

**Инженерно-технологическая академия ЮФУ  
Институт нанотехнологий ,электроники и  
приборостроения  
Кафедра техносферной безопасности и химии**

**Дисциплина:  
Проектирование систем обеспечения  
техносферной безопасности**

**Лекция 1  
Технические средства комплексных  
систем безопасности**

**Петров В.В., д.т.н., профессор**

**2016 г.  
г. Таганрог**



## ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

### РАСПОРЯЖЕНИЕ

от 3 декабря 2014 г. № 2446-р

МОСКВА

1. Утвердить прилагаемую Концепцию построения и развития аппаратно-программного комплекса "Безопасный город".

2. Рекомендовать органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления руководствоваться положениями Концепции, утвержденной настоящим распоряжением, при решении задач в сфере обеспечения комплексной безопасности среды обитания, а также при разработке и утверждении региональных и муниципальных программ построения и развития аппаратно-программного комплекса "Безопасный город".

Председатель Правительства  
Российской Федерации

Д.Медведев

Базовые функциональные требования к комплексу "Безопасный город" сгруппированы по следующим блокам: **Безопасность населения и муниципальной (коммунальной) инфраструктуры:**

2. Предупреждение и защита муниципального образования от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечение пожарной безопасности:

**Безопасность на транспорте**

**Экологическая безопасность**

3. Контроль в области обращения с отходами

4. Комплексный мониторинг природных явлений и прогнозирование чрезвычайных ситуаций и их последствий

**Координация работы служб и ведомств и их взаимодействие**

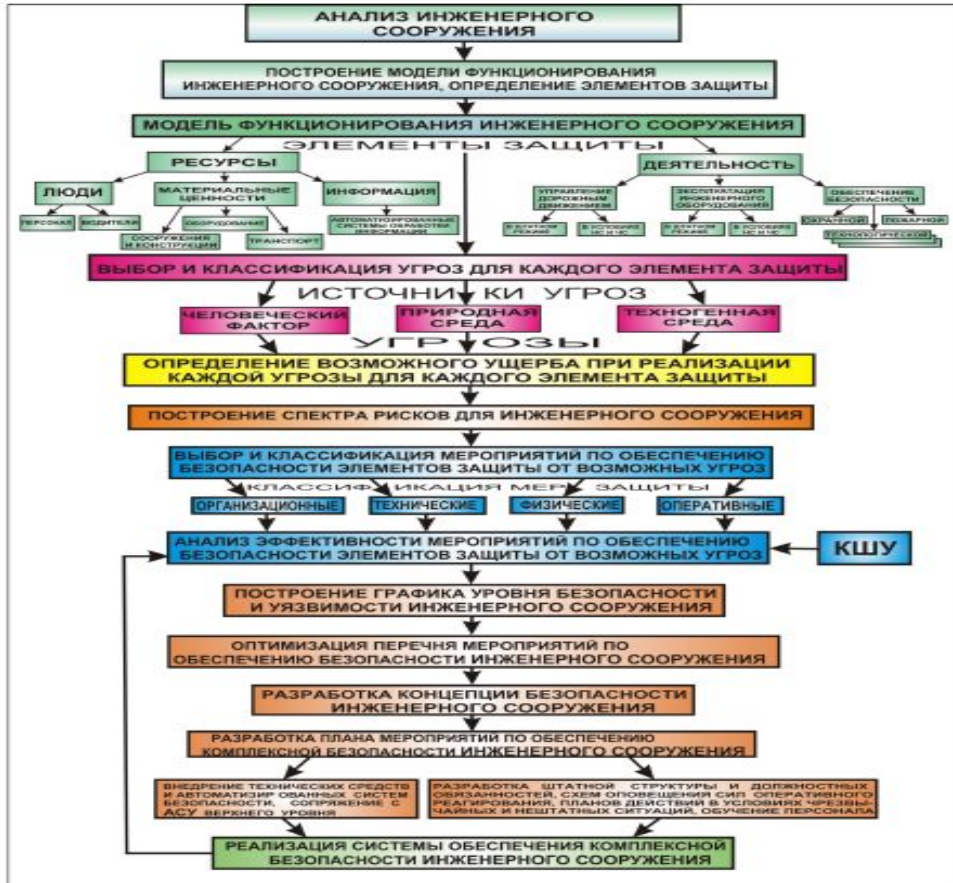


# Международный салон «Комплексная безопасность» 2015



# Структура комплексных систем безопасности

Системный подход к построению комплексной автоматизированной системы обеспечения безопасности города



Содержание и взаимосвязь отдельных разделов концепции обеспечения безопасности предприятия (объекта)



Создание структурированных систем мониторинга и управления системами безопасности и жизнеобеспечения (СМИС) критически важных для национальной экономики потенциально опасных объектов и их информационное сопряжение с едиными дежурно-диспетчерскими службами (ЕДДС) позволило на 15% уменьшить риск возникновения чрезвычайных ситуаций или их последствий на объектах

КСБ  
Безопасный город



Комплексная система обеспечения безопасности территорий (региона) включает:

- законодательные органы;
- органы исполнительной власти;
- специально создаваемые органы управления, уполномоченные решать вопросы безопасности в повседневной деятельности и при ЧС мирного и военного времени;
- территориальную систему предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС);
- территориальные системы федеральных ведомств, в функции которых должны или могут решаться вопросы безопасности в связи с наличием источников угроз;
- силы и средства, которые создаются для обеспечения безопасности;



## **Предупреждение и защита муниципального образования от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечение пожарной безопасности**

### **а) контроль качества работы коммунальных служб и состояния коммунальной инфраструктуры, включая:**

сбор и обработку информации с датчиков;

учет актуальных данных о состоянии муниципальной (коммунальной) инфраструктуры;

автоматическое уведомление о событиях в сфере функционирования муниципальной (коммунальной) инфраструктуры;

предоставление доступа к видеопотоку соответствующих камер видеонаблюдения;

### **б) обеспечение пожарной безопасности, включая:**

сбор и обработку данных в режиме реального времени для подготовки прогностической и фактической информации о состоянии пожарной безопасности муниципальных объектов;

предоставление доступа к видеопотоку соответствующих камер видеонаблюдения;

моделирование сценариев развития ситуаций и реагирования оперативных служб и населения на чрезвычайные ситуации;

### **в) обеспечение промышленной безопасности, включая:**

оперативный мониторинг состояния опасных производственных объектов, а также используемых, производимых, перерабатываемых, хранимых и транспортируемых радиоактивных, пожаровзрывоопасных,

опасных химических и биологических веществ;

мониторинг гидротехнических сооружений;

моделирование чрезвычайных ситуаций и управление рисками на опасных производственных объектах;

планирование и контроль необходимых мероприятий и действий;

мониторинг соблюдения нормативных требований, осуществление комплексного управления

операционными рисками, связанными с экологией, охраной труда и промышленной безопасностью;

### **г) мониторинг доступа на охраняемые государственные объекты**



# Разработки кафедры техносферной безопасности и

ХИМИИ

## Types of designed materials for gas sensors

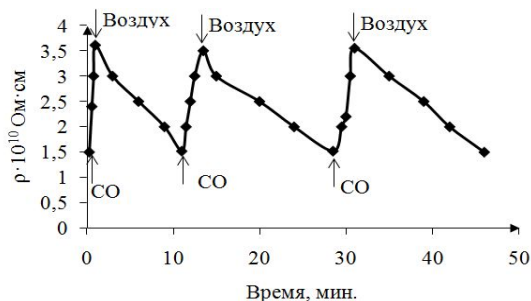
	Type of material	Application	Working characteristics	
			Range of concentrations	Working temperature, °C
<b>Inorganic materials</b>	$\text{SiO}_2\text{CuO}_x$	$\text{NO}_2$ gas sensor	1-20 ppm	170°C
	$\text{SiO}_2\text{ZrO}_x$	$\text{NO}_2$ gas sensor	1-50 ppm	60°C
	$\text{CuO}_x$	$\text{NO}_2$ and $\text{NH}_3$ gas sensor	10-130 pm	130°C ( $\text{NO}_2$ ) 230°C ( $\text{NH}_3$ )
	$\text{SiO}_2\text{SnO}_x\text{CuO}_x$	$\text{NO}_2$ gas sensor	1-80 ppm	100-200°C
	Polypyrrol doped with Co	Aceton and metanol gas sensor	140 ppm	Room temperature
<b>Organic materials</b>	polyacrylonitrile (PAN) doped with Co	$\text{NO}_2$ , $\text{Cl}_2$ and CO gas sensors.	7-170 ppm ( $\text{NO}_2$ ) 1-170 ppm ( $\text{Cl}_2$ ) 15-250 ppm (CO)	16-32°C
	PAN doped with Ag	$\text{Cl}_2$ gas sensor $\text{NO}_2$ gas sensor	7-138 ppm ( $\text{NO}_2$ ) 0,1- 20 ppm ( $\text{Cl}_2$ )	Room temperature

# Разработки кафедры техносферной безопасности и ХИМИИ

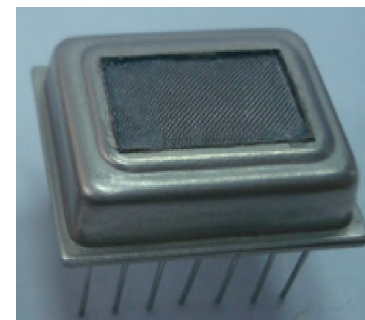
Разработка технологии изготовления неподогреваемых сенсоров газов на основе металлсодержащего полиакрилонитрила



Сенсоры на CO, Cl<sub>2</sub>



Характерные отклики пленок кобальтсодержащего ПАН при периодическом воздействии CO при температуре T = 22 °C



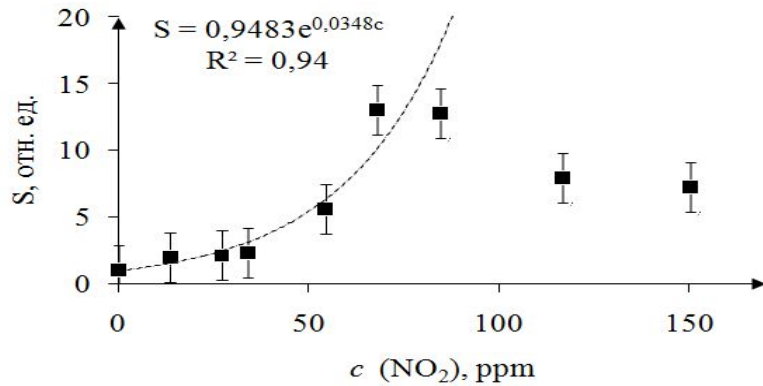
Сенсоры на NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>

Защищено 4 кандидатских диссертации (Аль Хадрами, Лу Пин, Коноваленко С.П., Бедная Т.А. )

