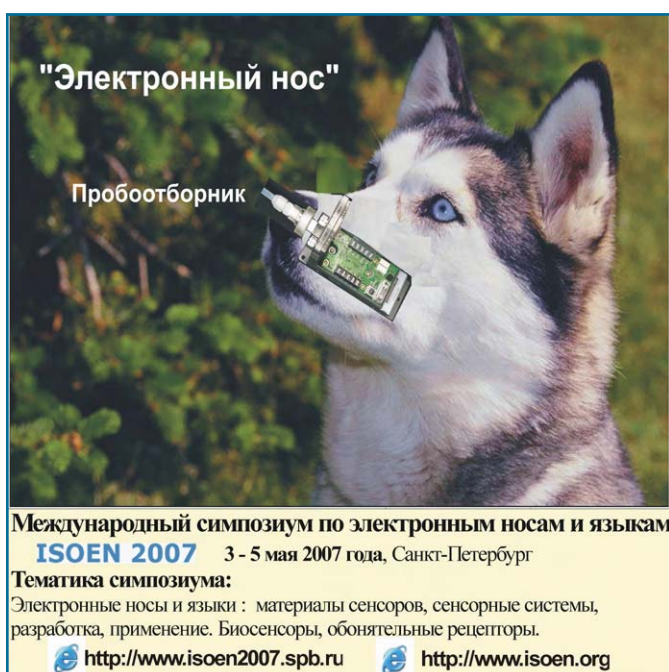


ЭЛЕКТРОННЫЙ НОС (E-nose)

«Помню большой, весь золотой подсохший и поредевший сад, помню кленовые аллеи, тонкий аромат опавшей листвы и — запах антоновских яблок, запах меда и осенней свежести...»

И.А. Бунин

«Антоновские яблоки»



Через запахи человек воспринимает окружающий мир, однако всем хорошо известно, что, к примеру, собачий нос гораздо чувствительнее к запахам, чем человеческий. Поэтому в ситуациях, когда требуется идти по следу преступника или искать пострадавшего под развалинами разрушенных землетрясением домов, проверять наличие взрывного устройства или искать спрятанные наркотики, приглашают кинолога с собакой. Однако натренировать собаку – это долгое и дорогостоящее мероприятие. К тому же потребности в определении огромного множества запахов превышают возможности обучения собак. Вероятным решением этой проблемы является разработка учеными так называемого электронного носа – искусственного органа обоняния или

портативной лаборатории, которая позволяет качественно и количественно анализировать газы, предоставляя нужную информацию в считанные минуты.

В разработку электронного носа активно включилось множество научных коллективов во многих странах мира, вследствие чего этот термин стал собирательным понятием: одновременно разрабатывается множество разных концепций и принципов функционирования таких аппаратов. Они могут быть основаны на быстрой газовой хроматографии для разделения сложных по составу газовых смесей и последующем детектировании отдельных компонентов, например мультисенсорными полупроводниковыми матрицами, устройствами на поверхностных акустических волнах; на способе массспектрометрического анализа; на принципе детектирования молекул с использованием углеродных нанотрубок; на получении аналитического отклика за счет оптического эффекта многократного полного внутреннего отражения в плосковолноводной оптической ячейке и проч. Тем не менее, общими для всех вариантов «электронного носа» являются следующие принципы: высокая чувствительность (нижний предел обнаружения составляет десятки пикограмм вещества), быстрота анализа, распознавание огромного множества разных запахов и уникальная миниатюрность (например, тонкая кремниевая пластина – чип с площадью порядка 2 мм², содержащий ряд наносенсоров для распознавания молекул и интегрированный с микропроцессором или компьютером).



Рис. 1. Чип-пластина «электронного носа» из 2200 ячеек-анализаторов Sensation, университет Беркли, США (слева). Быстрый газовый хроматограф GC/SAW лабораторного типа (справа)

Еще в 1998 году Ральф Меркле и Эрик Дрекслер предложили принцип определения различных молекул с помощью модифицированных *углеродных нанотрубок*, в том числе позволяющих идентифицировать возбудителей заболеваний, передающихся воздушно-капельным путем. В настоящий момент теоретически предсказанные ими наносенсоры выходят на рынок. Для работы чипа Sensation (рис. 1) требуется только одна обычная пальчиковая батарейка. Готовое медицинское устройство индикации уровня углекислоты, по оценкам специалистов, будет стоить не более 20 долларов.

