



Магістерська робота на тему:

Комп'ютерне моделювання геометрії викидів на морській поверхні

Виконав: Студент гр. ТР-61м

Кулешов М.М.

Керівник: д. ф.-м. н. Гуржій О.А.

Актуальність роботи

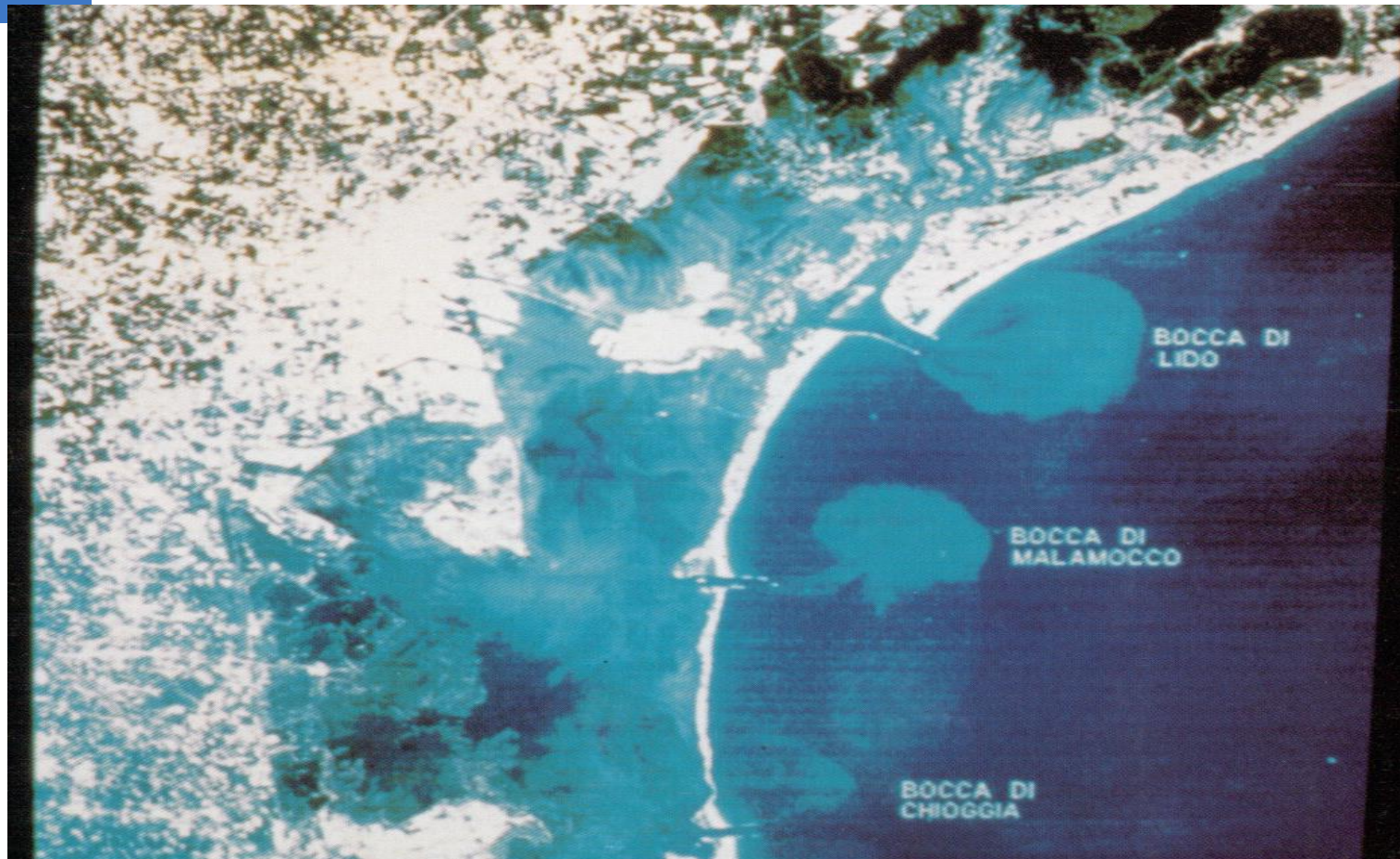


Рис.1. Розповсюдження забруднень під дією приливних течій



Мета роботи

- ❖ **Метою роботи** є розробка програмного продукту, який дає можливість моделювати процес перенесення домішок ідеальної нестисливої рідини з акваторій під дією приливних течій, аналізувати траєкторію руху вихрової пари в полі швидкості інжектора.
- ❖ **Об'єктом роботи** є комп'ютерні інформаційні технології моделювання процесів адвекції рідини.
- ❖ **Предметом роботи** є комп'ютерні інформаційні технології моделювання процесів адвекції виділеної рідини двовимірними періодичними течіями ідеальної нестисловою рідини.
- ❖ Найбільш суттєвими **науковими результатами** магістерської дисертації є:
 1. удосконалено модель розрахунку розповсюдження забруднення за рахунок введення системи локалізованих вихрових структур, що призвело до зменшення об'єму обчислень з заданою точністю;
 2. набуло подальшого розвитку застосування методики опису еволюції виділеної рідини в моделюванні розповсюдження забруднень в полі швидкості періодичних течій.