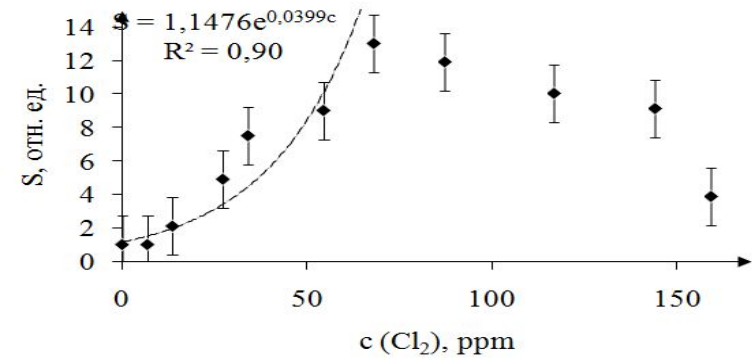
Опубликовано более 10 статей в журналах из БД Scopus и WoS, более 30 статей в журналах, рекомендованных ВАК

Патенты – 1, свидетельство о регистрации программы – 1, заявка на патент -1

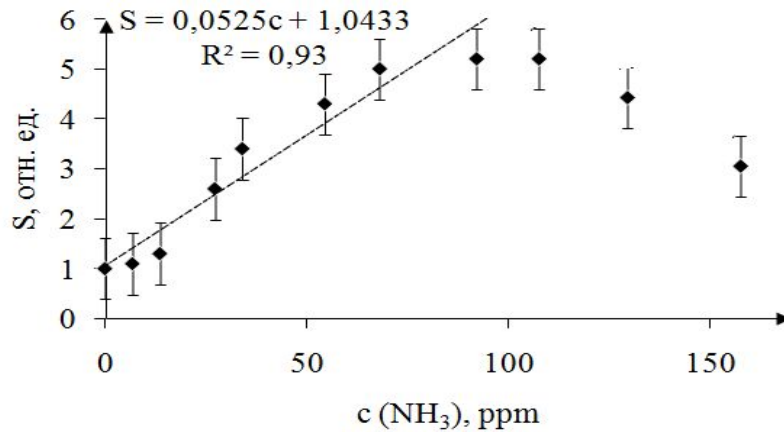
Исследование газочувствительных свойств пленок металлсодержащего ПАН



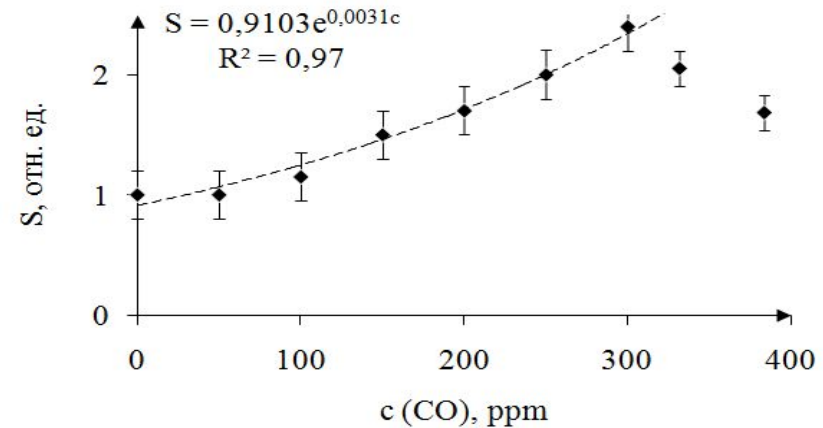
от концентрации  $\text{NO}_2$



от концентрации  $\text{Cl}_2$



от концентрации  $\text{NH}_3$ ;



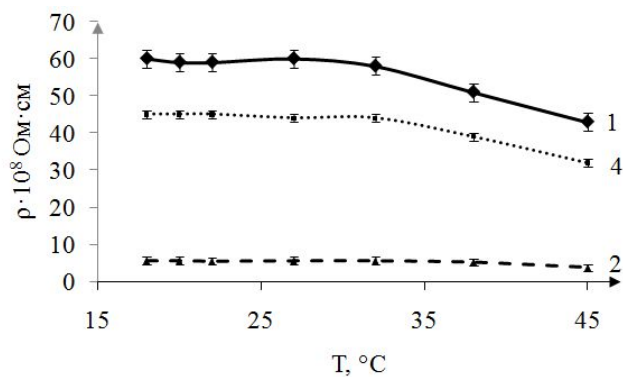
от концентрации  $\text{CO}$

Зависимость коэффициента газочувствительности сенсоров при температуре 22 °С

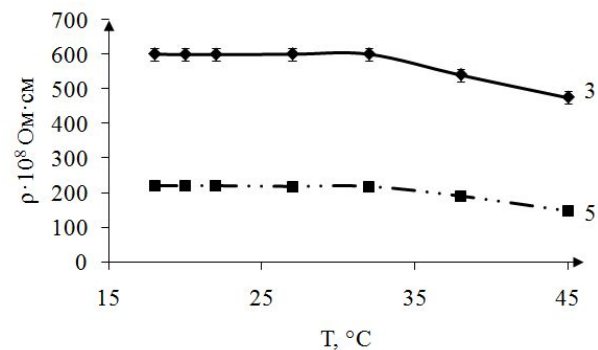
$\text{NO}_2$  – 7-68 ppm,  $\text{Cl}_2$  – 1-68 ppm,  $\text{CO}$  – 15-300 ppm,  $\text{NH}_3$  – 10-92 ppm

# Разработки кафедры техносферной безопасности и ХИМИИ

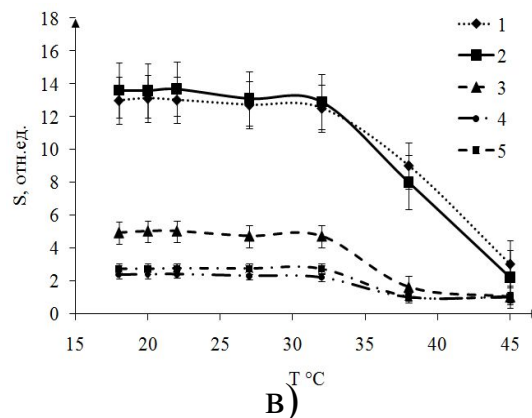
## Исследование газочувствительных свойств пленок кобальтсодержащего ПАН



а)



б)



в)

Зависимость удельного сопротивления (а, б) и коэффициента газочувствительности (в) сенсоров на основе пленок ПАН(Со) от рабочей температуры:

1.  $\omega(\text{Co})=0,75$  мас. %,  $T_1=300$  °C,  $t_1=20$  мин.,  $T_2=350$  °C,  $t_2=5$  мин.
2.  $\omega(\text{Co})=0,25$  мас. %,  $T_1=300$  °C,  $t_1=15$  мин.,  $T_2=350$  °C,  $t_2=10$  мин.
3.  $\omega(\text{Co})=0$  мас. %,  $T_1=300$  °C,  $t_1=5$  мин.,  $T_2=450$  °C,  $t_2=5$  мин.
4.  $\omega(\text{Co})=0,75$  мас. %,  $T_1=250$  °C,  $t_1=15$  мин.,  $T_2=350$  °C,  $t_2=2$  мин.
5.  $\omega(\text{Co})=0$  мас. %,  $T_1=300$  °C,  $t_1=20$  мин.,  $T_2=350$  °C,  $t_2=10$  мин.

# Разработки кафедры техносферной безопасности и

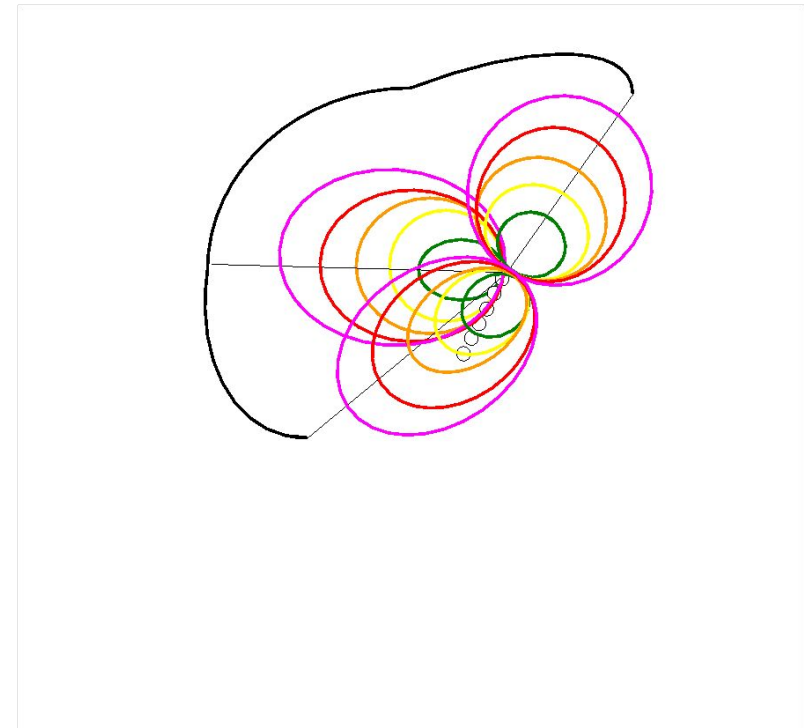
## ХИМИИ

### Современные методы контроля качества атмосферного воздуха

- Автоматизированные методы активного наблюдения, т.е. наблюдения в реальном времени.
- Методы отбора проб и анализа их с помощью портативных датчиков;
- Пассивные методы отбора проб, наиболее распространенный в настоящее время метод.



