

Міністерство екології та природних
ресурсів України
Український науково-дослідний інститут
екологічних проблем
(УкрНДІЕП)

**ПРОБЛЕМИ
ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО
ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА
ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Ювілейний випуск XXV

1971 – 2001

**Харків
2001**

<i>Гриценко А. В., Лозанский В. Р.</i> Нормативно-правовое обеспечение управления водопользованием и охраной вод для трансграничных речных бассейнов.....	3
<i>Сухоруков Г. А., Капанина Ю. И., Капанина О. И.</i> Интегрированное управление состоянием водных объектов.....	9
<i>Лозанський В. Р.</i> Екологічні реформи у водному секторі України..	16
<i>Клімов О. В., Кутько С. В.</i> Регіональні особливості формування національної екологічної мережі України.....	23
<i>Богданов В. В., Витько В. И., Гончарова Л. И., Карташев В. В., Коваленко Г. Д.</i> Влияние АЭС Украины на радиоэкологическую обстановку.....	31
<i>Шмандий В. М.</i> Теоретические основы управления техногенной безопасностью урбосистемы при антропогенных землетрясениях..	40
<i>Гриценко А. В., Коринько И. В., Горох Н. П., Зайцев А. И.</i> Проблемы и перспективы комплексной утилизации ТБО в Харьковском регионе	51
<i>Бабаев М. В., Удалов И. В., Ермаков В. Н.</i> Организация комплексного мониторинга окружающей среды на период реструктуризации угольной промышленности (на примере Стахановского горнопромышленного района Донбасса).....	63
<i>Ковальова Ю. С.</i> Проблеми моніторингу вод Харківської області..	71
<i>Белозуров В. П., Гриценко А. В., Донец В. М., Лысюк А. В.</i> Автоматизация контроля качества воды при трансграничном переносе загрязнения.....	77
<i>Варламов Е. Н., Ильинский А. В., Полосухина Л. А., Котляр В. З., Варламов Г. Б.</i> Применение метода рентгенофлуоресценции для контроля загрязнения окружающей природной среды.....	90
<i>Еременко Е. В., Остроумов С. М., Тертичный О. Л.</i> Моделирование формирования качества воды при безнапорном течении в разветвленных системах каналов и труб.....	95
<i>Баранник В. А.</i> Непараметрический метод расчета статистических балансов потоков веществ.....	108
<i>Колпак В. З., Воронкин А. С., Бреславец А. И., Юрченко А. И.</i> Постановка и решение задачи продвижения по склону жидкости, истекающей из разрушенного при аварии резервуара.....	116
<i>Крайнюкова А. М., Ульянова І. П.</i> Біотестування в охороні довкілля від токсичного забруднення: нові розробки та перспективи розвитку.....	125
<i>Александров А. Н., Касимов А. М., Шахбазов В. Г.</i> Способ объективной оценки экологической нагрузки на человека.....	140
<i>Верніченко-Цвєтков Д. Ю.</i> Оцінка екологічного стану водних об'єктів за допомогою показників ферментативної активності донних відкладень.....	144
<i>Коваленко М. С.</i> Оцінка лімітуючих забруднюючих речовин та виносу їх в Чорне море основними річками басейну Дніпра.....	150
<i>Гриценко А. В., Соловей В. В., Васильев А. И.</i> Кристалізаційна тех-	

use of automatic stations for the solution of transboundary pollution transport problem is shown.

The features of the measuring block as the basic element of automatic stations and the post of automated water quality surveillance of the Seversky Donets river on the boundary of the Belgorod area (Russia) and Kharkov area (Ukraine) are described.

УДК 504.954.001.5

Е.Н. Варламов, А.В. Ильинский, Л.А. Полосухина

(УкрНИИЭП),

В.З. Котляр

(Главгосзоинспекция, г. Киев),

Г.Б. Варламов

(КПИ, г. Киев)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Метод рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) основывается на возбуждении характеристического рентгенофлуоресцентного излучения элементов, которые содержатся в исследуемом образце, измерения интенсивности соответствующих аналитических линий и определении концентраций элементов на основе проведения предварительных измерений градуировочных образцов.

Этот метод широко применяется аналитическими лабораториями промышленных предприятий при контроле проб, например, в технологии производства горно-обогатительных комбинатов, на металлургических предприятиях, на Никопольском заводе ферросплавов и др.

Метод РФА имеет существенные преимущества перед широко распространенными физико-химическими методами, используемыми в практике аналитических лабораторий. Он обеспечивает идентификацию неизвестного элементного состава анализируемых проб, разделение рядом стоящих в периодической системе тяжелых металлов при их совместном присутствии в пробе, экспрессность (в среднем до 200 элементопределений в рабочую смену), одновременность определения до 10-15 элементов в одной пробе, неразрушающий контроль, удовлетворительную точность анализа [1].

