Задачи создания замкнутой системы управления «Природа-Техногеника»

Сольницев Р.И.

По мнению федеральных экспертов нормы токсичного загрязнения возрастают до 15-16 % в год. Некоторые из них трансграничные загрязнения.

Концепция предложенная и разработанная авторами создание замкнутых систем управления «Природа-Техногеника» при применении широкого класса объектов, минимизируют техногенные загрязнения.

Особенности деталей концепции представлены тремя критериями:

- Минимизация или полное уничтожение «человеческого фактора»
- контроль за концентрацией загрязнений;
- Сохранение существующей технологии производства.

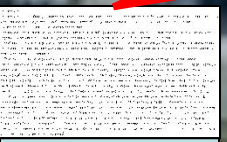
Замкнутая система управления “Природа-Техногеника”

Сенсор 1

Сенсор 2

Сенсор N

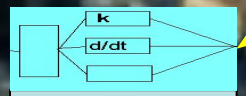
Информационно-измерительная система



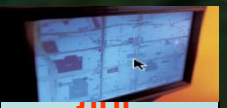
Нормативно-правовое обеспечение

Сети

Управляющее устройство



Контроллер



ЛПР Федеральной

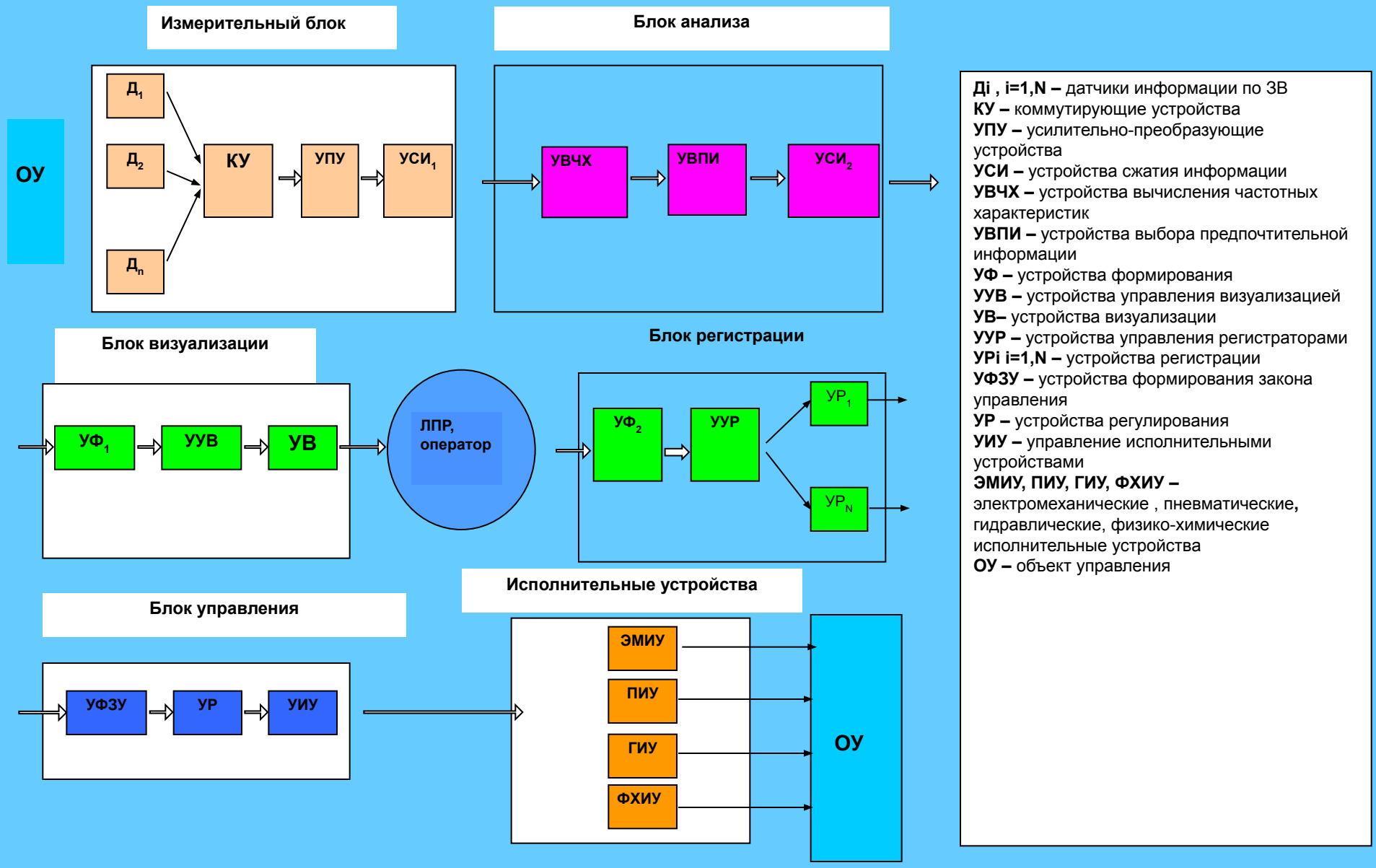
Устройства визуализации

ЛПР районный

ЛПР предприятия

Природа
(земля, вода, воздух)
ЗВ
Предприятие
Производство
Отдел охраны окружающей среды
Руководитель предприятия
Человеческий фактор
Мониторинг
Отдел управления природными ресурсами
Комитет по охране окружающей среды
Администрация города

Отходы
От переработки продукции j –го предприятия
i-е предприятие
i = 1,n
загрязнения
Природа (земля, вода, воздух)
Сырье
Отходы
службы
j-ое -Предприятие
Очистные агрегаты
Продукция
Монито-ринг (приборы измерения и обработки)
Управление ЗСУПТ (приборы управления, усиления и преобразования)
Критерии, Ограниче ния



Дi , i=1,N – датчики информации по ЗВ
КУ – коммутирующие устройства
УПУ – усилительно-преобразующие устройства
УСИ – устройства сжатия информации
УВЧХ – устройства вычисления частотных характеристик
УВПИ – устройства выбора предпочтительной информации
УФ – устройства формирования
УУВ – устройства управления визуализацией
УВ– устройства визуализации
УУР – устройства управления регистраторами
УРi i=1,N – устройства регистрации
УФЗУ – устройства формирования закона управления
УР – устройства регулирования
УИУ – управление исполнительными устройствами
ЭМИУ, ПИУ, ГИУ, ФХИУ – электромеханические , пневматические, гидравлические, физико-химические исполнительные устройства
ОУ – объект управления

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Индекс УДК

№ гос. регистрации **01200901084**

Инв. №

СОГЛАСОВАНО

Директор ЦКНИ

канд. техн. наук, доцент
должность

М.П. А.Е. Невйкин
подпись, дата, инициалы, фамилия

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

д-р техн.наук, профессор
уч. степень, звание

М.П. В.Л. Хименко
подпись, дата, инициалы, фамилия

ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

РАЗРАБОТКА ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ «ПРИРОДА-ТЕХНОГЕНИКА»

(промежуточный, 1 этап)

номер темы

Заведующий кафедрой № 16

д-р техн.наук, профессор — должность, уч. степень, звание
подпись, дата
В.А. Фетисов — инициалы, фамилия

Руководитель темы

д-р техн.наук, профессор — должность, уч. степень, звание
подпись, дата
Р.И. Сольницев — инициалы, фамилия

Санкт-Петербург
2008

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2351975

СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ АТМОСФЕРУ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ПОСРЕДСТВОМ ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Патентообладатель(ли): ***Сольницев Ремир Иосифович (RU), Коршунов Геннадий Иванович (RU), Грудинина Зоя Александровна (RU)***

Автор(ы): ***см. на обороте***

Заявка № **2006124948**
Приоритет изобретения **11 июля 2006 г.**
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации ***10 апреля 2009 г.***
Срок действия патента истекает **11 июля 2026 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

Математические модели ЗСУПТ.

