

**А.Б. Сухомлинов**

ООО «ШимЮкрейн», Киев

## **НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЯПОНСКОЙ КОРПОРАЦИИ SHIMADZU ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ**



*Сделан обзор новых моделей научных приборов производства японской корпорации SHIMADZU. Рассмотрены спектрофотометры УФ-видимого диапазона, оптический атомно-эмиссионный спектрометр, электронно-зондовый микроанализатор, сканирующий зондовый микроскоп, гранулометрический анализатор, жидкостные и газовые хроматографы, масс-спектрометры и хромато-масс-спектрометры, анализаторы общего углерода и азота, анализатор ДНК и РНК, машины для испытания и инспекции материалов, высокоскоростная видеокамера, аналитические весы. Особое внимание уделено расширению аналитических возможностей, связанных с техническими характеристиками приборов.*

*Ключевые слова: спектрофотометр, микроанализатор, хроматограф, масс-спектрометр, испытание, весы.*

Хорошо известная своими инновационными достижениями японская приборостроительная корпорация SHIMADZU в течение последних двух лет предложила пользователям научно-исследовательских лабораторий во всем мире ряд приборов аналитического назначения, которые благодаря уникальным техническим характеристикам уже успели завоевать широкую популярность. Украинские пользователи имели возможность ознакомиться с ними при посещении стенда компании «ШимЮкрейн» в период работы двух осенних выставок «Лабкомплекс» в 2010 и 2011 гг. Более того, несколько таких приборов уже приобретены украинскими промышленными предприятиями и научно-исследовательскими организациями. Важным фактом является открытие экспорта в Украину некоторых видов высокоэффективного лабораторного оборудования SHIMADZU более раннего периода разработки. Дело в том, что, несмотря на известный факт первенства корпорации SHIMADZU сре-

ди других мировых производителей по количеству видов лабораторного оборудования, поставляемого в Украину, до сих пор общий ассортимент продукции SHIMADZU гораздо шире того, который доступен на рынках Европы и, соответственно, Украины. Это становится очевидным даже при ознакомлении с сайтом корпорации SHIMADZU. Постепенное сокращение указанного разрыва несомненно представляет интерес для пользователей.

Материал данной публикации посвящен новому оборудованию производства SHIMADZU, в том числе и таким приборам, которые стали доступны за счет расширения экспортного ассортимента.

Среди спектрального оборудования для молекулярной абсорбции следует отметить новую модель спектрофотометра УФ-видимого диапазона UV-2700 (рис. 1). Особенность этого прибора состоит в возможности измерять поглощение и пропускание света пробями высокой оптической плотности. Наличие в оптической схеме двойного монохроматора и высокий уровень качества всех элементов оптичес-

кой схемы обеспечивают снижение доли рассеянного света до значения меньше 0,00002 %. Благодаря этому рабочий фотометрический диапазон расширился до значения 8,5 Abs. Это означает, что на спектрофотометре модели UV-2700 можно работать с пробами, пропускающими всего лишь одну миллионную долю процента от общего падающего излучения. Для решения более традиционных задач в этой области предлагается новый спектрофотометр с одним монохроматором модели UV-2600. Спектральный диапазон этого прибора составляет 185–900 нм (с интегрирующей сферой до 1400 нм). Переменное значение спектральной полосы пропускания изменяется от 0,1 до 5 нм. Доля рассеянного света составляет менее 0,005 %. Максимум фотометрического диапазона составляет 5 Abs.

Для проведения исследований в расширенном спектральном диапазоне предлагаются модели спектрофотометров UV-3600 и UV-3700 с двумя монохроматорами и тремя детекторами (PMT, InGaAs и PbS). Модель UV-3600 имеет спектральный диапазон от 185 до 3300 нм. Переменное значение спектральной полосы пропускания изменяется от 0,1 до 32 нм. Доля рассеянного света составляет менее 0,00005 %. Максимум фотометрического диапазона составляет 6 Abs. Модель UV-3700 имеет спектральный диапазон от 190 (опция от 165) до 3300 нм. Переменное значение спектральной полосы пропускания изменяется от 0,1 до 32 нм. Доля рассеянного света составляет менее 0,00005 %. Максимум фотометрического диапазона составляет 6 Abs. Одной из важных особенностей данного прибора является возможность проведения измерений в вакуумном ультрафиолете. Вторая особенность заключается в возможности автоматического картирования характеристик твердых проб, в том числе пластин размером до 310 мм.

