

Задачи создания замкнутой системы управления «Природа-Техногеника»

Сольницев Р.И.

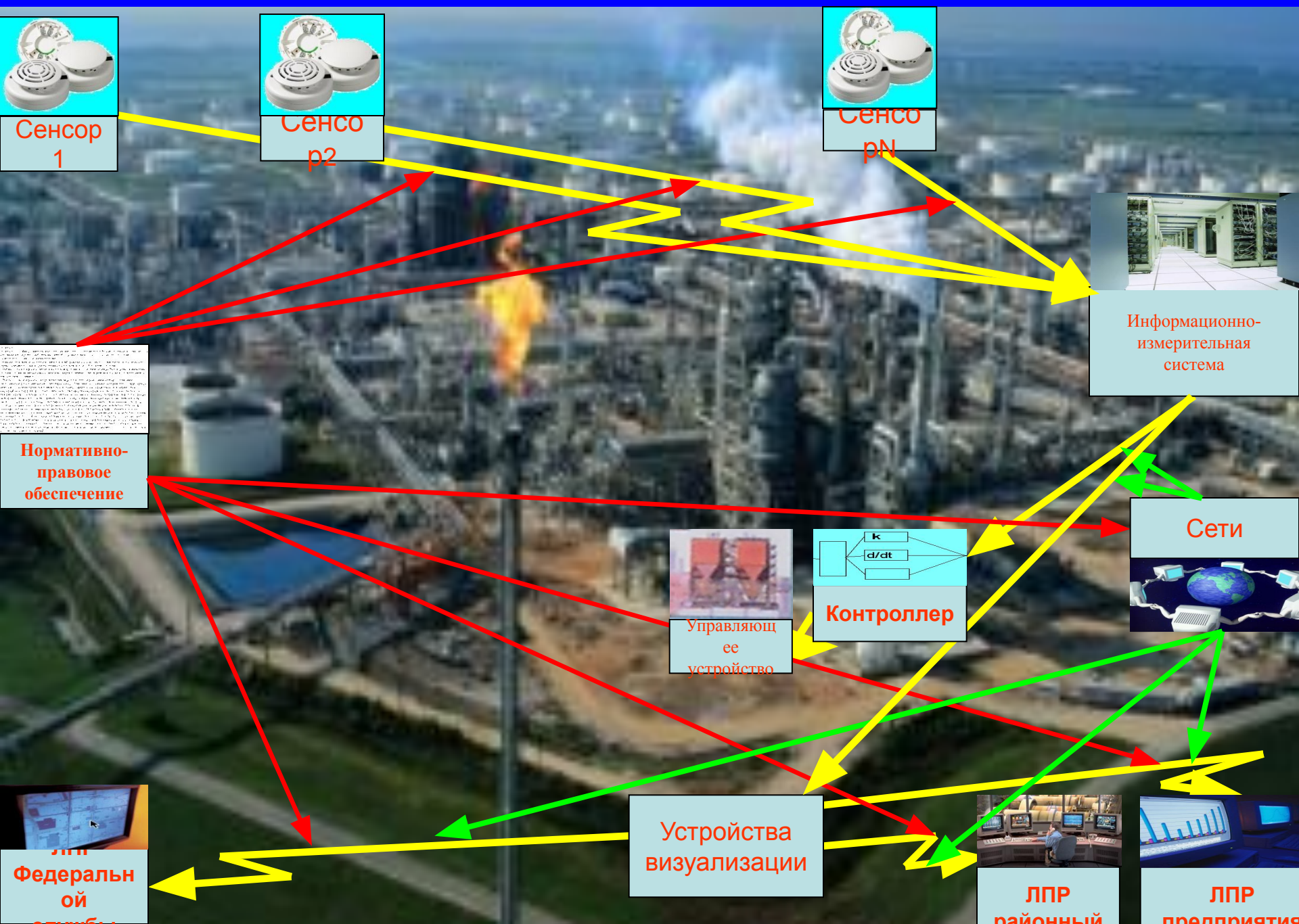
По мнению федеральных экспертов нормы токсичного загрязнения возрастают до 15-16 % в год. Некоторые из них трансграничные загрязнения.

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.

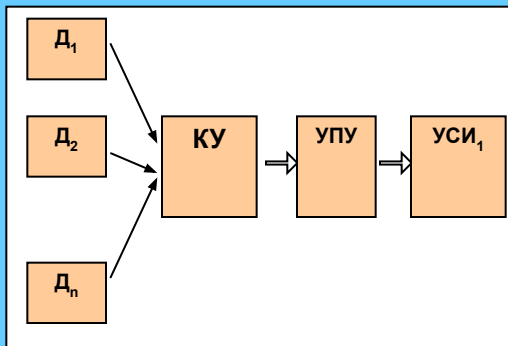
Замкнутая система управления "Природа-Техногеника"



