



Магістерська робота на тему

«Моделювання процесів аерації забруднення всередині виробничих приміщень»

Виконав: студент групи ТР-41м

Кульчевич А.В.

Керівник роботи: д.ф.-м.н. професор

Гуржій О.А.

Актуальність досліджень



Рис.1. Система примусового
вентилювання



Рис.2. Природня циркуляція
повітря

Мета досліджень

Метою дослідження є виявлення еволюції руху пасивного забруднення під дією організованої природної вентиляції залежно від місця виявлення цього забруднення та геометричної форми приміщення, а також створення пакету прикладних програм для вирішення задачі процесу розповсюдження шкідливих речовин в середині промислового приміщення шляхом аерації.

Об'єктом дослідження є комп'ютерні технології моделювання процесів переносу скалярних полів у внутрішніх течіях.

Предмет дослідження: комп'ютерні технології моделювання процесу забруднення в промислових приміщеннях під дією процесів аерації.

Завдання дослідження

- проаналізувати існуючі методи моделювання процесів адвекції скалярних полів у суцільному середовищі;
- проаналізувати основні чисельні методи моделювання динаміки переносу виділеного обсягу суцільного середовища;
- здійснити програмну реалізацію розроблених методів.

Наукова новизна

- удосконалено метод дискретних особливостей для моделювання двомірного процесу переносу скалярних полів в обмежених приміщеннях за рахунок зміщення системи точкових вихорів від границі, що призвело до більш точного задоволення граничних умов непротікання на границях течії;
- набуло подальшого розвитку застосування комп'ютерної візуалізації в моделюванні процесу аерації забруднення в середині промислових приміщень.

Практичне значення одержаних результатів

Визначаються тим, що запропоновані підходи дозволять полегшити розробку комп'ютерної моделі процесів аерації забруднення повітря в середині замкнутого приміщення. Такі моделі значно спрощують процес прийняття рішень, що пов'язані з ліквідацією наслідків екологічних аварій на підприємствах.

Математична модель

- **Метод дискретних особливостей**

- **Функція току системи точкових вихорів**

$$\Psi(x, y) = -\frac{1}{4\pi} \sum_{i=1}^N \Gamma_i \ln[(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2] \quad (1)$$

- **Поле швидкості**

$$U(x, y) = \frac{\partial \Psi}{\partial y} \quad V(x, y) = -\frac{\partial \Psi}{\partial x} \quad (2)$$

- **СЛАУ**

$$A_{ij} \cdot \Gamma_i = \Psi_j \quad (3)$$

$$\text{де } A_{ij} = -\frac{1}{4\pi} \ln[(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2], \quad (4)$$