**Автоматическая станция контроля загрязнения.**



$$M=0.025r/c$$

$$C=0.0043 \text{ мг/м}^3$$

$$C=0.0078 \text{ мг/м}^3$$

$$C=0.0146 \text{ мг/м}^3$$

$$C=0.0212 \text{ мг/м}^3$$

$$C=0.0265 \text{ мг/м}^3$$

$$C=0.0327 \text{ мг/м}^3 - \text{максимальная концентрация}$$

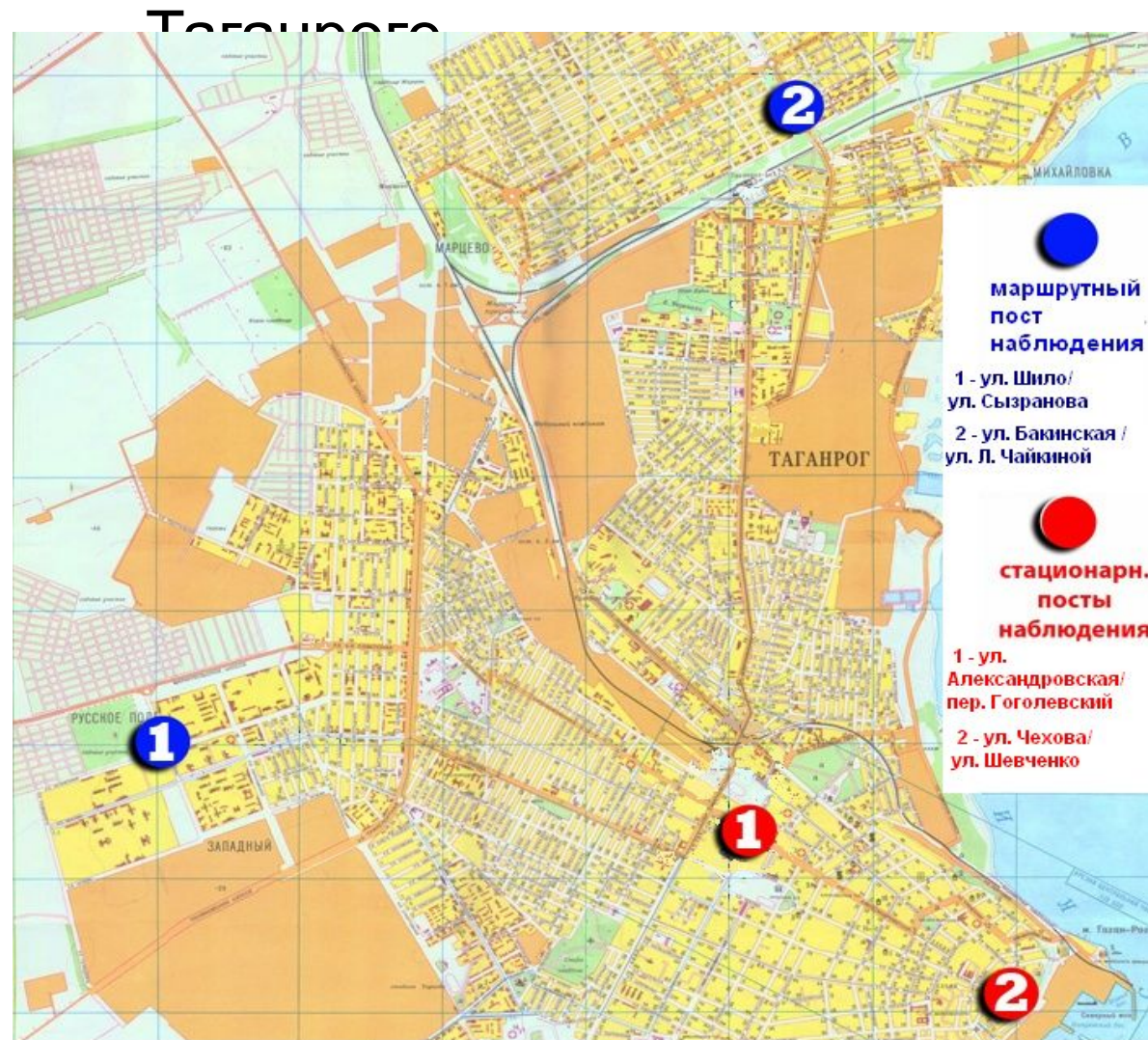
Изолинии концентраций газа на различных расстояниях от мазутного терминала.

# Разработки кафедры техносферной безопасности и химии

## Схема расположения стационарных и маршрутных постов наблюдения в г. Таганрога

### Список приоритетных загрязнителей

- взвешенные вещества;
- диоксид серы;
- оксид углерода;
- диоксид азота;
- оксид азота;
- хлорид водорода (или сероводород);
- бенз (а) пирен;
- формальдегид;
- приземный озон.



# Разработки кафедры техносферной безопасности и химии

## Схема управления и ведения базы экологических данных в подсистеме мониторинга состояния атмосферного воздуха «Воздух г. Таганрога»



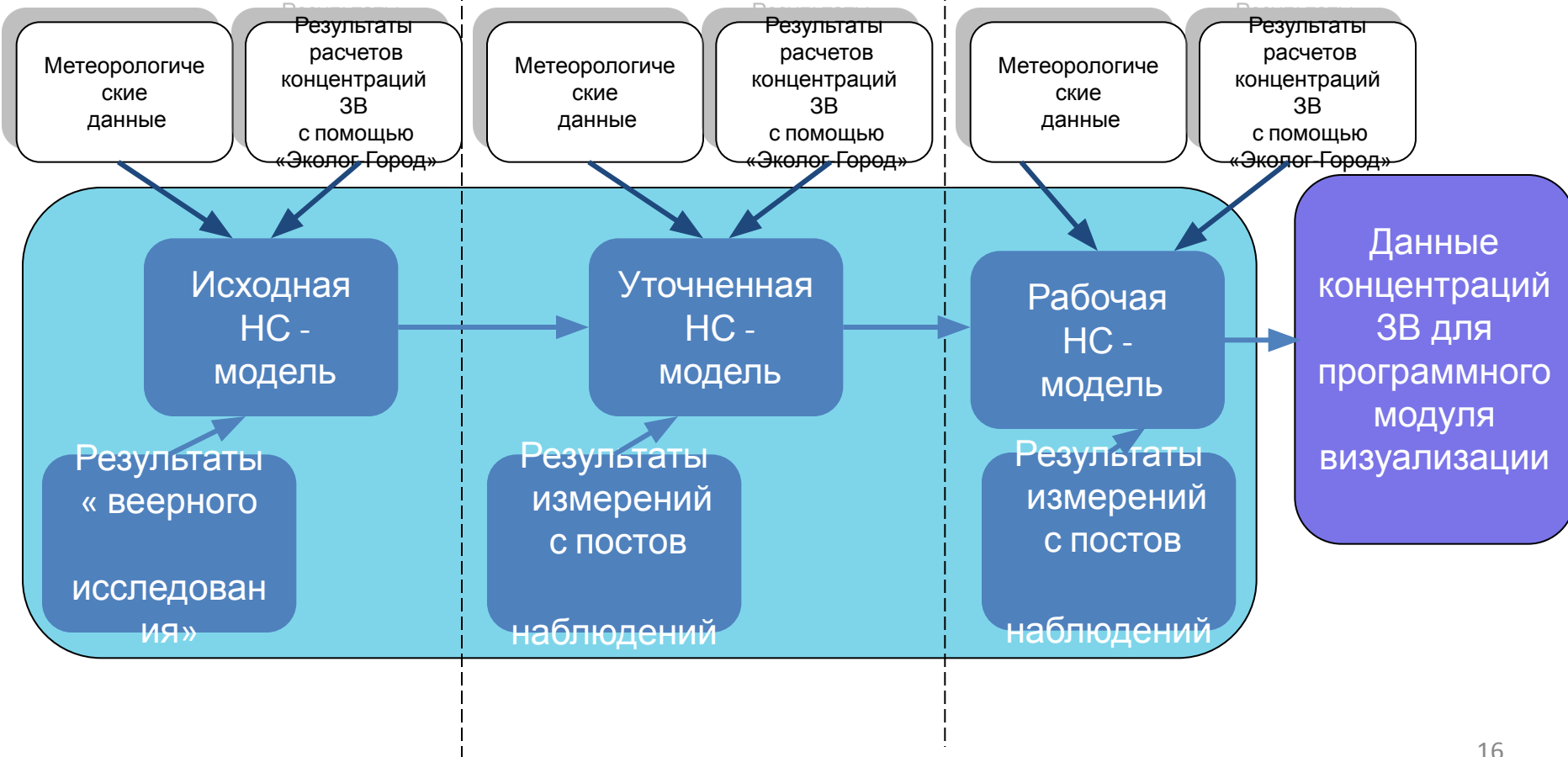
# Разработки кафедры техносферной безопасности и химии

