

вать данные о стоках и энергопотреблении в табличной форме. Можно просмотреть мгновенный расход, а также показания расхода и потребления за последний час, за прошедшие сутки, с начала текущих суток и с начала текущего месяца. В АРМ оператора ведутся секундные, минутные, часовые и суточные архивы.

На основе часовых графиков потребления реализовано почасовое планирование, данные которого передаются в энергоснабжающую организацию. Для этого энергетик анализирует фактическое потребление и вводит данные в специальную форму. Программа рассчитывает допустимый коридор 3%. На основе этих данных система выводит на часовой график вместе с кривыми реального потребления плановые кривые, образующие "разрешенный" коридор. Используя эти кривые, диспетчер получает возможность удерживать фактическое энергопотребление в рамках планируемого.

Поскольку все оборудование, счетчики, расходомеры распределены по всей территории КОС, внедрение системы позволило получать данные о расходе электроэнергии в РВ, оперативно отслеживать ситуации с повышенным потреблением по отдельным агрегатам и службам.

При разработке системы в полной мере были использованы возможности Grace Mode 6. Все основные параметры сохраняются в архивы, диспетчер может просмотреть графики по всем параметрам, ведется отчет о событиях в системе, в который заносятся данные о включении/отключении оборудования, данные об отказах датчиков и т.д.

*Щепелина (Максимова) Ольга Викторовна – инженер-проектировщик ООО "Пермаавтоматика".  
Контактный телефон (342) 277-03-77. E-mail: o.maksimova@mail.ru Http://www.pavt.ru*

## ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО АТМОСФЕРНОГО МОНИТОРИНГА

А.А. Кутун (СПБ ГЭУ "ЛЭТИ")

*Рассматривается способ построения вычислительных устройств атмосферного мониторинга (ВУАМ) на базе радиационных и газовых полупроводниковых детекторов. Использование полупроводниковых детекторов позволяет удовлетворить предъявляемым требованиям к вычислительным устройствам атмосферного мониторинга.*

*Ключевые слова: вычислительное устройство атмосферного мониторинга, аппаратная функция, свертка, математическая модель, радиационные и газовые полупроводниковые детекторы.*

Индустриальное воздействие на природную среду настолько серьезно, что требует постоянного контроля экологической обстановки для своевременного принятия неотложных мер по сохранению в допустимых пределах уровня загрязнения атмосферы. В последнее десятилетие задача эффективного контроля и защиты воздушного бассейна от промышленных загрязнений приобретает еще большую актуальность [1, 2].

Существенной сложностью при анализе качества воздуха и выработке действенных мероприятий по поддержанию чистоты воздушного бассейна является фиксация и оперативная оценка как временных, так и пространственных колебаний концентраций и энергий отдельных ингредиентов. Временной фактор может быть обеспечен автоматизацией и непрерыв-

ностью процесса измерения. Пространственная плотность измерений в каждом конкретном случае выбирается на основе компромисса между требуемой точностью и экономическими возможностями.

Решение проблемы охраны атмосферной окружающей среды как в отдельных регионах, так и в масштабах всей планеты невозможно без создания специализированных ВУАМ [1, 2]. Существующие в настоящее время устройства не в полной мере отвечают предъявляемым к ним требованиям в отношении большого динамического диапазона, широкой номенклатуры измеряемых газов и радиационных излучений, высокой точности измерения, стабильности характеристик, высокой скорости измерения, возможности дистанционного измерения, помехоустой-

На основе данных, получаемых на АРМ диспетчера, реализован АРМ супервизора, позволяющий начальнику КОС самостоятельно оценить состояние вверенного ему хозяйства, минуя диспетчера, тем самым сводя к минимуму влияние человеческого фактора. АРМ супервизора реализован как удаленная графическая консоль по технологии NetLinkLight. Связь между разными АРМ осуществляется по сети Ethernet.

В результате внедрения интегрированной системы АСТУЭ и АСДУ:

- все данные о работе оборудования и об энергопотреблении сведены на одну мнемосхему и вспомогательные экраны, что исключило необходимость обхода всей территории КОС;

- данные о работе оборудования и об энергопотреблении обновляются в режиме РВ, задержка на сбор и передачу данных минимальна;

- вся технологическая информация сохраняется в архивах, где ее можно просмотреть по истечении времени.

Все это в совокупности позволило:

- повысить удобство работы диспетчера и начальника станции;

- снизило время реакции диспетчеров на нештатные ситуации;

- позволило снизить затраты на электроэнергию;

- Снизило риск аварий и экологические риски;

- Увеличило общую информационную прозрачность ТП.