Ψ_j значення функції току в j -й точці колокації

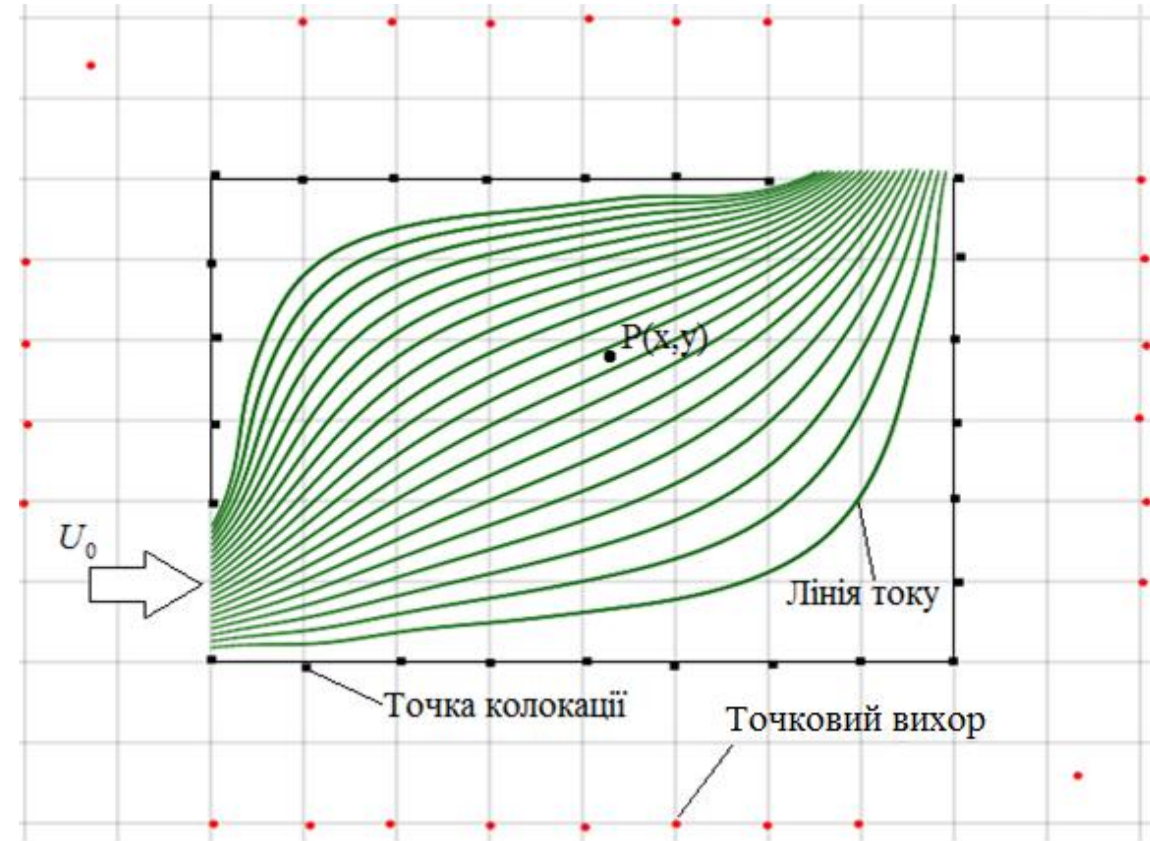


Рис.3. Геометрія задачі

Адвекція – фізичне явище, яке пов'язане з перенесенням скалярних полів, тільки за рахунок конвективного руху суцільного середовища.

- **Рівняння адвекції (задача Коші)**

$$\frac{\partial x}{\partial t} = U(x, y) \quad \frac{\partial y}{\partial t} = V(x, y) \quad (5)$$

де $x(0) = x_0$ $y(0) = y_0$

Рівняння руху частки

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{1}{2\pi} \sum_{\beta=1}^N \Gamma_{\beta} \frac{y - y_{\beta}}{(x - x_{\beta})^2 + (y - y_{\beta})^2} \quad (6)$$
$$\frac{dy}{dt} = \frac{1}{2\pi} \sum_{\beta=1}^N \Gamma_{\beta} \frac{x - x_{\beta}}{(x - x_{\beta})^2 + (y - y_{\beta})^2}$$