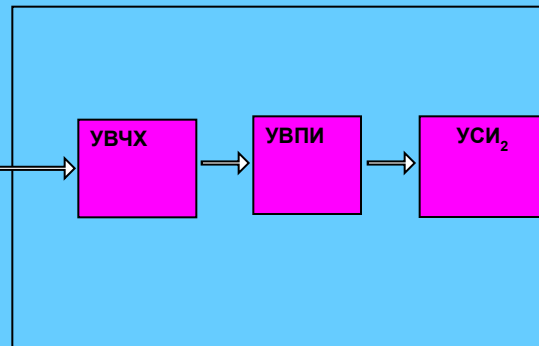




Измерительный блок



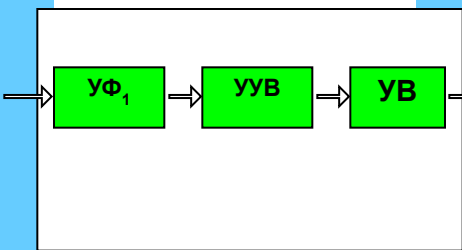
Блок анализа



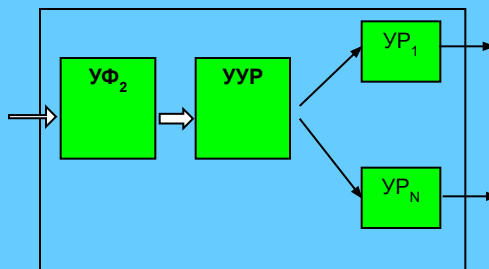
$D_i, i=1, N$ – датчики информации по ЗВ
КУ – коммутирующие устройства
УПУ – усилительно-преобразующие устройства
УСИ – устройства сжатия информации
УВЧХ – устройства вычисления частотных характеристик
УВПИ – устройства выбора предпочтительной информации
УФ – устройства формирования
УУВ – устройства управления визуализацией
УВ – устройства визуализации
УУР – устройства управления регистраторами
УР_i $i=1, N$ – 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

ОУ

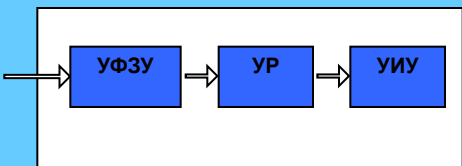
Блок визуализации



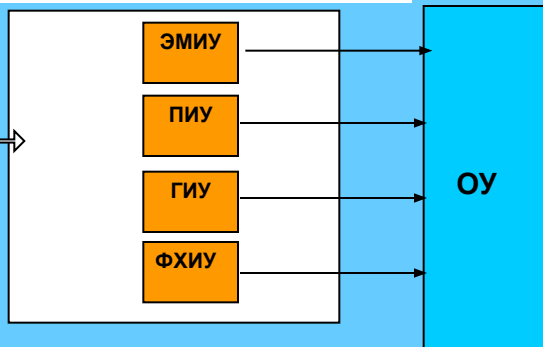
Блок регистрации



Блок управления



Исполнительные устройства



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

кажд. тех. наук, доцент

М.П. Инновационно-технологический центр
«ИТЦ»
Санкт-Петербург 2008
Ф.И.О. Невский

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

Д-р техн. наук, профессор
уч. степень, звание
В.И.Хименко
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), Грудина 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



подпись

Б.П. Симонов

Математические модели ЗСУПТ.

$$\begin{aligned}L\{Y(X, \Lambda, t)\} &= E(X, t), X \in D, t \in 0, T \\ B\{Y(X, \Lambda, t)\} &= G(X, t), X \in D, t \in 0, T \\ I\{Y(X, t)\} &= Y_0(X, t), X \in D, t=0\end{aligned}\quad (1)$$

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 $Y(X, \Lambda, t)$. 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:

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

Математическая модель объекта управления «ВХОД-ВЫХОД»

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

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

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

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

где

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

Задачи построения математических моделей:

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

Синтез управлений ЗСУПТ

$$\frac{dY}{dt} = AY + BU + X, U = U_0 + U_x \quad (7)$$

$$I_1 = \min \left\{ \frac{1}{2} \int_0^{\xi} (Y^T P X + U_x^T R_x U_x) dt \right\} \quad (8)$$

$$I_0 = \min \left\{ \frac{1}{2} \int_0^{\xi} (Y^T Q Y + U_0^T R_0 U_0) dt \right\} \quad (9)$$

R_x - положительно определённая диагональная матрица весовых коэффициентов

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

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

Матрицы Q и R_0 определяются частотными методами.