Для выполнения рутинных аналитических измерений во многих случаях вполне достаточно использовать более простой двулучевой спектрофотометр модели UV-1800 со спектральным



**Рис. 1.** Спектрофотометр УФ- и видимого диапазона SHIMADZU (модель UV-2700)



**Рис. 2.** Оптический атомно-эмиссионный спектрометр с искровым возбуждением SHIMADZU (модель PDA-8000)

диапазоном 190÷1100 нм. Он имеет фиксированное значение спектральной полосы пропускания 1 нм. Максимум фотометрического диапазона составляет 4 Abs. Управление прибором может осуществляться либо от внешнего персонального компьютера, либо от встроенного процессора с клавиатурой и графическим дисплеем. Благодаря компактности и простоте конструкции этот прибор можно использовать непосредственно в производственных помещениях и без проблем переносить от одного места эксплуатации к другому. В автономном режиме предусмотрено сохранение аналитических данных в устройстве встроенной памяти и последующий перенос этих данных на любой персональный компьютер с помощью USB-носителя.

Среди оптических атомно-эмиссионных спектрометров с искровым возбуждением заслуживает внимания новая модель PDA-8000 (рис. 2).



**Рис. 3.** Электронно-зондовый микроанализатор SHIMADZU (модель EPMA-1720)



**Рис. 4.** Сканирующий зондовый микроскоп SHIMADZU (модель SPM-9700)

Этот прибор дает возможность пользователю одновременно измерять с высокой чувствительностью и воспроизводимостью содержание как следовых элементов, так и основных компонентов цветных и черных металлов, а также сплавов различного состава. Повышение точности и чувствительности достигается за счет методов TRS (спектроскопия с временным разрешением для четкой дифференциации сигнала и фона) и PDA (анализ распределения импульсов). Определение ведется в спектральном диапазоне от 120 до 700 нм в системе, способной одновременно использовать до 64-х каналов. Цифровой контроль искрового генератора обеспечивает надежное поддержание условий искрового разряда с регулировкой в диапазоне от 0,02 до 0,6 Дж с шагом 0,02 Дж.

При проведении исследования проб различной природы часто возникает задача проведе-

ния качественного и количественного анализа с одновременным визуальным контролем либо всей пробы, либо ее анализируемого участка. Для этой цели корпорация SHIMADZU разработала новый электронно-зондовый микроанализатор модели EPMA-1720 (рис. 3). Этот прибор представляет собой компактный комбинированный анализатор, включающий систему нескольких рентгеновских спектрометров (волнодисперсионных и энергодисперсионных), количество которых согласуется с пользователем (но в общем количестве не более 5-и); электронный микроскоп; оптический микроскоп; двоянный цифровой преобразователь сканирования и инженерную рабочую станцию с точным управлением всеми функциями с помощью мыши. В приборе EPMA-1720 используется принцип измерения рентгеновского флуоресцентного излучения, индуцированного сфокусированным пучком электронов, что позволяет определять химический состав и распределение элементов в пробах различной природы — металлах, полупроводниках, керамике, минералах, полимерах, биологических объектах и т.д. Применение волнодисперсионных каналов позволяет выполнять определение всех (в том числе и легких) элементов с высокой чувствительностью и точностью и, что не менее важно, достаточно быстро. При этом могут быть проанализированы пробы с различной степенью кривизны поверхности. Максимальное увеличение микроскопа составляет 400 000<sup>x</sup>; разрешение — 5 нм; ускоряющее напряжение — от 0,1 до 30 кВ. При этом шаг составляет 10 В в диапазоне значений напряжения до 5 кВ, а при более высоком напряжении — 100 В. Диапазон анализируемых элементов — от бериллия до урана.

