

УДК 681.1/.4:543.06

Аналитические приборы фирмы «Люмэкс»

В. И. Зинченко, А. К. Шишов

ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ЗИНЧЕНКО — кандидат биологических наук, начальник отдела продаж НПФ АП «Люмэкс».

АЛЕКСАНДР КОНСТАНТИНОВИЧ ШИШОВ — кандидат физико-математических наук, сотрудник информационной группы отдела продаж НПФ АП «Люмэкс».

*198005 Санкт-Петербург, Московский просп., 19, НПФ АП «Люмэкс», тел. (812)251-74-66,
E-mail ZinchenkoWI@lumex.ru, ShishovAK@lumex.ru*

Научно-производственная фирма «Люмэкс» — разработчик и производитель аналитического оборудования — отметила в этом году свое десятилетие. Сейчас в фирме работают более 400 сотрудников из Санкт-Петербурга, Москвы и Новосибирска, среди них ведущие специалисты отечественной аналитической школы в области люминесцентного и фотометрического анализа, атомно-абсорбционной спектроскопии, капиллярного электрофореза, ИК-Фурье-спектроскопии, высокоэффективной жидкостной и газовой хроматографии и др.

«Люмэкс» предлагает аналитическим и научно-исследовательским лабораториям аналитические приборы, поставляемые в комплексе с методическим обеспечением, а также проводит обучение персонала работе с приборами.

Оборудование «Люмэкс» внесено в Государственный реестр средств измерений России, Украины, Беларуси, Казахстана. Предлагаемые методики аттестованы государственными научными центрами Госстандарта России, внесены в реестр методик, допущенных для целей государственного экологического контроля и мониторинга, утверждены департаментом Госсанэпиднадзора Минздрава России. Система качества «Люмэкс» сертифицирована на соответствие требованиям международного стандарта ISO 9001/94.

К настоящему времени фирма поставила заказчикам более пяти тысяч приборов. С 1999 года начались поставки на международный рынок — в ЕС, Китай, Северную Америку. Торговая марка «Lumex» включена в международный перечень ведущих предприятий аналитического приборостроения Analytical Industry Scoreboard-2000. «Люмэкс» — постоянный участник наиболее значимых международных программ, конференций и выставок в области аналитической химии.

В данной статье дано краткое описание приборов и оборудования, выпускаемого фирмой «Люмэкс».

Анализатор жидкости Флюорат-02 представлен двумя модификациями: Флюорат-02-2М (рис.1) и Флюорат-02-3М (базовая модель). Предназначен для определения концентрации неорганических и органических загряз-

няющих веществ в воде, воздухе, почве, технических материалах, продуктах питания после перевода анализируемой пробы в раствор. Анализатор работает в режиме флуориметра, а также фотометра или хемилюминометра.

Флуориметр Флюорат-02 применяется для рутинных измерений концентраций веществ, для которых предварительно установлены спектральные характеристики люминесценции. Селекция световых потоков осуществляется специально подобранными светофильтрами. В качестве источника света используется импульсная ксеноновая лампа высокого давления, обеспечивающая достаточно интенсивные световые потоки во всем спектральном диапазоне (200—650 нм). В кюветное отделение можно устанавливать кюветы размером 10 x 10 мм для проведения флуориметрии и кюветы 10 x 20, 10 x 40 мм для фотометрирования. Анализатор работает от сети переменного тока или от батареи (12 В), в последнем случае его можно использовать в составе передвижных лабораторий.

Отличительные особенности анализаторов Флюорат-02:

- высокая чувствительность и селективность определения (по сравнению с традиционными фотометрическими приборами);
- возможность анализа широкого круга веществ;



Рис. 1. Анализатор жидкости Флюорат-02-2М

- малый расход реактивов и малое время анализа;
- сохранение градуировок в энергонезависимой памяти прибора;
- многофункциональность (приборы могут работать в качестве флуориметров, хемилюминометров, фотометров).