Благодаря этим свойствам и современному аппаратному обеспечению, метод РФА в последние годы нашел более широкое применение, в частности, в экологии, медицине, криминалистике.

В нашем институте в течение ряда лет проводились исследования различных модификаций метода РФА для анализа объектов окружающей среды: вод сточных и природных, донных отложений, промышленных отходов, воздуха промышленной зоны. Исследовались технические характеристики метода с применением энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализатора АРСП-2, бездифракционного анализатора БАРС, сканирующего кристаллдифракционного анализатора «Спектроскан».

Анализатор «Спектроскан» является современным прибором, совмещенным с персональным компьютером, благодаря чему обеспечивается автоматический анализ определяемых элементов. Результаты идентификации представлены в наглядной форме на мониторе в виде спектров (рис. 1) и табличных данных. Анализатор имеет следующие технические характеристики: диапазон определяемых элементов от Ca (20) до U (92), количество элементов, определяемых в пробе одновременно до 15; время определения одного элемента, в зависимости от концентрации и порядкового номера в периодической системе, от 20 до 90 секунд; энергетическое разрешение детектора 50-80 эВ, что обеспечивает разделение рядом расположенных в периодической системе элементов; аппаратурная погрешность не более 0,5% [2].

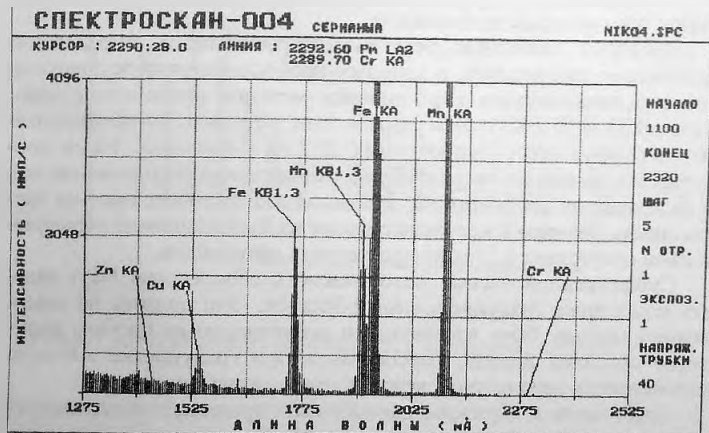


Рис. 1. Результаты идентификации на мониторе в виде спектров.

К настоящему времени в институте для анализатора «Спектроскан» или для его аналогов разработаны методики определения наиболее распространенных тяжелых металлов в различных объектах: в природных и промышленных сточных водах, донных отло-

жениях, промышленных отходах [3]. Чувствительность определения хрома, никеля, меди, и других тяжёлых металлов в воде соответствует ПДК.

Проведены исследования, позволяющие в перспективе расширить библиотеку методик и создать методическое обеспечение рентгенофлуоресцентного определения элементного состава добавок к кормам, в растительном сырье лекарственных растений, в атмосфере городов, в воздухе рабочей зоны промышленных предприятий. Получены данные по применению метода для анализа пищевых продуктов, а также для решения некоторых технологических задач для промышленности.

При разработке методики были решены вопросы, связанные с особенностями анализируемых экологических объектов, в том числе подготовки к анализу жидких, пастообразных и твердых проб, создания градуировочных образцов, учета фона.

Для рентгенофлуоресцентных определений элементного состава проб воды их подготовка к РФА сводится к нахождению в них сухого остатка в соответствии с КНД 211.1.4.042-95. Подготовка проб донных отложений заключается в обезвоживании отобранной пробы и ее озолении, т.к. в них велико содержание органики. Образцы проб промышленных отходов, например, машиностроительных предприятий, только обезвоживаются, поскольку в них отсутствуют органические компоненты.

Известны методики рентгенофлуоресцентного определения элементного состава вод, в которых пробоподготовка осуществляется с использованием сорбционных методов концентрирования. Так в НПО «СПЕКТРОН» разработаны методики концентрирования на сорбционных целлюлозных ДЕТАТА-фильтрах. Нами проведены исследования по разработке методик концентрирования вод на волокнистых сорбентах [4]. Эти методики отличает высокая экспрессность. Однако в настоящее время их использование ограничено из-за отсутствия в Украине расходных материалов.

Существенной частью методического обеспечения РФА является подготовка градуировочных образцов. Они должны по химическому составу быть адекватными анализируемым пробам, количество образцов должно обеспечивать при градуировке высокую достоверность параметров регрессионных зависимостей.