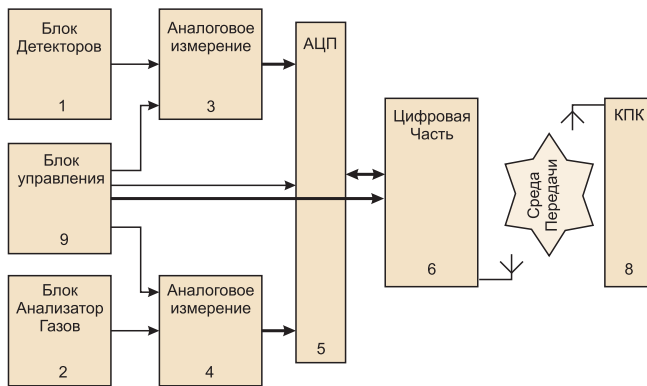


Рис. 1. Функциональная схема Вычислительного Устройства Атмосферного Монитора

где 1 и 2 – полупроводниковые детекторы излучения (по три детектора радиации и токсичных газов); 3 и 4 – аналоговые измерения; 5 – аналого-цифровые преобразователи; 6 – цифровая часть (содержит память, микропроцессор и интерфейс); 7 – инфракрасный порт (содержит стек протоколов IrDA и приемопередатчик IrDA); 8 – карманный компьютер; 9 – блок управления

чивости, устойчивости к изменению параметров окружающей среды (температуры, влажности, вибрации и т.д.), высокой чувствительности, универсальности, селективности, простоте юстировки, высокой надежности, простоте конструкции, простоте эксплуатации и т.д. Таким образом, задача совершенствования существующих и создания новых методов и средств атмосферного мониторинга является актуальной и требует безотлагательного решения.

Для достижения эффективности применения ВУАМ необходимо увеличение их точности, быстродействия, уменьшение затрат на разработку. В создавшихся условиях при разработке устройства необходим новый подход, позволяющий строить унифицированные схемы и вести их проектирование и программирование независимо от характера анализируемого вещества (радиация, газ или др.). Такой подход расширяет функциональные возможности ВУАМ, делает их многофункциональными [3, 4].

Рассмотрим ВУАМ на основе радиационных и газовых полупроводниковых детекторов. Математическая модель данного устройства построена на основе понятий аппаратной функции и свертки.

Аппаратная функция описывает наблюдаемое спектральное распределение интенсивности излучения на выходе устройства при подаче на вход устройства строго монохроматического излучения (то есть излучения, находящегося в спектральном интервале, шириной которого в пределах данной задачи можно пренебречь) [5, 6].

Аппаратная функция спектрального устройства характеризует наблюдаемое распределение интенсивности по спектру при освещении прибора "идеально" монохроматическим источником излучения. Таким образом, аппаратная функция дает возможность количественно описать искажения волнового фронта, с одной стороны, обусловленные волновой

природой излучения и физическими свойствами диспергирующего элемента, и с другой – вносимые реальным спектральным устройством.

Сигнал на выходе системы есть свертка сигнала на входе и некоторой характеризующей свойства прибора функции  $g(x)$ , называемой аппаратной функцией или импульсным откликом прибора:

$$f_{out}(x) = \int f_{in}(x') \cdot g(x-x') dx'. \quad (1)$$

По физическому смыслу аппаратная функция – результат действия прибора на  $\delta$ -образный сигнал на входе, то есть  $g(x) = \delta(x)$ . В спектроскопии – спектр, регистрируемый прибором, когда на вход его подано монохроматическое излучение.

Задачей каждого измерительного устройства является получение максимальной информации об исследуемом объекте [6]. Решение этой задачи прямо зависит от характеристик данного измерительного устройства. Для определения характеристик данного устройства было произведено их моделирование. Для связи входа устройства с его выходом была составлена аппаратная функция (импульсный отклик).

$$f_{out}(x) = (4i(k_2[(Q/C5) + no]) - 2ix) \cdot e^{ix^2} \cdot e^{2i(k_2[(Q/C5) + no])^2 - 2ix(k_2[(Q/C5) + no])} \quad (2),$$

где  $k_2$  – коэффициент усиления усилителя,  $Q$  – заряд в детекторе,  $C5$  – конденсатор обратной связи предварительного усилителя,  $no$  – шумы зарядочувствительного предусилителя.

Предложено считать математической моделью прибора аналитическую зависимость выходного напряжения (тока) прибора от количественной и качественной составляющих исследуемой среды и параметров самой системы устройства. Учитывая составляющие исследуемой среды и элементы принципиальной схемы устройства, получим математическую зависимость его выходного тока от аппаратной функции:

$$I(x) = \int_{-\infty}^{\infty} W(x) f_{out}(x) dx. \quad (3)$$

Полученное аналитическое выражение связывает выходной сигнал прибора  $I(x)$ , спектр мощности оптического сигнала на входе  $W(x)$  и полную исчерпывающую характеристику устройства  $f_{out}(x)$  (энергетическую аппаратную функцию устройства). Из приведенного соотношения следует, что рассматриваемое устройство является анализатором спектра мощности оптического излучения, падающего на полупроводниковый детектор. Таким образом, сигнал детектора является оценкой энергетического спектра оптического сигнала.