$L\{Y(X, \Lambda, t)\} = E(X, t), X \in D, \quad t \in 0,T$
$B\{Y(X, \Lambda, t)\} = G(X, t), X \in D, \quad t \in 0,T$ (1)
$I\{Y(X, t)\} = Y0(X, t), X \in D, t=0$

где:

L-оператор объекта управления

B-оператор краевых условий,

I-оператор начальных условий

Y-выход источника ЗВ, распределённый по параметрам X,

E-вход, распределённый по параметрам X,

Λ-сосредоточенные параметры,

X- пространственные параметры-координаты в земной системе координат.

Если входное воздействие E(X,t) не находится в нашем распоряжении, то движение этой системы не будет управляемым и возможно лишь пассивное наблюдение за происходящими процессами. В частности, путём математического моделирования на ЭВМ можно получить функцию Y(X, Λ, t). С другой стороны, если входное воздействие включает управление U(Y, X, t), то можно воздействовать на объект управления для достижения основной цели – минимизации ЗВ, поступающих в окружающую природную среду.

С учётом этого обстоятельства система (1) примет вид:

$L\{Y(X, \Lambda, t)\} = E(X, t) + U(Y, X, t), X \in D, \quad t \in 0,T$
$B\{Y(X, \Lambda, t)\} = G(X, t), X \in D, \quad t \in 0,T$ (2)
$I\{Y(X, t)\} = Y_0(X, t), X \in D, t=0$

Математическая модель объекта управления «вход-выход»

$$\frac{dc}{dt}+V_\xi\frac{dc}{d\xi}+V_\eta\frac{dc}{d\eta}+V_\zeta\frac{dc}{d\zeta}=\frac{d}{d\xi}K_\xi\frac{dc}{d\xi}+\frac{d}{d\eta}K_\eta\frac{dc}{d\eta}+\frac{d}{d\zeta}K_\zeta\frac{dc}{d\zeta}+K_1*Q+K_2*C \qquad (3)$$

$$\frac{C(L,p)}{C(\xi_0,p)}=e^{-\tau^*p}*e^{-\frac{K_2(L-\xi_0)}{V_\xi}} \qquad (4)$$

$$\frac{C(L,p)}{Q(\xi_0,p)}=\frac{K_1}{V_\xi}*(1-e^{-\frac{(p+K_2)(L-\xi_0)}{V_\xi}}) \qquad (5)$$

$$\frac{Q_j^*(L_{ij},p)}{C_j(\xi_j\eta_j\zeta_j,p)}=\frac{K_1}{V_{ij}}(1-e^{-\frac{(p+K_2)}{V_{ij}}}) \qquad (6)$$

где

$$V_{ij}=V\cdot\cos(\vec{V},\vec{L}_{ij})=V(m_1\cdot m_2+l_1\cdot l_2+n_1\cdot n_2)$$

Задачи построения математических моделей:

- Математические модели газовоздушной смеси (аналогично по воде и почве);
- Математические модели газовоздушной смеси, как объекта управления;
- Математические модели многомерного объекта управления с перекрестными связями (промзона, район).

Синтез управлений ЗСУПТ

$$\frac{dY}{dt} = AY + BU + X,\ U = U_o + U_x \qquad (7)$$

$$I_1 = \min \{\frac{1}{2} \int_0^{\xi} (Y^T PX + U_x R_x U_x)\, dt\} \qquad (8)$$

$$I_0 = \min \{\frac{1}{2} \int_0^{\xi} (Y^T QY + U_0^T R_0 U_0) dt\} \qquad (9)$$

R_x - положительно определённая диагональная матрица весовых коэффициентов

$U_x(x, t)$ – управление по возмущению

$\overset{*}{K} = -KA - A^T K + KBR_0^{-1} B^T K - Q$ - Уравнение Риккатти

Матрицы Q и R_0 определяются частотными методами.