## Программный модуль прогнозирования загрязнения воздушной среды

Стадия создания  
НС модели

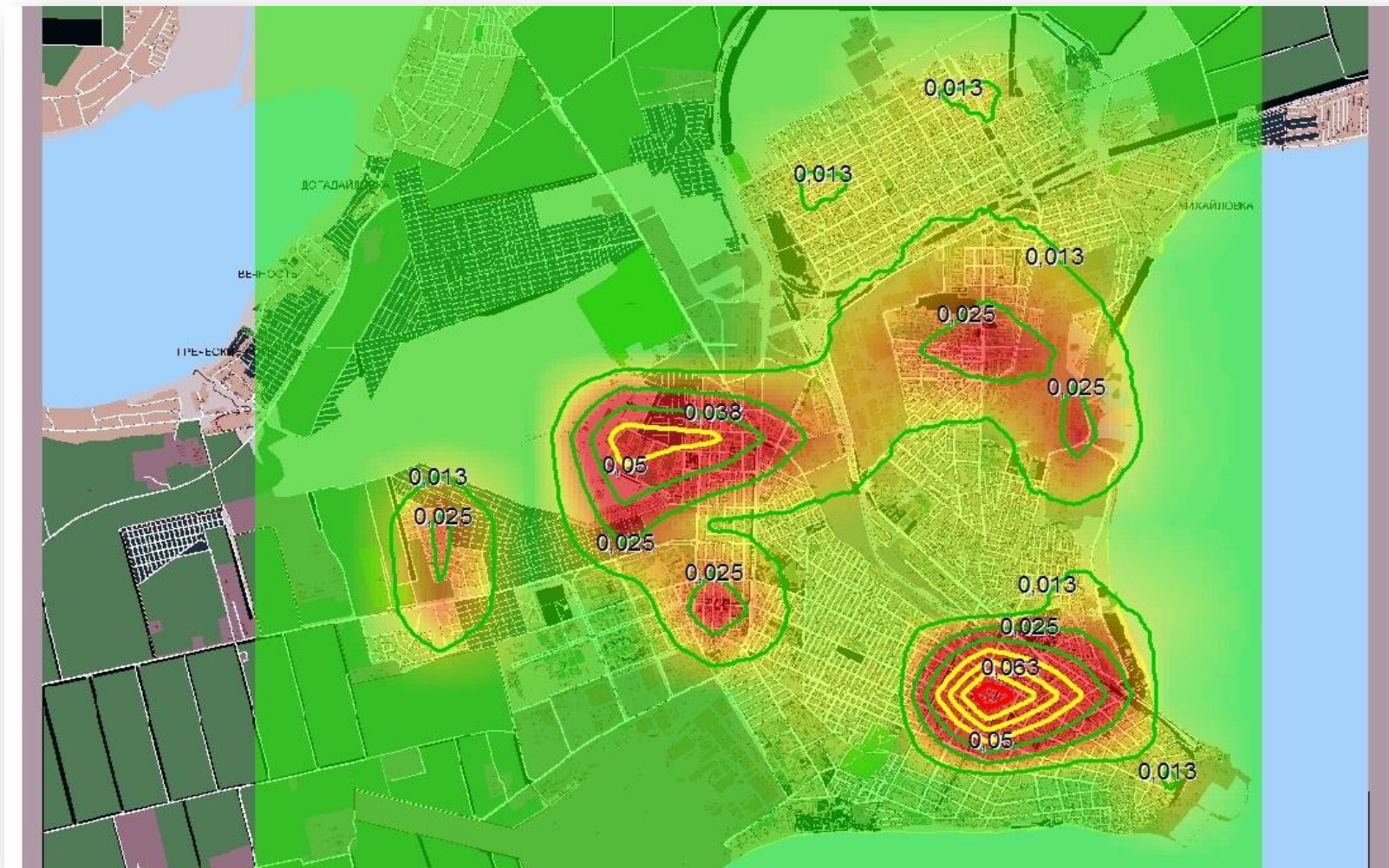
Стадия обучения  
НС модели

Стадия работы  
НС модели





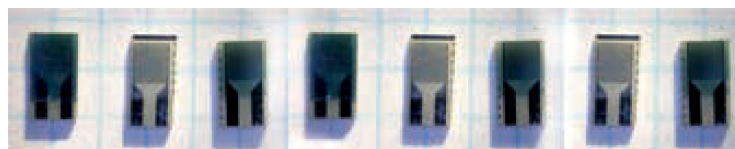
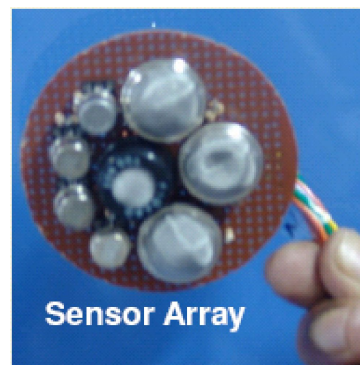
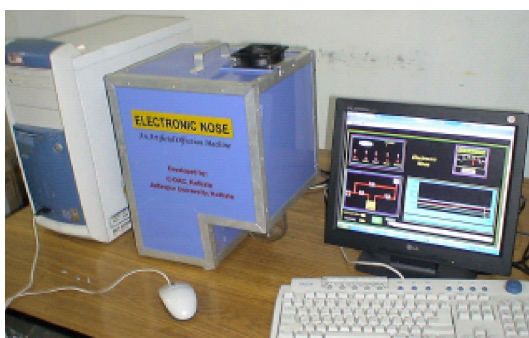
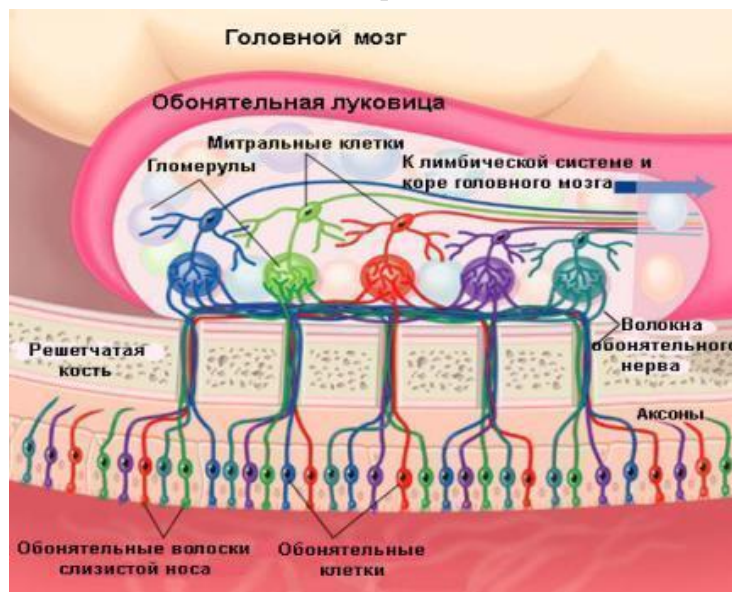
## Программный модуль визуализации данных



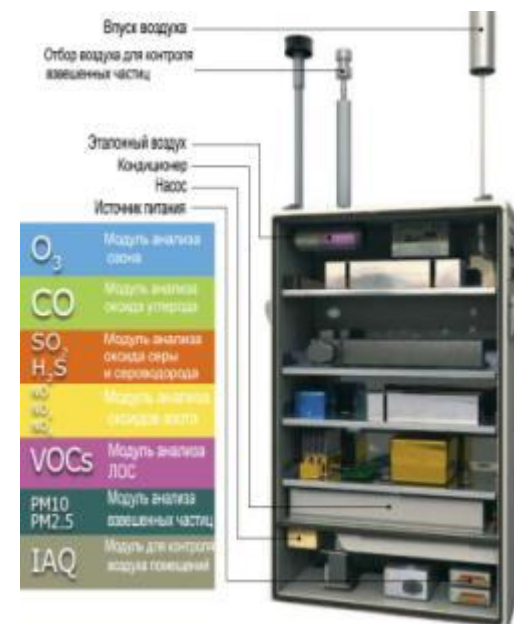
Пример: распределение  $\text{NO}_2$  в атмосферном воздухе г. Таганрога по результатам моделирования и измерений концентрации загрязнителя.

# Мультисенсорные системы мониторинга городской воздушной среды

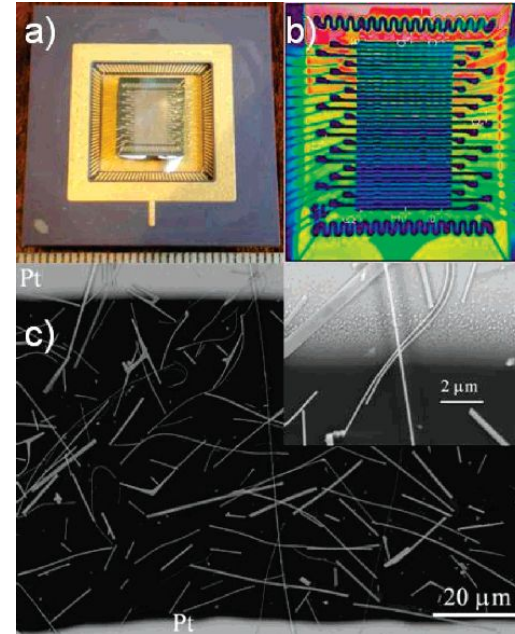
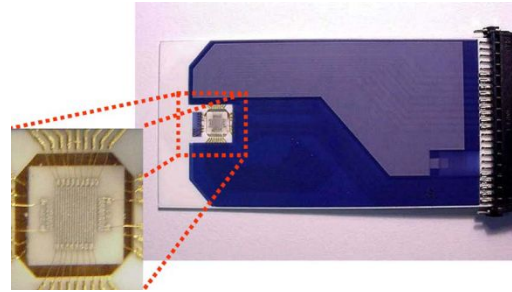
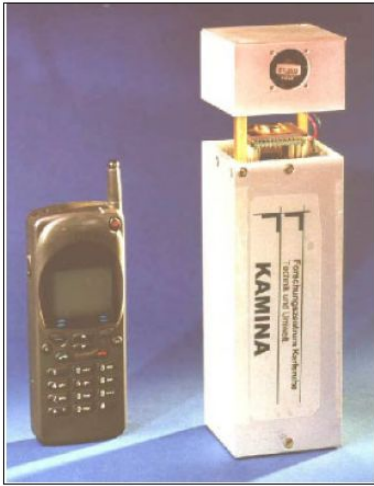
Механизм  
обонятельного  
распознавания



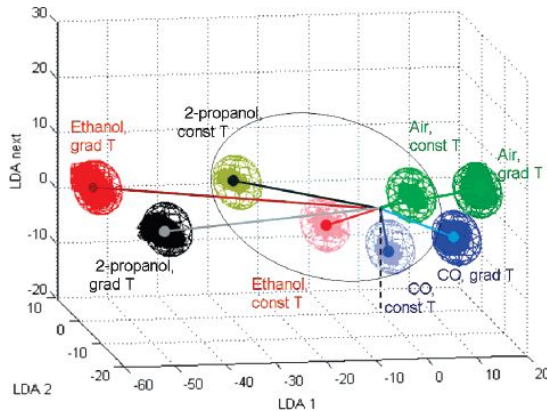
Приборы типа «электронный нос»



# «Электронный нос» КАМИНА с многосенсорным чипом на основе одномерных SnO<sub>2</sub> структур



а) КАМИНА – «электронный нос» (а), плата с чипом (б) и многосенсорный чип (в) на основе одномерных SnO<sub>2</sub> структур



## Результаты ЛДА-анализа смеси различных газов системой КАМИНА

C. Arnold, D. Haering, I. Kiselev, J. Goschnick // *Sensors and Actuators B* 116 (2006) 90–94/  
 V.V. Sysoev, J. Goschnick, T. Schneider, E. Strelcov, A. Kolmakov // *Nano Lett.*, Vol. 7, No. 10, 2007

# Разработки кафедры техносферной безопасности и

## ХИМИИ

### Мультисенсорная система мониторинга городской воздушной среды



**Структурная схема стенда.**

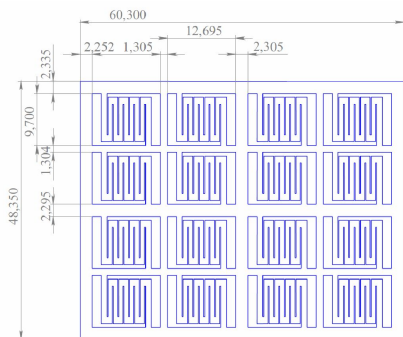
#### **Компоненты системы «электронный нос»:**

- матрицу высокочувствительных полупроводниковых сенсоров;
- систему пробоотбора для доставки газовой пробы из анализируемого воздушного объема к сенсорной матрице;
- аналоговый адаптер для поддержания режимов работы сенсоров в матрице и преобразования выходного сигнала сенсоров в цифровой код;
- цифровой контроллер для предварительной обработки сигнала сенсоров и организации стандартного интерфейса для связи с компьютером;
- компьютер с программным обеспечением для распознавания образов.

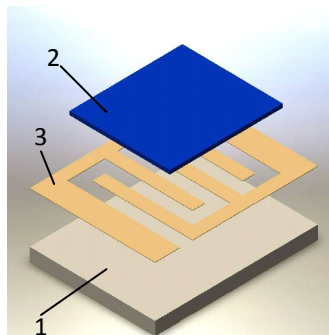
# Разработки кафедры техносферной безопасности и

## Сравнительная характеристика различных типов химических сенсоров.

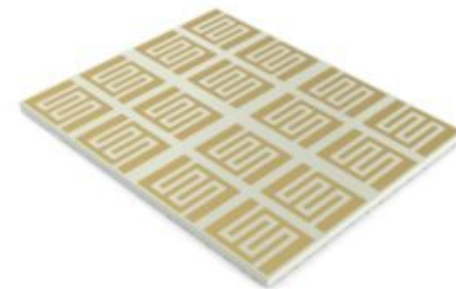
Тип сенсора	Срок службы	Средняя стоимость	Предел обнаружения
Оптические (люминесцентные, спектрофотометрические и др.)	6 лет и более	Более 500\$	От 1 ppb
Электрохимические (потенциометрические, кулонометрические и др.)	1-2 года	50-100\$	От 1 ppm
На основе оксидов металлов	3-5 лет	5-20	5-500ppm
На органических полупроводниках	до 5 лет	5-20	0,1-100ppm



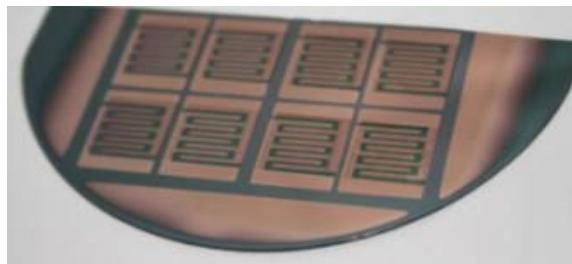
Маска для напыления контактов, общий вид.



Структура одного сенсора в массиве сенсоров: 1 – подложка; 2 – ГЧМ; 3 – металлизация.