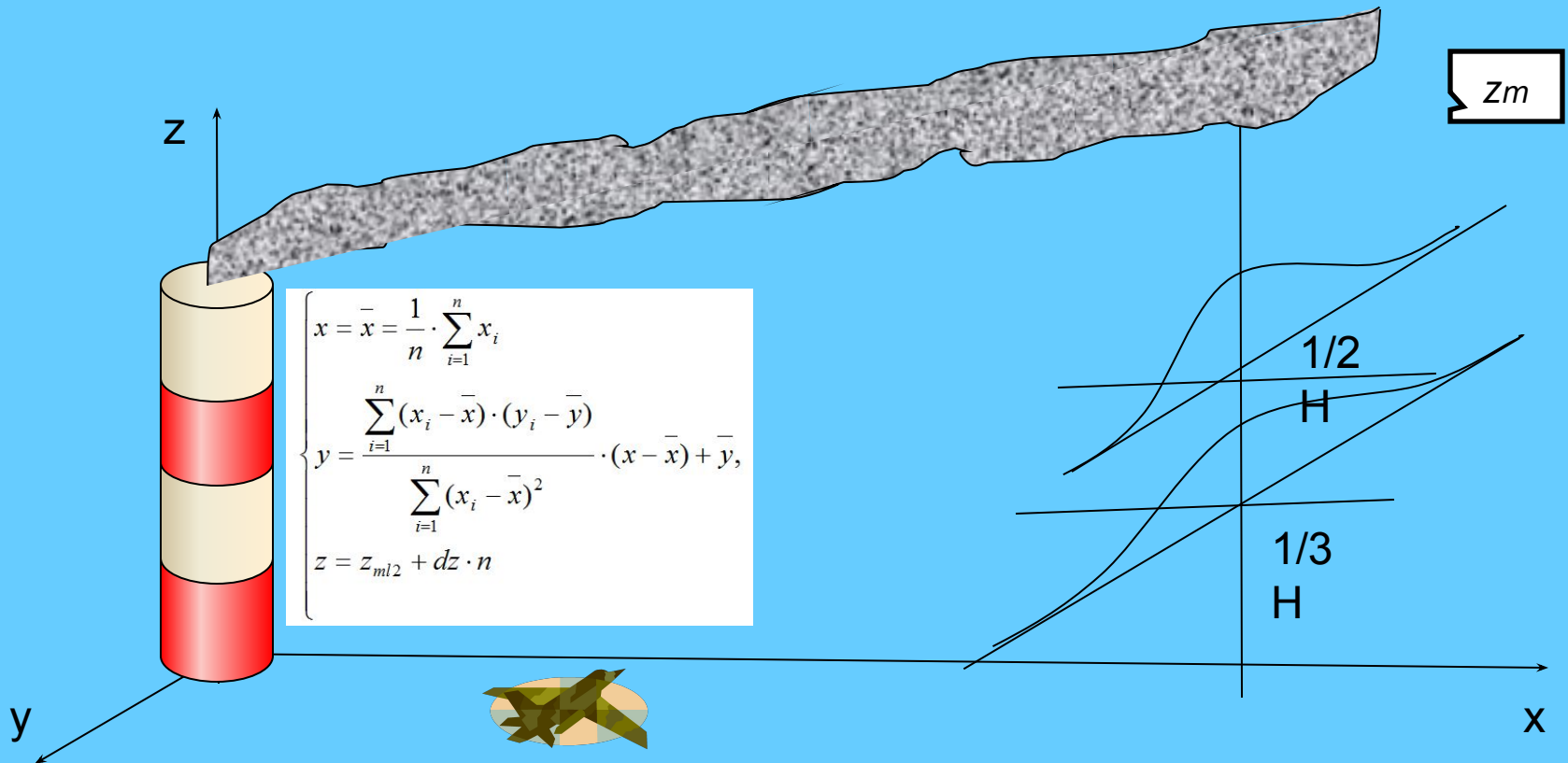
$$U_0 = -R_0^{-1} B^T K Y \quad (10)$$

$$U_x = R_x^{-1} B^T \int_{t_0}^{\xi} e^{D^T(\tau-t)} P X d\tau \quad (11)$$

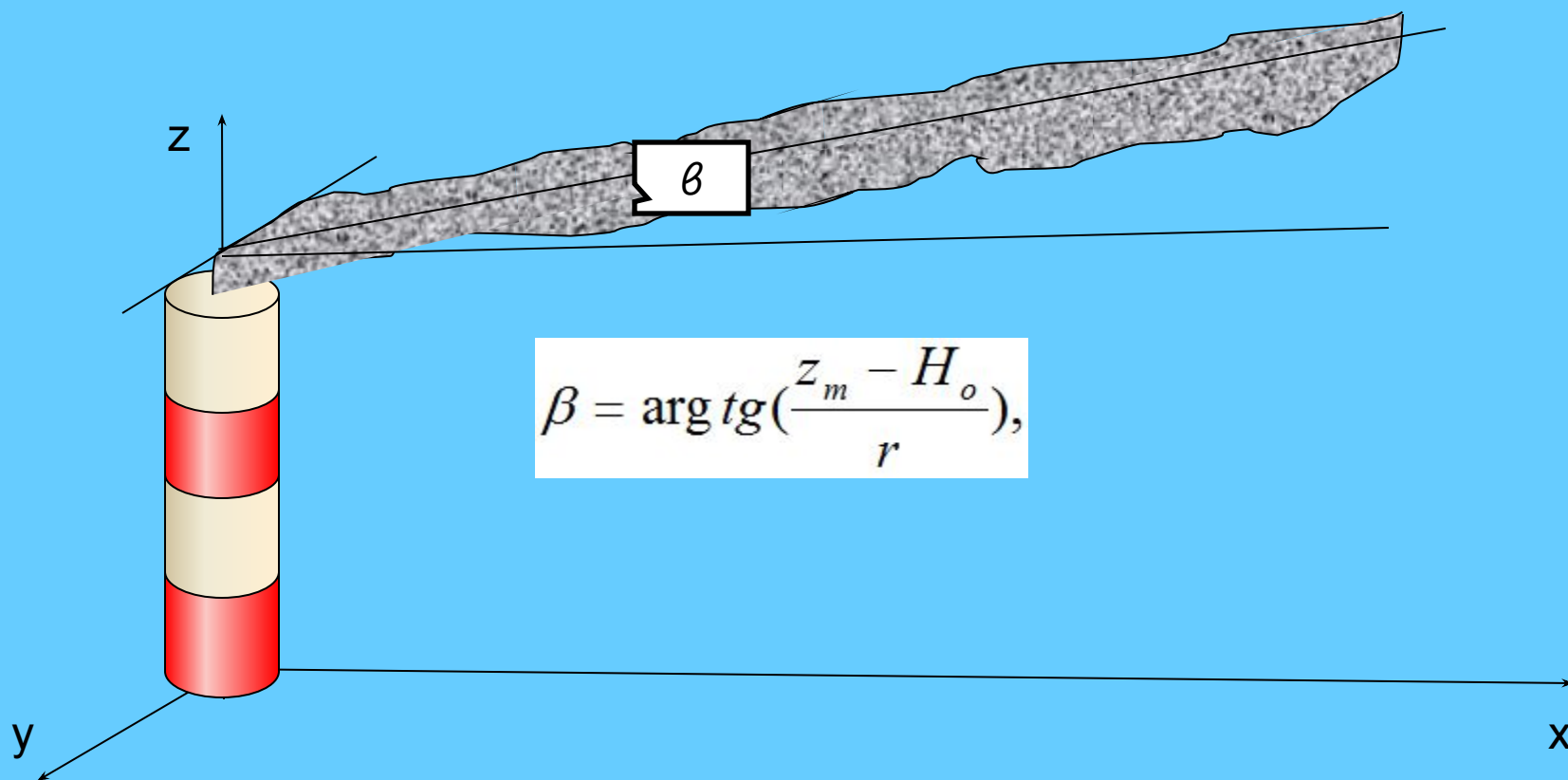
Задачи синтеза управлений:

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

Определение характеристик факела.