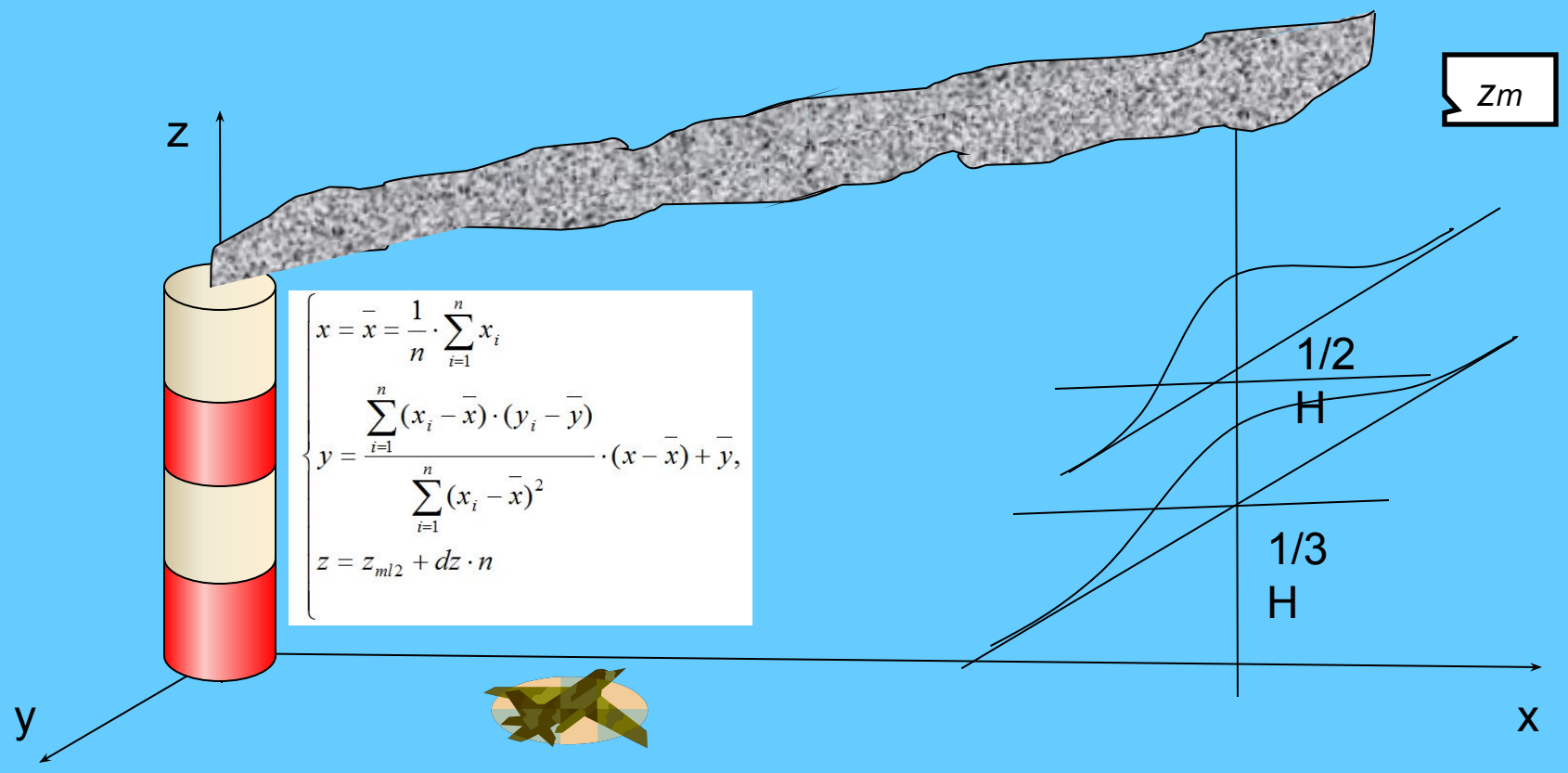
$$U_0 = -R_0^{-1} B^T KY \qquad (10)$$

$$U_x = R_x^{-1} B^T \int_{t0}^{\xi} e^{D^{T(\tau - t)}} PX d\tau \qquad (11)$$

Задачи синтеза управлений:

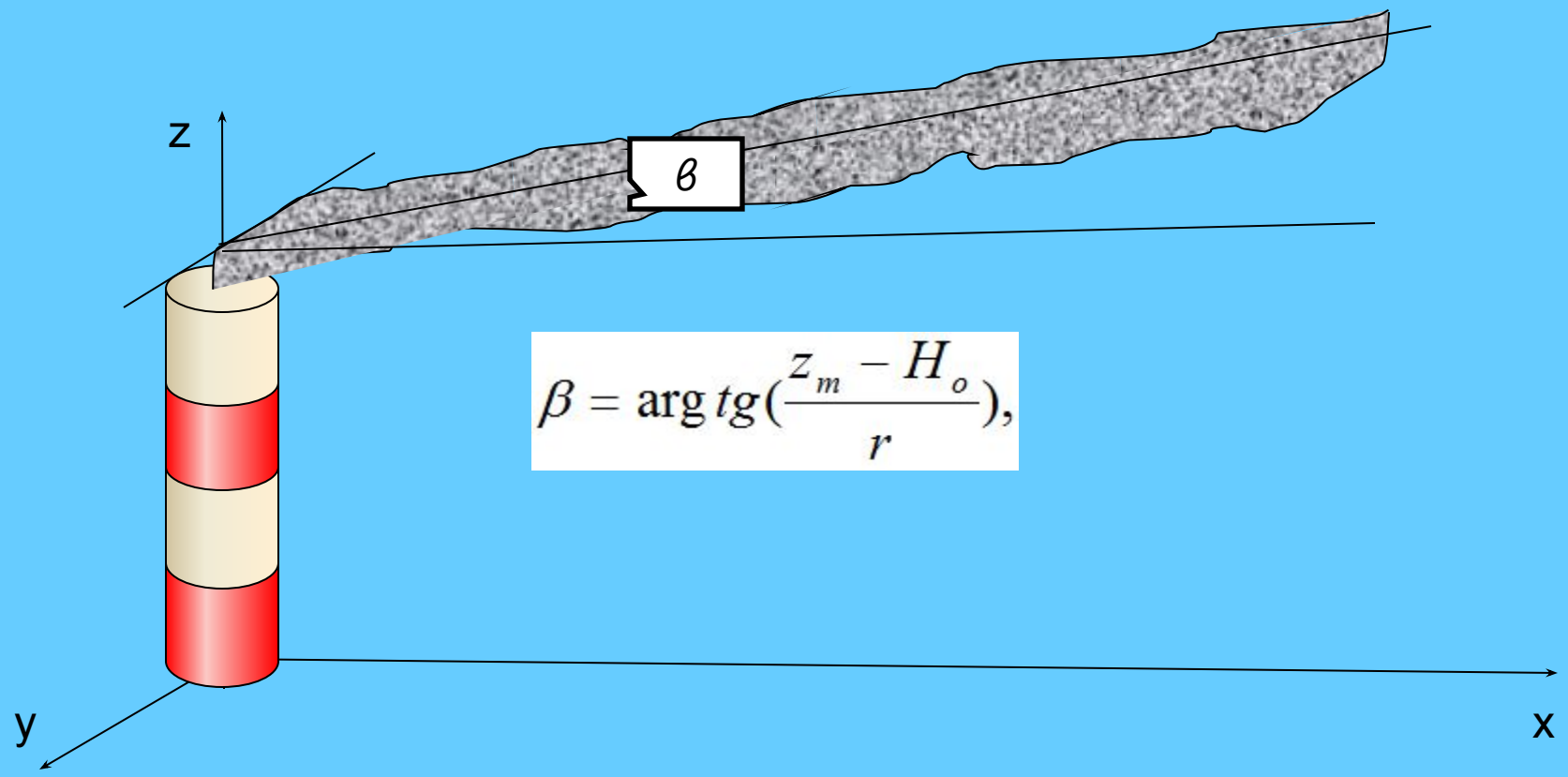
- Синтез управлений в предположении, что датчики ЗВ находятся в экстремальной точке;
- Синтез управлений беспилотным летательным аппаратом при поиске экстремума.

Определение характеристик факела.