Постановка задачі

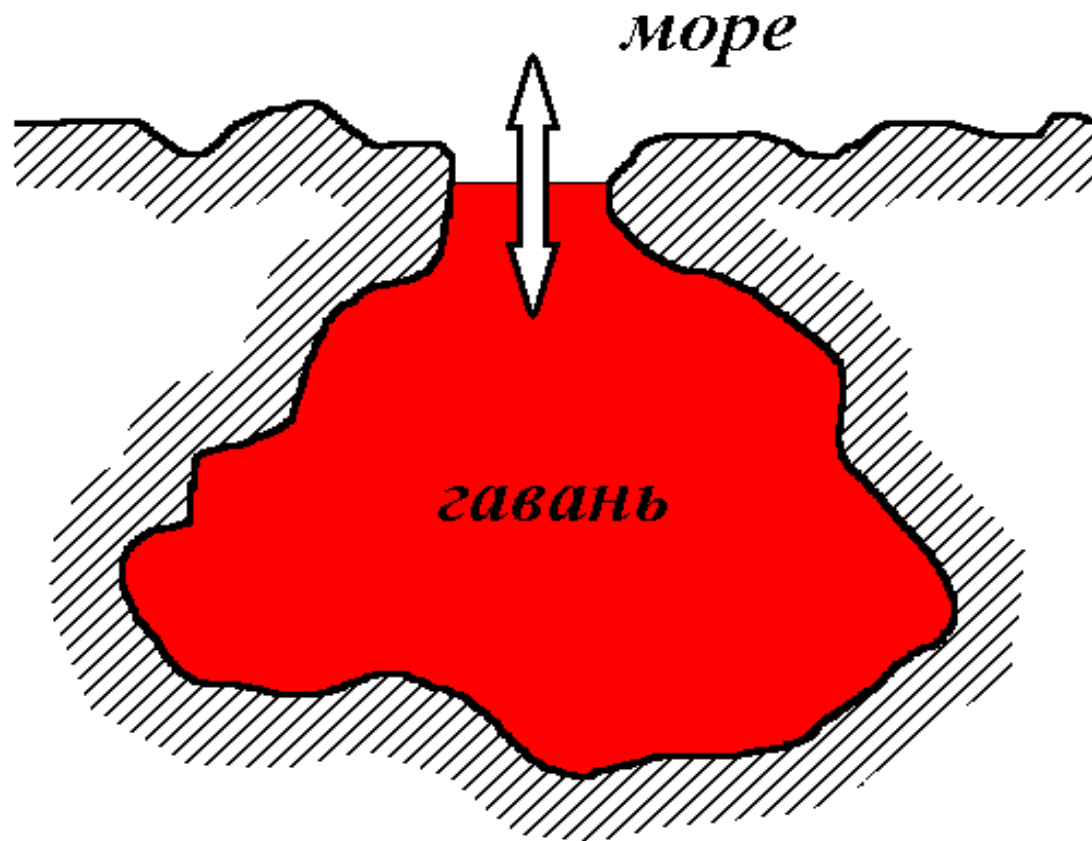


Рис.2 Процесс переноси пассивной рідини періодичними течіями.