Діаграма варіантів використання

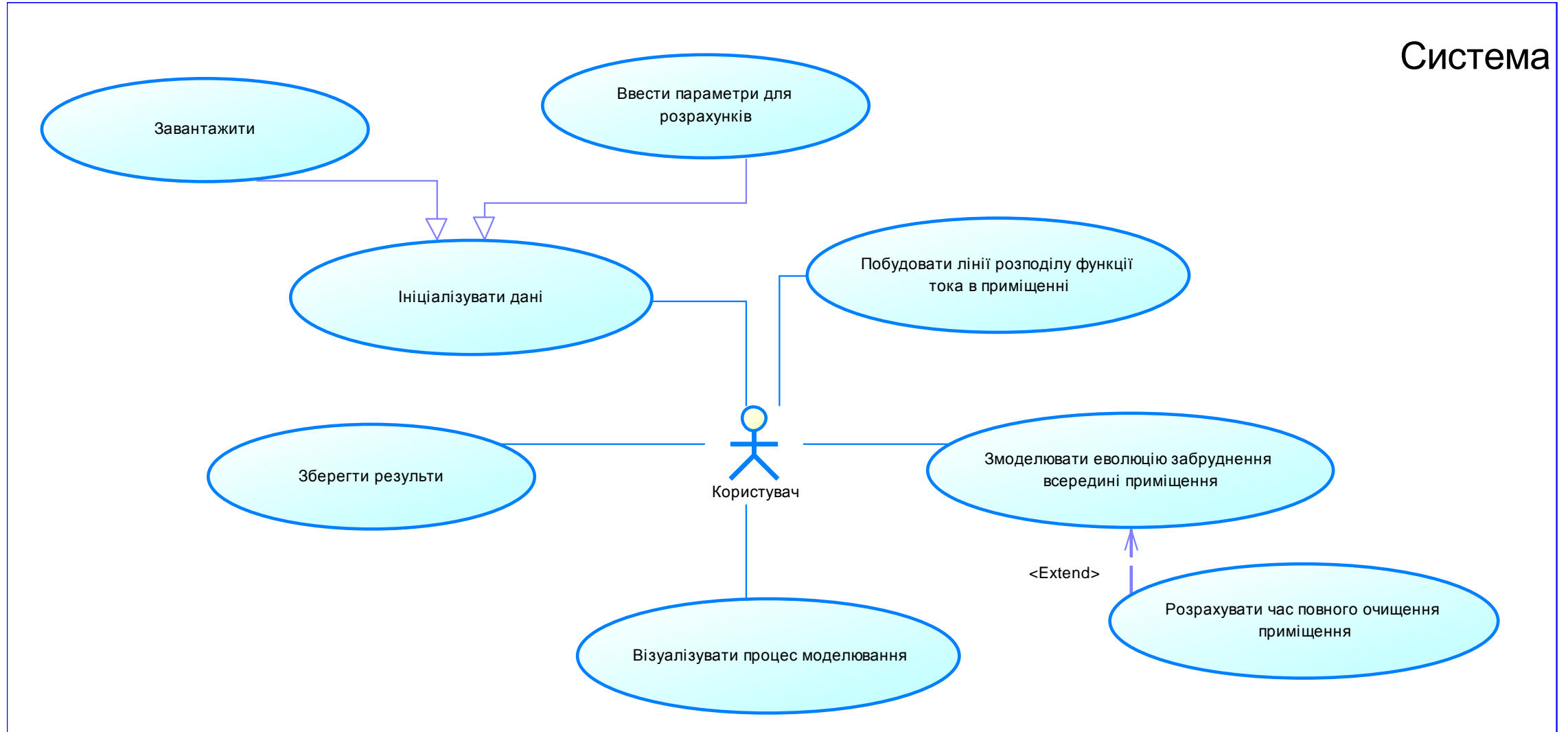


Рис.4. Діаграма варіантів використання

Функціональна декомпозиція



Рис.5. Функціональна модель

Архітектура програмного продукту

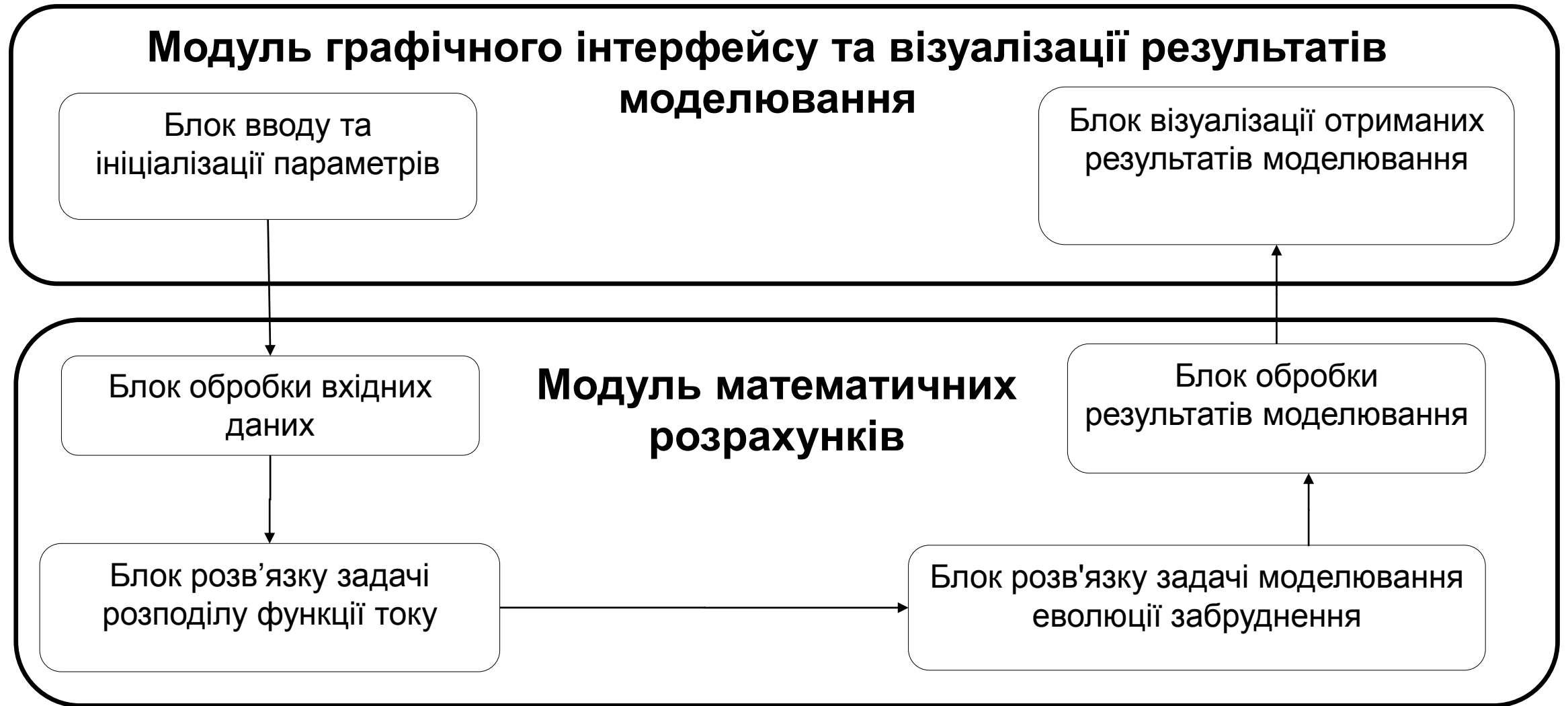