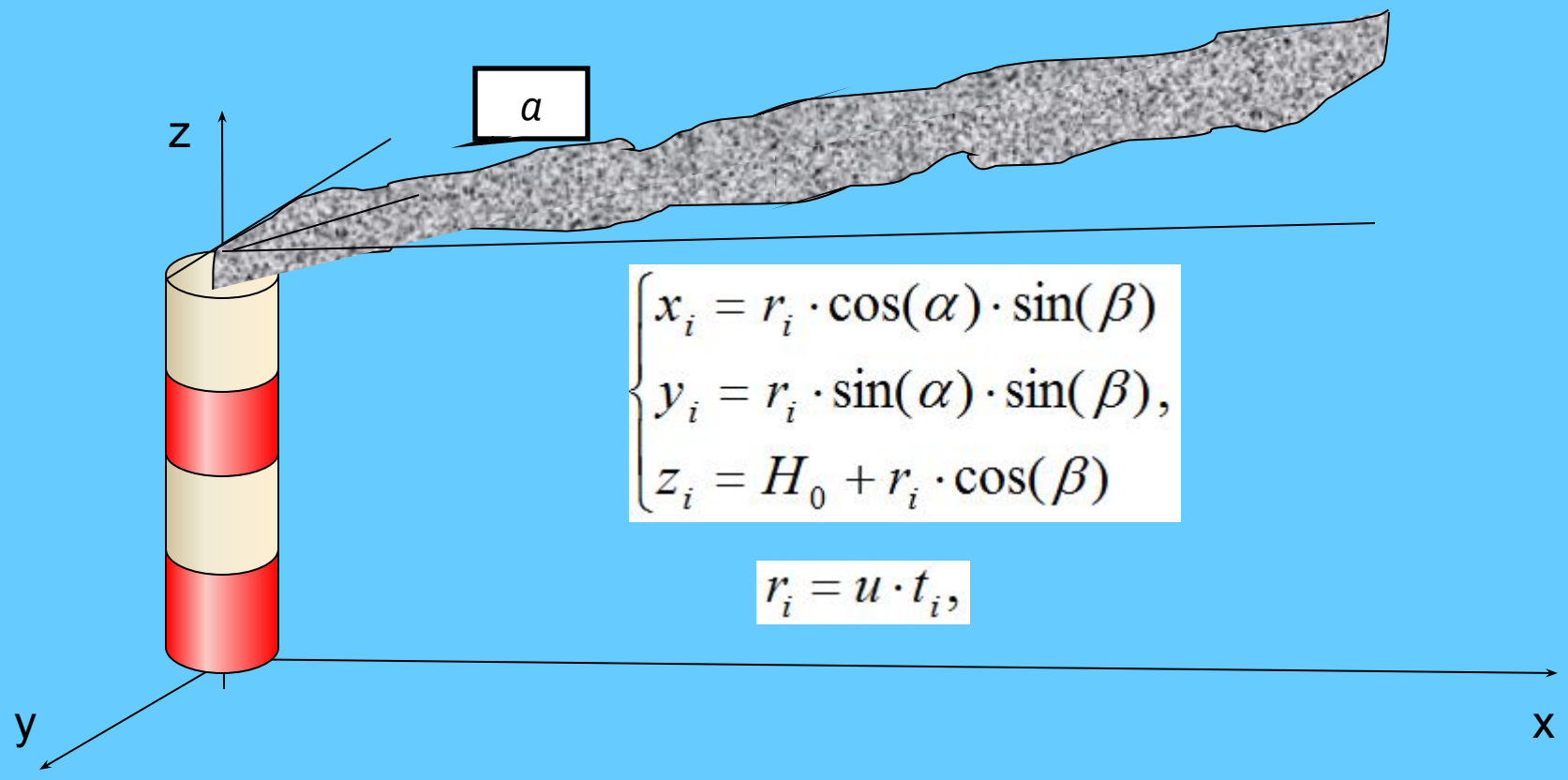
$$\begin{cases} x = \bar{x} = \dfrac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i \\ y = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2} \cdot (x - \bar{x}) + \bar{y}, \\ z = z_{ml2} + dz \cdot n \end{cases}$$

Расчет угла подъема факела



$$\beta = \arg tg(\frac{z_m - H_o}{r}),$$

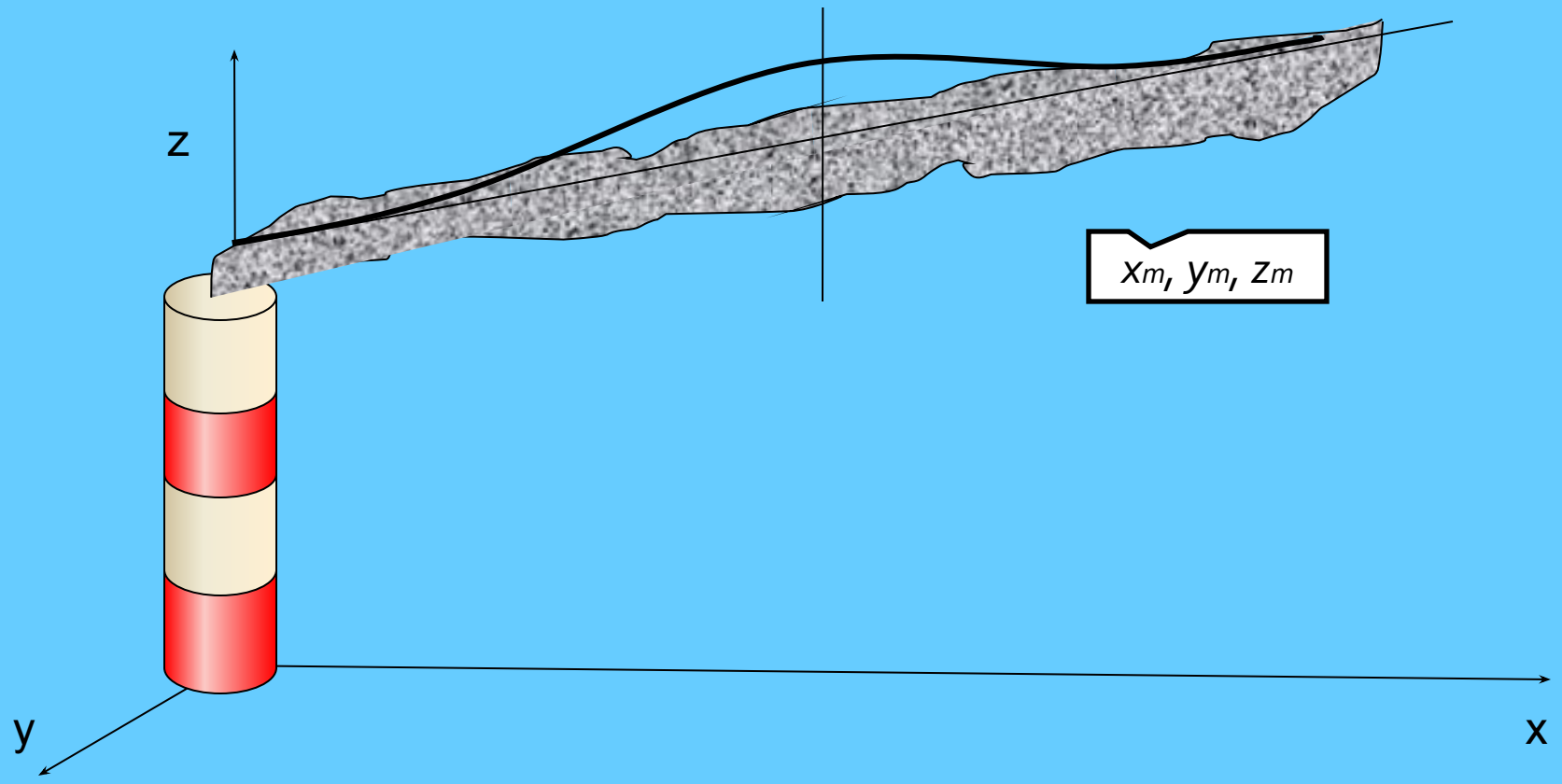
Расчет координат перемещения ЗВ в факеле