Новый сканирующий зондовый микроскоп модели SPM-9700 (рис. 4) является мощным инструментом для исследования поверхности. Это обеспечивается комплексным подходом к анализу, реализованному за счет использования различных режимов, среди которых: контактная, динамическая и фазовая атомная силовая микроскопия (AFM); силовая модуля-

ция; измерение тока; электростатическая силовая микроскопия (EFM); магнитная силовая микроскопия (MFМ); кельвиновская силовая микроскопия (KFM); латеральная силовая микроскопия (LFM); сканирующая туннельная микроскопия (STM). С помощью специальных чашек Петри можно проводить исследования под слоем жидкости. Использование камер с контролем окружающей среды (WET-SPM) позволяет работать в вакууме и в различных газовых средах при контролировании температуры, влажности, с нагреванием и охлаждением образца. Мощное программное обеспечение позволяет не только управлять прибором и сохранять результаты исследований, но и проводить обработку результатов, в том числе обработку изображений и сохранение их в графических форматах, удобных для дальнейшего использования в отчетах, презентациях и научных публикациях. Разрешение прибора — 0,01 нм (вертикальное) и 0,2 нм (горизонтальное).

Большой интерес вызвала во всем мире новая разработка корпорации SHIMADZU в области техники измерения гранулометрического состава наночастиц. В связи с этим имеет смысл дать несколько более подробное описание принципа ее работы.

Как известно, хорошо зарекомендовавшие себя на практике системы гранулометрического анализа на основе традиционного метода лазерной дифракции непосредственно на измеряемых частицах дают удовлетворительные результаты при размерах частиц порядка 5–10 нм и более. Попытки применения такого оборудования для анализа частиц размером менее 5 нм не увенчались успехом, что продемонстрировано контрольными измерениями с помощью электронной микроскопии. Преодолеть возникшую проблему удалось ученым и конструкторам корпорации SHIMADZU, разработавшим и запатентовавшим новый принцип измерения размеров частиц — метод индуцированной решетки. От английского названия этого метода *Induced Grating Method* происходит аббревиатура IG, отраженная в названии модели при-

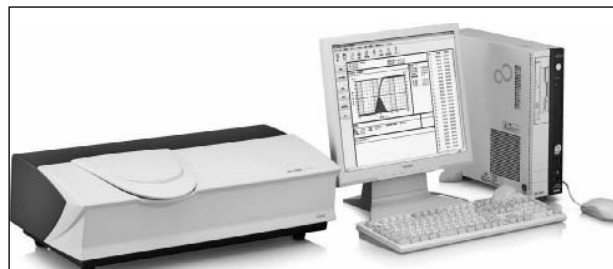


Рис. 5. Гранулометрический анализатор SHIMADZU (модель IG-1000)

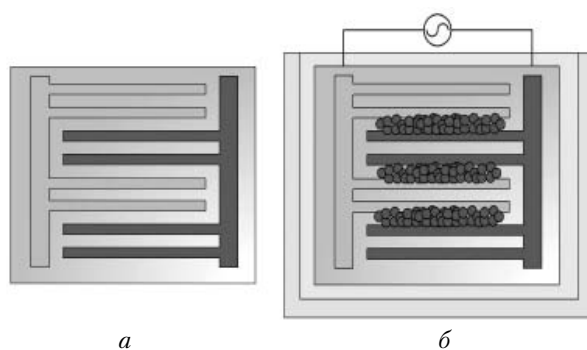


Рис. 6. Электрод, используемый в гранулометрическом анализаторе SHIMADZU (модель IG-1000)

бора IG-1000 (рис. 5). Прибор отличается простотой конструкции и компактностью. Точно так же проста и процедура измерений гранулометрического состава с помощью этого прибора.

