

Научно-образовательный Центр
«Зондовая микроскопия и нанотехнологии»

Национальный исследовательский университет «МИЭТ»

«Электронный нос или что может заменить нос собаки»

И.И. Бобринецкий



Москва, Зеленоград, 2013

Механизм обоняния человека

Обнаружение запаха



Распознавание запаха



ЗАПАХ - ощущение, обусловленное воздействием пахучих веществ на рецепторы слизистой оболочки носовой полости.



Общая поверхность, занимаемая **эпителием** в обеих половинках носа - **2 - 4 см²** (у собак - 27 - 200 см²). Эпителий покрыт слоем **обонятельной слизи** толщиной **150-300 мкм**.

Молекула одоранта связывается с рецепторным белком в нейрональной клеточной мембране.

Обонятельные нейроны у человека содержат около **350** различных **видов рецепторных белков** (2004 год - Нобелевская премия).

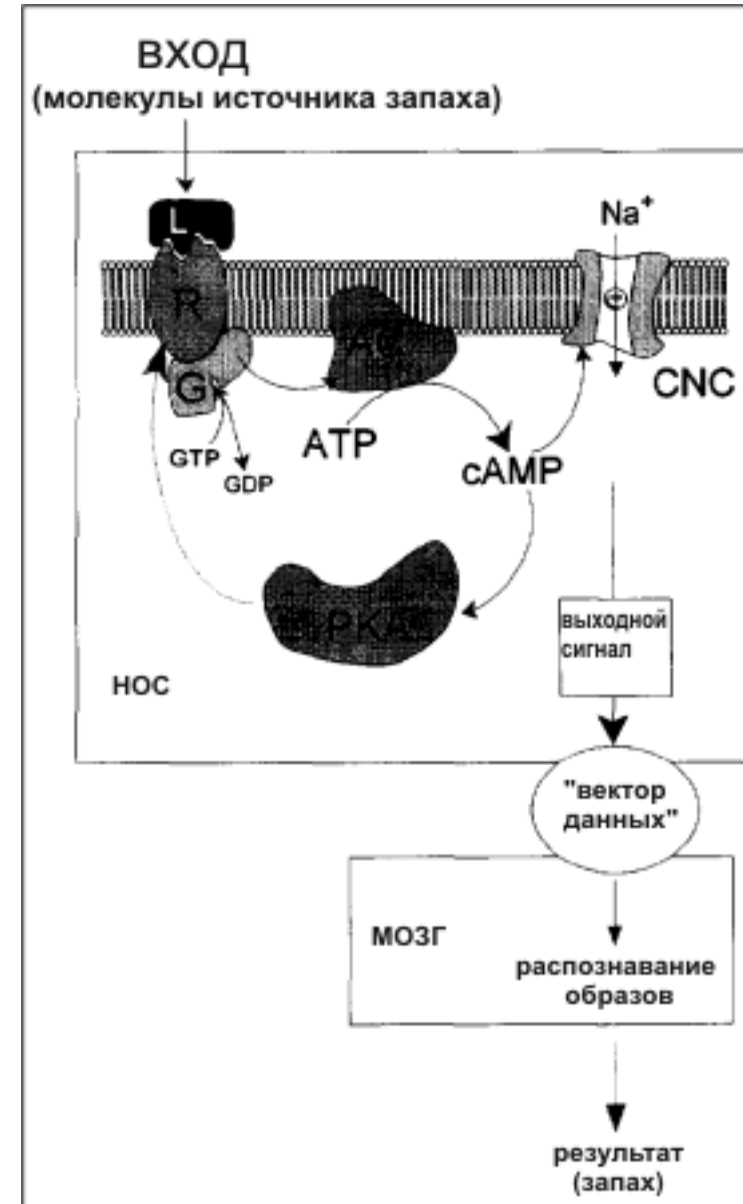
На **одном нейроне** присутствует только обонятельный рецепторный **белок одного вида**.

Число обонятельных **нейронов** у человека - **10 млн**

Функциональные общности и технические различия естественного и искусственного (сделанного человеком) носа

Анализ запаха компонентами человеческого носа

- Молекулы источника запаха (одоранта) инициируют электронный или ионный сигнал посредством активации рецепторов мембраны (или сенсорного/транспортного блоков)
- Сигнал определяет компоненты «вектора данных» и в дальнейшем обрабатывается в мозгу методом распознавания образов.



Сенсор

- Сенсор – инструмент, который реагирует на физическое воздействие (нагрев, свет, звук, давление, магнетизм, движение и др.)
- Он собирает и измеряет данные в соответствии со свойствами явления, объекта, или материала
- Сенсоры – важнейшая часть измерительного или автоматического устройства
- Сенсор отвечает за перевод физического явления в количественно измеряемое системой сбора данных

Рынок «электронных носов»

Сыраносе 320



Система обнаружения и мониторинга биологических отравляющих веществ и токсичных отходов промышленности "Centurion II"



Портативный идентификатор химических веществ "HazMatID 360"



Принцип действия

32 химических датчика

Спектрометрия Ионной Подвижности

Инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье

Рынок «электронных носов»



Measure Smells Continuously and



ENVIRONMENTAL

E-Noses reduce risk and complaints from environmental pollution.