Техника измерений. В пользовательское меню анализатора вносятся названия выполняемых методик, способ обработки результатов и калибровочные коэффициенты (всего может быть занесено 15 коэффициентов). Содержание меню и введенные калибровочные коэффициенты сохраняются в энергонезависимой памяти прибора. Во время работы оператор выбирает из меню необходимую методику и, установив после измерения фонового сигнала кювету с пробой, «запускает» процесс измерения. Время измерения — не более 16 с. Концентрация определяемого компонента отображается на встроенном дисплее. Оператор может вывести результат анализа на внешний компьютер и посредством компьютера осуществлять управление прибором. По сравнению с базовой моделью модификация Флюорат-02-2М может использоваться с приставками — как детектор для ВЭЖХ и криолюминесценции.

Анализатор Флюорат-02 комплектуется наборами для анализа интересующих пользователя веществ. В набор входят текст и сертификат методики, кювета, светофильтры, стандартный образец, специфические реактивы (при необходимости). Запас реактивов рассчитан в среднем на 1000 анализов, поскольку их расход, как правило, чрезвычайно низок.

Спектрофлуориметр Флюорат-02-Панорама предназначен для научных и методических исследований спектрально-временных характеристик люминесценции самых разнообразных объектов: растворов, твердых образцов, в том числе замороженных до температуры жидкого азота, оптических стекол, порошков. Прибор снабжается приставками, позволяющими осуществлять измерения вне кюветного отделения. Прибор аттестован, как и анализатор Флюорат-02, для измерения концентрации веществ в соответствии с утвержденными методиками (кроме хрома и урана). Компьютерное программное обеспечение дает возможность управлять прибором и проводить обработку результатов в ходе измерений.

Отличительные особенности спектрофлуориметра Флюорат-02-Панорама:

- наличие монохроматоров в канале возбуждения и в канале регистрации люминесценции, что позволяет снимать спектры люминесценции при различных длинах волн возбуждения со спектральным разрешением 8 нм;
- широкий набор дополнительных приставок;
- возможность работы в режиме хроматографических и спектральных измерений, измерений скорости затухания люминесценции;
- прибор может использоваться в качестве спектрофлуориметрического детектора для микроколоночной ВЭЖХ с программируемой перестройкой длины волны в процессе хроматографического разделения;
- возможность сканирования по каждому из монохроматоров как независимо, так и в режимах синхрон-

ного, асинхронного и двумерного спектрального сканирования;

- возможность измерения скорости фосфоресценции с шагом от 0,05 мкс до 7000 мкс.

Атомно-абсорбционный спектрометр МГА-915 (рис. 2) предназначен для проведения элементного анализа. Позволяет определять содержание широкого круга элементов в пробах самого различного состава с минимальной пробоподготовкой и без нее. В частности, спектрометр может использоваться для непрерывного определения содержания металлов в воздухе в стационарных условиях.

В основу работы прибора положен вариант селективного атомно-абсорбционного анализа — метод зеемановской поляризационной спектроскопии с высокочастотной модуляцией. В качестве печи атомизатора используется стандартная графитовая кювета Массмана.

Отличительные особенности спектрометра МГА-915:

- универсальность и высокая селективность определения; селективность обеспечивается самим принципом измерения;
- высокая чувствительность, пределы обнаружения элементов ниже соответствующих пределов, характерных для большинства атомно-абсорбционных спектрометров с электротермической атомизацией;
- имеет автономную систему охлаждения;

— автоматизация измерений; осуществляется автоматическая смена источников излучения, установка соответствующих резонансных линий с помощью револьверного устройства на шесть положений и компьютерная перенастройка с одного химического элемента на другой без юстировки. Для ввода проб используется автосэмплер с 55-ю ячейками. Полученные данные могут непрерывно передаваться в автоматическую систему управления технологическим процессом.

Техника измерений. Управление процессом измерения и обработка полученной информации производится с помощью компьютера с установленным программным обеспечением. Дозированная подача жидкой пробы в печь атомизатора производится ручным микродозатором емкостью 5—50 мм³, возможно также дозирование с помощью автодозатора.

При анализе воздуха осуществляется электростатическое осаждение аэрозолей непосредственно в графитовом атомизаторе прибора или в атомизаторах, помещаемых в переносную автономную приставку.

Для определения низких концентраций гидридообразующих элементов (в частности Se, As, Te и др.) и ртути в природных водах применяется ртутно-гидридная приставка.