Основой для образования индуцированной дифракционной решетки является электрод (точнее система из двух электродов), образованный из платиновых нитей, впаянных в кварцевую пластину в определенной последовательности (рис. 6, а). При погружении электрода в ячейку с пробой, содержащей анализируемые частицы, и последующем наложении на электрод переменного напряжения (амплитуда может варьироваться от 5 до 13 В; частота — от 100 кГц до 1 МГц) в течение промежутка времени от 0,01 до 1 с находящиеся в растворе частицы притягиваются к электроду благодаря диэлектрофоретическому процессу и размещаются у поверхности электродных нитей характерным способом, образуя наведенную (индуцированную) решетку (рис. 6, б). Попадание



Рис. 7. Жидкостный хроматограф SHIMADZU (модель LC-30A)

на такую решетку лазерного излучения приводит к появлению обычной дифракционной картины. Фиксируется максимум интенсивности.

После прекращения подачи напряжения на электрод частицы начинают диффундировать обратно в раствор. Интенсивность дифракционного максимума начинает ослабевать. Поскольку более мелкие частицы движутся быстрее, чем более крупные, время затухания сигнала дифракционного максимума будет зависеть от того, какова доля частиц того или иного размера присутствует в пробе. Эта зависимость используется затем программным обеспечением для расчета гранулометрического распределения. Важно отметить, что хотя сама электродная система также представляет собой дифракционную решетку по отношению к падающему на нее лазерному излучению, сигнал от соответствующей ей дифракционной картины не мешает основному сигналу, так как шаг (расстояние между нитями) электродной решетки (рис. 6, а) вдвое меньше шага индуцированной решетки (рис. 6, б). Это стало возможным благодаря специально сконструированной электродной системе, где электроды чередуются не по одному, а по два.

Главным достоинством метода индуцированной решетки, используемого в анализаторе IG-1000, является то, что результаты измерения реальных проб совпадают с результатами,

полученными арбитражным методом на электронном микроскопе. При этом в отличие от электронного микроскопа анализ проводится быстро. Общее время измерения составляет 30 с.

Прибор очень прост и удобен в работе. Уникально просты требования к условиям анализа. Не требуется знания показателей преломления используемой при анализе дисперсной системы. Не требуется контроля и регулирования  $pH$  раствора. Нет необходимости создавать условия, исключая образование агломератов в пробе. Нет необходимости предпринимать меры по исключению попадания в пробу каких-либо загрязнений извне. Кювета и электрод, используемые в приборе, легкодоступны для оператора. Процедура установки кюветы с пробой в прибор требует всего лишь трех простых действий оператора. Первое действие — установка кюветы с пробой в кюветный отсек прибора точно так же, как в обычном спектрофотометре; второе действие — погружение электрода (закрепленного в держателе) в кювету; третье — фиксация электрода, погруженного в кювету, с целью обеспечения электрического контакта. После установки пробы в прибор непосредственно выполняется измерение. Прибор IG-1000 позволяет с высокой точностью проводить гранулометрические измерения в диапазоне размеров частиц от 0,5 до 200 нм.

Корпорация SHIMADZU имеет весьма значительные достижения в области разработок жидкостного хроматографа — наиболее популярного в последнее время у специалистов по органическому анализу вида оборудования. Со времени первой демонстрации на конференции и выставке PITTCON-2010 в Орландо (США) и по настоящее время жидкостный хроматограф SHIMADZU модели LC-30A (рис. 7) остается непревзойденным инструментальным средством в данной области химического анализа. Новый жидкостный хроматограф SHIMADZU серии LC-30 представляет собой универсальную модульную систему для сверхбыстрой жидкостной хроматографии высокого разрешения, которая дает возможность пользователю работать