They provide objective measurement and cost savings from odour management.

[more...](#)



SECURITY

E-Noses monitor important spaces to protect your infrastructure and assets.

They offer a new solution to problems such as graffiti vandalism.

[more...](#)



DIAGNOSTICS

E-Noses offer new, non-invasive and rapid diagnostics for human and animal health

They will revolutionise diagnosis of diseases in humans and provide major improvement in flock and herd management.

[more...](#)

\$50,000

Copyright 2008 e-nose.info

Suite 145, Australian Technology Park, National Innovation Centre, 4 Cornwallis Street, Eveleigh NSW 2015

<http://www.e-nose.info>

Почему нано-сенсоры?!

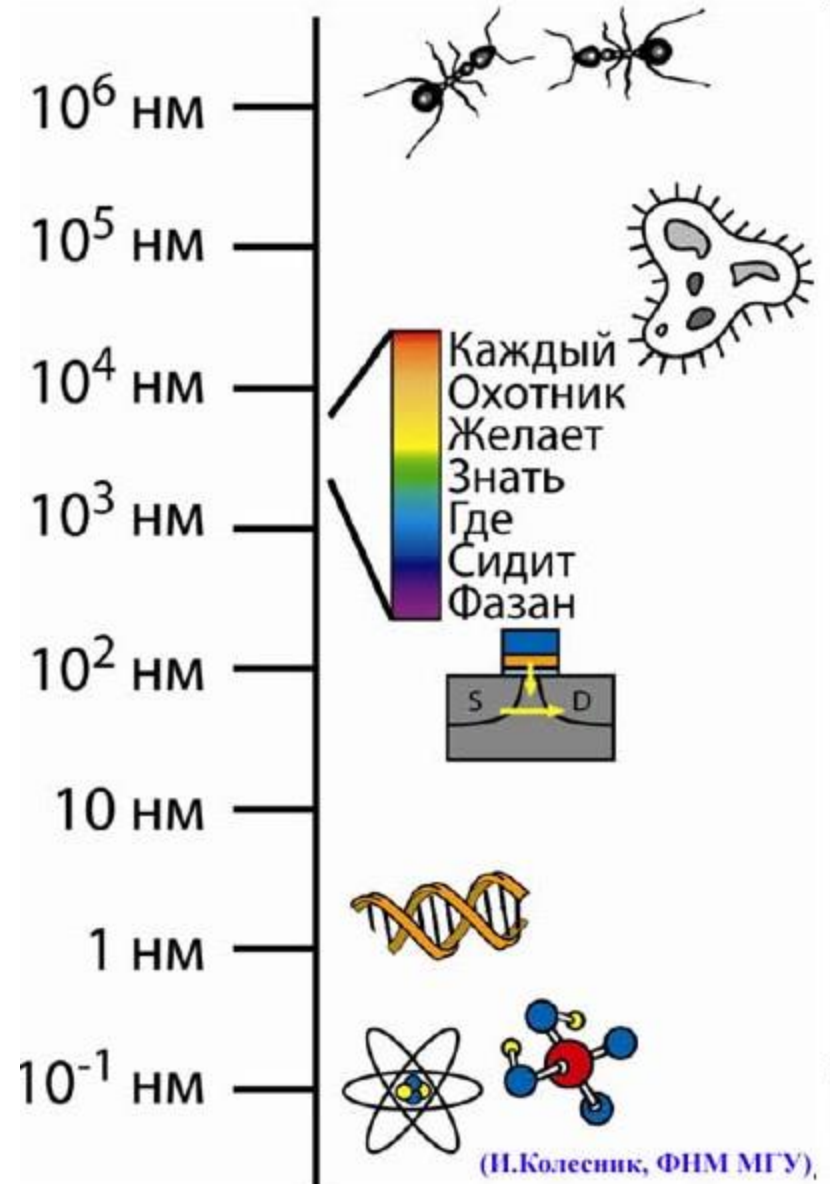
- Частицы, имеющие размеры меньше, чем характеристическая длина, связанная с определённым явлением, часто проявляют новые химические и физические свойства, которые приводят к новым свойствам, зависящим от размера.
- Когда размер структуры уменьшается, отношение поверхности к объёму увеличивается соответственно, и поверхностные явления начинают доминировать над физическими и химическими свойствами всего тела.
- Уменьшение размера чувствительного элемента и/или трансдюсера сенсора определяет возможность миниатюризации устройства.
- Наука наноматериалов работает с новыми явлениями и новый сенсор должен использовать преимущества данных явлений
- Чувствительность может быть повышена за счёт улучшения проводимости, пределы обнаружения молекул могут быть понижены, возможно обнаружение очень малых концентраций вещества, становится возможно непосредственное распознавание без использования меток.