Рис.6 Архітектура програмного продукту

Програмна реалізація

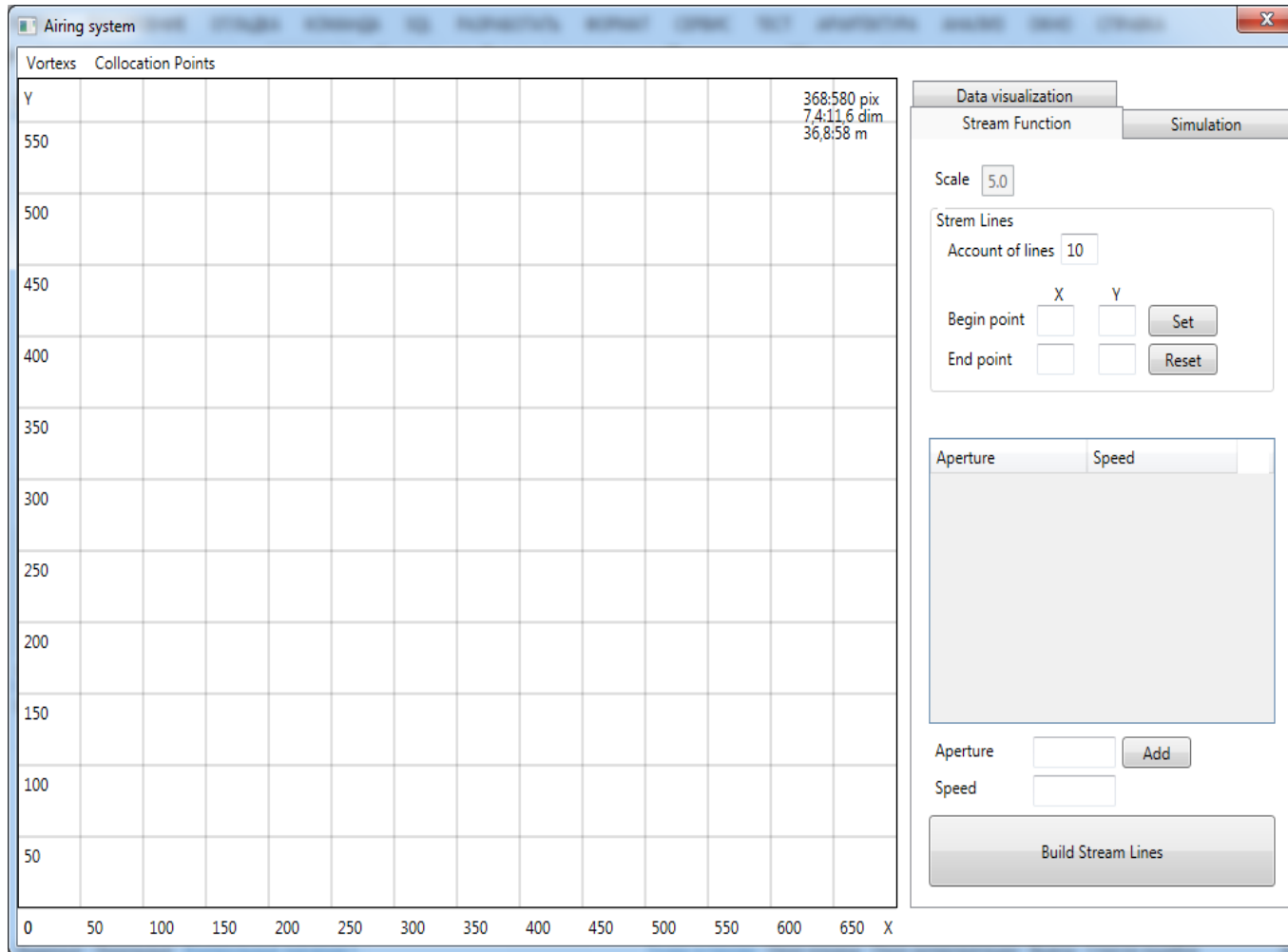


Рис.7. Головне вікно програми

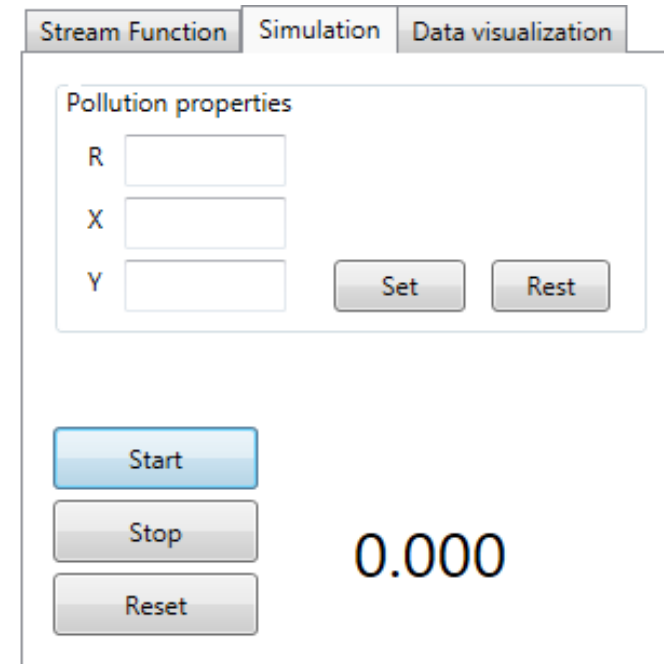


Рис.8. Вкладка моделювання руху забруднення