Експериментальні дані

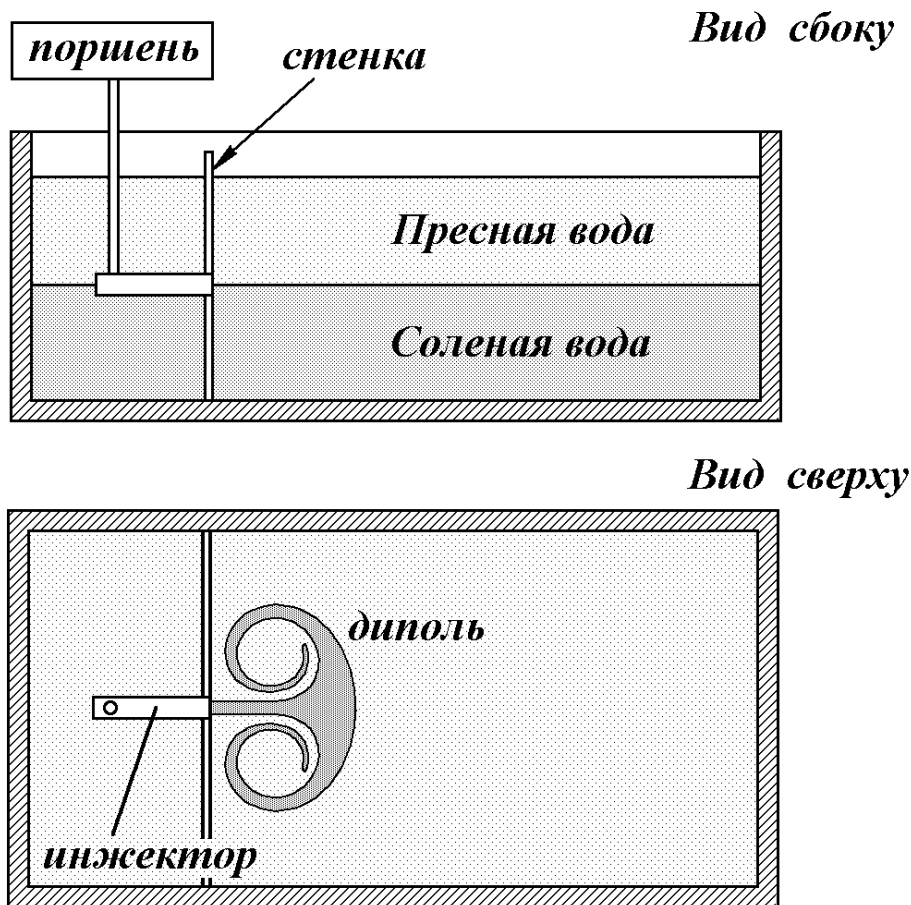


Рис.3. Схема експериментальної установки.

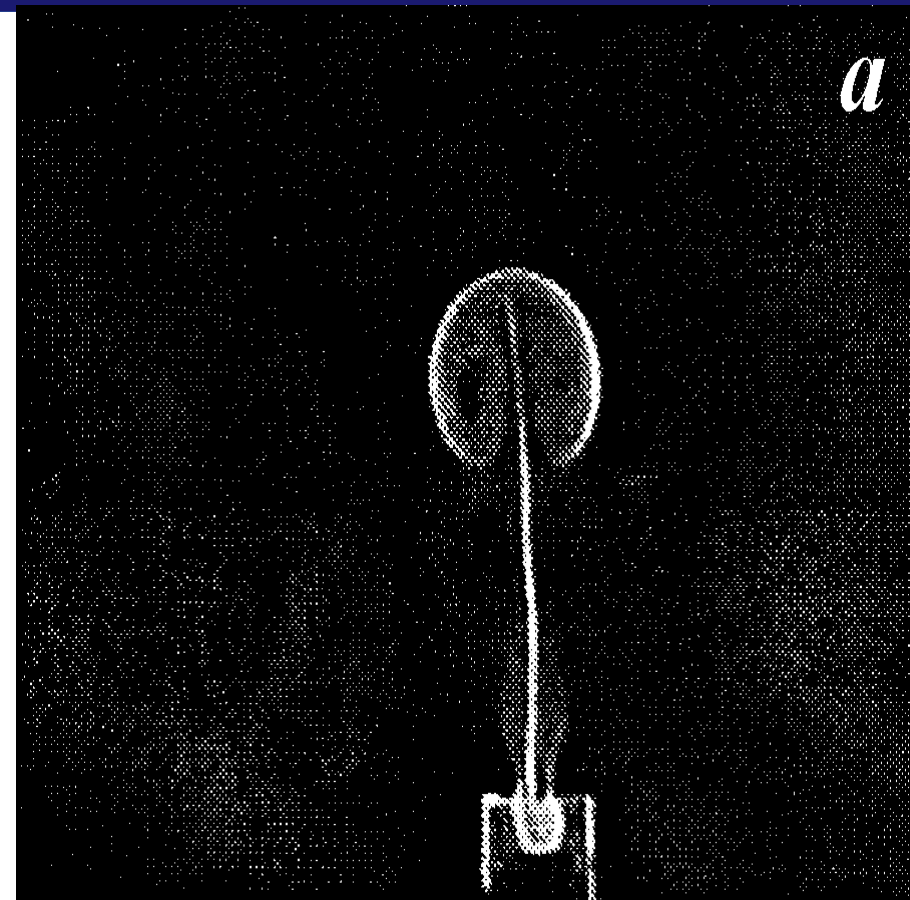


Рис.4 Лабораторна візуалізація розповсюдження диполя в полі швидкості інжектора.