Размер и совместимость

Наносенсоры доставляют в режиме настоящего времени информацию об антителах антигенам, от клеточных рецепторов к их железам, и от ДНК И РНК к нуклеиновым кислотам комплиментарной последовательности

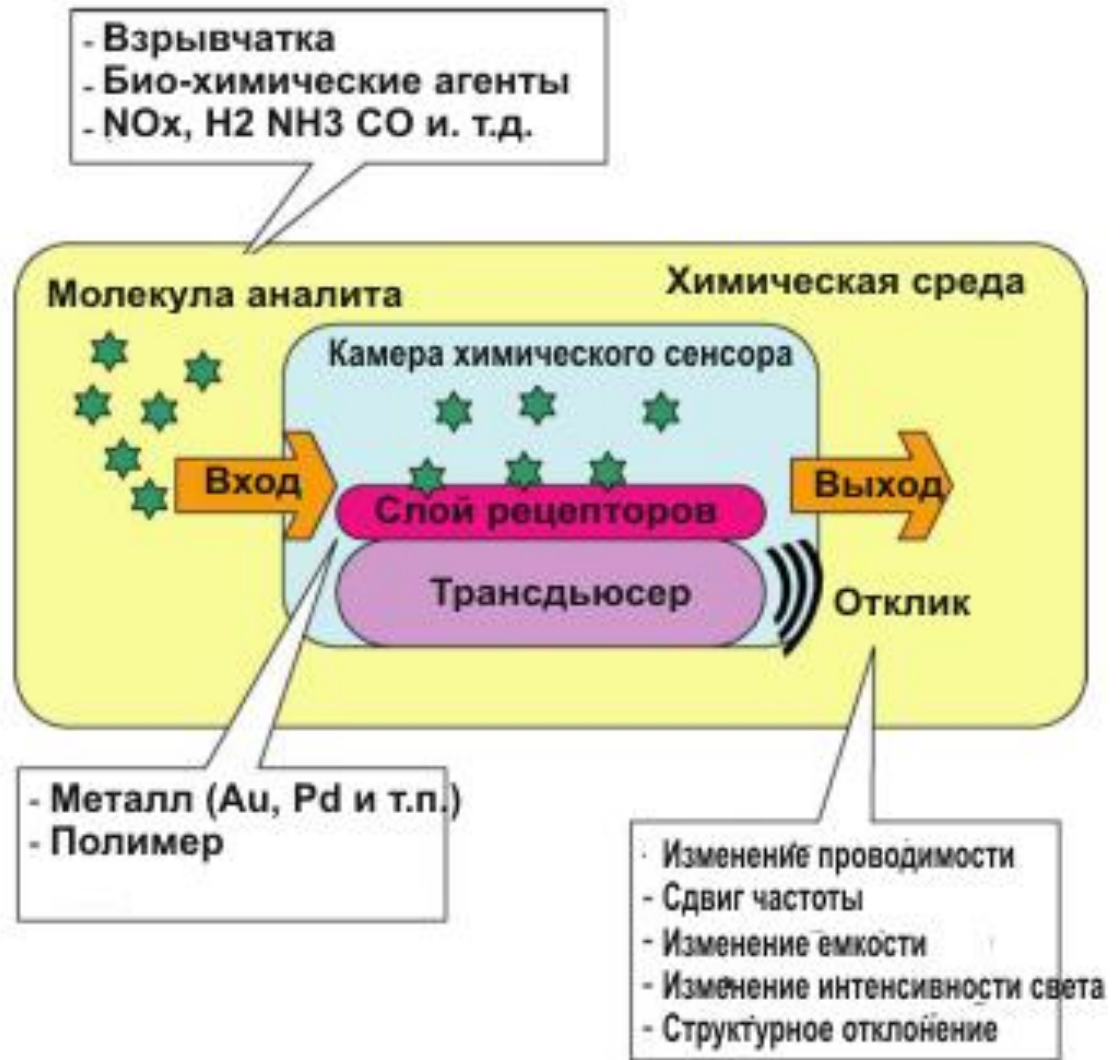
Чувствительность традиционного биосенсора находится в диапазоне 10^3 - 10^4 колониеобразующих единиц (КЕ)/мл. Размерная совместимость наноструктурных материалов позволяет повысить чувствительность до ~ 1 КЕ/мл