Рис. 2. Атомно-абсорбционный спектрометр МГА-915

Атомная абсорбция с электротермической атомизацией — наилучший метод элементного анализа пищевых продуктов. Только этот метод позволяет устранить влияние органической матрицы и получить необходимую чувствительность анализа.

Основные технические характеристики спектрометра МГА-915:

Время непрерывной работы	8 ч
Максимальная температура печи атомизатора	2900 °С
Мощность, потребляемая в момент включения атомизатора (первые 100 мс)	не более 10 кВт
Расход аргона	1 л/мин
Спектральное разрешение	1 нм
Спектральный диапазон	190—600 нм
Средняя мощность атомизации	5 кВт
Средняя потребляемая мощность	500 Вт
Напряжение питания	380 В (50 Гц)
Масса	90 кг
Габариты	800x410x390 мм

СВЧ-минерализатор МИНОТАВР-1 предназначен для подготовки проб путем разрушения органических веществ в питьевой воде, природных и сточных водах, биологических и геологических объектах и продуктах питания при анализе на загрязняющие примеси тяжелых металлов. Применяется при экологическом контроле объектов окружающей среды, санитарном контроле и аналитическом контроле технологических процессов.

Система капиллярного электрофореза КАПЕЛЬ. Фирма «Люмэкс» первая в СНГ наладила серийный выпуск приборов капиллярного электрофореза, реализующих сравнительно новый высокоэффективный метод разделения и анализа компонентов сложных смесей. Пробу (2нг) вводят в кварцевый капилляр, заполненный электролитом. К капилляру прикладывают напряжение до 30 кВ. Под действием электрического поля компоненты пробы в условиях электроосмоса движутся по капилляру с различной скоростью в соответствии с их электрофоретической подвижностью, зависящей от структуры, заряда и молекулярной массы, и, соответственно, в разное время достигают детектора. Полученная электрофореграмма представляет собой набор последовательных пиков, по времени выхода и площади которых можно идентифицировать и количественно определять соединения.

Система КАПЕЛЬ представлена несколькими моделями.

КАПЕЛЬ-103Р — анализатор, включающий прибор высокоэффективного капиллярного электрофореза, фотометрический детектор и микролинзовую фокусирующую систему (рис. 3). Источником света служит ртутная лампа низкого давления с высокочастотным возбуждением, обеспечивающая высокую стабильность светового потока. В качестве светового приемника применяется карбид-кремниевый фотодиод, чувствительный к области спектра 200—310 нм, в которой присутству-



Рис. 3. Система капиллярного электрофореза КАПЕЛЬ-103Р

ет единственная линия ртути 253,7 нм. Это свойство обуславливает высокую чувствительность системы, монохроматические условия регистрации и широкий линейный диапазон определяемых концентраций.

Простая, надежная конструкция прибора, полуавтоматический ввод пробы, удобный доступ к пробиркам и капилляру, возможность визуального контроля положения пробирок и промывки капилляра делают КАПЕЛЬ-103Р удобной для всех пользователей. Прибор оснащен устройством смены пробирок на четыре гнезда, в котором можно разместить одну пробирку с пробой и три пробирки со вспомогательными растворами. Охлаждение капилляра — принудительное воздушное. Проба вводится под давлением или электрокинетическим способом. Промывка капилляра осуществляется автоматически.

Отличительные особенности системы КАПЕЛЬ-103Р:

— универсальность. Наличие источника высокого напряжения переключаемой полярности обеспечивает определение как отрицательно, так и положительно заряженных ионов, а также незаряженных компонентов методом капиллярной электрокинетической хроматографии. Наряду с ионами, поглощающими оптическое излучение на рабочей длине волны (254 нм), непоглощающие ионы также могут быть проанализированы с использованием метода косвенного детектирования;

— высокая эффективность разделения, достигающая 1 млн. т.т. По одной электрофореграмме можно проводить идентификацию и измерение концентраций большого количества веществ, даже при различии определяемых концентраций на 2—3 порядка;

— возможность многокомпонентного анализа, идентификация и количественное определение за один цикл измерения благодаря использованию программного обеспечения «Мультихром»;

— высокая чувствительность определения следовых количеств веществ на уровне 10 ppb за счет реализации принципа концентрирования в капилляре;

— простая пробоподготовка, в большинстве случаев включающая только фильтрацию и дегазирование пробы;

— простая технология анализа, по сравнению с жидкостными хроматографами не требуется прецизионных насосов высокого давления, несравнимо меньше расход высокочистых растворителей, объемы пробы могут составлять 100 мкл, исключаются все недостатки, связанные с применением твердого сорбента.