$$\begin{cases} x_i = r_i \cdot \cos(\alpha) \cdot \sin(\beta) \\ y_i = r_i \cdot \sin(\alpha) \cdot \sin(\beta), \\ z_i = H_0 + r_i \cdot \cos(\beta) \end{cases}$$

$$r_i = u \cdot t_i,$$

Поиск максимума концентрации ЗВ в факеле



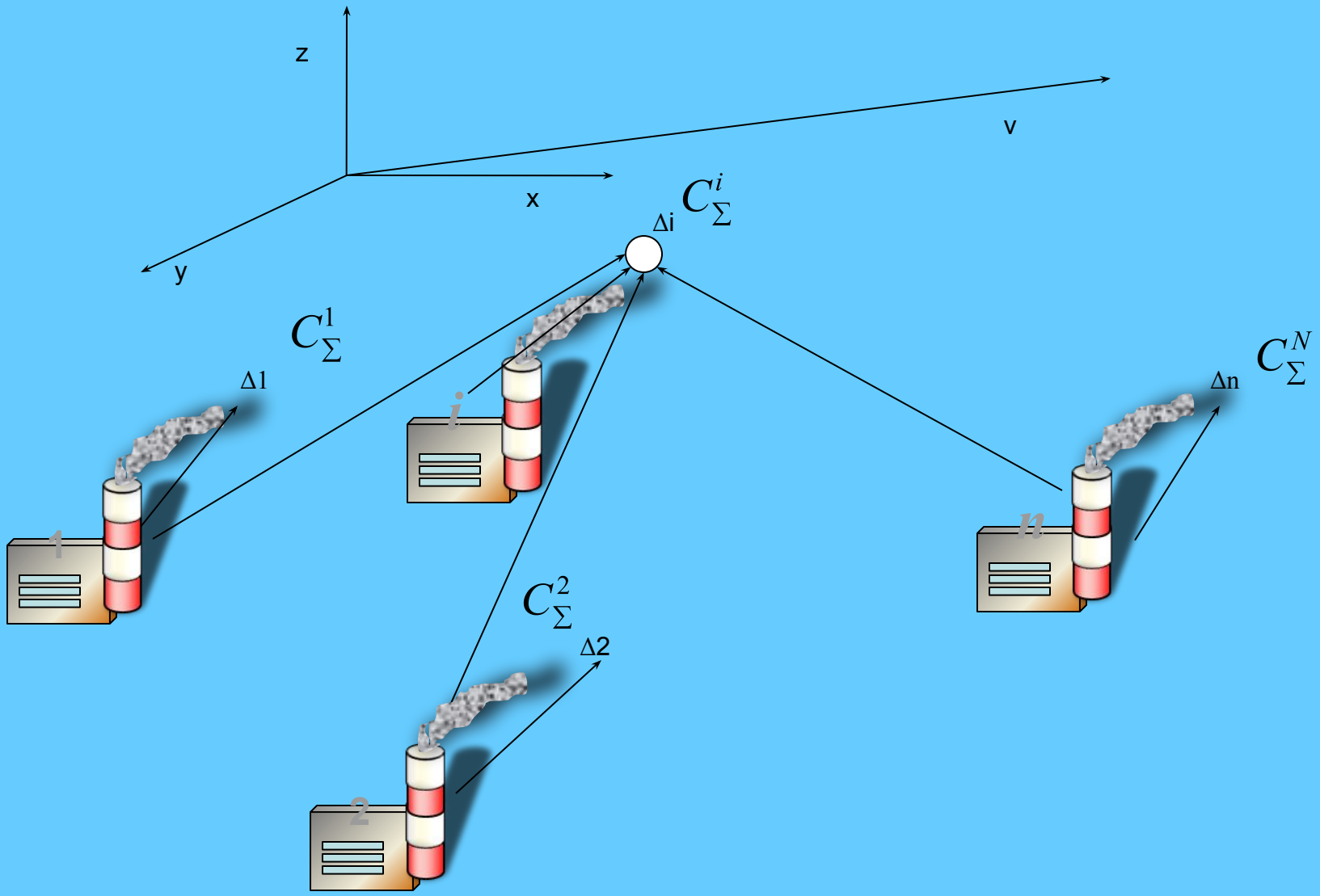
Многомерная система управления

Δ1, Δ2, …, Δi,…, Δn – датчики

1, 2,…, i ,…, n – предприятия – источники загрязнения

x, y, z – опорная система координат

V – вектор скорости ветра



$$C_{\Sigma}^{1} = C^{1} + C_{вн}^{1} + C_{тр}^{1}$$

$$C_{\Sigma}^{2} = C^{2} + C_{вн}^{2} + C_{тр}^{2}$$

.....

$$C_{\Sigma}^{i} = C^{i} + C_{вн}^{i} + C_{тр}^{i}$$

.....

$$C_{\Sigma}^{N} = C^{N} + C_{вн}^{N} + C_{тр}^{N}$$

Задачи моделирования ЗСУПТ:

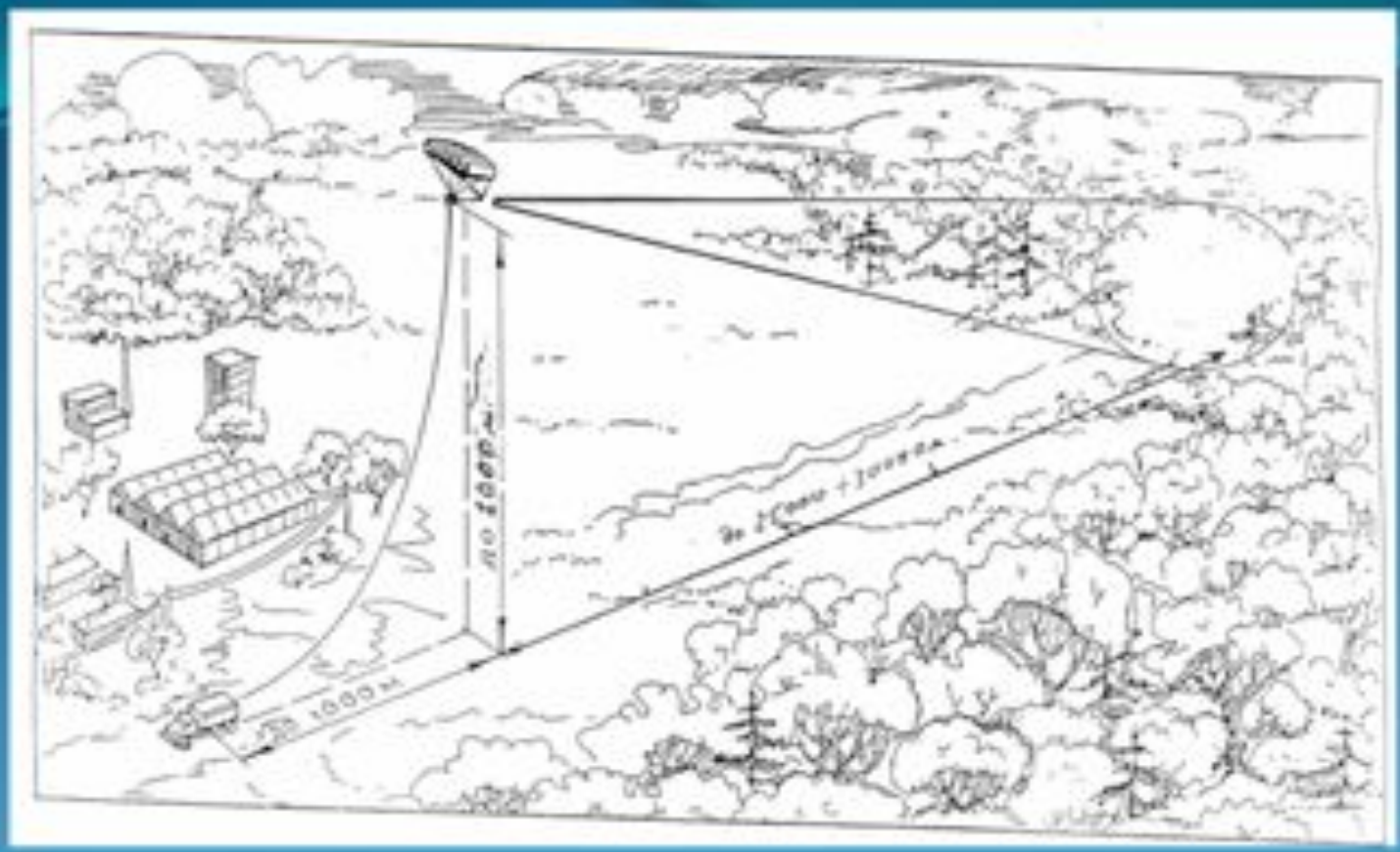
- Моделирование в линейном плане;
- Моделирование с учетом вероятностных характеристик;
- Моделирование распределенной системы управления;
- Полунатурное моделирование.

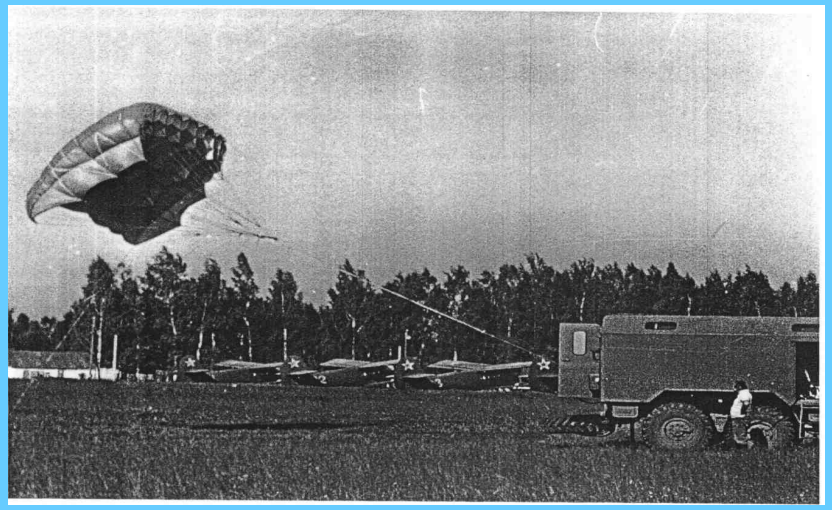
Задачи разработки САПР ЗСУПТ:

- Построение моделей;
- Анализ;
- Моделирование;
- Расчет;
- Конструкторское проектирование;
- Обработка результатов испытаний.