Постановка задачі

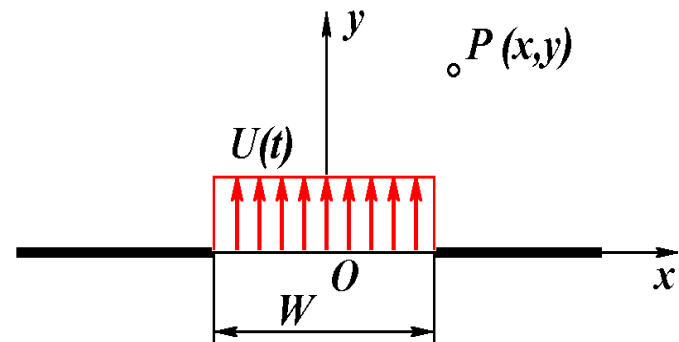
- ❖ Функція току течії

$$\Psi = \Psi^{(1)} + \Psi^{(2)} \quad (1)$$

- ❖ Граничные условия

$$\frac{\partial \Psi}{\partial x} = U_m, \quad 0 < |x| < \frac{W}{2}, \quad y = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \Psi}{\partial x} = 0, \quad |x| \geq \frac{W}{2}, \quad y = 0.$$



$$U(t) = \begin{cases} U_m, & 0.0 \leq t < 0.5 \\ -U_m, & 0.5 \leq t < 1.0 \end{cases}$$

Рис.5. Геометрія задачі

- ❖ Функція току, наведена точковим вихором

$$\Psi_i^{(1)}(x, y) = -\frac{\Gamma_i}{4\pi} \ln[(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2]. \quad (3)$$

- ❖ Функція току потенційної течії [Ламб, 1947]

$$\Psi^{(2)}(x, y) = \frac{U_m}{2} \left[\left[\left(x - \frac{W}{2} \right)^2 + y^2 \right]^{1/2} - \left[\left(x + \frac{W}{2} \right)^2 + y^2 \right]^{1/2} \right]. \quad (4)$$

Математична задача

❖ Рівняння пасивної адвекції

$$\frac{dX_k}{dt} = U(X_k, Y_k, t) , \quad \frac{dY_k}{dt} = V(X_k, Y_k, t) . \quad (5)$$

❖ Початкові умови

$$X_k(0) = X_k^0 , \quad Y_k(0) = Y_k^0 . \quad (6)$$

❖ Поле швидкості

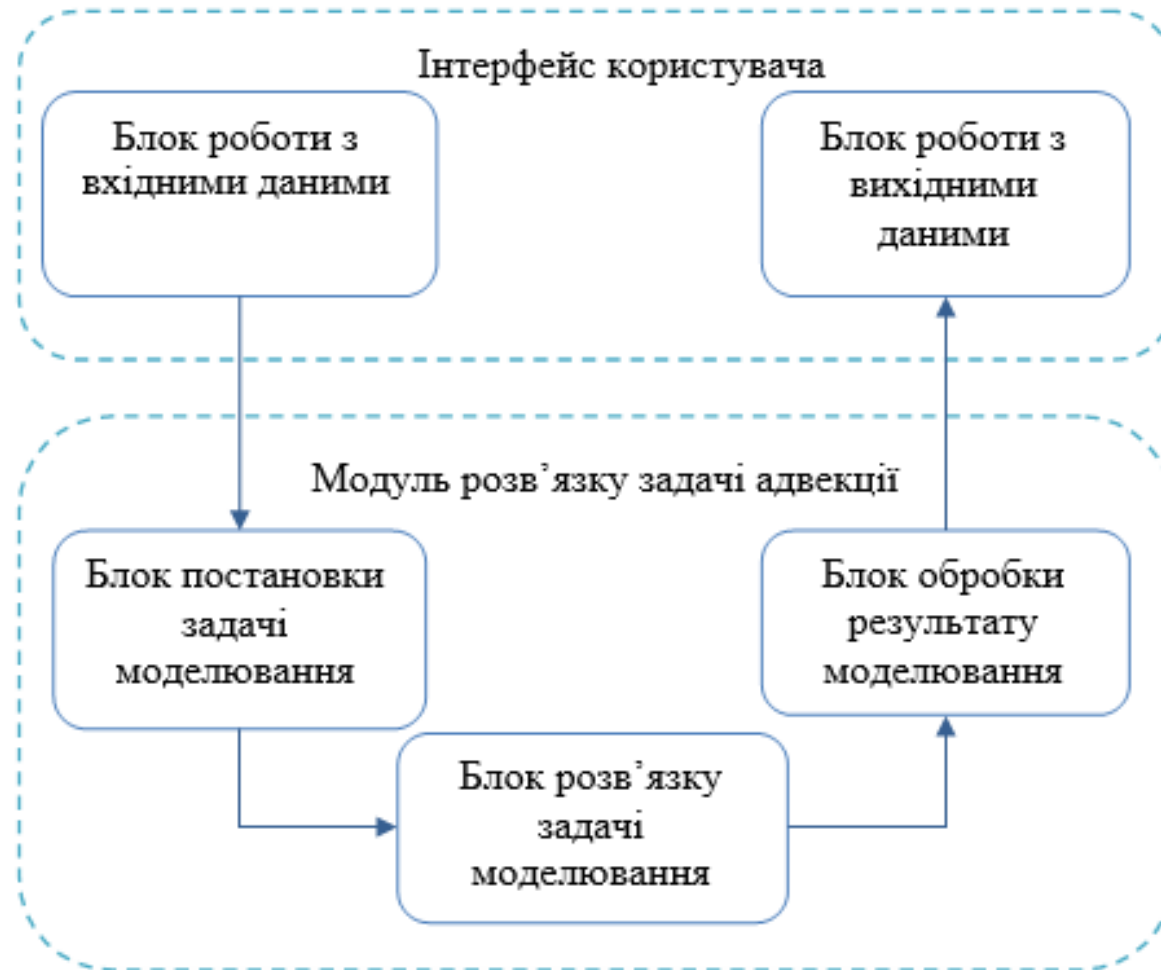
$$U = \frac{\partial \Psi}{\partial y} , \quad V = -\frac{\partial \Psi}{\partial x} . \quad (7)$$