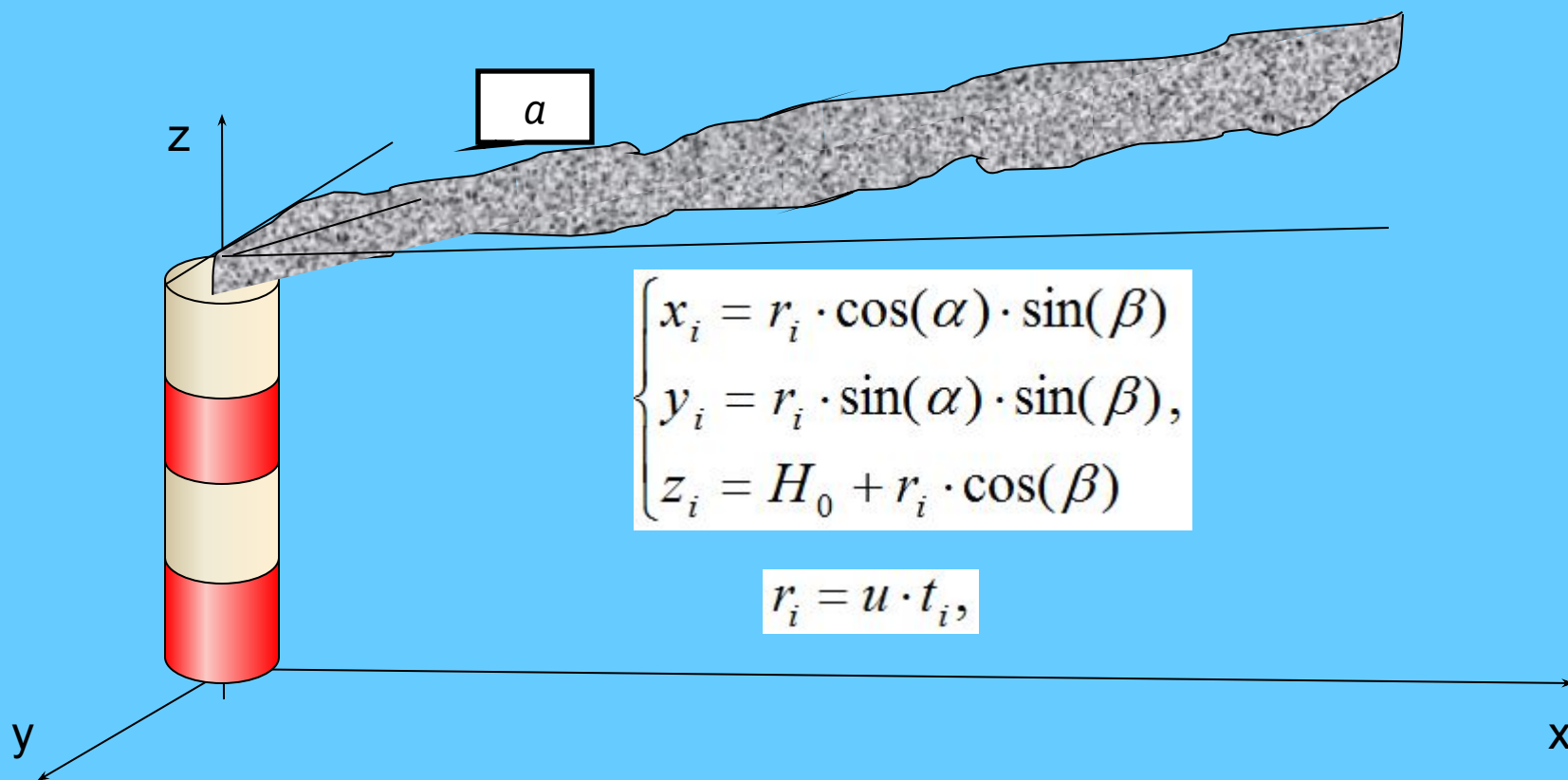


Расчет угла подъема факела

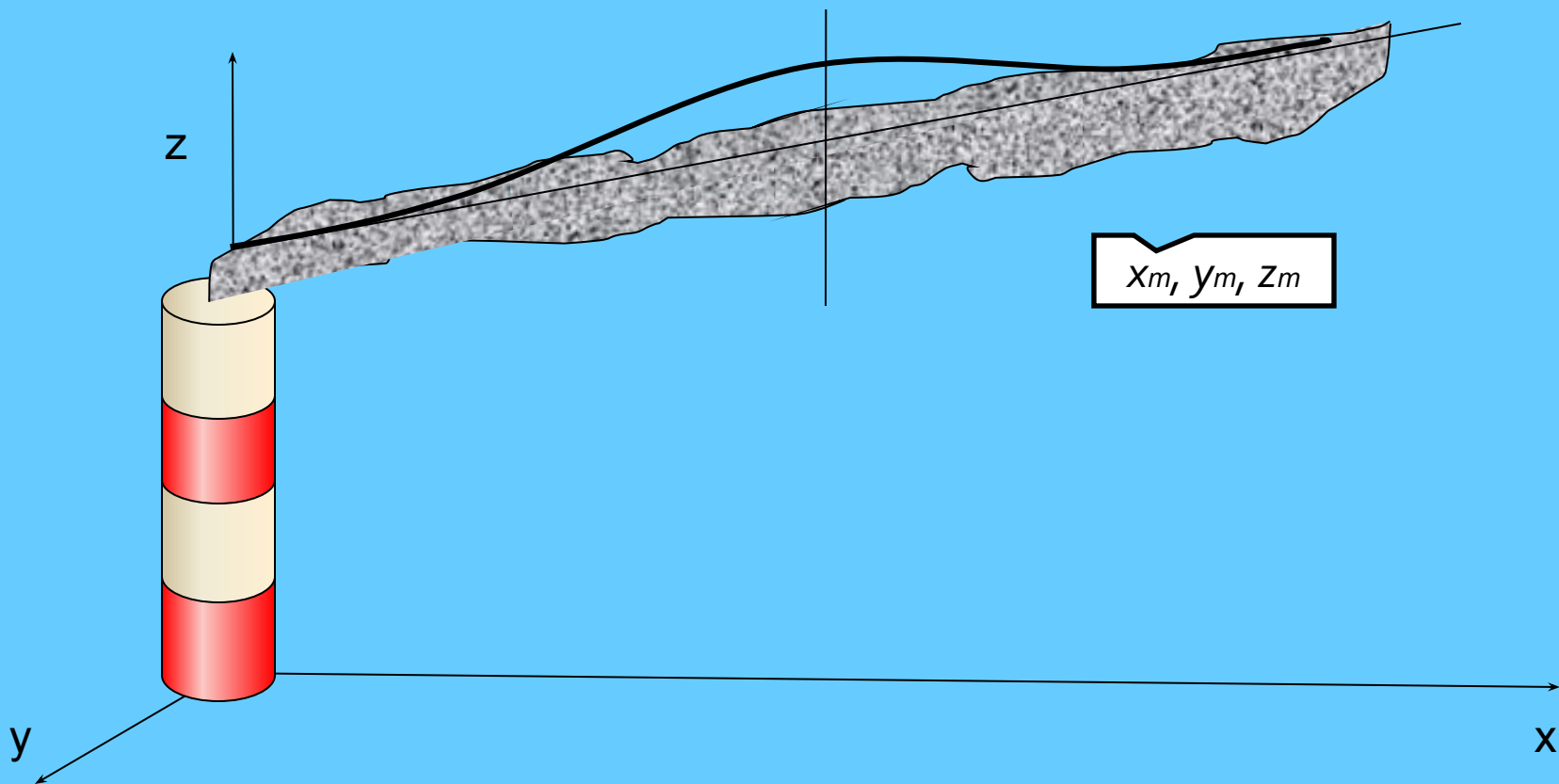


$$\beta = \arg \operatorname{tg}\left(\frac{z_m - H_o}{r}\right),$$

Расчет координат перемещения ЗВ в факеле