Уменьшение времени детектирования по сравнению с традиционными методами



Электронный нос

Общая структура химического сенсора



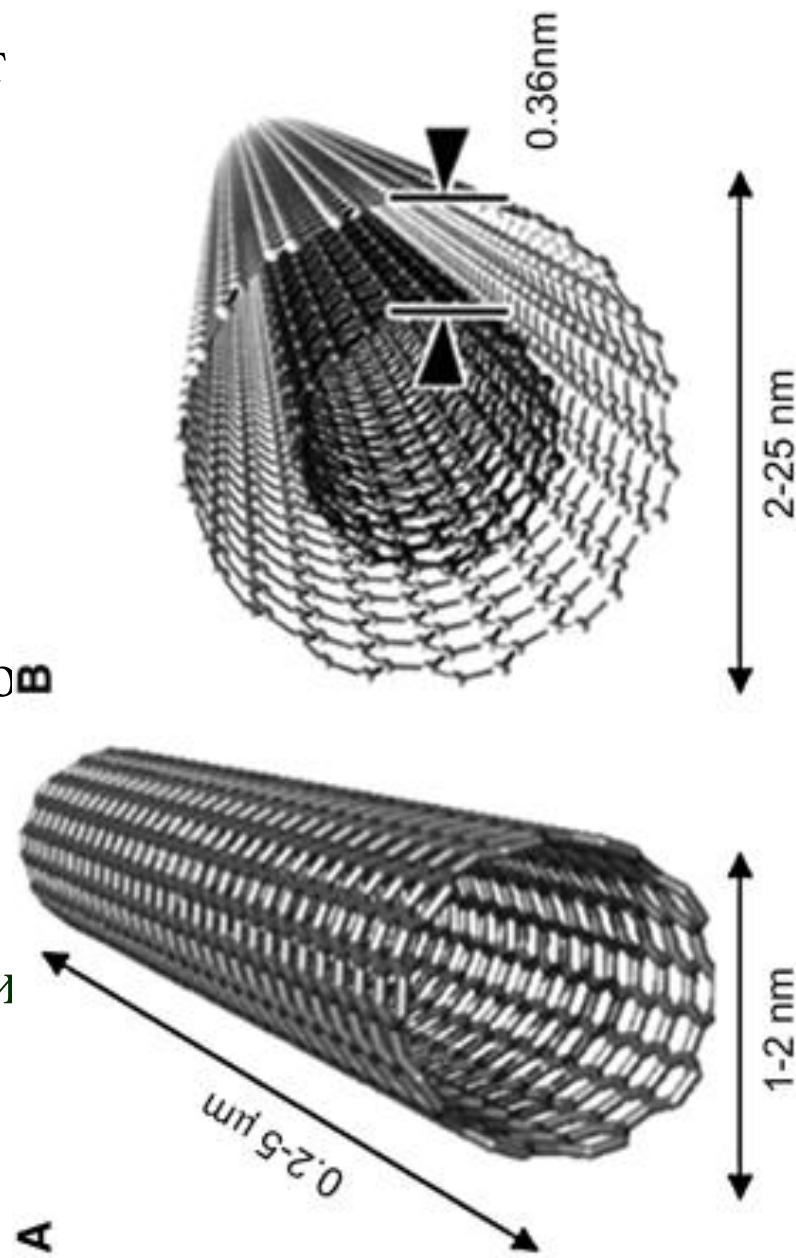
Основные особенности
технологии

распознавания газов:

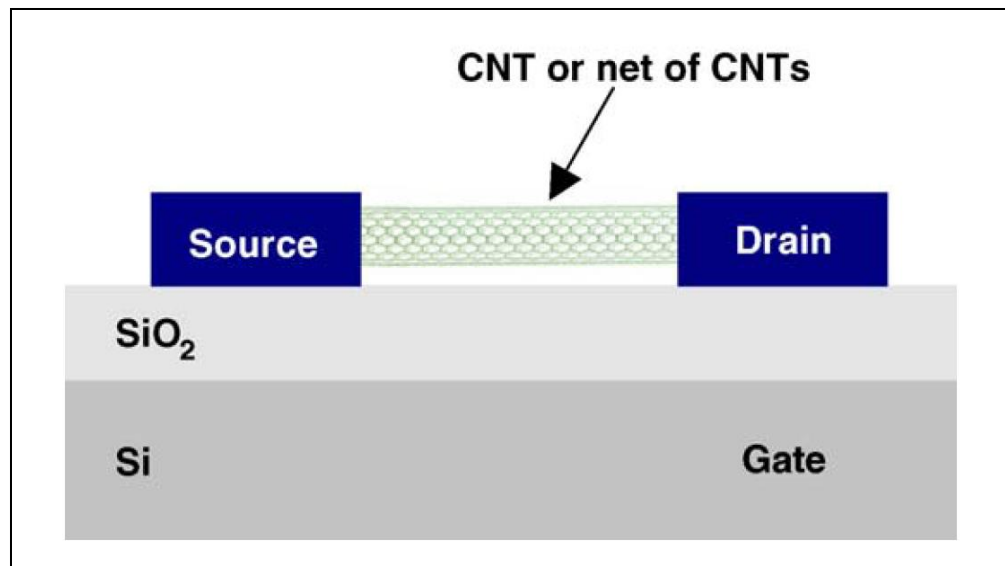
- Обратимость
- Чувствительность
- Селективность

Исключительные свойства углеродных нанотрубок

- УНТ имеют высокий коэффициент отношения длина/радиус
- Они проявляют как металлические, так и полупроводниковые и диэлектрические свойства
- Они имеют высокую механическую прочность
- Их свойства могут быть изменены инкапсулируя внутри них металлы при создании электрических и магнитных нанокабелей



Схематическая структура УНТ транзистора



- Электрические свойства УНТ чувствительны к явлениям переноса заряда и химическому легированию различными молекулами
- Электронная структура изучаемых молекул вблизи полупроводниковых нанотрубок приводит к изменению проводимости углеродных нанотрубок, которая может быть измерена
- Наносенсоры, основанные на изменении электрической проводимости являются высоко чувствительными, но они ограничены такими факторами как: невозможностью обнаружить аналиты с низкими энергиями адсорбции, слабой диффузией и переносом заряда

Схематическая структура УНТ транзистора

Адсорбция **одной**
молекулы может
значительно изменить
проводимость
нанотрубки.