Конструкция универсальных массивов сенсоров

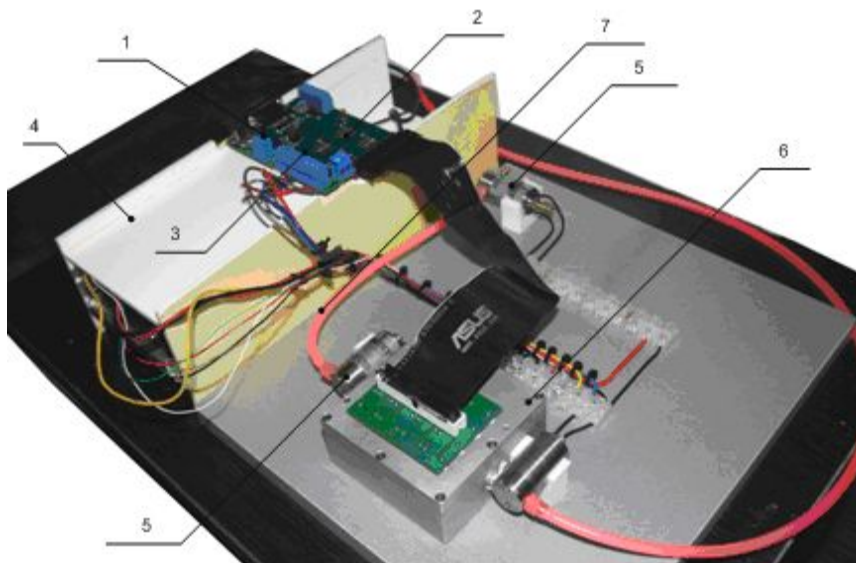


Подложка с нанесенными контактами со встречно-штыревой структурой.

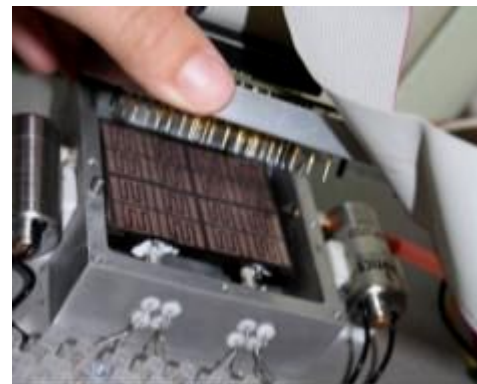
# Разработки кафедры техносферной безопасности и химии



Конструкция платформы системы нагрева массива сенсоров.



Лабораторный образец мультисенсорной системы:  
1 – система управления нагревателем; 2 – система управления УММ; 3 – коммутатор;  
4 – блок питания; 5 – клапаны; 6 – испытательная камера; 7 – система доставки газовой пробы к массиву сенсоров.



Пробоотборная камера с находящимся в ней массивом сенсоров

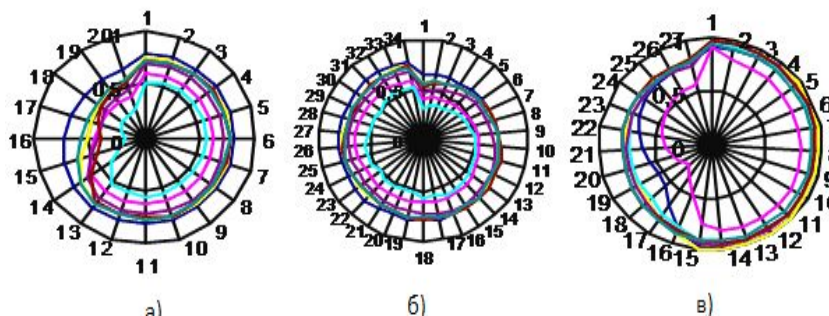


Фотография мультисенсорной системы.

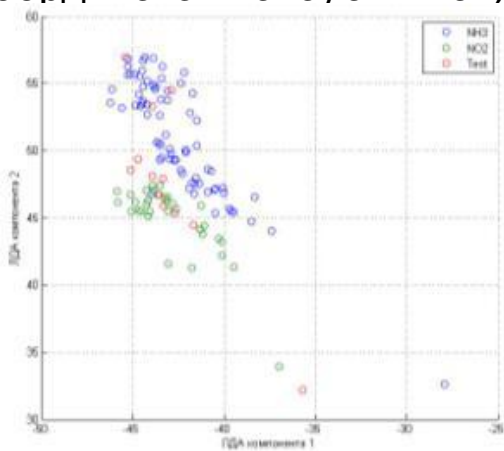
# Разработки кафедры техносферной безопасности и

ХИМИИ

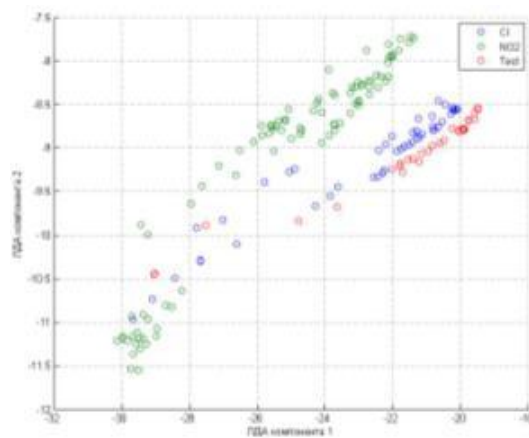
Мультисенсорная система анализа воздушной среды на основе нанокompозитных материалов



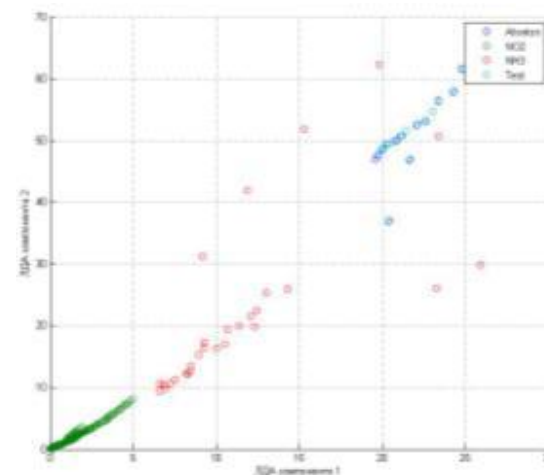
Отклики массива сенсоров на основе оксидов циркония, представленные в полярных координатах на: а) аммиак, б) воздух, в) диоксид азота



а)



б)



в)

Результаты обработки методом ЛДА массивов сенсоров состава: а)  $\text{SnO}_x\text{ZrO}_y$ , б) серебросодержащего ПАН, в)  $\text{SiO}_2\text{SnO}_x\text{CuO}_y$  с распознаванием газов  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Cl}_2$ , ацетон

Защищено 5 кандидатских диссертации (Назарова (Мясоедова) Т.Н., Плугогаренко Н.К., Светличная Л.А., Копылова Н.Ф., Кравченко Е.) и 1 докторская диссертация (Петров В.В.)

Опубликовано более 15 статей в журналах из БД Scopus и WoS, более 50 статей в журналах, рекомендованных ВАК

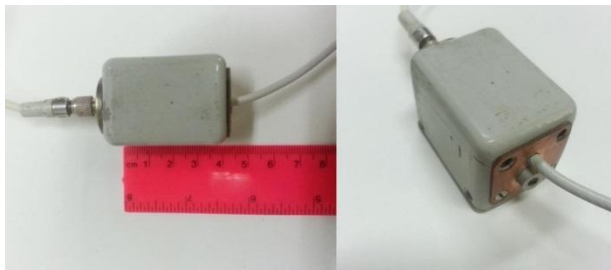
Патенты – 3, свидетельство о регистрации программы – 1

# Разработки кафедры техносферной безопасности и химии

Разработка сенсоров физических величин на основе сегнетоэлектрических пленок цирконата-титаната свинца

ХИМИИ

## Разработка макетного варианта датчика виброударных воздействий



Внешний вид датчика виброударных воздействий

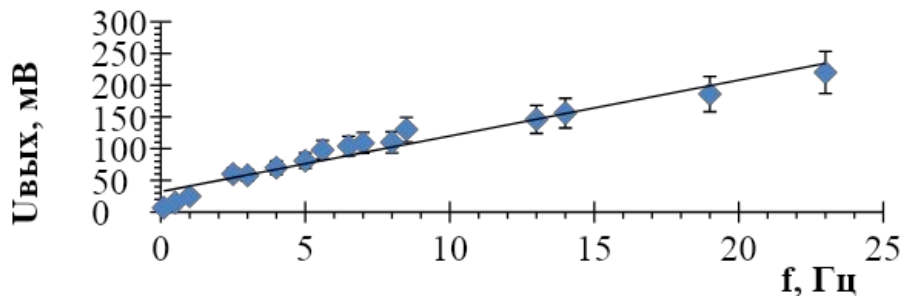


График зависимости величины выходного сигнала с датчика виброударных воздействий от частоты, при амплитуде 1 мм

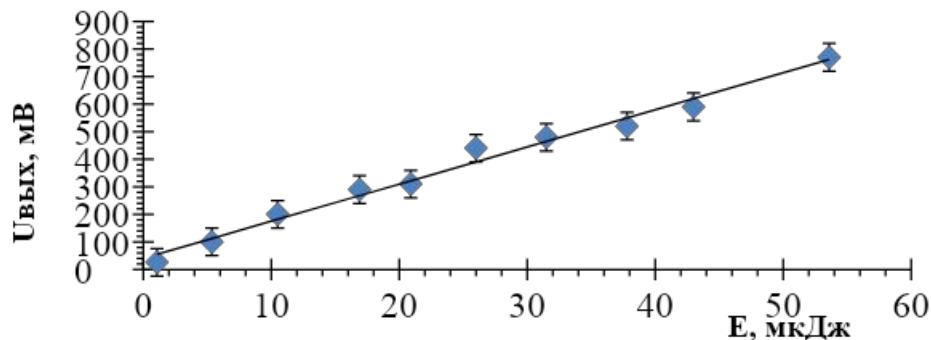


График зависимости величины выходного сигнала с датчика виброударных воздействий от уровня ударного воздействия

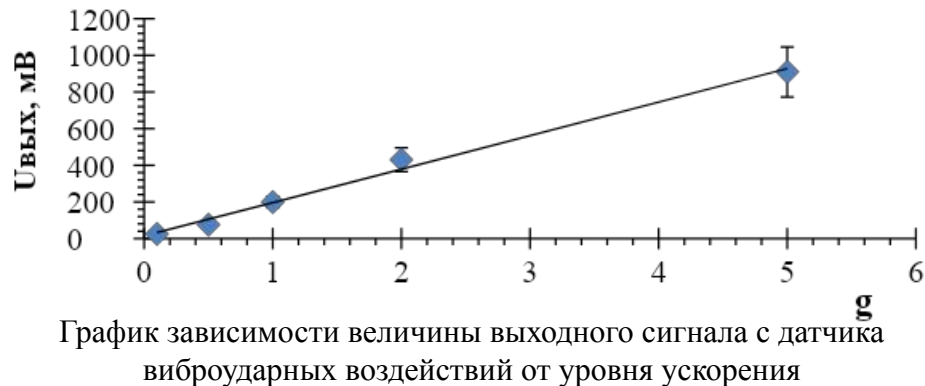


График зависимости величины выходного сигнала с датчика виброударных воздействий от уровня ускорения

Электрофизические исследования показали, что значение величины емкости и наведенной поляризации лежат в диапазонах 150-1500 пФ и 10 – 450 мКл/м<sup>2</sup>. Основной электромеханический резонанс данных типов сенсоров лежит в диапазоне 100 - 120 Гц. На частоте 0,5 Гц наблюдается минимальное значение угла диэлектрических потерь, равное 25°.