Поиск максимума концентрации ЗВ в факеле



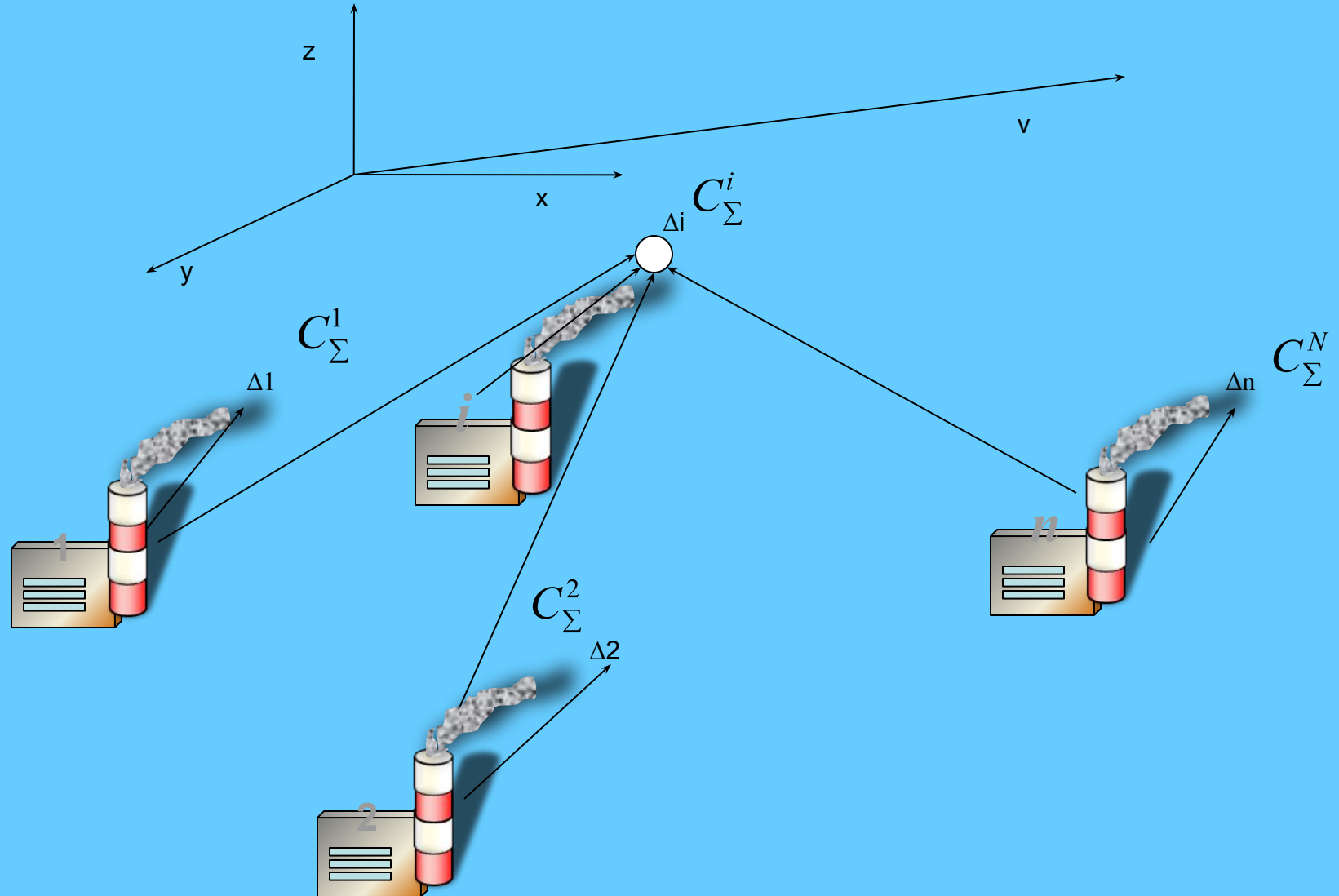
Многомерная система управления

$\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_i, \dots, \Delta_n$ – датчики