Актуальность

Задержка с переходом на
топливо стандарта Евро-3
(высокооктанового) в России

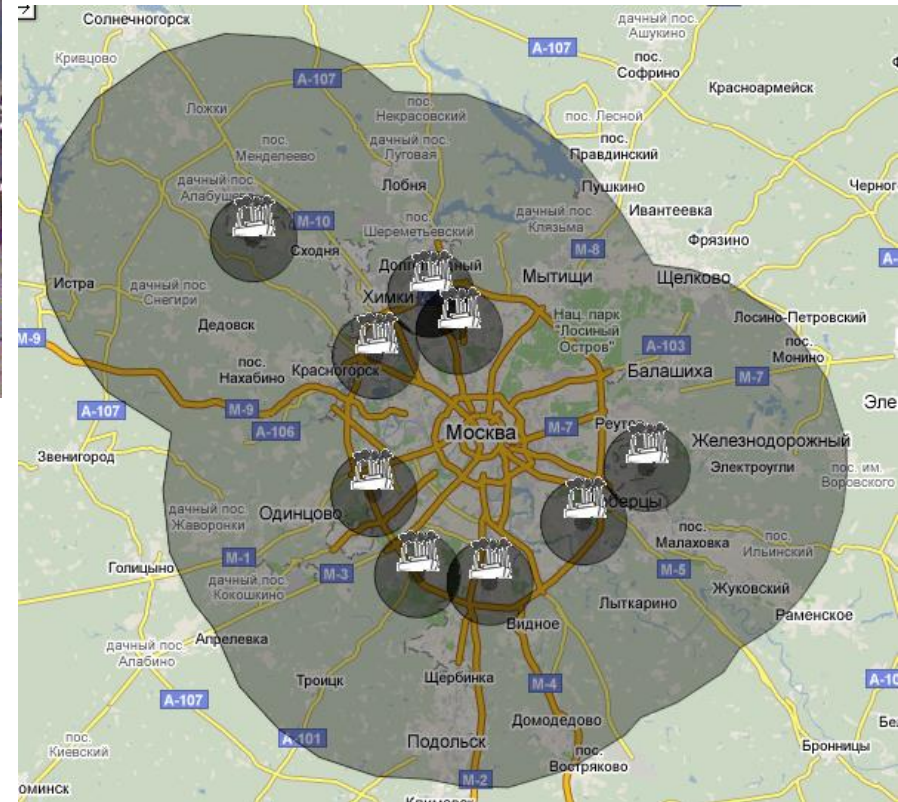
Загрязняющие
вещества (мг/м^3 в
2007 г. на
различных
территориях
Москвы



Газ	Вблизи автотрасс	Центр города	ПДК
CO	1	0,8	3
NO ₂	0,051	0,044	0,04
NO	0,057	0,054	0,06
SO ₂	0,007	0,006	0,05

<http://www.mosecom.ru>

Строительство
мусоросжигательных заводов
в жилых районах



www.greenpeace.org

Прямые конкуренты

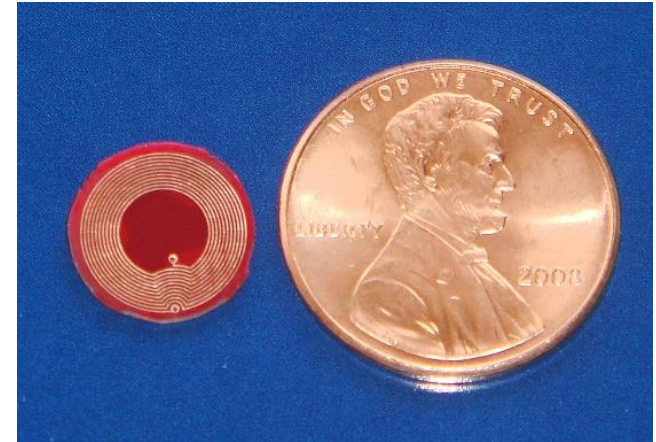
NOKIA

NOKIA
Connecting People

General Electric



Переносимый сенсорный модуль, который способен отслеживать и анализировать вокруг себя атмосферу, состояние показателей здоровья человека и погодные условия в локальной области его нахождения. Сенсорный элемент может быть надет на запястье или шею. Близкопольные средства передачи информации будут использованы для передачи данных от сенсора на мобильный телефон или другое принимающее устройство.