После первых успехов сразу открылось множество потенциальных областей применения газовых наносенсоров – в первую очередь в области медицины и контроля безопасности. Вполне вероятно, что уже в недалеком будущем врачи смогут определять болезнь по запаху. Например, анализируя запахи, содержащиеся в выдыхаемом человеком воздухе, можно будет диагностировать рак легких, туберкулез, диабет или цирроз печени. При этом поставить диагноз будет возможно даже на самых ранних стадиях болезни. И хотя пока еще о внедрении данной разработки в медицинскую практику речи не идет, учитывая нынешние темпы развития высоких технологий, можно предположить, что очень скоро она сможет найти своё реальное применение.

Электронный нос, несомненно, пригодится для определения свежести продуктов питания, качества молока на молочных фермах, в производствах пива, вина и сыра, в системах экологического контроля для выявления степени загрязненности воздуха. Устройство можно будет использовать в качестве сенсора, включенного в систему противопожарной безопасности, или для предсказания землетрясений. Были разработаны и прошли длительные испытания в аэропортах новые системы досмотра пассажиров – газоанализаторы, способные находить по запаху спрятанные взрывчатку и наркотики. Электронный нос может уловить слабый запах нитроглицерина, тринитротолуола и других взрывчатых веществ на руках или одежде человеке, а также выделить его из множества других запахов. Наркотические вещества, такие как метамфетамин, кокаин, героин, марихуана, экстази и т.д., даже будучи тщательно упакованными в плотные целлофановые пакеты, могут быть обнаружены и идентифицированы. Подобные аппараты сейчас внедряются во всех крупных аэропортах США и Японии, а также в московских аэропортах Шереметьево и Домодедово.

Электронный нос работает как универсальный детектор, способный количественно определять любые типы запахов. Как это достигается? Был предложен изящный подход – применение сенсорных матриц, т.е. одновременное исполь-

зование нескольких разнородных сенсоров, не обладающих селективным откликом, но проявляющих разные функции отклика на одно и то же воздействие. Последовательный опрос показаний каждого из них дает в результате гистограмму величин откликов детекторов. Новые возможности по улучшению распознавания отдельных компонентов открываются в результате применения скоростной газовой хроматографии. При этом время удерживания изображается в виде круговой диаграммы сигнала детектора и дает графический образ, специфический для каждого вещества. Иными словами, прибор превращает запах в картинку, которую нужно распознать, и для этого применяются компьютерные алгоритмы распознавания графических образов под названием «VaporPrint™», позволяющие определять количество анализируемого вещества (рис. 2).

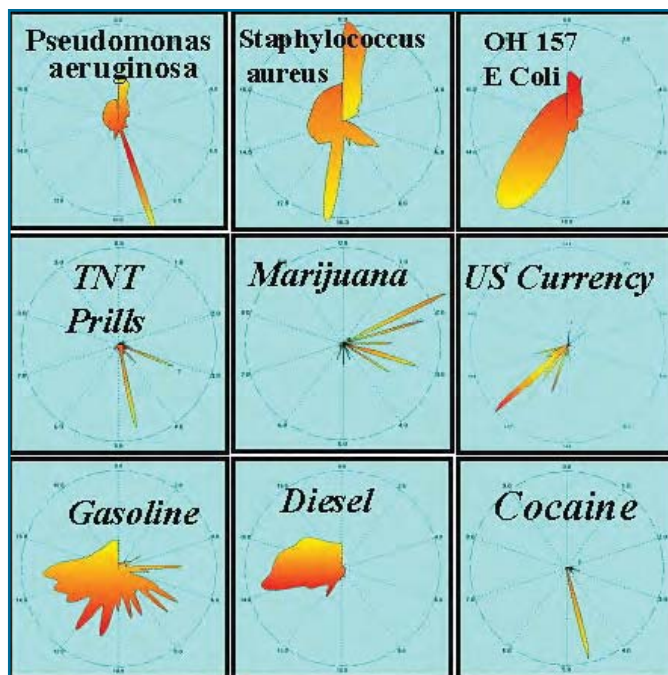


Рис. 2. Визуальные образы VaporPrint™ для болезнетворных микроорганизмов, взрывчатых веществ, наркотиков и горючих жидкостей

Литература:

1. Casalnuovo I.A., Di Pierro D., Bruno E., Di Francesco P., Coletta M. Letters in Applied Microbiology. 2005 42 (2006). P. 24–29.
2. http://zhdanov.ru/classified-catalogue/e-companies/electronic_sensor_technology/est_e-nose_rus.htm
3. <http://www.znose.com>