Элементы ЗСУПТ

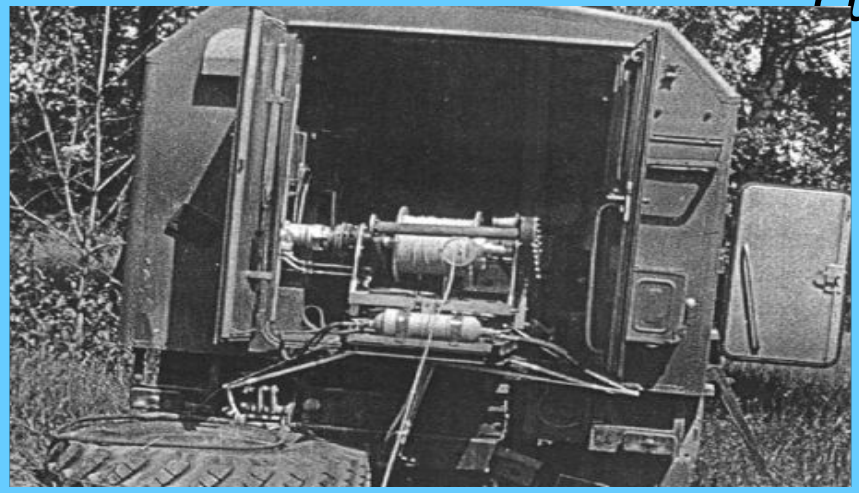
БПЛА с датчиками ЗВ





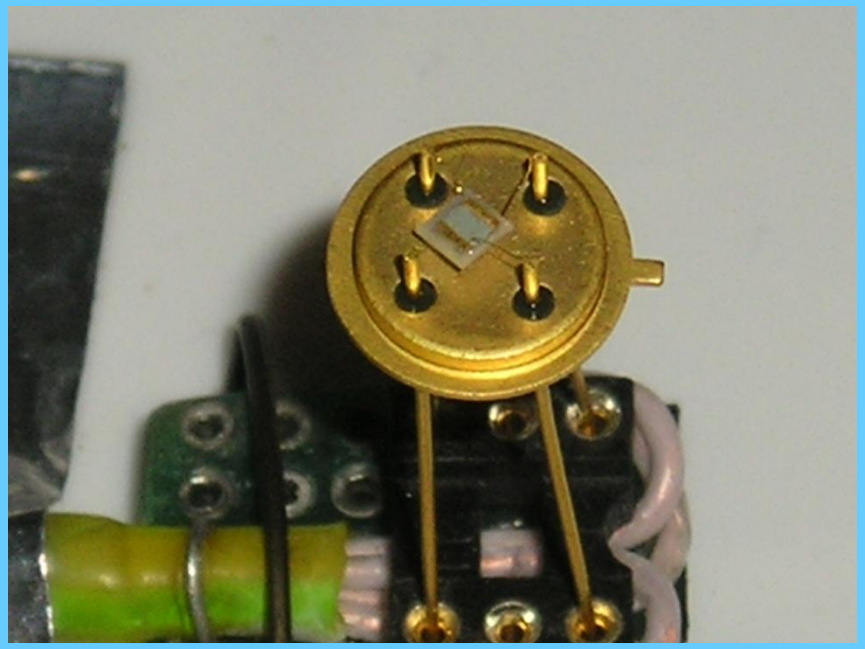
Запуск воздушного змея

система подвеса

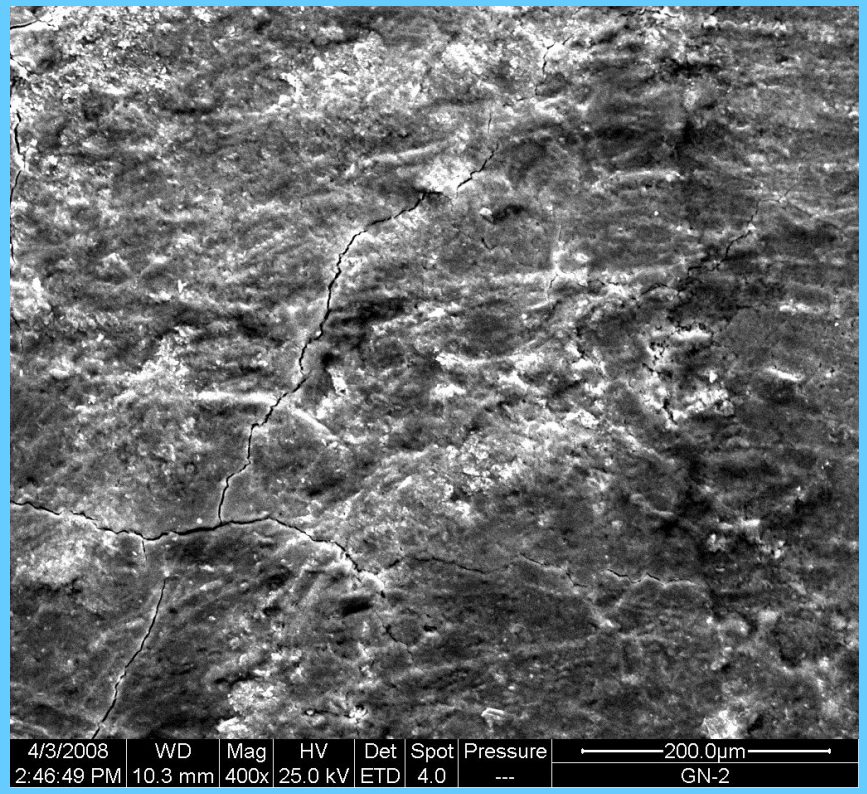


Элементы ЗСУПТ

Сенсоры для измерения SO2, NOx, NH4 и других низкомолекулярных загрязнений, основанные на нано-полупроводниковых компонентах:
- диапазон от 0,5 до 100 ограничение концентрации (ОК);
- чувствительность – меньше чем 0,1 ОК;
- время измерения– не более 5 с.



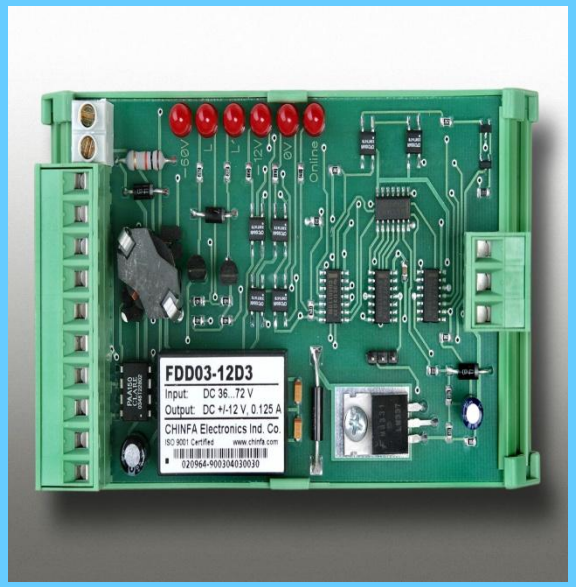
Поверхность толстопленочного материала, используемых в сенсорах, на основе нанотехнологий.



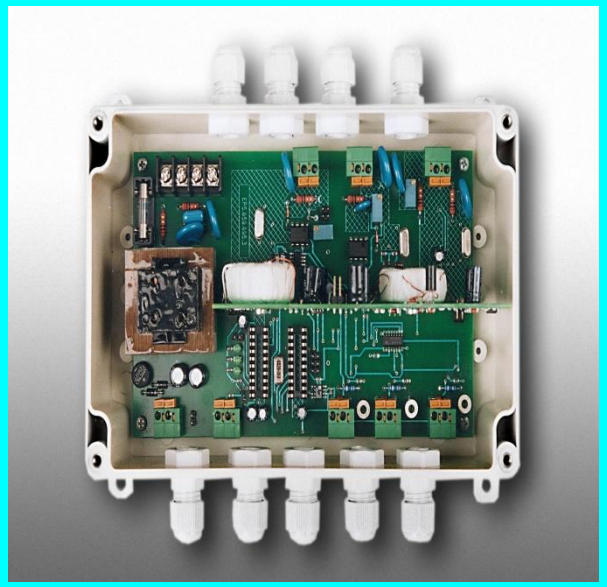
Элементы ЗСУПТ

Информационно измерительные системы. Производство компании «Пантес»

Измерительное устройство с радио каналом.



Многоканальное измерительное устройство

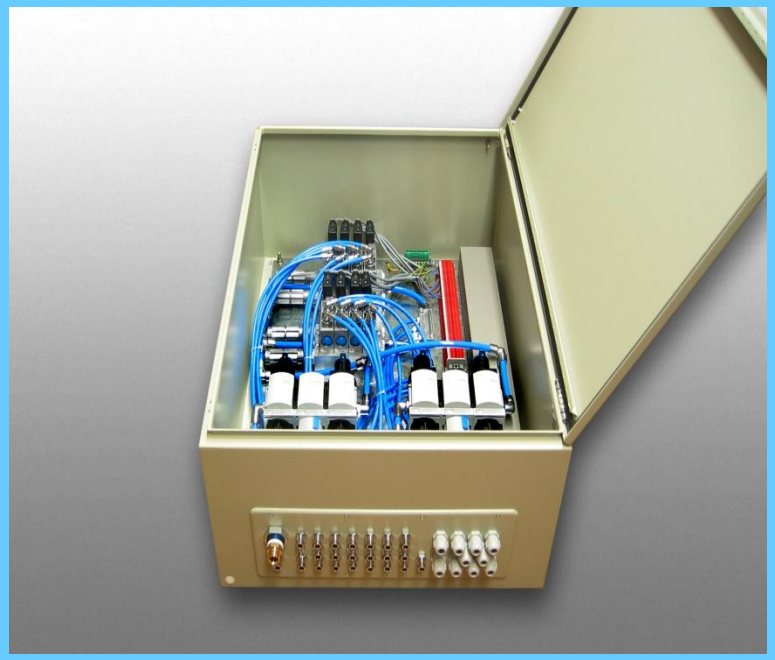


Преобразователь первичных сигналов

Элементы ЗСУПТ

Устройства управления.
Производство компании «Пантес»