Многофункциональная сенсорная платформа на основе радиочастотной идентификации (RFID), работающей без батарей, которая открывает возможность низкочастотного производства целого ряда беспроводных сенсоров для применения в сфере здравоохранения, систем безопасности, а также для использования в целях предотвращения загрязнения окружающей среды. Каждый сенсор способен с высокой точностью реагировать на множественные химические вещества в различных условиях и при этом не требует электропитания.

Рынок химических сенсоров

917 крупных компаний, работает в области производства сенсорных приложений. Рынок только химических сенсоров в США превысит **5 миллиардов** долларов к 2012 году. При этом наибольшим, продолжит оставаться рынок сенсоров для медицинских приложений и средств мониторинга состояния окружающей среды.

Конкуренты



Датчик Аммиака

Figaro TGS 826 (США)

Диапазон чувствительности: 30 – 300 ppm

Выходной сигнал: ~ 500 nA/ppm

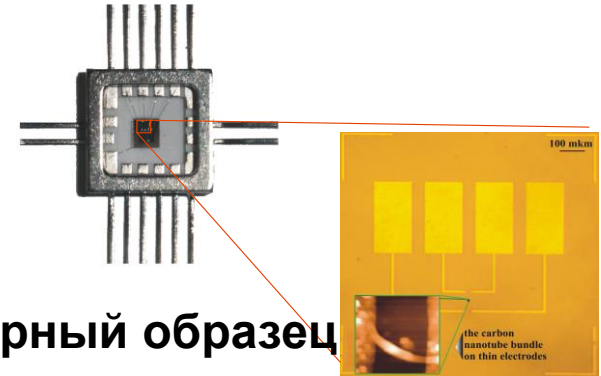
Нагреватель: есть

Потребляемая мощность: 15 мВт

Вес: 32 г

Размер: 20x20x30 мм

Цена – 2800 руб



Лабораторный образец

Диапазон чувствительности по аммиаку: 25 – 300 ppm

Выходной сигнал: ~ 15 nA/ppm

Время отклика при комнатной температуре -150 сек.

Нагреватель: нет

Потребляемая мощность: 3 мВт

Вес: 5 г

Размер: 6x6x2 мм

«Сенсорная структура на основе квазиодномерных проводников».

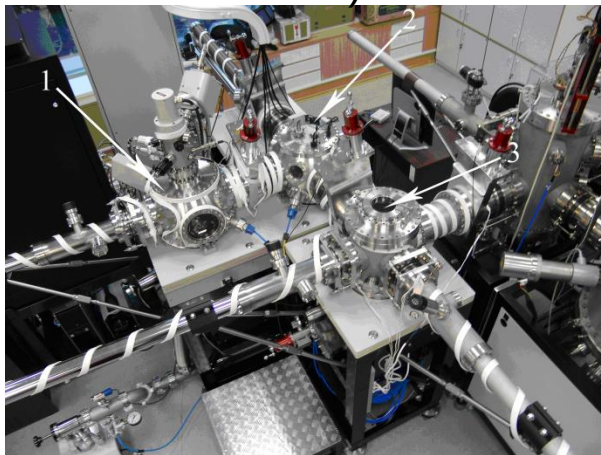
Решение о выдаче патента РФ по заявке № 2008141658 от 23.10.2008

Научно-техническая база создания сенсоров

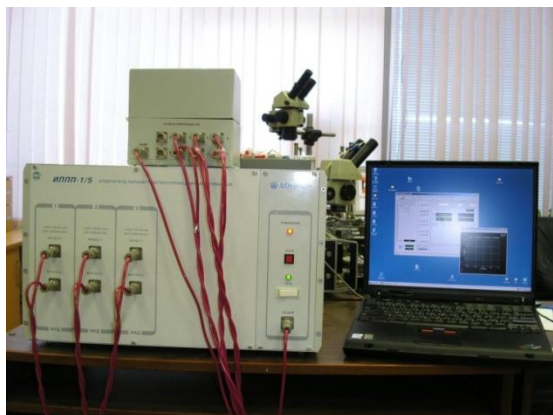
Сканирующие зондовые микроскопы (ЗАО NT-MDT)



Нанотехнологический комплекс НТК - 5 Нанофаб -100 (ЗАО NT-MDT)



Установка роста углеродных нанотрубок CVDomna (МИЭТ)



Установка для проведения электрофореза на основе ИППП 1/5



Измеритель параметров сенсоров ИПС-16 (ЗАО Практик-НЦ)