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

x, y, z – опорная система координат

\mathbf{v} – вектор скорости ветра



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

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

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

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

Задачи моделирования ЗСУПТ:

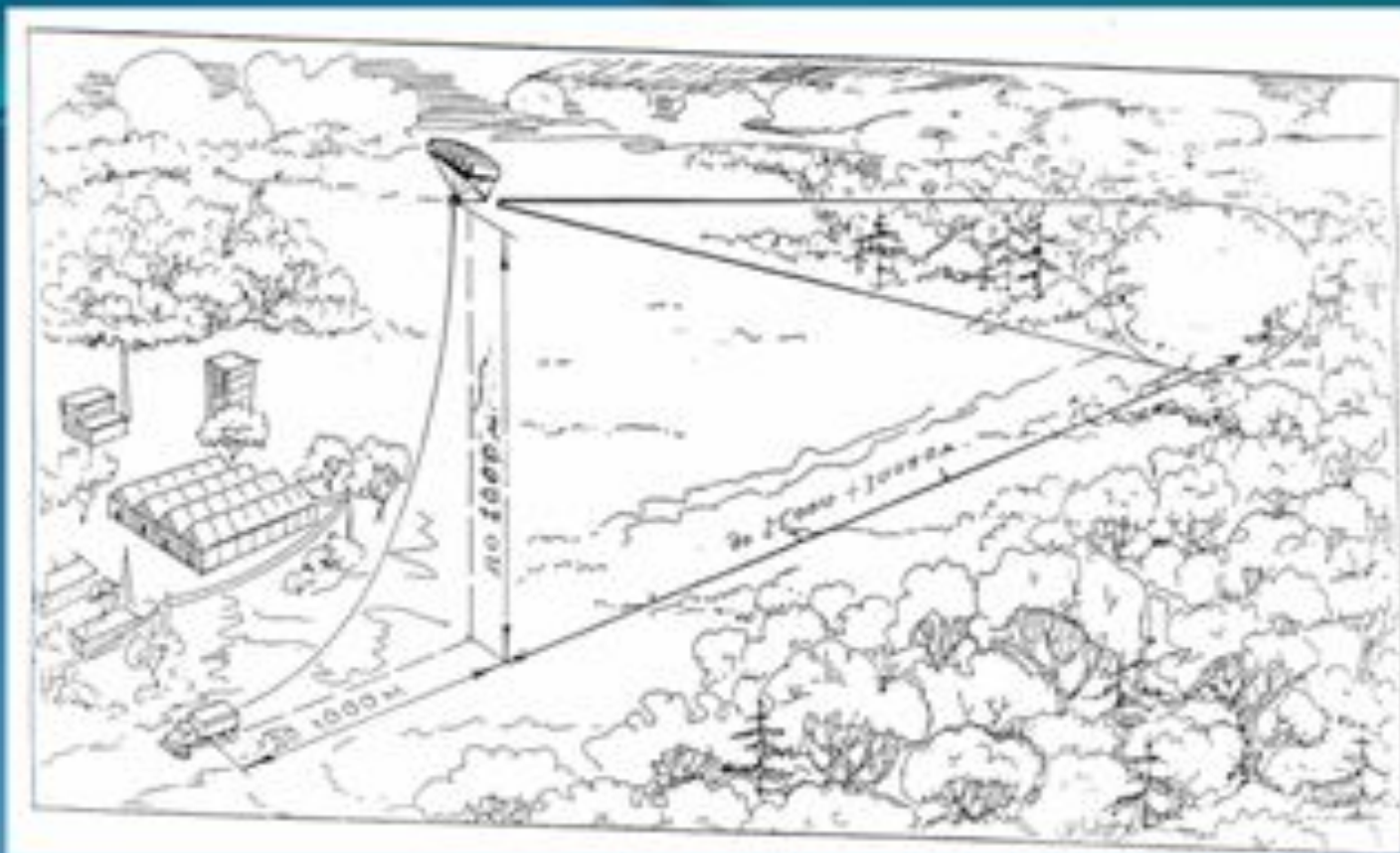
- Моделирование в линейном плане;
- Моделирование с учетом вероятностных характеристик;
- Моделирование распределенной системы управления;
- Полунатурное моделирование.

Задачи разработки САПР ЗСУПТ:

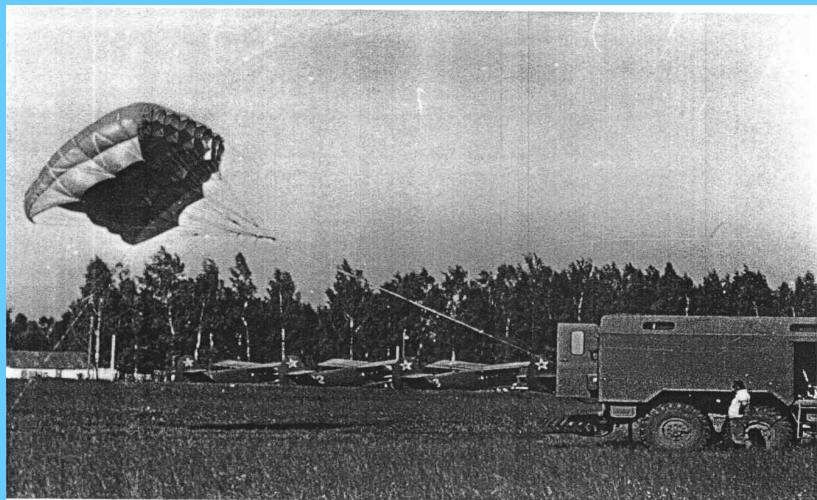
- Построение моделей;
- Анализ;
- Моделирование;
- Расчет;
- Конструкторское проектирование;
- Обработка результатов испытаний.

