

УДК 621.389

**ЭЛЕКТРОННЫЙ НОС И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ
ELECTRONIC NOSE AND ITS APPLICATION**

А.П. Германович, Т.А. Гришков

Научный руководитель – О.С. Шауро, старший преподаватель
Белорусский национально технический университет, г. Минск

A. Germanovich, T. Grishkov

Supervisor – O. Shauro, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: Статья рассматривает создание и применение компактного устройства, способного анализировать состав веществ, подобно носу человека или животного.

Annotation: The article considers the creation and application of a compact device capable of analyzing the composition of substances, like a human or animal nose.

Ключевые слова: электронный нос, анализ веществ, искусственный интеллект, базы данных, контроль качества, медицинская диагностика.

Key words: electronic nose, substance analysis, artificial intelligence, databases, quality control, medical diagnostics.

Введение

Развитие технологий в области электроники и робототехники в настоящее время привело к возможности человека создавать устройства, дополняющие или даже имитирующие некоторые функции органов чувств человека. Обоняние является одним из ключевых таких чувств, благодаря его наличию человек определяет возможные опасности, делает выводы о спелости плодов и многое другое. Особенно сильно обоняние развито у животных, например, собак. Это их качество активно используется для поиска запрещенных веществ, определения по запаху некоторых заболеваний и иных целей. Таким образом создание прибора для анализа запахов является задачей, имеющей множество разнообразных применений. Для анализа газов в промышленности и лабораториях используют хроматографию. Данный метод позволяет качественно определить качественный и количественный состав пробы, но имеет существенные недостатки, а именно, высокую цену и большие габариты. Появилась задача разработать портативное устройство, не теряющее при этом необходимого функционала – электронного носа.

Основная часть

В 1982 году [1] были начаты разработки электронного носа. Вместо крупногабаритных хроматографов было необходимо создать компактное устройство, которое могло бы сравниться с носом человека или животного. Принцип работы электронного носа заключается в том, что он должен улавливать молекулы веществ, находящихся в окружающей среде, анализировать их качественный и количественный состав и делать вывод о свойствах образца. Сложностью повторения природной системы обоняния является то, что человек ориентируется в запахах на основе предыдущего опыта,

ассоциаций, инстинктов, запахи могут смешиваться и ощущаться по-разному. Поэтому система сенсоров должна работать в связке с искусственным интеллектом, подключенным к базам данных. Таким образом для симулирования работы обоняния необходимо пройти стадии, указанные на рисунке 1.



Рисунок 2– Стадии процесса обнаружения запаха

В наше время сенсорную систему реализуют в виде полимерной пластины, на которой располагаются электроды, чувствительные к требуемым веществам. Когда воздух проходит через пластину, происходит реакция чувствительного элемента с молекулами из образца, в результате чего меняется сопротивление элемента. Замеряемые изменения могут быть незначительными, что позволяет с большой точностью определять наличие конкретных молекул. Сравнительная таблица для подбора материалов для датчиков бала приведена в статье профессоров Токийского медицинского университета [2].

Таблица 1 – Методы обнаружения газов в образцах

Целевое вещество	Механизм обнаружения
SO ₂	Поверхностная акустическая волна
Сафрол	Кварцевые микровесы
Спирт этиловый	Металлоксидный полупроводник
Бензол, Этилбензол, Тoluол, Ксилол	Полимерный композит из технического углерода
NH ₃ HCl	Углеродное нановолокно
Триметиламин	Биоэлектронный нос на основе пептидных рецепторов
Клетка рака молочной железы, Z-3-гексен-1-ол	Биол-электронный нос на основе усиков дрозофилы

Технология электронного носа имеет широкие перспективы применения. Это сфера контроля качества пищевой промышленности, распознавание опасных концентраций веществ на вредных производствах и медицинская сфера, поиск запрещенных веществ. Особый интерес представляет медицинская диагностика с использованием электронного обоняния. Давно известна методика обнаружения заболеваний по запаху выделений кожи, мочи и дыхания человека. Благодаря применению электронного носа можно автоматизировать и упростить такую диагностику. В статье научных сотрудников Сидианского университета [3] приводится статистика, согласно которой обнаружение заболеваний при помощи измерения запахов тела пациентов даёт более точный результат на ранних стадиях заболеваний. Так рак легких определяется на 2 года раньше, чем при помощи классических методов диагностики.