Требования к образцам для анализа определяются геометрией рентгенооптической схемы анализатора. Для применяемого нами рентгенофлуоресцентного анализатора типа «Спектроскан» минимальный диаметр образца для анализа не превышает 18-20 мм.

Особенно важен при анализе объектов с низким содержанием компонентов в образце правильный учет фона. Рассматриваются способы учета составляющей фона, которая обусловлена рентгенофлуоресценцией элементов конструкции спектрометра, таких как цинк, железо, медь, свинец и др. В этом случае интенсивность ана-

литической линии определяемого элемента в исследуемом образце следует рассчитывать, используя соотношение, позволяющее оценить интенсивность фона на месте этой аналитической линии по измеренным интенсивности аналитической линии и значениям фона справа и слева [5]. Этот способ учета фона особенно актуален при анализе вод с содержанием более 500 мг/л. Практика показала, что без этого погрешность анализа существенно возрастает.

Разработанные методики прошли апробацию в лаборатории почв и твердых отходов Государственной главной экологической инспекции. Этой лабораторией было приготовлено 12 шифрованных контрольных образцов искусственных смесей почв, которые содержали титан, хром, марганец, железо, кобальт, никель, медь, стронций, свинец и другие элементы. Для градуировки прибора использовались стандартные образцы почв.

Гистограмма относительных ошибок определений в соответствии с разработанной методикой (рис.2) свидетельствует, что для большинства определений она не превышает 25%.



Рис.2. Гистограмма относительных ошибок определений.

Данные методики использовались в практике при анализе твердых отходов производств ОАО «Никра» (г. Никополь), сточных и морских вод в условиях аналитических лабораторий водопроводно-канализационного хозяйства городов Бердянска, Житомира, донных отложений реки Сев. Донец, в лаборатории бассейнового управления (г. Славянск).

Список использованной литературы

1. Лосев Н.Ф., Смагулина А.И. Основы рентгеноспектрального рентгенофлуоресцентного анализа. М.: Химия, 1982.

2. *Вольдет Р.* Прикладная спектрометрия рентгеновского излучения. М.: Атомиздат, 1977.
3. Методика визначення концентрації титану, хрому, марганцю, заліза, кобальту, нікелю, міді, цинку, стронцію, свинцю в природних, питних, промислових стічних водах та донних відкладах методом рентгенофлуоресценції/ Український науковий центр охорони вод. Харків, 1996.
4. *Щербина Н.И., Мясоедова Г.В., Полосухина Л.А.* и др. Сорбционно-рентгенофлуоресцентное определение меди, никеля, цинка и хрома в сточных водах// ЖАХ. 1990. Т. 45. Вып. 4.
5. Держпатент України. М. Кл. G01 N 23/223 Спосіб визначення вмісту елементів зразку/ Антонов С.В., Полосухіна Л.О. та ін. (Україна) № 99010383.

Розглянуто результати застосування методу рентгенофлуоресценції (РФА) для аналізу елементного складу води, донних відкладень, ґрунтів, промислових відходів та ін. Основна перевага методу – забезпечення ідентифікації невідомого елементного складу зразків, багате елементний аналіз в одній пробі та експресність. Усе це забезпечує перспективу широкого застосування методу в практиці екологічних лабораторій. Розроблено методики якісного і кількісного аналізу об'єктів навколишнього середовища на зміст титану, хрому, марганцю, заліза, кобальту, міді, цинку, свинцю, стронцію. Для аналізу використовували скануючий кристал-дифракційний рентгенофлуоресцентний аналізатор «СПЕКТРОСКАН». Методика атестована Держстандартом України і пройшла апробацію в Державній головній екологічній інспекції шляхом аналізу шифрованих проб. Результат позитивний. Розглянуто використання методу РФА в промисловості.

The results of using the method of X-ray fluorescence (RFA) for analysis of the element composition of water, slime bottom sediments, soil, industrial wastes etc. are discussed. The main advantages of this method are identification of unknown element composition of samples, multiple-element analysis in one sample and simple and quick analysis. All these provide for wide application of the RFA-method in ecological laboratory practice. The methods of the qualitative and quantitative analyses of prepared natural samples for contents in them of titanium, chromium, manganese, iron, cobalt, nickel, copper, zinc, lead, strontium were developed. Analyses are performed by the scanning crystal-diffraction X-ray fluorescence analyser "SPECTROSCAN". The method has been certified by Ukraine State Standards Department and was tested by the Main State Ecological inspection by analysis of encoded tests with the positive result. A possibility using the RFA-method in industry is considered.