как в режиме сверхбыстрой, так и в режиме обычной и полумикрохроматографии. Эти возможности прибора обеспечиваются техническими параметрами его блоков, в первую очередь насоса. Новый насос сверхвысокого давления обеспечивает поток подвижной фазы в диапазоне от 0,0001 до 3,0000 мл/мин при давлении на входе в колонку 130 МПа и в диапазоне от 3,0 до 5,0 мл/мин при давлении 80 МПа. Это позволяет использовать для сверхбыстрой хроматографии наряду с короткими колонками (как это было реализовано уже в приборах серии LC-20) длинные колонки (например, длиной 250 мм) для достижения максимальной эффективности разделения пиков. Термостат колонок для хроматографов новой серии предусматривает возможность работы при повышенной температуре вплоть до 150 °С. Для пользователей жидкостных хроматографов представляет интерес возможность экономии дорогостоящих чистых органических растворителей. Хроматограф серии LC-30 предоставляет такую возможность за счет замены водно-органической подвижной фазы на водную при повышении температуры и повышении давления. Так, например, при переходе от подвижной фазы состава *метанол–вода*, содержащей 30 % метанола при температуре 40 °С, к чистой воде при температуре 150 °С сохраняется характеристика разделения пиков на колонке C18 длиной 150 мм. Подтверждением высокого класса хроматографа LC-30 является признание его победителем конкурса «Научный прибор года – 2011» в номинации «Разработка и создание нового поколения научного оборудования», проведенного Приборной комиссией Российской академии наук.

Новый масс-спектрометр SHIMADZU с тройным квадруполом модели LCMS-8030 (рис. 8) позволяет успешно анализировать самые сложные матрицы. При этом прибор отличается как высокой чувствительностью, так и непревзойденной скоростью выполнения измерений. Это стало возможным благодаря уникальной конструкции с использованием техноло-



Рис. 8. Высокоскоростной масс-спектрометр с тройным квадруполом SHIMADZU (модель LCMS-8030)



Рис. 9. Газовый хроматограф SHIMADZU (модель GC-2025)

гии «UFsweeper». С помощью масс-спектрометра LCMS-8030 измерения в режиме MS/MS выполняются настолько быстро, что не создают ограничений при использовании метода сверхскоростной жидкостной хроматографии высокого разрешения, реализуемой с помощью хроматографа LC-30.

Новый газовый хроматограф SHIMADZU модели GC-2025 (рис. 9) представляет новое поколение т.н. *экологических* приборов. Чтобы понять стремление западных, а особенно японских приборостроителей к максимальному энергосбережению, необходимо хотя бы мысленно



**Рис. 10.** Газовый хромато-масс-спектрометр SHIMADZU (модель QP-2010Ultra)



**Рис. 11.** Анализатор общего углерода SHIMADZU (модель TOC-L)

отойти от нашей укоренившейся привычки не обращать никакого внимания на энергопотребление лабораторных приборов. На самом деле известно, что энергопотребление любого газового хроматографа (в отличие, например, от жидкостного хроматографа) довольно высокое по той причине, что для его работы требуется поддержание в термостате колонок довольно высокой температуры (иногда до 400 °С). Японские приборостроители, несмотря на то, что их газовые хроматографы всегда отличались низким энергопотреблением, на этот раз разработали конструкцию, позволяющую резко (на 30 %) уменьшить энергопотребление по сравнению с выпускаемыми в настоящее время моделями GC-2010 и GC-2014, хотя эти модели сами отличаются довольно низким энергопотреблением. При этом важную роль в конструкции

прибора GC-2025 играет новый изоляционный материал. Поскольку при использовании этого хроматографа значительно снижается расход электроэнергии, заметно уменьшается нагрузка на экосистему. Поэтому к корпусу прибора прикреплена эмблема «Есо». Следует добавить, что этот прибор рассчитан на использование капиллярных колонок, поэтому по техническим характеристикам он близок к выпускаемому в настоящее время газовому хроматографу модели GC-2010Plus, на базе которого создан новый хромато-масс-спектрометр модели QP-2010 Ultra (рис. 10). Этот хромато-масс-спектрометр обладает высокой чувствительностью и, кроме того, позволяет подключать к интерфейсу одновременно две колонки, так как скорость потока в этом приборе может быть установлена на уровне 15 мл/мин. Такой режим удобен, например, для исследования пробы неизвестного состава, когда представляет интерес одновременное разделение на колонках различной полярности.