Применение электронного носа на нанотрубках

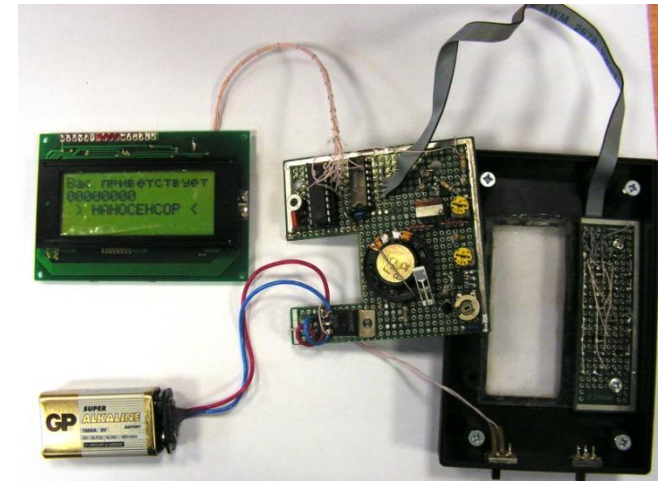
Интегральные химические сенсоры для космической промышленности



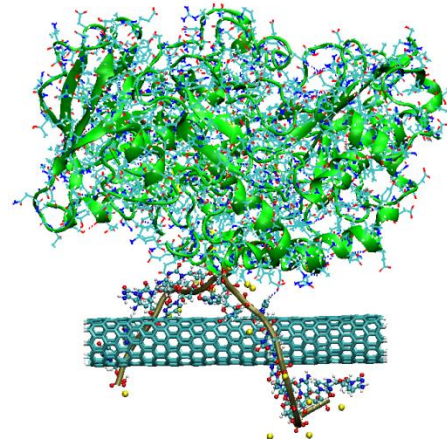
В РКТ широко применяются полимерные материалы, которые могут самопроизвольно выделять перечисленные альдегиды, спирты и кетоны. Компактные химические сенсоры решают проблему мониторинга атмосферы в жилых помещениях КЛА

Мобильные химические сенсоры

Мобильные сенсоры важны для оперативного мониторинга состава атмосферы на химических предприятиях



Имплантируемые биосенсоры



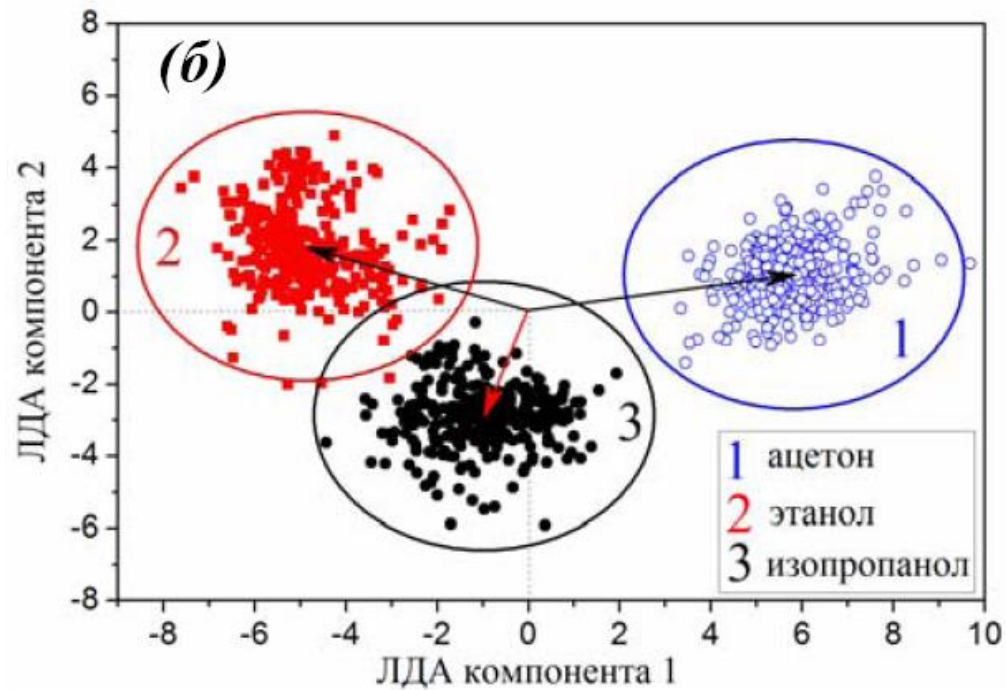
Датчики глюкозы для мониторинга уровня сахара в крови. Такие датчики чрезвычайно важны для людей с заболеваниями эндокринной системы

Принцип действия электронного «носа»

обнаружение

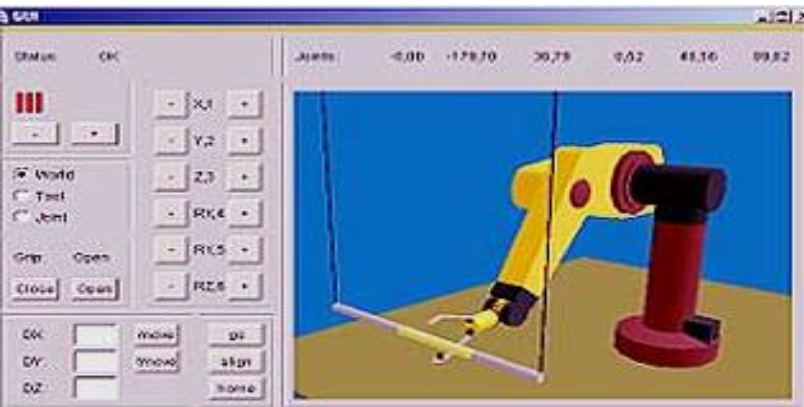


распознавание



Разработка трехмерной модели робототехнической платформы, выполняющих сложные пространственные перемещения и наносистемных датчиков (сенсоров) в системе трехмерного проектирования Pro/ENGINEER