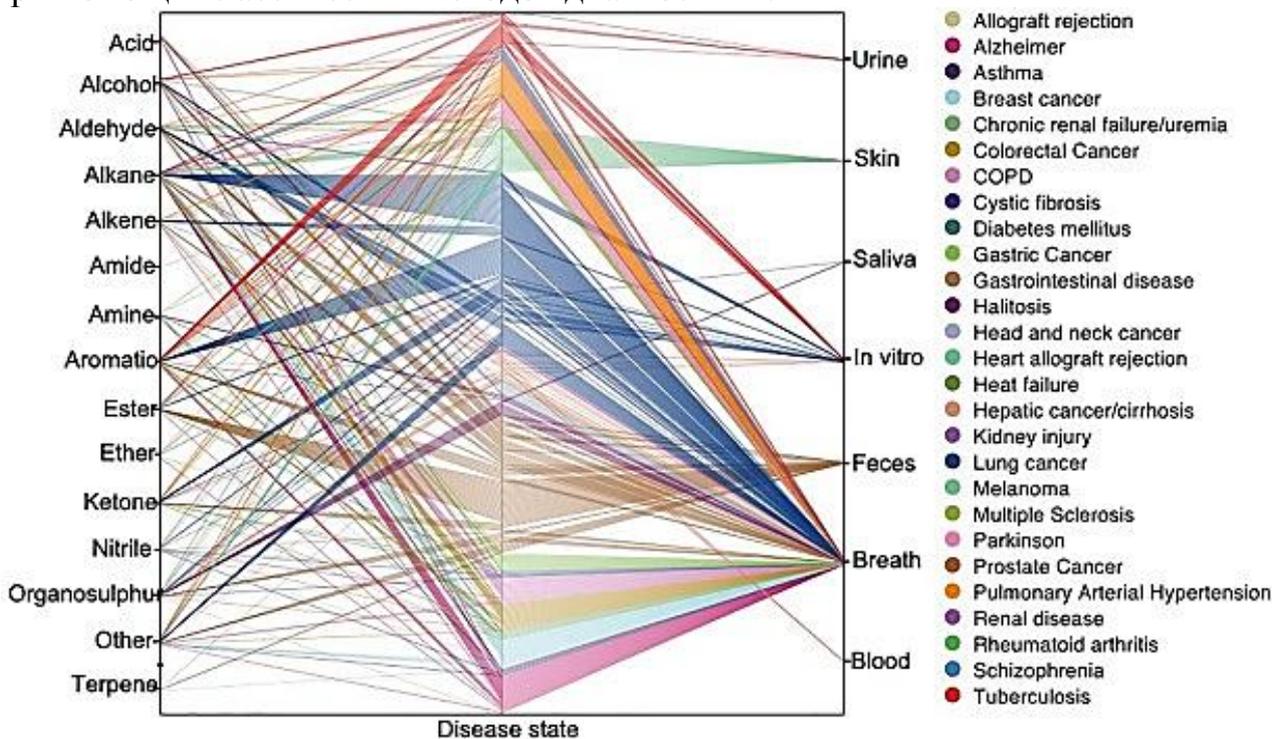


Рисунок 3 – Выделяемые вещества при различных заболеваниях

Несмотря на значительное развитие технологии электронного носа, существует ряд проблем, которые тормозят массовое распространение таких устройств. В статье Политехнического университета Милана [4] авторы рассуждают о существенных недостатках современных разработок. Среди них можно перечислить влияние температуры и влажности, а также временного дрейфа на чувствительность датчиков, так же необходимо корректно разрабатывать отдельные алгоритмы для каждой зоны применения датчика из-за специфичности газового состава в разных условиях. Особое внимание авторы уделили методологии стандартизации выпуска электронных носов, определения степени точности измерений для каждой сферы применения. Так как для определения зрелости плодов и диагностирования заболеваний допустимая погрешность будет существенно варьироваться, то и используемые приборы не могут быть одинаковыми.

Заключение

Технология электронного носа обладает множеством перспектив для применения в различных сферах. На данный момент создание аппарата, способного полностью заменить обоняние человека или животного затруднительно ввиду сложности создания полностью автономной и при этом многофункциональной системы. Благодаря развитию электроники упрощается конструкция приборов, датчики становятся более компактными, что приближает создание полноценного аналога природному носу. Однако уже сейчас можно активно применять данные технологии в узких сферах, например, там, где основные параметры среды уже известны и можно откалибровать чувствительность датчиков до необходимых значений (производственные участки, медицинские кабинеты). В перспективе развитие данной сферы открывает целую нишу продуктов, способных удешевить контроль параметров газовой среды, контроль качества продукции, автоматизировать охрану труда на вредных производствах, улучшить качество диагностирования в медицинских учреждениях, использоваться в местах массовых скоплений людей для обеспечения общественной безопасности.

Литература

1. Persaud K., Dodd G. Analysis of discrimination mechanisms in the mammalian olfactory system using a model nose. *Nature* 299, Pages 352–355 (1982).
2. Weiwei Wu, Taiping Lu, Hossam Hauck, *Electronic Nose Sensors for Healthcare*, Editor(s): Roger Narayan, *Encyclopedia of Sensors and Biosensors (First Edition)*, Elsevier, 2023, Pages 478-504.
3. Weiwei Wu, Taiping Lu, Hossam Hauck, *Electronic Nose Sensors for Healthcare*, Editor(s): Roger Narayan, *Encyclopedia of Sensors and Biosensors (First Edition)*, Elsevier, 2023, Pages 728-741.
4. Eusebio L., Capelli L., Sironi, S. Electronic Nose Testing Procedure for the Definition of Minimum Performance Requirements for Environmental Odor Monitoring. *Sensors* 16, no. 9: 1548.