❖ Траєкторії руху вихрової пари в полі швидкості інжектора

$$\frac{dx_v}{dt} = \frac{\Gamma(t)}{4\pi} \left[\frac{y_v}{x_v^2 + y_v^2} - \frac{1}{y_v} \right] + U^*(x_v, y_v), \quad (8)$$

$$\frac{dy_v}{dt} = \frac{\Gamma(t)}{4\pi} \left[\frac{1}{x_v} + \frac{y_v}{x_v^2 + y_v^2} \right] + V^*(x_v, y_v).$$

Архітектура програми

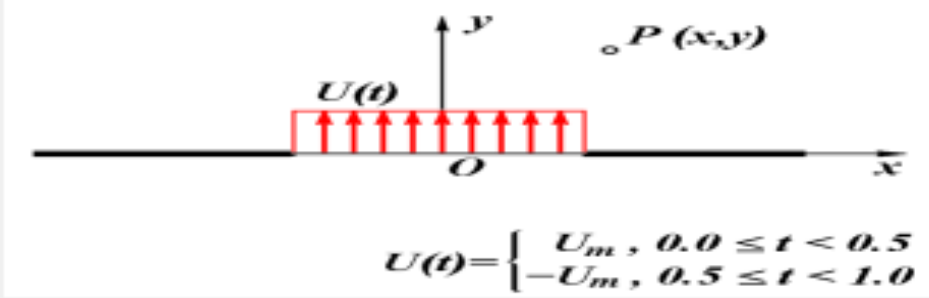


Початок роботи з програмою



Рисунок 6 — Головне вікно програмного продукту

Введення початкових параметрів



$U(t) = \begin{cases} U_m, & 0.0 \leq t < 0.5 \\ -U_m, & 0.5 \leq t < 1.0 \end{cases}$

Period of injection:

Speed of Injection U_0 :

Coordinates of start point

X0:

Y0:

Рисунок 7 — Введення параметрів для побудови траєкторії руху вихрової пари

Результати роботи програми

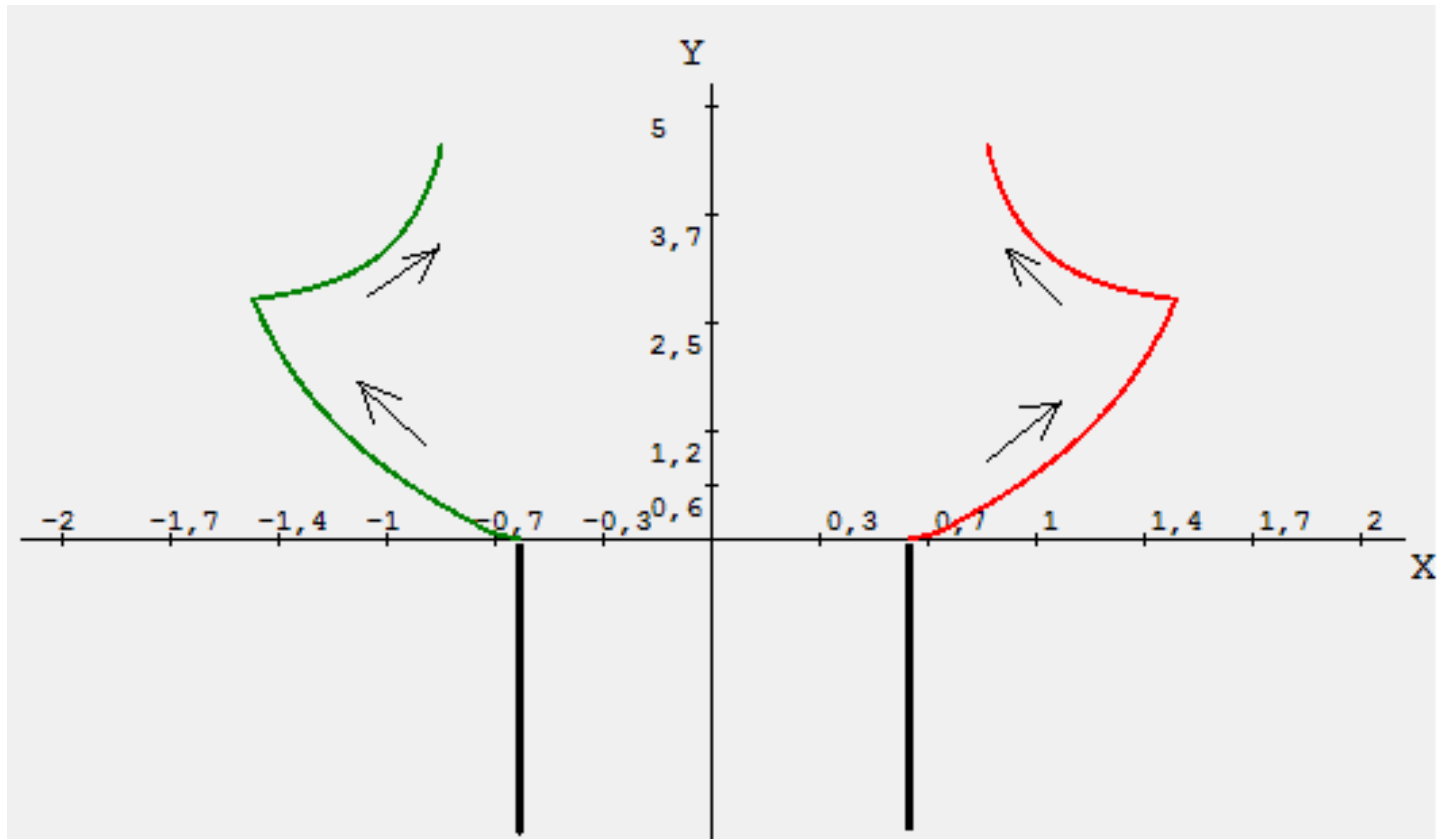


Рисунок 8 — Траєкторія руху вихрової пари в період роботи інжектора при $U=20$

Результати роботи програми

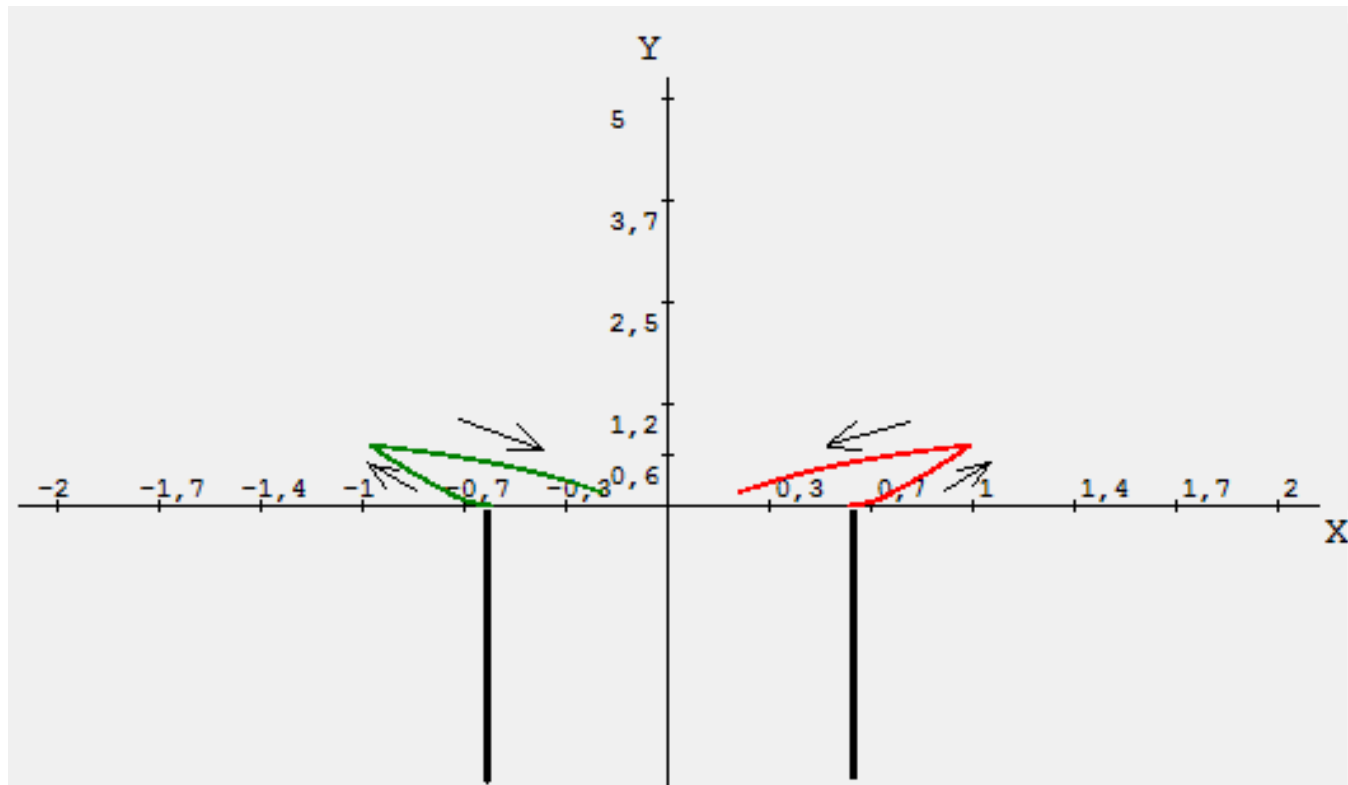


Рисунок 9 — Траєкторія руху вихрової пари в період роботи інжектора при $U=7$

Результати роботи програми

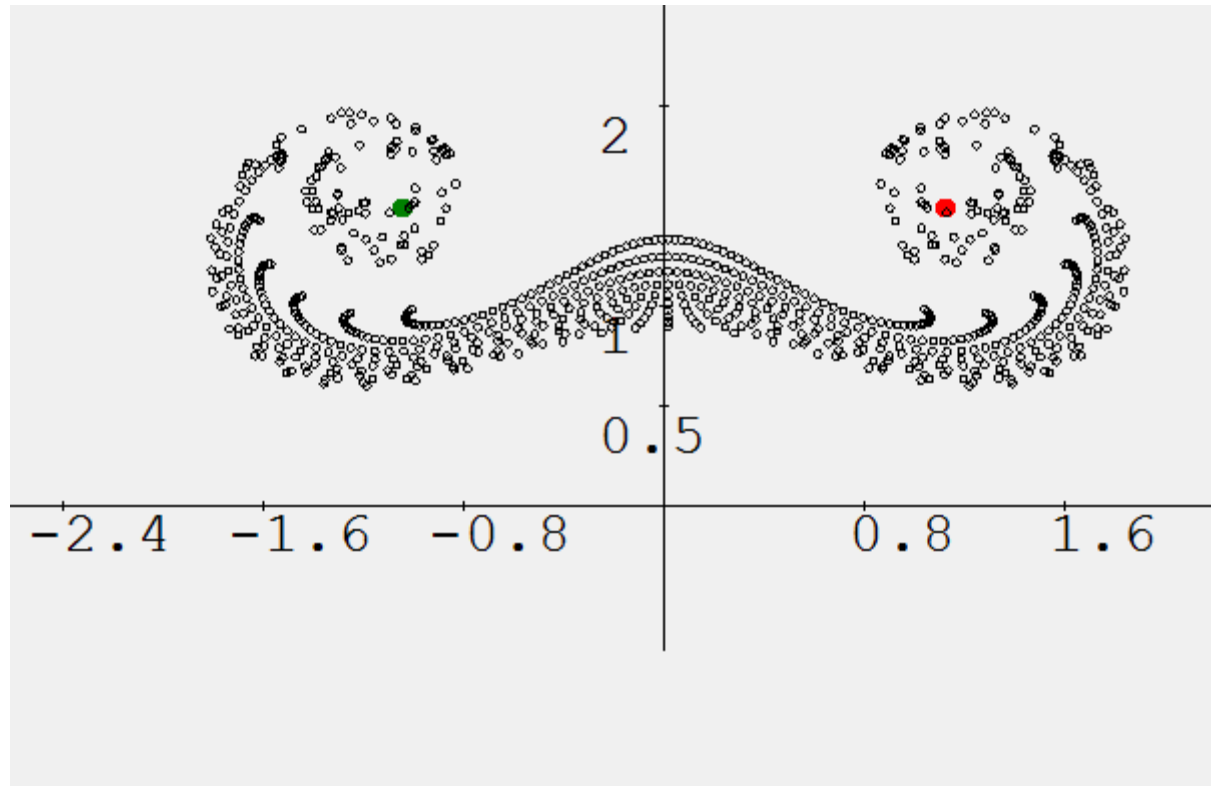


Рисунок 10 — Формування спіральних структур під час роботи інжектора