Исследование разброса электрофизических параметров сегнетоэлектрических пленок от партии к партии показало, что максимальное расхождение в значениях емкостей образцов, полученных при одинаковых технологических параметрах, не превышает 15 %, а исследование временной стабильности работы сенсорных элементов на основе сегнетоэлектрических тонких пленок ЦТС составляет не хуже 8% в год.

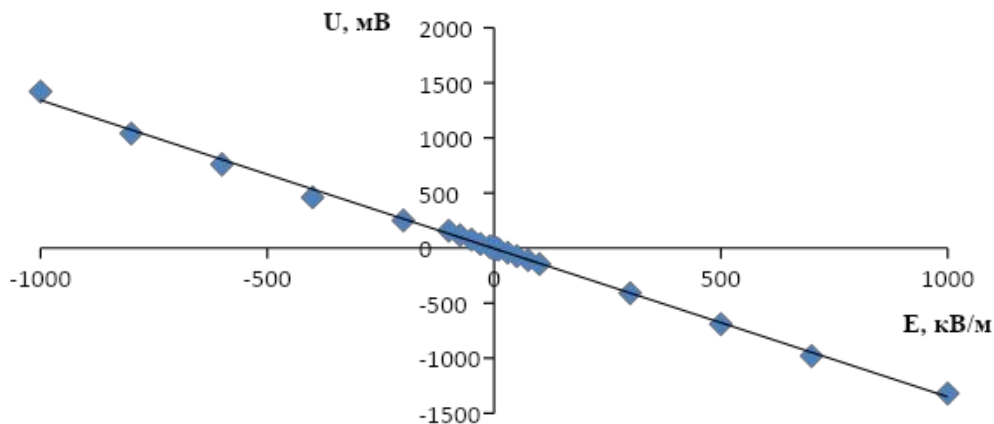


# Разработки кафедры техносферной безопасности и

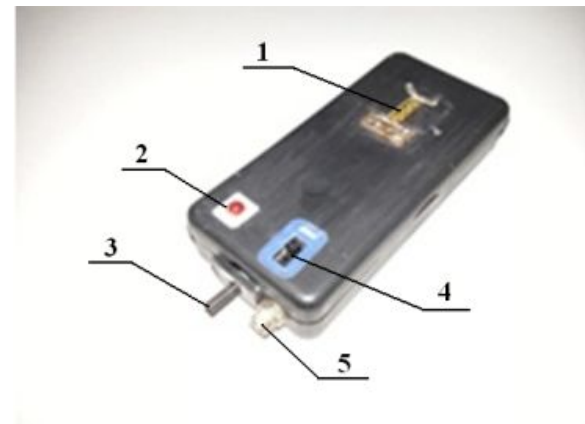
## ХИМИИ

Разработка сенсоров физических величин на основе сегнетоэлектрических пленок цирконата-титаната свинца

### Разработка макетного варианта датчика напряженности электростатического поля



Зависимость выходного сигнала макета датчика напряженности электростатического поля от величины напряженности, которая описывается выражением:  $Q = -\alpha * E$



Внешний вид датчика статического электричества, где 1 – сенсорный элемент, 2 – индикаторный светодиод, 3 – регулировка уровня сигнала, 4 – кнопка вкл/выкл, 5 – стандартный выход.

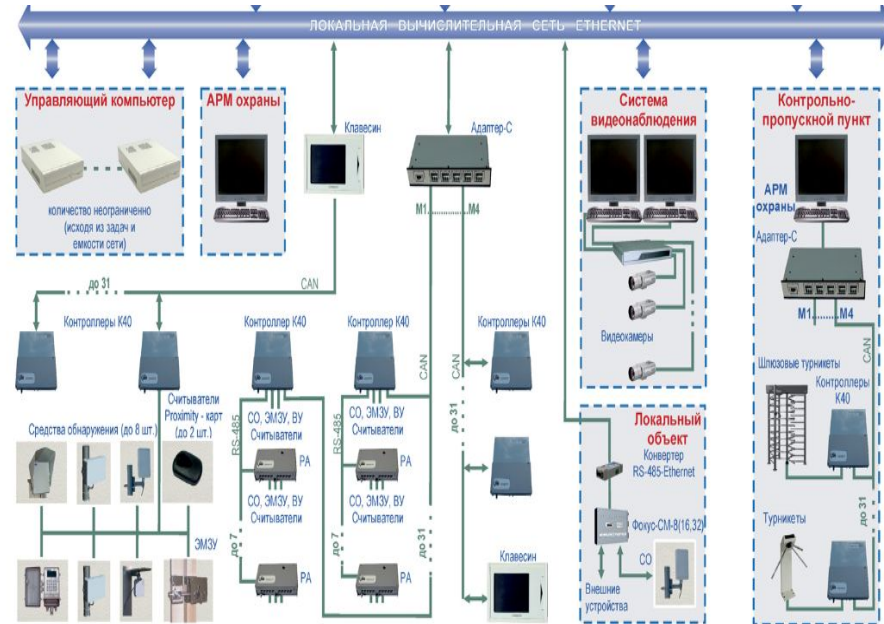
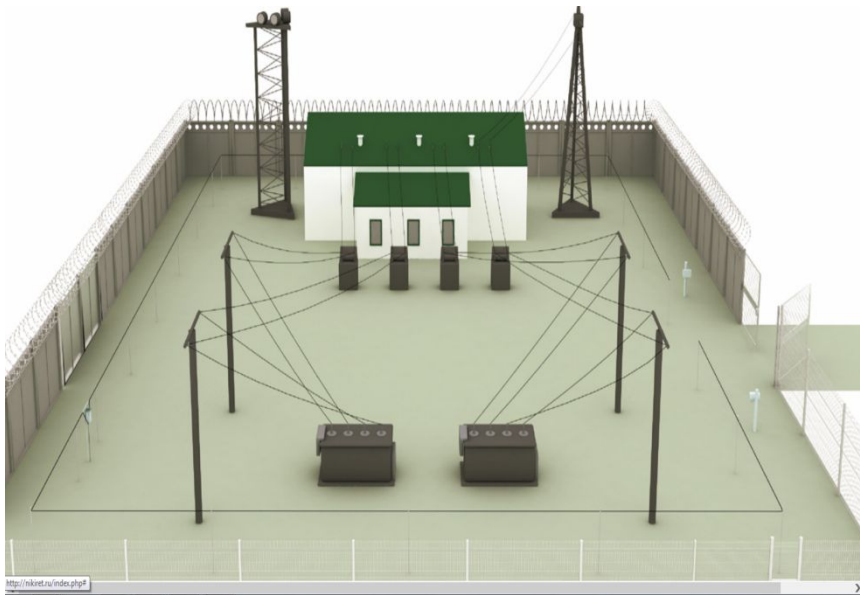
Обнаружен эффект высокой чувствительности сенсорных элементов к статическому электричеству, и на его основе разработан лабораторный образец сенсора напряженности электростатического поля. Основными преимуществами лабораторного образца сенсора напряженности электростатического поля являются в 2-4 раза расширенный диапазон измерений и 2-3 раза улучшенные (уменьшенные) массогабаритные параметры

Защищена 1 кандидатская диссертация (Коваленко Д.А.)

Опубликовано 1 статья в журналах из БД Scopus и WoS, 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК

Патент – 1

# Охранные средства комплексных систем безопасности



# Разработки кафедры техносферной безопасности и

## ХИМИИ

Разработка городской автоматизированной системы экологического мониторинга состояния окружающей среды г. Таганрога»  
в 2008 – 2011 г.г.

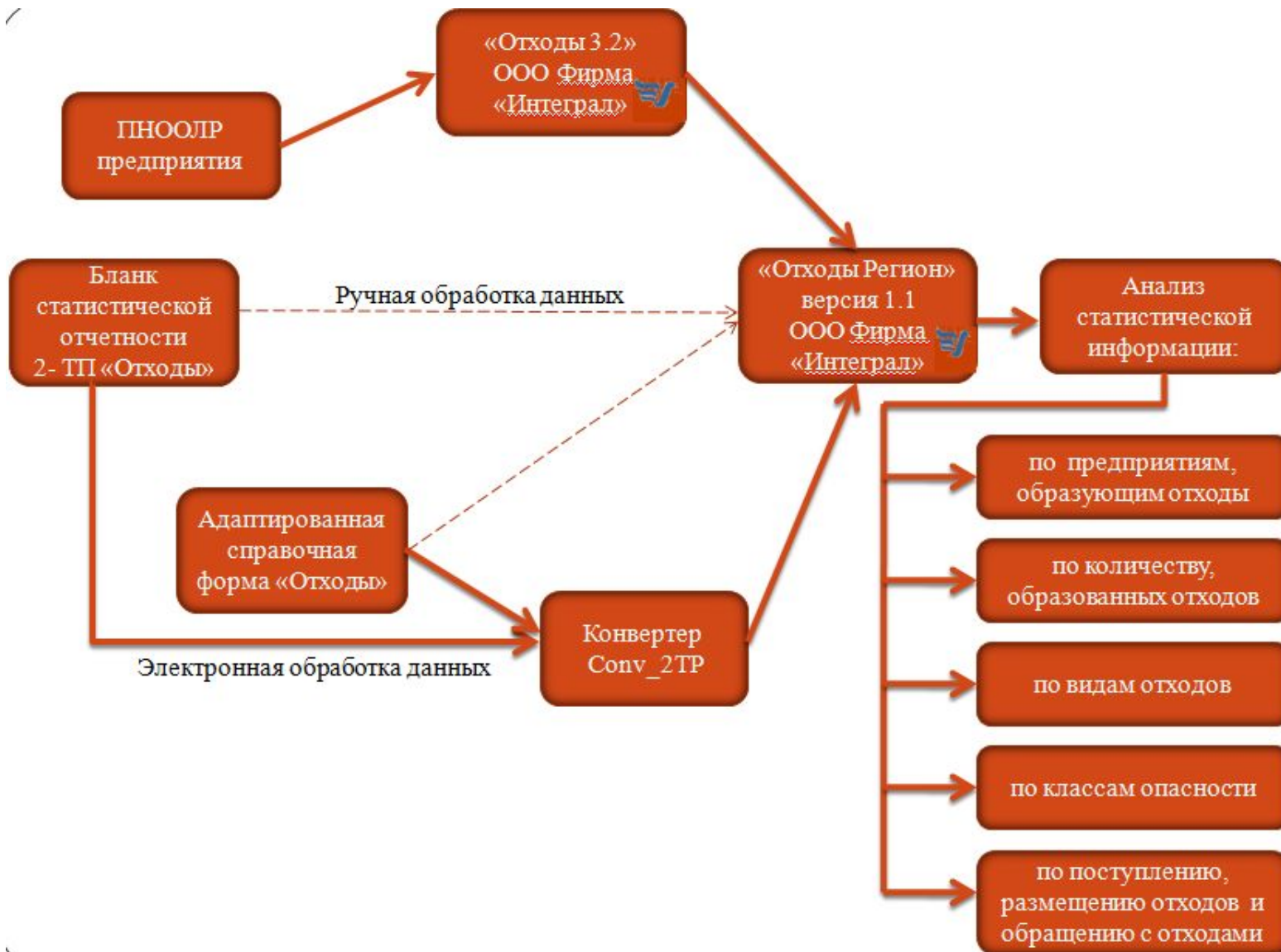
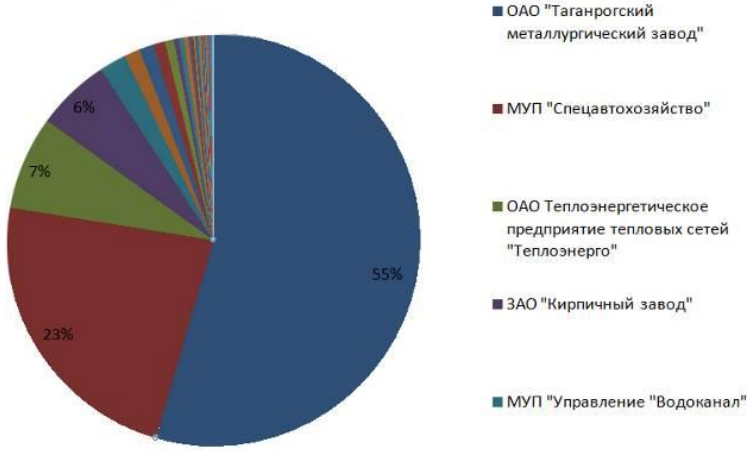