Динаміка руху та еволюції забруднення у виробничому приміщенні

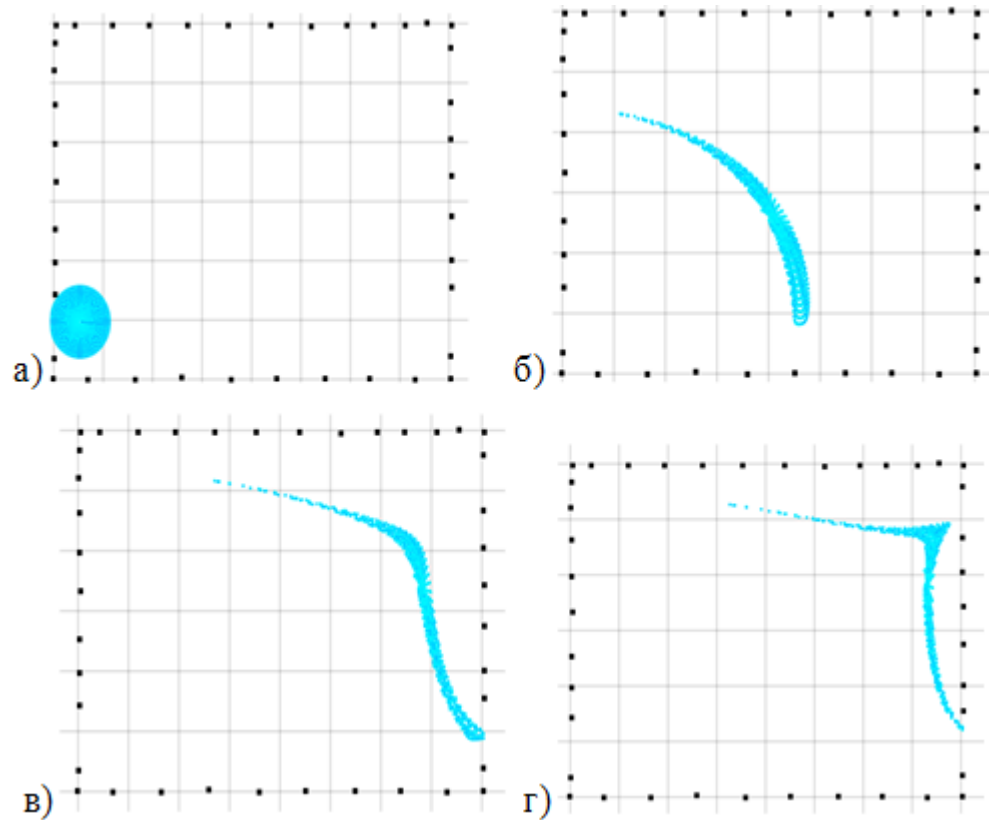


Рис. 9. Приклад моделювання еволюції забруднення при розташуванні вентиляційних отворів за схемою «Знизу – вниз, вгору»:

- а) забруднення в початковий момент часу; б) забруднення через 25 с.
в) забруднення через 50 с.; г) забруднення через 75 с.

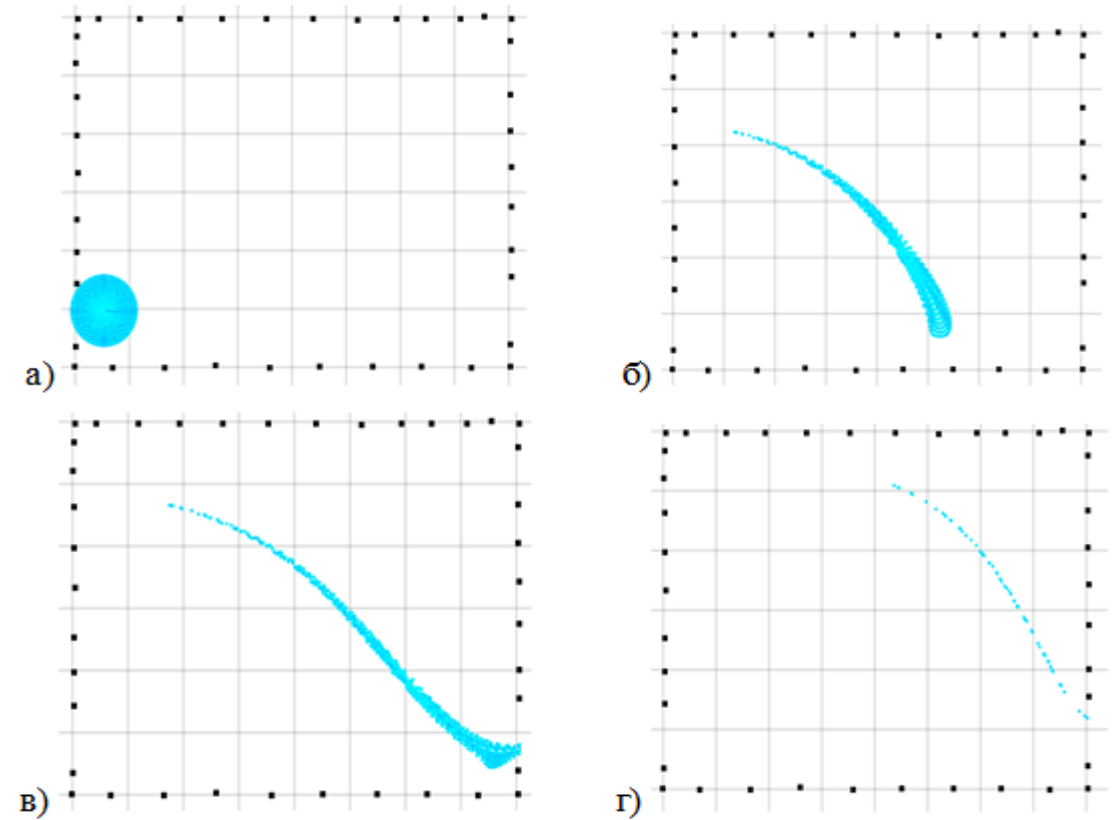


Рис. 10. Приклад моделювання еволюції забруднення при розташуванні вентиляційних отворів за схемою «Знизу – вниз»:

- а) забруднення в початковий момент часу, б) забруднення через 20 с.
в) забруднення через 40 с. г) забруднення через 80 с.

Висновки

1. Розв'язана задача аерації приміщень у наближенні ідеального нестислого середовища методом дискретних особливостей
2. Розроблено програмний комплекс спрямований на моделювання процесу еволюції забруднення с часом у промислових приміщеннях
3. Показано, що всередині приміщень можуть знаходитися застійні зони, видалення забруднення з яких, відбувається впродовж тривалого проміжку часу.

Дякую за увагу!