Техника измерений. Система КАПЕЛЬ-103Р управляется с помощью встроенных клавиатуры и дисплея через систему меню. Результат анализа выводится на внешний компьютер. Обработка результатов проводится с помощью программы «Мультихром», входящей в комплект поставки.

Программное обеспечение позволяет получать электрофореграмму в реальном масштабе времени, проводить обработку данных (сглаживание шума, компенсация дрейфа детектора, поиск пика, определение времени выхода пика, амплитуды и площади пика, калибровка по нескольким точкам с линейными и нелинейными калибровочными зависимостями с помощью методов внутреннего и внешнего стандартов; вычисление концентрации), рассчитывать параметры электрофореза (число теоретических тарелок, разрешение пиков, асимметрия пика и т.п.). Предусмотрена возможность работы во время считывания данных с другими Windows-приложениями, а также обмен данными с электронными таблицами, базами данных и текстовыми редакторами.

Основные технические характеристики системы КАПЕЛЬ-103Р:

Внутренний диаметр кварцевого капилляра	25,50,75—100 мкм
Длина кварцевого капилляра	30—100 см
Напряжение питания сменного высоковольтного блока переменной полярности	1—25 кВ
Рабочая длина волны фотометрического детектора	254 нм
Напряжение питания	220 В (50—60 Гц)
Потребляемая мощность	60 Вт
Масса	16 кг
Габариты	420x330x360 мм

КАПЕЛЬ-104Т отличается от модели КАПЕЛЬ-103Р наличием автосэмплеров на входном и выходном концах капилляра с ячейками на 10 стандартных пробирок, а также жидкостным охлаждением капилляра в интервале температур от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Возможно проведение анализа в автоматическом режиме. Для реализации различных вариантов анализа в энергонезависимую память можно записать до 15 программ длительностью до 60 шагов каждая. Программы создаются автоматически на основе типовых шаблонов, они могут редактироваться и перезаписываться. Работа в автоматическом режиме экономит время пользователя, снижает вероятность ошибок при проведении анализов и повышает воспроизводимость результатов.

КАПЕЛЬ-105 (рис. 4) отличается от модели КАПЕЛЬ-104Т наличием спектрофотометрического детектора.

В качестве источника света используется дейтериевая лампа и дифракционный монохроматор со спектральным диапазоном 190—380 нм. Такой диапазон позволяет выбрать рабочую длину волны детектирования, наиболее чувствительную к анализируемым веществам, что во многих случаях уменьшает предел обнаружения.



Рис. 4. Система капиллярного электрофореза КАПЕЛЬ-105

Газовый хроматограф ГАЛС-311 (рис. 5) предназначен для проведения анализа сложных многокомпонентных смесей органических и неорганических соединений в лабораторных условиях.

Отличительные особенности хроматографа ГАЛС-311:

- используются детекторы: пламенно-ионизационный, электронного захвата, по теплопроводности;
- системы ввода пробы в капиллярные (split/splitless) и в насадочные (on-column) колонки — стандартные;
- используются дозирующие краны для ввода газообразных проб;
- высокая точность поддержания температуры термостата колонок, испарителей и детекторов;
- пятиступенчатое линейное программирование температуры колонок;
- применение автоматизированной системы самодиагностики, системы защиты от внезапных перепадов напряжения электропитания и его внезапного отключения, системы автосохранения условий анализа;
- две независимые газовые линии обеспечивают с высокой точностью поддержание параметров газовых потоков;
- регистрация хроматограмм на самописце или с помощью компьютерной системы сбора и обработки данных.