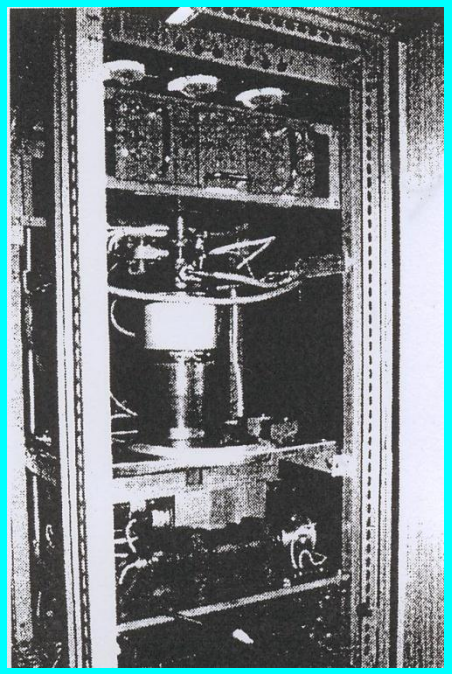
УУ с каналом телеметрии



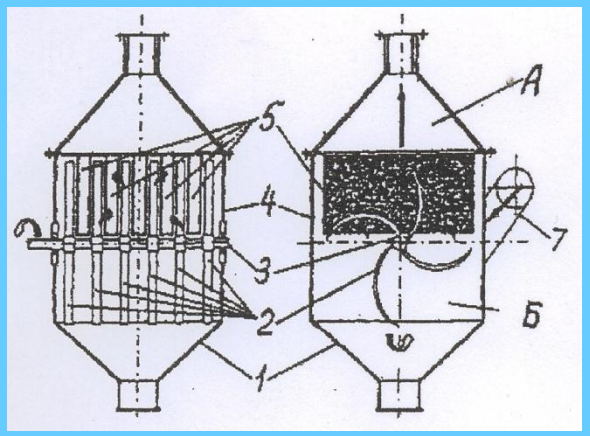
УУ с пневматическими устройствами

Элементы ЗСУПТ

Пылегазоуловители (ПГУ)



Коммутатор ПГУ на основе ЭЛВ 4/40
Для усилителя на плазменно-пучковом СВЧ-приборе



Воздушный саморегулируемый ПГУ

1. Бункер
2. Крыльчатки
3. Вал
4. Корпус
5. Фильтрующие элементы
7. Подводящий коллектор

А/ Камера очищенного/
Б загрязнённого воздуха

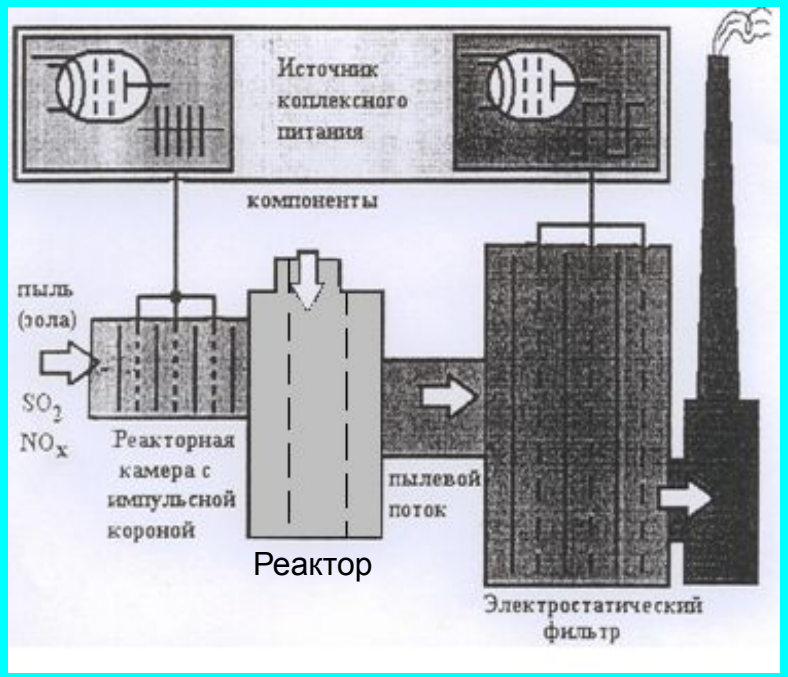


Схема ПГУ для комплексной очистки от газообразных и твёрдых выбросов ТЭС

Элементы ЗСУПТ

Агрегат компенсации диоксида серы

Сорбенты, имеющие в своей основе Fe-Mn конкреции (ЖМК).

Время жизни 2-3 года

Регенерация – 300*С

Удельная поверхность железомарганцевых конкреций и сорбента «Аквамандикс»

Сорбент	Масса навески г	Исходная концентрация (экв/л)	Равновесная концентрация (экв/л)	Удельная поверхность (м2/г)
ЖМК	5	0,01	2,341·10-3	43,809
Аквамандикс	5	0,002	1,665·10-3	1,915

Задачи ОКРа:

- Разработка аппаратно-программного комплекса (АПК);
- Отладка и испытания АПК;
- Разработка датчиков, очистных агрегатов, контроллеров и другой аппаратуры.

Оценка экономического эффекта

Оценка ущерба - $M_i = (ФВВ_i - ВДВ_i)*T*0{,}0864$ т/год, (12)

где:

$ФВВ_i$ - фактическая величина выброса i-го ЗВ, установленная на момент проведения замера;

$ВДВ_i$ - величина допустимого выброса по нормативам;

T – продолжительность выброса ЗВ с превышением $ВДВ_i$;

0,0864 – коэффициенты пересчёта размерностей.

Размер вреда и убытков причинённых выбросом i-го ЗВ предприятием источником определяется по формуле:

$$Y_i = K_{ин} * H_i * M_i + З_0, \quad (13)$$

где:

$K_{ин}$ - коэффициенты индексации за счёт инфляции;

H_i - такса установленная по существующим нормам;

$З_0$ - затраты на определение вреда от ЗВ включая мониторинг и лабораторный анализ.

В соответствии с уравнениями (12,13) для ТЭЦ, выбрасывающей 20т.тонн/год, в пересчёте на SO_2, находим:

Y_i = 4 млд. руб./год, при таксе 176000 руб./тонна.

Оценки на создание и внедрение ЗСУПТ для такой ТЭЦ по нескольким составляющим ЗВ, в соответствии с предварительной калькуляцией, составляют:

$З_{тэц} \cong$ 60 млн. руб./год * 2 года $\cong$ 120млн.руб

Первоочередные задачи инвестиционной поддержки проекта:

- Инвестиции на разработку и согласование технического задания на ОКР;
- Инвестиции на пилотный проект.