Схема управления, ведения и обработки базы экологических данных в подсистеме мониторинга отходов производства и потребления

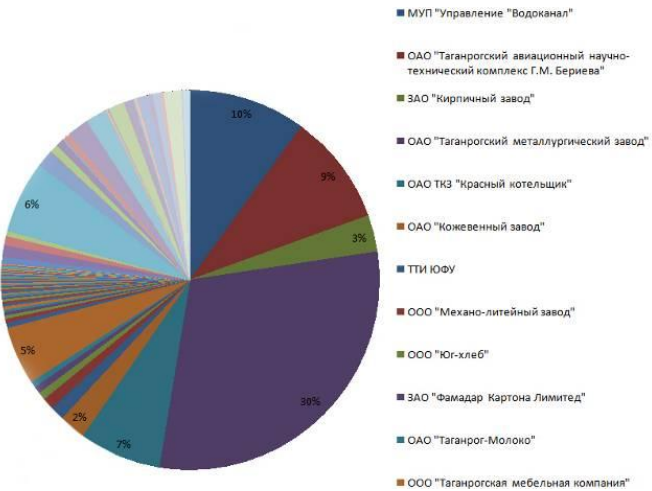
# Разработки кафедры техносферной безопасности и

## ХИМИИ

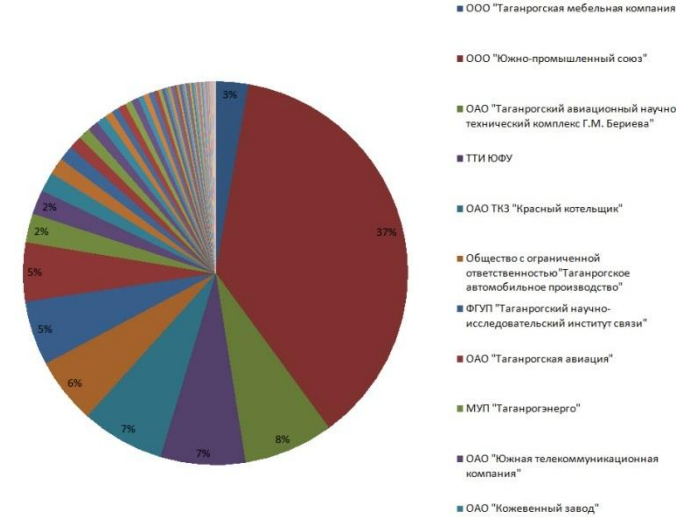
Разработка городской автоматизированной системы экологического мониторинга состояния окружающей среды г. Таганрога»  
в 2008 – 2011 г.г.



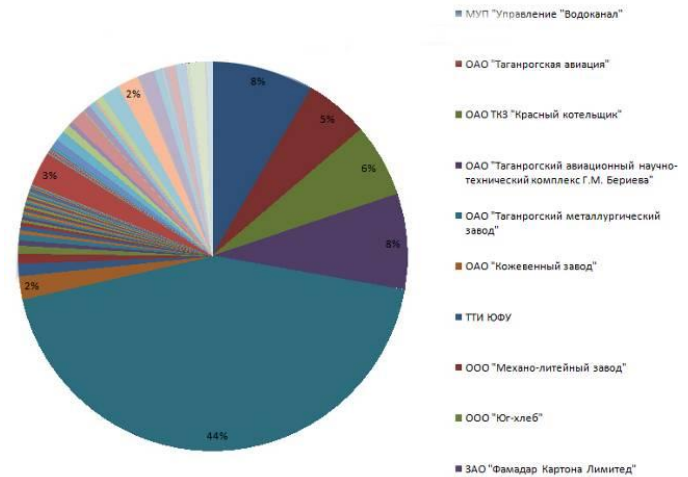
Вклад предприятий в образование и накопление суммарного количества отходов



Вклад предприятий в образование отходов 2-го класса опасности



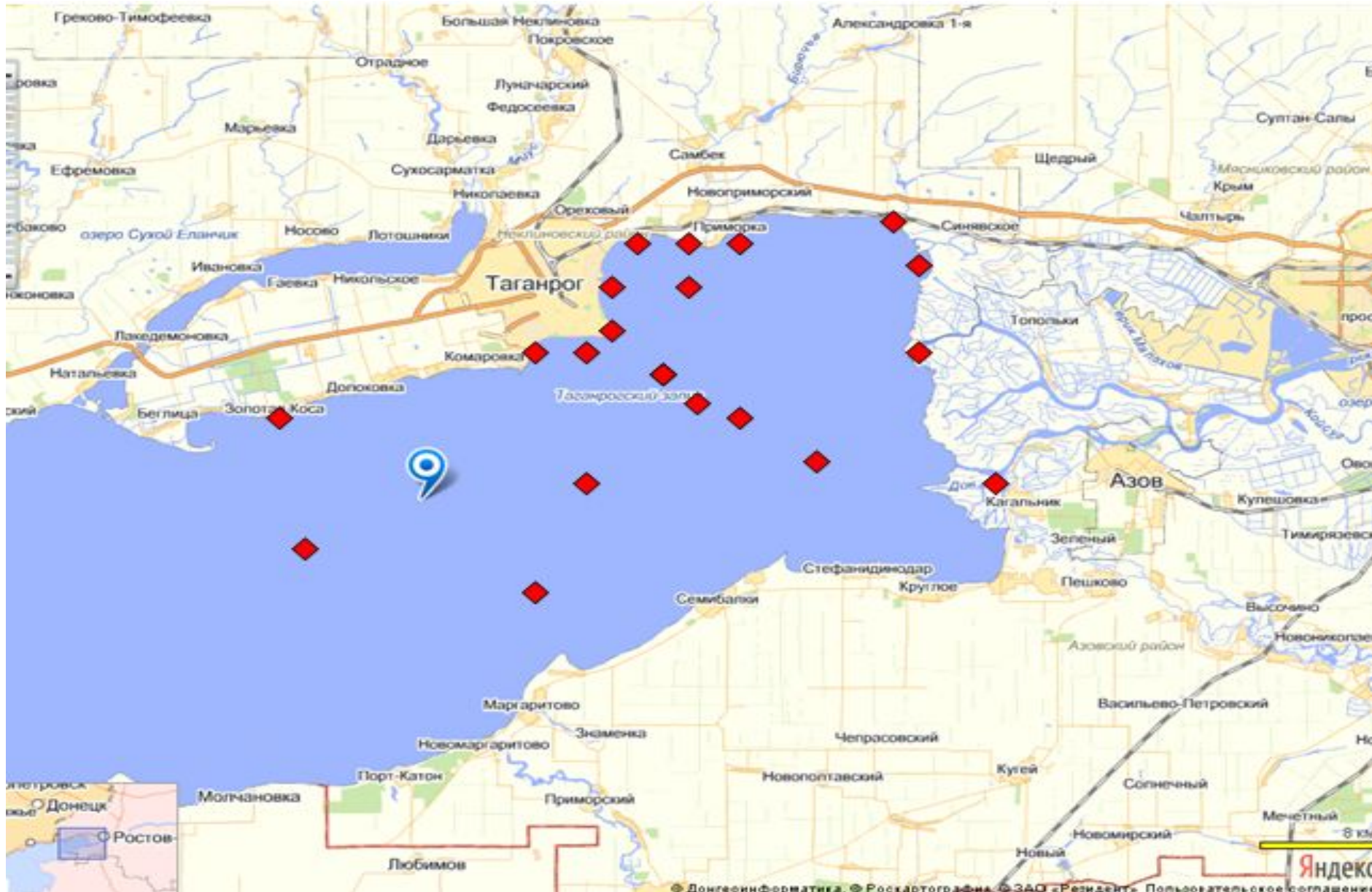
Вклад предприятий в образование отходов первого класса опасности