С точки зрения экономии электроэнергии следует обратить внимание на еще одну новую разработку SHIMADZU в области инструментального химического анализа — новую модель анализатора общего органического углерода (ТОС-анализатора), заслужившую, как и газовый хроматограф GC-2025, эмблему «Есо». Известно, что корпорация SHIMADZU является неоспоримым лидером по количеству поставляемых на мировой рынок ТОС-анализаторов различных типов конструкции. Но не менее хорошо известно, что из всех типов конструкции ТОС-анализаторов наиболее универсальной и эффективной (а потому наиболее широко распространенной) является конструкция с реактором термokatалитического окисления пробы. А как раз эта конструкция отличается более высоким энергопотреблением, поскольку рабочая температура реактора составляет 680 °С. Поэтому снижение энергопотребления на 40 % по сравнению с предыдущей моделью такого же типа делает новый анализатор SHIMADZU модели TOC-L (рис. 11) весьма привлекатель-

ним для пользователя. Кроме резкого снижения энергопотребления новый прибор отличается также возможностью использовать встроенный блок определения общего связанного азота (в отличие от предыдущих моделей, где блок определения азота мог быть использован только в виде приставки), а также расширенными диапазонами определяемых концентраций общего углерода (от 4 мкг/л до 35 г/л) и общего азота (от 5 мкг/л до 10 г/л).

Большое внимание корпорация SHIMADZU уделяет лабораторному оборудованию для исследований в области биотехнологии. Все более совершенными становятся MALDI-TOF масс-спектрометры, начало которым положили пионерские работы сотрудника корпорации SHIMADZU *К.Танака*, удостоенного за это достижение Нобелевской премии по химии в 2002 году. Новая модель в серии масс-спектрометров этого типа AXIMA Performance (рис. 12) представляет собой чрезвычайно гибкую и мощную систему тандемной времяпролетной масс-спектрометрии, интегрирующую различные комбинации методов для решения широкого круга задач анализа органических и биологических молекул. AXIMA Performance позволяет достигать самой высокой энергии соударений для повышения информативности и чувствительности. Ионный фильтр нового поколения отбирает прекурсоры с высоким разрешением, упрощая спектры MS/MS и обработку результатов для смесей сложного состава. Набор программных средств позволяет упрощать и ускорять различные практические приложения, включая полную автоматизацию экспериментов в протеомике, контроле качества и расшифровке состава полимеров, картировании гистологических препаратов, идентификации микроорганизмов.

Новая система аналитического электрофореза для анализа ДНК и РНК модели MCE-202 MultiNA (рис. 13) позволяет с высокой скоростью (за 75 с) проводить полностью автоматизированный анализ, включающий подтверждение размеров нуклеиновых кислот, и



**Рис. 12.** MALDI-TOF масс-спектрометр SHIMADZU (модель AXIMA Performance)



**Рис. 13.** Система аналитического электрофореза для анализа ДНК и РНК производства SHIMADZU (модель MCE-202 MultiNA)

количественные измерения с помощью встроенного высокочувствительного флуоресцентного детектора. Количество проб, измеряемых автоматически по заданной программе, составляет 120. Для обеспечения повышенной надежности предусмотрена возможность одновременного электрофореза внутренних маркеров.





**Рис. 14.** Испытательная машина SHIMADZU (модель AGS-10kNX)



**Рис. 15.** Инспекционная рентгеновская машина SHIMADZU (модель SMX-3000micro)

Среди оборудования, предназначенного для измерений и наблюдений, не связанных с химическим составом проб, следует обратить внимание на новые испытательные машины, дефектоскопы и скоростные видеокамеры.



