомно-абсорбционная и эмиссионная (флуоресцентная) спектрометрия. Перечисленные методы позволяют определять большое число химических элементов в неорганических и органических матрицах с крайне низкими пределами обнаружения (при абсолютных содержаниях приблизительно 10^{-14} нг). Повышению чувствительности определений этими методами способствуют простейшая предварительная пробоподготовка или концентрирование (экстракция, упаривание проб воды и т.п.).

Рассматриваемые вопросы в рамках лекций:

- атомно-абсорбционная спектроскопия: однолучевые и двухлучевые атомно-абсорбционные анализаторы, ключевые узлы, краткая характеристика; возможности и ограничения метода;

- эмиссионный спектральный анализ: атомно-эмиссионные спектрометры, краткая характеристика основных узлов; возможности и ограничения метода;

- флуориметрия, возможности и ограничения метода;

- примеры методик анализа объектов окружающей среды с использованием методов атомно-абсорбционной, атомно-эмиссионной спектроскопии, спектрофотометрии, флуориметрии.

1.8 Методы автоматизации анализа

Необходимость экологического мониторинга в течение длительного периода времени, большое число однотипных пробы, подлежащих анализу, требует использования систем и методов автоматизации. В рамках темы рассмотрены способы автоматизации однотипных измерений, их преимущества и ограничения.

Рассматриваемые вопросы в рамках лекций: анализаторы дискретного действия; непрерывный проточный анализ; проточно-инжекционный анализ; теоретические основы методов; принципиальные схемы анализаторов.

1.9 Биологические методы анализа

Оценка состояния окружающей среды с помощью наблюдений за живыми системами (организмами, популяциями, сообществами и т.п.) – биомониторинг имеет большой исторический опыт. В настоящее время в практике экологического мониторинга широко используется так называемая «биоиндикация», основанная на исследовании реакции на изменение окружающей среды целостных нативных биосистем. Не менее широко используется «биотестирование» - раздел биомониторинга, занимающийся использованием специально подобранных тест-организмов в качестве индикатора состояния окружающей среды.

В рамках темы рассматриваются следующие вопросы:

- биоиндикация, понятие, способы использования в экологическом мониторинге;
- биотестирование, понятие, способы использования в экологическом мониторинге;
- примеры определения токсичности воды и водных экстрактов по интенсивности биолюминесценции бактерий.

2 Содержание и краткое описание лабораторных работ в рамках курса «Анализ объектов окружающей среды»

С целью развития экспериментальных навыков и закрепления теоретического материала студентами в рамках курса предусмотрены лабораторные работы по анализу водных объектов и почвы. В лабораторном практикуме использованы такие методы, как пермангонатометрия, дихроматометрия, спектрофотометрия, инверсионной вольтамперометрия, ионометрия. Перечень лабораторных работ, проводимых в рамках курса представлен ниже.

2.1 Анализ водных объектов

Лабораторная работа № 1. Определение окисляемости воды перманганатометрическим методом.

Лабораторная работа № 2. Определение окисляемости воды дихроматометрическим методом.

Лабораторная работа № 3. Определение содержания нитрит-ионов.

Лабораторная работа № 4. Определение содержания кремния.

Лабораторная работа № 5. Определение содержания цинка методом инверсионной вольтамперометрии.

Лабораторная работа № 6. Определение содержания меди методом люминесценции

Лабораторная работа № 7. Определение содержания железа спектрофотометрическим методом.

2.2 Анализ почв

Лабораторная работа № 8. Определение содержания фторид-ионов

Лабораторная работа № 9. Определение меди методом люминесценции.

Подробное описание лабораторных работ приведено в Методических указаниях к лабораторным работам по спецкурсу «Анализ объектов окружающей среды» для студентов IV курса химического факультета // Издательство УрГУ, Екатеринбург, 2006 г. 30 с.

3 Краткое руководство по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа студента в рамках подготовки к экзамену по представленному курсу предусматривает повтор теоретического и практического материала, полученного на лекциях и лабораторных занятиях, а также подготовку к ответам на вопросы для самоконтроля, используя полученный в рамках курса материал, а также рекомендуемую литературу.

4 Перечень рекомендуемой литературы

Рекомендуемая литература (основная):

Другов Ю.С. Экологическая аналитическая химия. М. 2000;

Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеиздат. 1984;

Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Эколого-аналитический мониторинг суперэкоотоксикантов. М: Химия. 1996;

Химия окружающей среды (под ред. Бокриса Дж.) М.: Химия, 1982;

Чернобаев И.П. Химия окружающей среды. К.: Высш. школа. 1990.

Рекомендуемая литература (дополнительная):

Агафонов И.Л., Аманназаров А., Бескова Г.С. и др. Методы анализа неорганических газов. СПб.: Химия. 1993;

Батчер С., Чарлсон Р. Введение в химию атмосферы. М.: Мир. 1977;

Бронштейн Д.Л., Александров Н.Н. Современные средства измерения загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеиздат. 1989;

Горелик Д.О., Конопелько Л.А. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов М.: Изд-во стандартов. 1992;

Другов Ю.С., Беликов А.Б., Дьякова Г.А., Тульчинский В.М. Методы анализа загрязнения воздуха. М.: 1984;

Исидоров В.А. Органическая химия атмосферы. Л.: Химия. 1985;

Исидоров В.А., Зенкевич И.Г. Хромато-масс-спектрометрическое определение органических веществ в атмосфере. Л.: Химия . 1982;

Перегуд Е.А. Химический анализ воздуха. Л.: Химия. 1988;

Алекин О.А. и др. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеиздат. 1973;

Алтунин В.С., Белявцева Т.М. Контроль качества вод: Справочник. М.: Колос. 1993;

Карякин А.В., Грибовская И.Ф. Методы оптической спектроскопии и люминесценции в анализе природных и сточных вод М.: Химия. 1987;

Кульский Л.А., Гороновский И.Тю,Ю Когановский А.Н. Шевченко М.А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистки воды. К.: Наукова думка. 1980;

Химический анализ природных вод. Методическое руководство. Алма-Ата: КазГУ. 1980;

Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука 1965;

Воробьева Л.А. Химический анализ почв. М.: Изд-во МГУ. 1998;

Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами (под ред. Зорина Н.Г., Малахова С.Г.) М.: Гидрометеиздат. 1981;

Хмельницкий Р.А. Современные методы исследования агрономических объектов. М.: Высшая школа. 1981;

Эйхлер В. Яды в нашей пище. М.: Мир, 1993. 189 с;

Золотов Ю.А., Кимстач В.А., Кузьмин Н.М. и др. // Рос. хим. журн. 1993. Т. 37, № 4. С. 20-27;

Некоторые вопросы токсичности ионов металлов / Под ред. Х. Зигеля, А. Зигель. М.: Мир, 1993. 368 с;

Электроаналитические методы в контроле окружающей среды / Под ред. Р. Кальвода. М.: Химия, 1990. 240 с;

Альтернативные методы исследований (экспресс-методы) для токсиколого-гигиенической оценки материалов, изделий и объектов окружающей среды. Под ред. Л.Г.Подуновойю М.: 1999.