Результати роботи програми

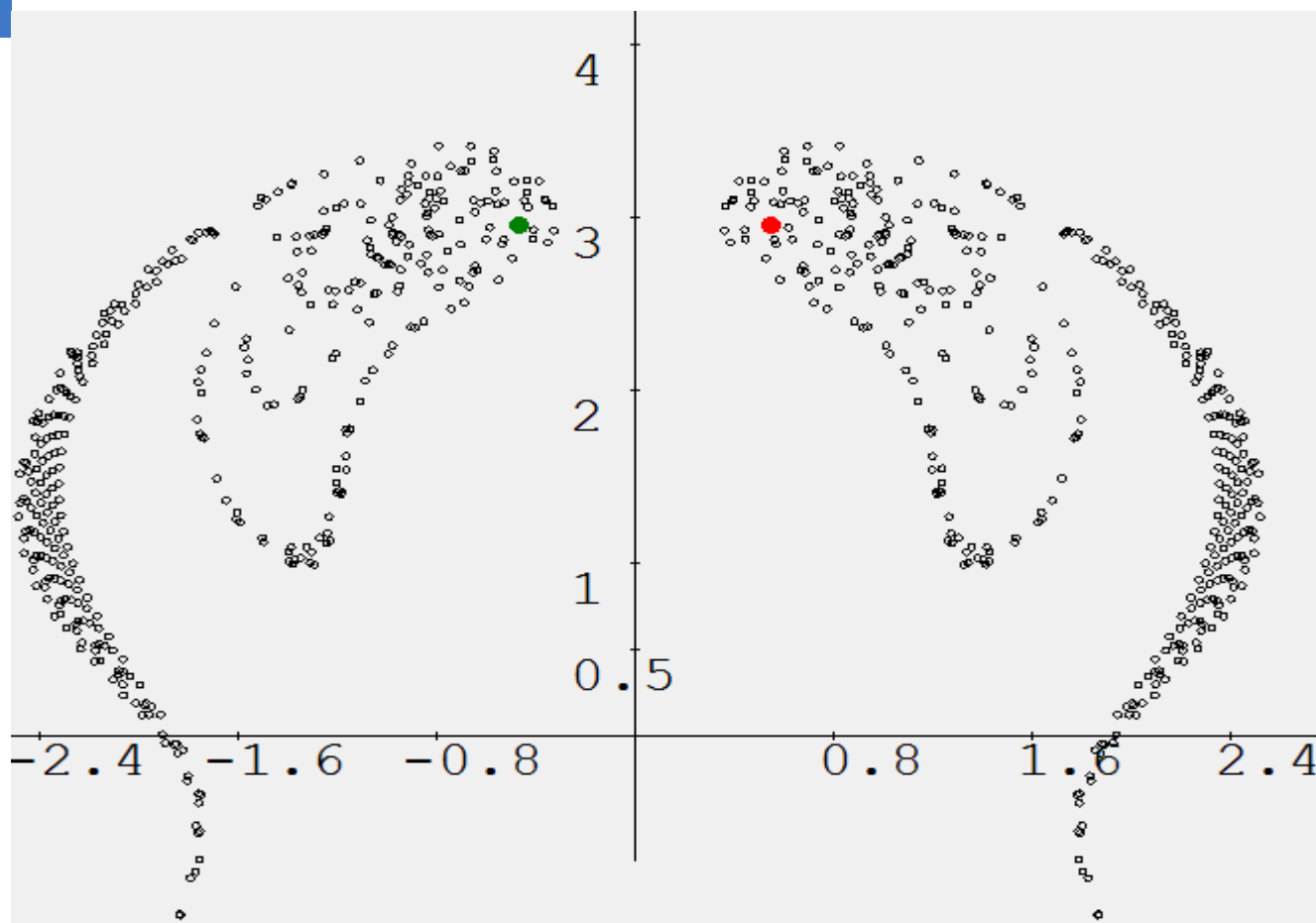


Рисунок 11 — Розповсюдження рідини наприкінці першого періода роботи інжектора при $U=15$



Висновки

- ❖ Розглянуто задачу моделювання процесу взаємодії періодичного руху потоку ідеальної нестисливої рідини з щілини фіксованої ширини з системою локалізованих вихрових структур в двовимірному наближенні. Задача вирішується в термінах функції току, що дає можливість провести процедуру суперпозиції потенційної течії з інжектора течією, індукованою системою вихорів.
- ❖ Розроблено пакет прикладних програм, спрямований на чисельне моделювання двовимірного процесу формування і поширення локалізованої завихреності при періодичній імпульсній інжекції і які дозволяють оцінити відстань, на яку віддаляється забруднення з гаваней.
- ❖ Встановлено значення критичного параметра, при якому виділена рідина віддаляється від інжектора протягом періоду дії інжектора



Дякую за увагу