Разработаны эффективные методы удаленного управления роботами через Интернет и, более широко, в случаях управления роботами с задержками управляющего сигнала и при нагруженных каналах связи. Методы основаны на использовании "виртуального дублера" - трехмерных моделей робота и его рабочего пространства, функционирующих в масштабе реального времени.

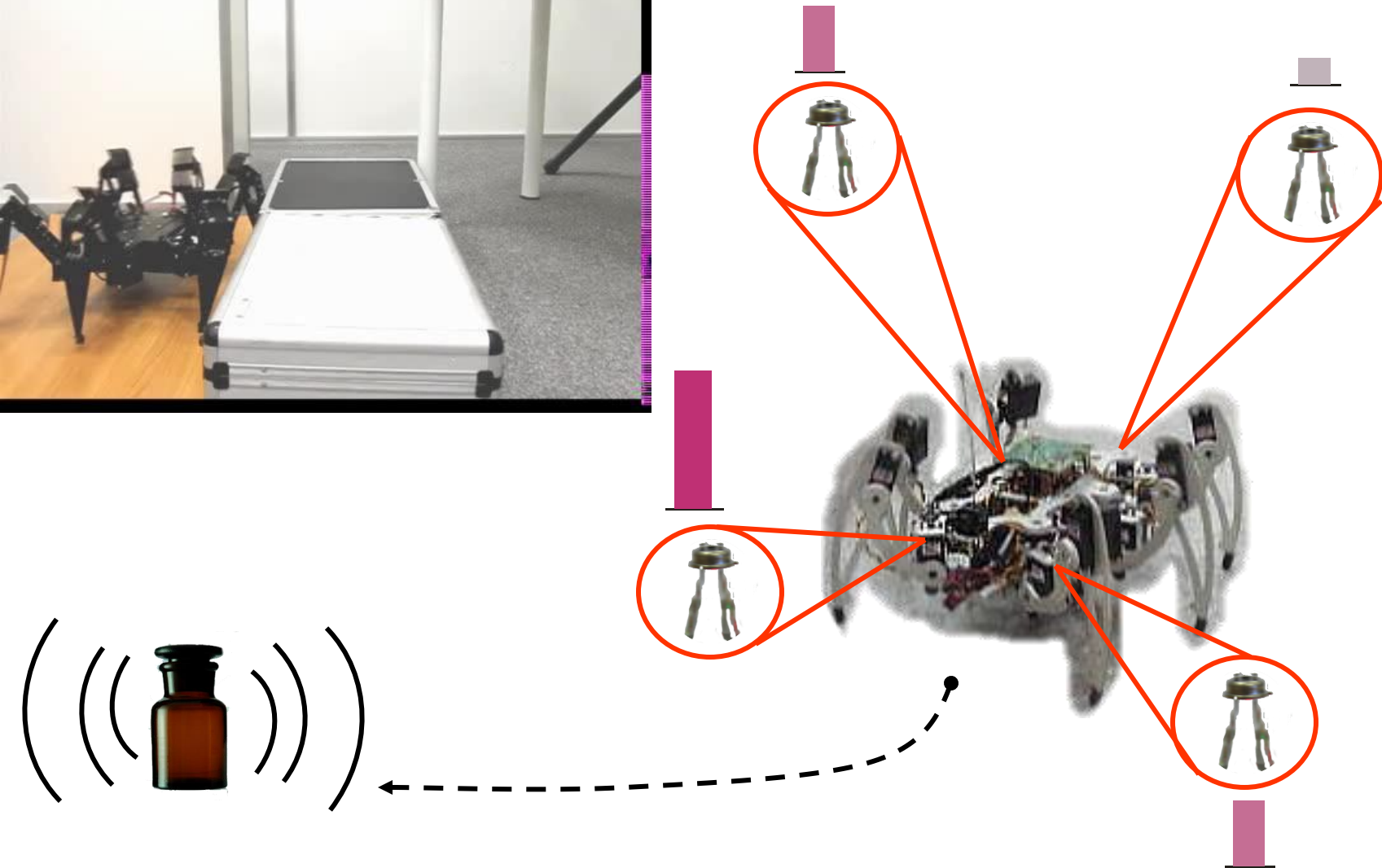


Виртуальный дублер" реального робота.



Трехмерная модель шестиногого робота.

Концепция робототехнической платформы мониторинга состава окружающей среды на основе наносистемных средств анализа атмосферы





Nano-Sensor
мобильные технологии