Элементы ЗСУПТ

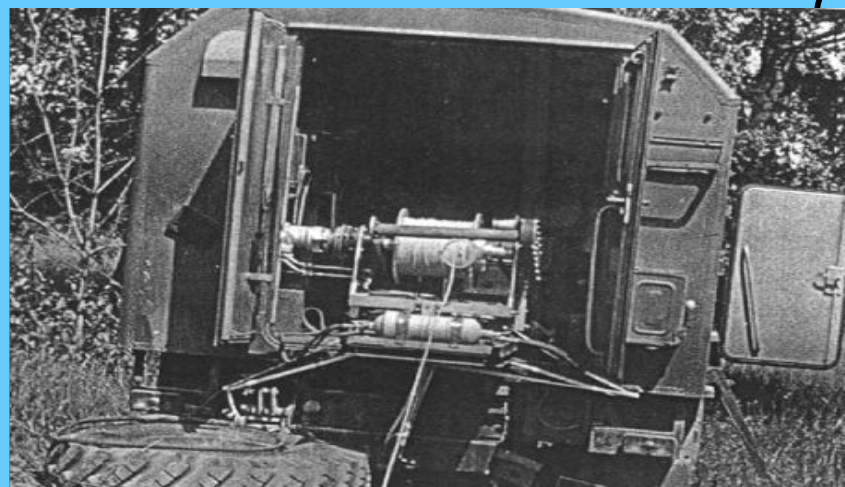
БПЛА с датчиками ЗВ



Климов А.И. Физика и акустика в приложении к метеорологии. Фрунзе, издательство ИГиЛ, 1988 г.
Лавров И.И. Физика в приложении к метеорологии. М.: МГУ, 1988 г.



Запуск воздушного змея



система подвеса

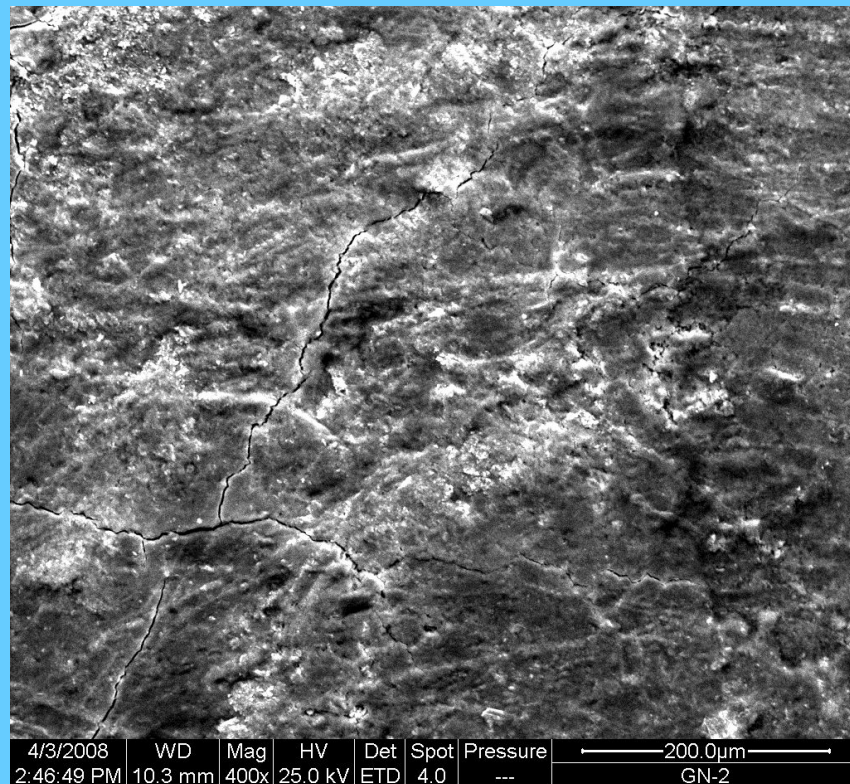
Элементы ЗСУПТ

Сенсоры для измерения SO_2 , NO_x , NH_4 и других низкомолекулярных загрязнений, основанные на нанополупроводниковых 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

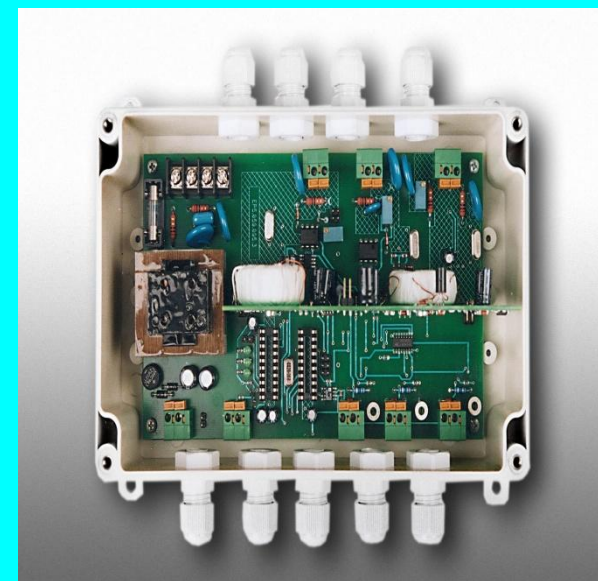
Информационно измерительные системы.
Производство компании «Пантес»



Измерительное
устройство с радио
каналом.