Основные технические характеристики хроматографа ГАЛС-311:



Рис. 5. Газовый хроматограф ГАЛС-311

Пределы обнаружения для детекторов	
пламенно-ионизационного	$5 \cdot 10^{-12}$ г/см ³ (гексадекан) $5 \cdot 10^{-14}$ г/см ³
электронного захвата	(линдан) $5 \cdot 10^{-12}$ г/см ³
по теплопроводности	(гексадекан)
Диапазон рабочих температур термостата колонок, °С	50—399 с шагом 1°С
Полезный объем термостата колонок	22,5 л
Точность поддержания температуры термостата колонок в изотермическом режиме	±0,5 °С
Расход газа-носителя	10—100 см ³ /мин
Давление газа-носителя на входе	0,35—0,60 МПа
Напряжение питания	220 В (50 Гц)
Максимальная потребляемая мощность	1500 Вт
Масса	50 кг
Габариты	650x500x500 мм

Инфракрасный Фурье-спектрометр ИнфраЛюм ФТ-02 (рис. 6) предназначен для регистрации и анализа спектров поглощения твердых, жидких и газообразных проб. Фотометрирование осуществляется в средней инфракрасной области.

Работа прибора основана на измерении зависимости величины сигнала от сдвига фаз между двумя интерферирующими частями светового пучка, а сам спектр получают математическим преобразованием фиксируемой зависимости. В отличие от дифракционных приборов на фотоприемник поступает весь свет от источника, и все спектральные линии регистрируются одновременно. Следовательно, многократно возрастает соотношение сигнал/шум и повышается точность фотометрирования. Фурье-спектроскопия выигрывает также в точности регистрации длины волны. В дифракционных приборах длину волны можно определить только косвенно, а в Фурье-спектрометрах она измеряется с помощью лазера непосредственно.

Прибор имеет оригинальную конструкцию интерферометра, выполненного на сферических зеркалах, что на несколько порядков снижает требования к точности

положения оптических элементов. Заводская юстировка прибора сохраняется многие годы. Прибор не требует высококвалифицированного обслуживания.

Отличительные особенности спектрометра ИнфраЛюм ФТ-02:

- универсальность и селективность определения;
- возможность многокомпонентного анализа, специальная математическая обработка спектров позволяет за одно измерение идентифицировать компоненты сложной смеси веществ и отдельно определять их, даже если концентрации компонентов различаются на 2—3 порядка;

— высокое быстродействие, регистрация данных осуществляется с периодичностью 30—60 с;

— автоматизация измерений, благодаря наличию компьютера полученные данные могут непрерывно передаваться в автоматическую систему управления технологическим процессом.

Техника измерений. Прибор управляется программой СпектраЛюм, работающей в среде Windows-95/98, что обеспечивает легкость управления и дает возможность быстро освоить работу с прибором даже неподготовленному персоналу. Программа обеспечивает автоматический процесс измерения и обработки спектра, позволяет оператору в удобной форме получать информацию об образце и имеет развитую систему просмотра и обработки полученных данных.

Газообразные образцы отбираются в герметичный пакет и переносятся в многоходовую газовую кювету. Программа СпектраЛюм анализирует спектр и вычисляет концентрации составляющих газовой смеси. Жидкие пробы растворяют в вазелиновом масле, фотометрирование проводят в жидкостной кювете. Твердые пробы измельчают, смешивают с KBr и с помощью пресса формируют из полученного порошка таблетку, которую размещают в приборе на специальном держателе таблеток.

Основные технические характеристики Фурье-спектрометра ИнфраЛюм ФТ-02:

Разрешение	0,5 (по заказу); 1; 2; 4; 8; 16 см ⁻¹
Спектральный диапазон	6500—350 см ⁻¹
Стандартное время измерения спектра	60 с
Напряжение питания	220 В (50 Гц)
Потребляемая мощность	60 Вт
Масса	37 кг
Габариты	580x515x295 мм

Благодаря универсальности ИнфраЛюм ФТ-02 применяется для решения различных аналитических задач.

Авторы надеются, что представленная информация будет полезна широкому кругу химиков-аналитиков и всех специалистов, использующих перечисленные выше методы в своей работе. Полный список приборов фирмы «Люмэкс» значительно шире представленного в настоящей публикации.

Фирма «Люмэкс» планирует продолжить разработку новых, более совершенных моделей приборов и новых методик измерений, расширяющих области применения выпускаемого оборудования, сохранив при этом высокий уровень сервисных услуг. Более подробную, постоянно обновляемую информацию можно получить на нашем сайте www.lumex.ru.



Рис. 6. Инфракрасный Фурье-спектрометр ИнфраЛюм ФТ-02