Вклад предприятий в образование отходов 3-го класса опасности

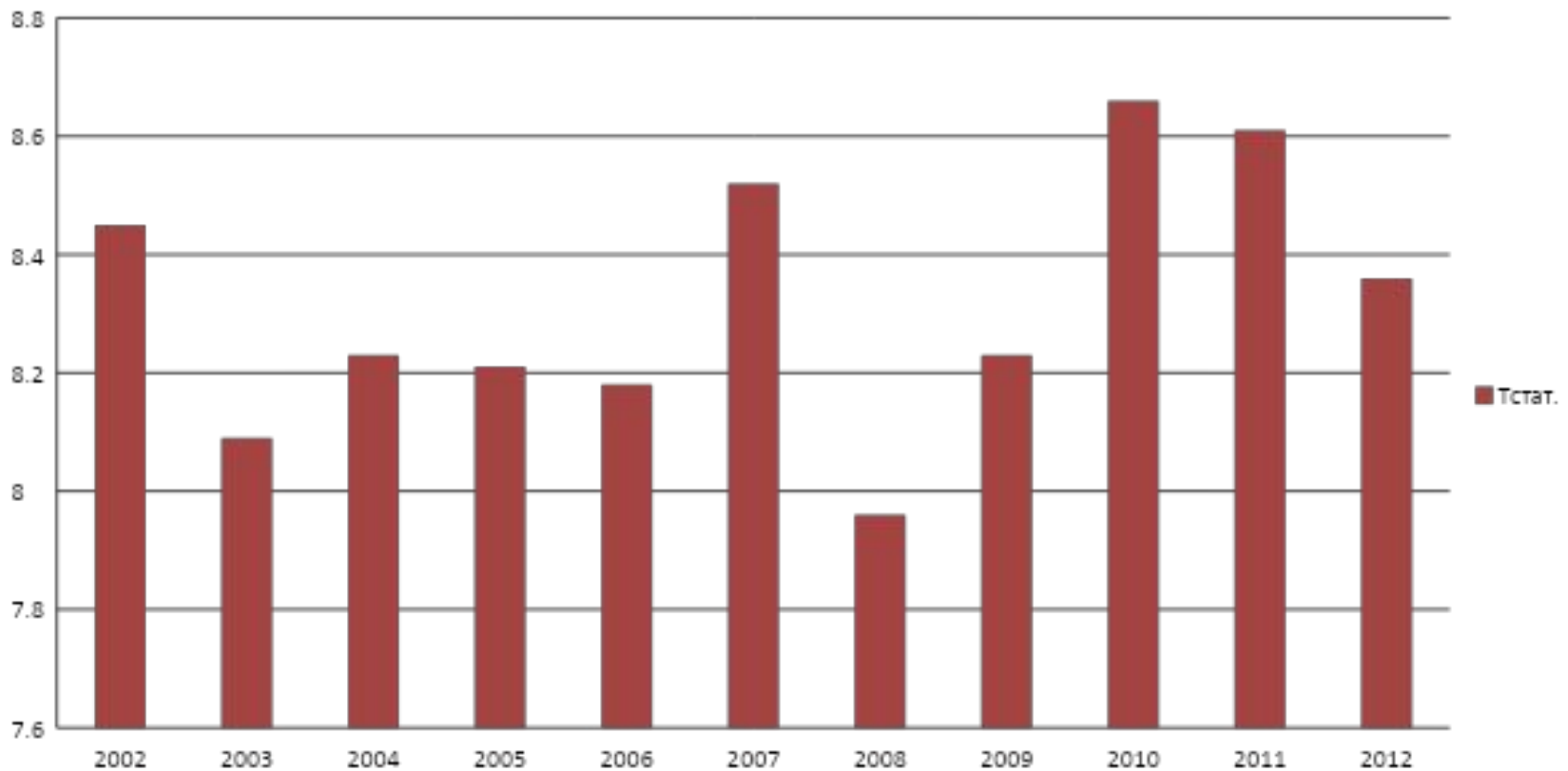
# Разработки кафедры техносферной безопасности и ХИМИИ

## Места отбора проб воды в Таганрогском заливе



# Разработки кафедры техносферной безопасности и химии

Изменение показателя трофности вод Таганрогского залива в 2002-2012гг.



# Разработки кафедры техносферной безопасности и химии

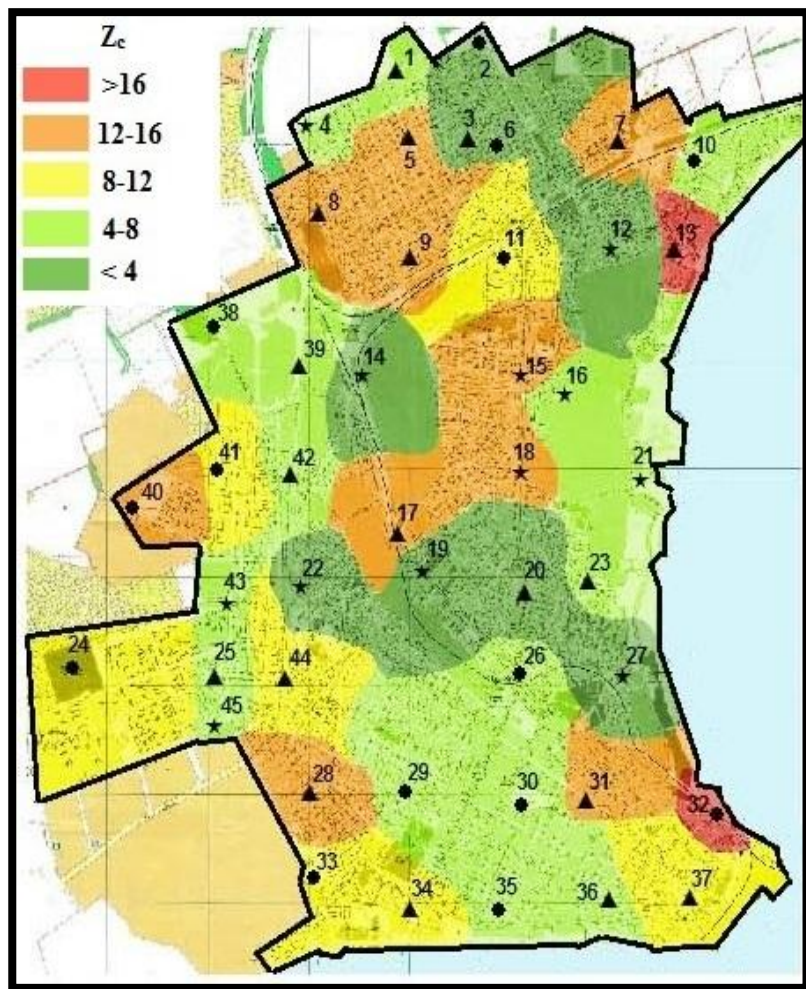
## Исследование процессов химического превращения, миграции и механизмов изменений содержания соединений тяжелых металлов

В рамках данной работы с 2010 г. по настоящее время проводится экологический мониторинг городских почв г. Таганрога.

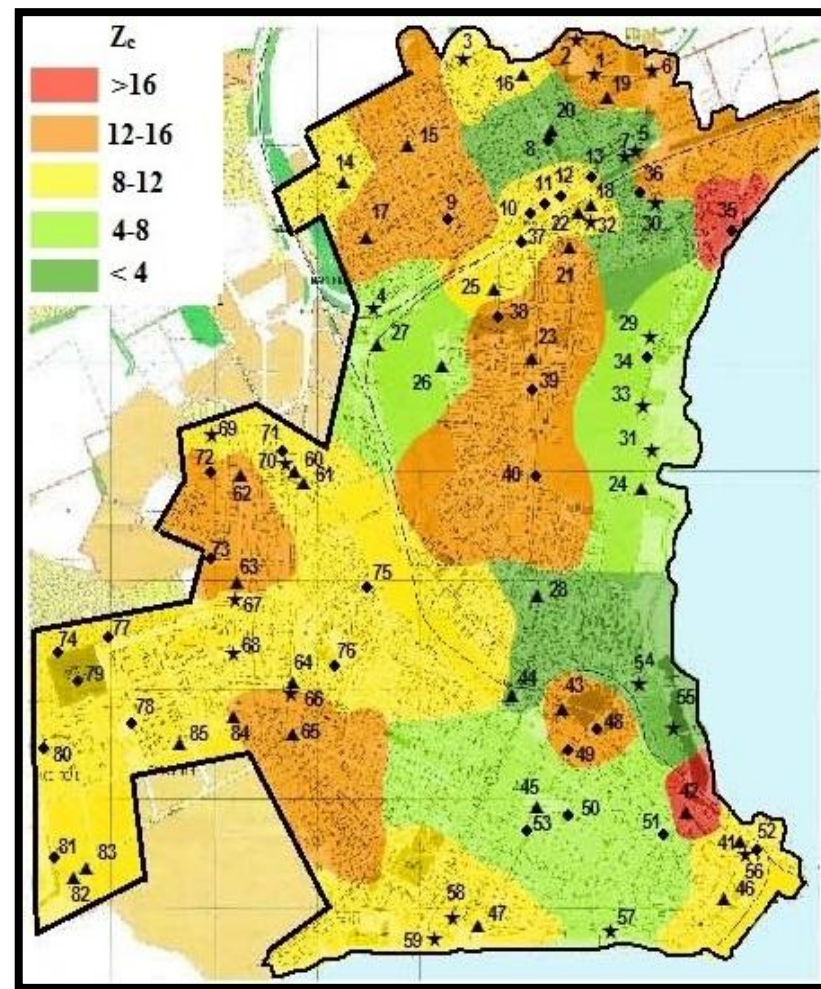
В ходе исследования на данный момент решены следующие задачи:

1. Изучен фракционный состав соединений тяжелых металлов в почвах г. Таганрога;
2. Определен коэффициент суммарного загрязнения городских почв;
3. Изучены биологические свойства почв г. Таганрога и рассчитан коэффициент интегральной биологической активности почвы;
4. Выявлены особенности поведения соединений тяжелых металлов в зависимости от значения рН, гумуса, времени и дополнительного загрязнения (в результате модельных опытов);
5. Проведено зонирование территории г. Таганрога, выделены категории землепользования;
6. Составлены карты современной экологической ситуации территории г. Таганрога по уровню загрязнения почв тяжёлыми металлами.
7. Составлена статистика изменения расположения тяжелых металлов по годам;
8. Составлена база данных по физическим, химическим и биологическим характеристикам почв г. Таганрога за 2010-2015 г. по 100 точкам отбора на территории исследуемого объекта.

Разработки кафедры техносферной безопасности и  
Исследование процессов химического превращения, миграции и  
механизмов изменений содержания соединений тяжелых металлов



2012 г



2014

Пример, полученных карт, распределения коэффициента суммарного загрязнения ( $Z_c$ )



# **Основные разделы ГОСТ Р 54906-2012 «Системы безопасности комплексные. Экологически ориентированное проектирование.**

## **Общие технические требования»**

- Факторы экологической опасности, учитываемые при проектировании КСБ.
- Источники экологической опасности в КСБ.
- Объекты экологической безопасности при проектировании КСБ.
- Субъекты экологической безопасности при проектировании КСБ.
- Экологическая защита помещений при проектировании КСБ.
- Экологическая защита территорий при проектировании КСБ.
- Экологические требования к оборудованию в составе КСБ.
- Обеспечение пожарной безопасности как составляющей КСБ.
- Защита от электромагнитных излучений как составляющая КСБ.
- Защита от радиационных (ионизирующих) излучений как составляющая КСБ.
- Экологический менеджмент КСБ.
- Требования технологической безопасности защищаемого объекта при проектировании КСБ.
- Экологическая паспортизация объекта при проектировании КСБ.
- Прогнозирование и профилактика экологической безопасности защищаемого объекта.
- Меры экологического мониторинга и тренинга персонала защищаемого объекта при проектировании КСБ.

**Схема реализации экологически ориентированного подхода при проектировании КСБ**

- Экологический аспект проектирования КСБ
  - Оценка экологической безопасности составных частей КСБ
    - Оценка пожароопасности и экологичности материалов составных частей КСБ
      - Выбор материалов составных частей КСБ
  - Оценка экологической безопасности технологии внедрения КСБ на объекте
    - Выбор технологии внедрения КСБ
- Оценка экологической безопасности объекта защиты
  - Оценка воздействия объекта на окружающую среду (воздух, водные ресурсы, почву, животный и растительный мир), в том числе химическое, биологическое, радиационное, шумовое, тепловое, электромагнитное загрязнение
    - Разработка технологических решений по составу и размещению составных частей КСБ



## Как в действительности выглядит Земля со Спутника на высокой орбите



Разработки кафедры техносферной безопасности и  
ХИМИИ



Спасибо



за



ВНИМАНИЕ