Многоканальное
измерительное
устройство



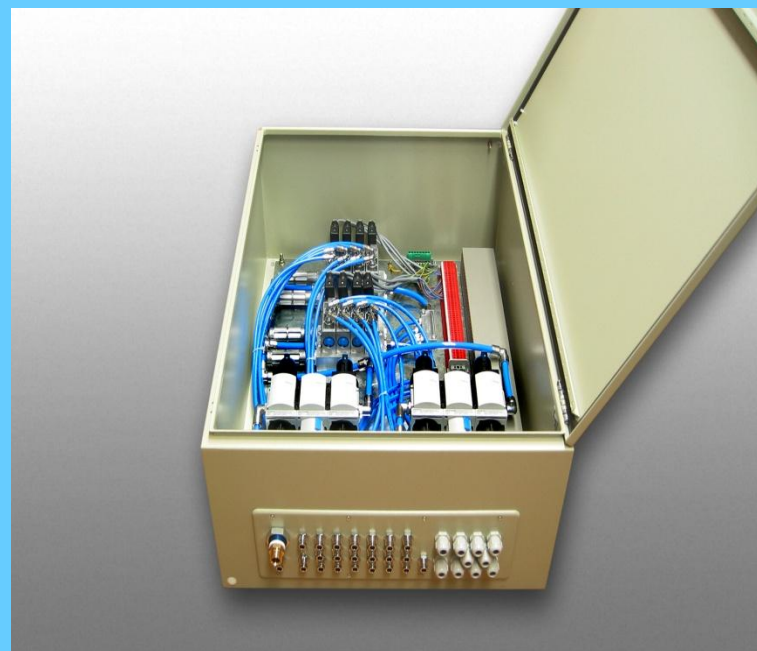
Преобразователь
первичных сигналов

Элементы ЗСУПТ

Устройства управления.
Производство компании «Пантес»



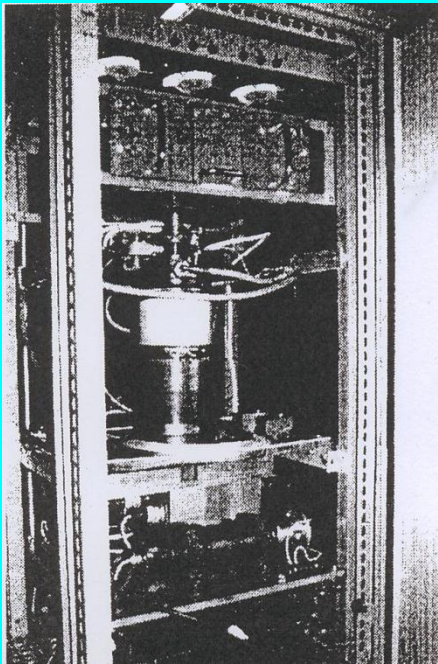
УУ с каналом телеметрии



УУ с пневматическими устройствами

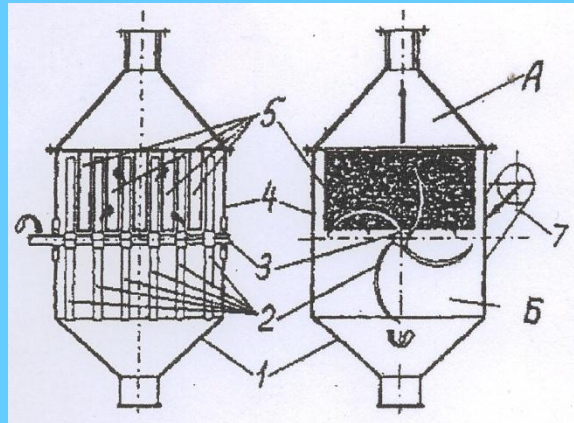
Элементы ЗСУПТ

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

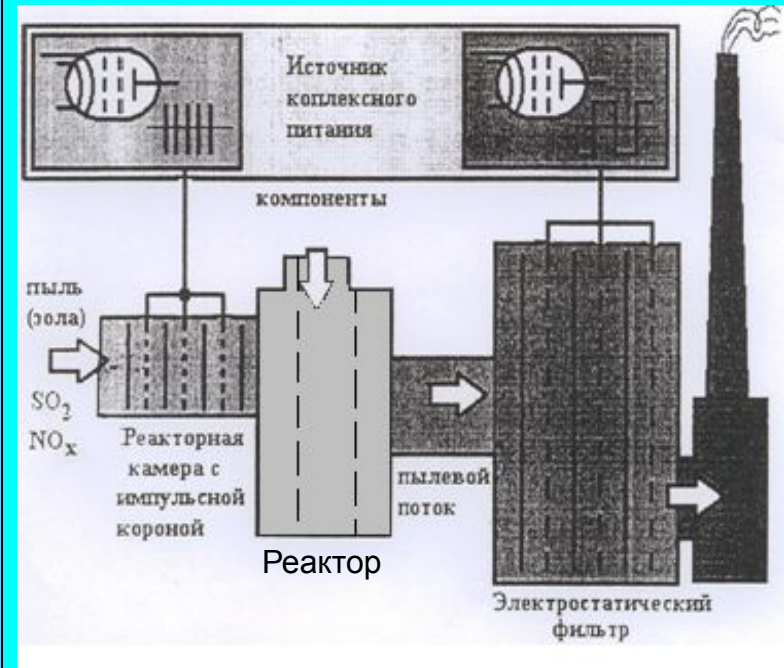


Схема ПГУ для комплексной
очистки от газообразных
и твёрдых выбросов ТЭС

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 (м ² /г)
ЖМК	5	0,01	$2,341 \cdot 10^{-3}$	43,809
Аквамандикс	5	0,002	$1,665 \cdot 10^{-3}$	1,915

Задачи ОКРа:

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

Оценка экономического эффекта

$$\text{Оценка ущерба} - M_i = (\text{ФВВ}_i - \text{ВДВ}_i) * T * 0,0864 \text{ т/год}, \quad (12)$$

где:

ФВВ_i - фактическая величина выброса $i^{\text{го}}$ 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 $i^{\text{го}}$ ЗВ предприятием источником определяется по формуле:

$$Y_i = K_{ин} * H_i * M_i + Z_0, \quad (13)$$

где:

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

H_i - такса установленная по существующим нормам;

Z_0 - затраты на определение вреда от ЗВ включая мониторинг и лабораторный анализ.

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

$$Y_i = 4 \text{ млрд. руб./год, при таксе } 176000 \text{ руб./тонна.}$$

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

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

Первоочередные задачи инвестиционной поддержки проекта:

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