Функциональная схема ВУАМ представлена на рис. 1. ВУАМ построено на основе быстродействующего цифрового сигнального микроконтроллера, содержащего аналого-цифровые преобразователи, память, интерфейсы IrDA, цифровой сигнальный процессор.

Данное устройство относится к спектрометрам, а спектральное разложение в нем выполняется на уровне алгоритмов в цифровом сигнальном микроконтроллере.

Основным элементом, благодаря которому достигаются основные преимущества предлагаемого прибора, является цифровой сигнальный микроконтроллер. Поэтому его выбор вызывает наибольший интерес с теоретической и практической точки зрения. На рис. 2 приведена методика выбора цифрового сигнального микроконтроллера.

В соответствии с этой методикой разработан программный продукт, позволяющий методом моделирования исследовать и вычислить необходимые конструктивные и рабочие характеристики прибора, что в свою очередь позволяет повысить точность и сократить временные затраты на проектирование устройства. Интерфейс программного модуля позволяет представить результаты моделирования в наглядном виде.

При помощи указанного программного продукта были установлены требуемые для устройства параметры, например, число разрядов АЦП, частота дискретизации АЦП, "мертвое время" требуемого микроконтроллера, оптимальная скорость сканирования и т.д. Исследования показывают, что при увеличении скорости сканирования (сокращения времени анализа  $T$ ) происходит расширение аппаратной функции, а также заплывают "боковые лепестки", то есть увеличивается погрешность (рис. 3).

По расчетным данным определено минимальное время анализа, при котором разрешающая способность спектрометра ухудшается не более чем на 10%. В данном случае это время составляет 5 мс.

В микроконтроллере выполняются алгоритмы разбиения регистрируемого диапазона энергий на уровни, что позволяет производить анализ регистрируемых альфа-, бета- и гамма-излучений по их спектральному, энергетическому и изотопному составу, используя при этом программно реализованные метод  $\Delta E - E$ , логику совпадений-антисовпадений, а также определять дозу как суммарную, так и по каждому виду излучений, алгоритмы измерения изменений концентрации галогенсодержащего газа в атмосфере, используя при этом программно реализованные алгоритмы управления и анализа при восходящем и неизменном напряжении.

#### Заключение

Предлагаемое устройство относится к ядерной физике, дозиметрии, биофизике, радиационной медицине, химии, экологии и может быть использовано для детектирования газов в разных отраслях промышленности.

Дальнейшим развитием данной темы станет усовершенствование методики выбора цифрового сиг-



Рис. 2. Методика выбора цифрового сигнального микроконтроллера

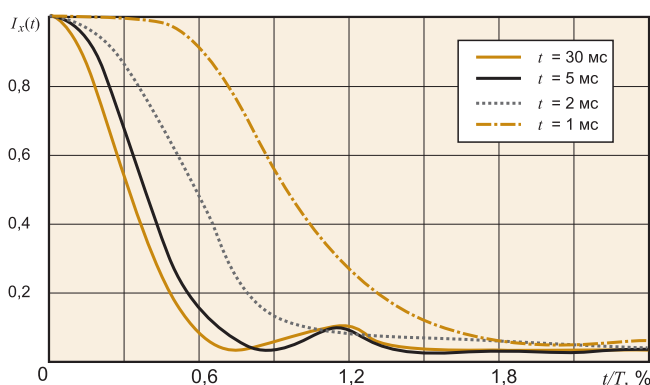


Рис. 3. Показатель скорости по отношению к времени

нального микроконтроллера и алгоритмов анализа регистрируемых излучений по их спектральному, энергетическому и изотопному составу.

#### Список литературы

1. Аварийность и травматизм на предприятиях и объектах, подконтрольных Управлению технического надзора: Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. М.: ФГУП "НТЦ "Промышленная безопасность". 2006. № 1 (16).
2. Безуглая Э.Ю., Расторгуева Г.П., Смирнова И.В. Чем дышит промышленный город. Л.: Гидрометеоздат. 1991.
3. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеоздат, 1991.
4. Гудариан Р. Загрязнение воздушной среды / Пер. с англ. под ред. Г.М. Илькуна. М: Мир. 1979.
5. Тарасов К.И. Спектральные приборы. Л.: Машиностроение. 1968. [http://dfe3300.karelia.ru/koi/posob/opm/op4\\_7.htm](http://dfe3300.karelia.ru/koi/posob/opm/op4_7.htm)
6. Кэбин Э. Ядерная электроника для пользователей // Ядерная физика в Интернете. Проект кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ. 2007. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/electronics/>

Кутуан Ака Атаназ — аспирант Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета "ЛЭТИ". Контактный телефон (812) 234-25-03. E-mail: akutuan@yahoo.fr