**Рис. 16.** Высокоскоростная видеокамера SHIMADZU (модели HPV-2)

Новая серия испытательных машин SHIMADZU, имеющая общую аббревиатуру AGS-X, включает 11 универсальных электромеханических настольных моделей, предназначенных для проведения испытаний проб из различных материалов на растяжение и разрыв, сжатие, изгиб. Особенностью машин этой серии (в отличие от прецизионных машин серии AG-X plus) является использование нагрузочных ячеек с дискретностью 1/500 во всем диапазоне. В серию AGS-X входят машины моделей AGS-1NX, AGS-2NX, AGS-5NX, AGS-10NX, AGS-20NX, AGS-50NX, AGS-100NX, AGS-500NX, AGS-1kNX, AGS-5kNX, AGS-10kNX (рис. 14).

Скорость перемещения траверсы у всех моделей серии AGS-X составляет от 0,001 до 1000 мм/мин, при этом высота рамы может быть 1603, 1853 или 2103 мм. Для каждой из перечисленных моделей испытательных машин возможна комплектация термокамерами, экстензометрами и другими специальными приставками для проведения различных видов испытаний.

Очень важная группа приборов (так называемые инспекционные машины, или дефектоскопы) до сих пор не поставлялась в Украину. Корпорация SHIMADZU выпускает несколько моделей дефектоскопов, основанных на использовании рентгеновского излучения. Для исследовательских лабораторий прежде всего представляет интерес новая настольная микрофокусная рентгеновская система SMX-3000 micro (рис. 15). Она удобна в работе и идеально подходит для неразрушающей инспекции деталей из различных видов материалов.

При исследовании быстропротекающих процессов очень полезным инструментальным средством наблюдения является высокоскоростная видеокамера. Корпорация SHIMADZU выпустила недавно новую модель НРV-2 (рис. 16). Эта модель позволяет выполнять видеосъемки со скоростью 1 000 000 кадров в секунду.

Корпорация SHIMADZU выпускает большое количество моделей весов — от аналитических с дискретностью 0,01 мг до платформенных, предназначенных для определения точного веса изделий общим весом порядка 50 кг. Весы SHIMADZU отличаются высокой точностью и надежностью. Помимо функции измерения веса некоторые модели весов SHIMADZU приспособлены для точного измерения плотности твердых и жидких проб, а также для измерения содержания влаги в различных материалах.

*О.Б. Сухомлинов*

#### НОВЕ ОБЛАДНАННЯ ЯПОНСЬКОЇ КОРПОРАЦІЇ SHIMADZU ДЛЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ЛАБОРАТОРІЙ

Зроблено огляд нових моделей наукових приладів виробництва японської корпорації SHIMADZU. Розглянуті спектрофотометри УФ-видимого діапазону, оптичний атомно-емісійний спектрометр, електронно-зондовий мі-

кроаналізатор, скануючий зондовий мікроскоп, гранулометричний аналізатор, рідинні та газові хроматографи, мас-спектрометри та хромато-мас-спектрометри, аналізатори загального карбону та нітрогену, аналізатор ДНК та РНК, машини для випробування та інспекції матеріалів, високошвидкісна відеокамера, аналітичні ваги. Особливу увагу приділено розширенню аналітичних можливостей, що пов'язані з технічними характеристиками приладів.

*Ключові слова:* спектрофотометр, мікроаналізатор, хроматограф, мас-спектрометр, випробування, ваги.

*A.B. Sukhomlinov*

#### NEW EQUIPMENT OF JAPANESE CORPORATION SHIMADZU FOR THE RESEARCH LABORATORIES

The review of new models of scientific instruments manufactured by Japanese corporation SHIMADZU has been made. UV-VIS spectrophotometers, optical atomic emission spectrometer, electron probe microanalyzer, scanning probe microscope, particle size analyzer, liquid and gas chromatographs, mass spectrometers, LCMS and GCMS, TOC and TN analyzers, DNA and RNA analyzers, material testing and inspection machines, high speed video camera, analytical balances have been considered. The special attention has been paid to extension of analytical possibilities related to technical features of instruments.

*Key words:* spectrophotometer, microanalyzer, chromatograph, mass spectrometer, testing, balances.

Стаття надійшла до редакції 04.01.12