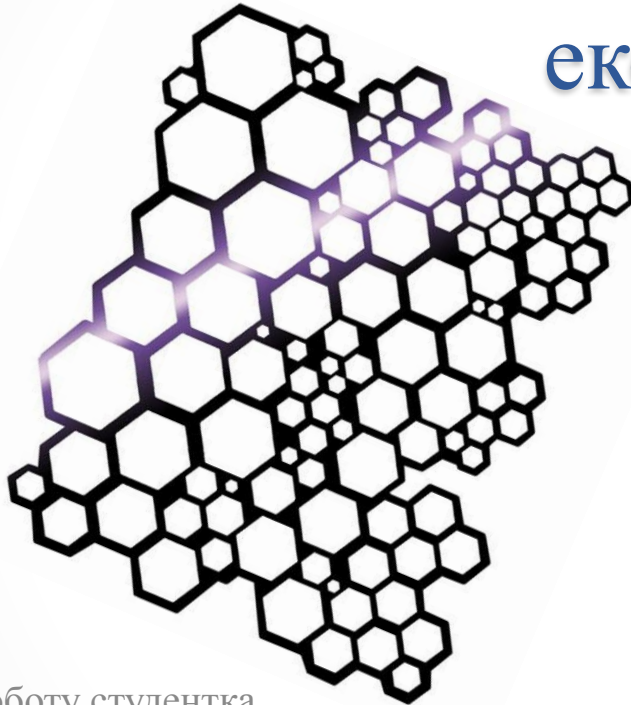


# Моделювання процесів розповсюдження екологічних забруднень за допомогою полікоординатних перетворень



Виконала роботу студентка  
6-го курсу ТЕФ, гр. ТМ-61м  
Романова Д. П.  
Керівник  
доц., к.т.н. Сидоренко Ю. В.

# Актуальність теми



Кожен аварійний розлив нафти унікальний. А отже, це ускладнює прийняття оптимального рішення щодо ліквідації. Незважаючи на характер аварійного розливу нафти, перші заходи повинні бути спрямовані на створення моделі, що відтворює картину розповсюдження нафтової плями.

Наслідки аварійного розливу нафти

# Мета та завдання дослідження

Метою дослідження є удосконалення методів геометричного моделювання об'єктів, які б на основі полікоординатних перетворень дали змогу зорового відстеження у реальному часі результатів моделювання та керування формою геометричного об'єкта для прогнозування динаміки зміни забруднення водних об'єктів.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні **завдання дослідження**:

- проаналізувати існуючі методи геометричного моделювання об'єктів;
- дослідити особливості та визначити властивості полікоординатних перетворень;
- удосконалити полікоординатні методи перетворення для відображення динаміки зміни забруднення водних об'єктів;
- розробити програмне забезпечення, яке буде реалізувати процес динаміки зміни забруднення нафтою поверхні води на основі полікоординатних перетворень.

**Об'єктом дослідження** є комп'ютерні технології геометричного моделювання.

**Предметом дослідження** є комп'ютерні технології геометричного моделювання на основі полікоординатних методів.

# Полікоординатне відображення

Полікоординатне відображення – це таке геометричне відображення об'єкта, що відбувається при зміні конфігурації полікоординатного базису.

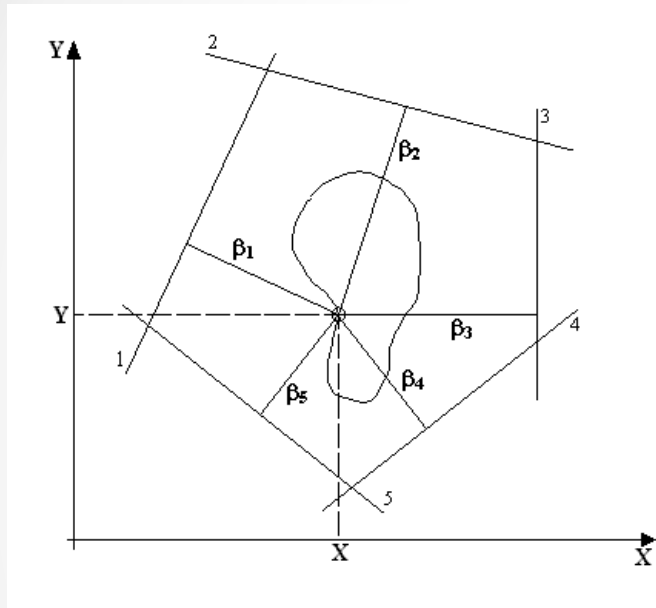


Рис.1. Політканинні координати точки у початковому базисі

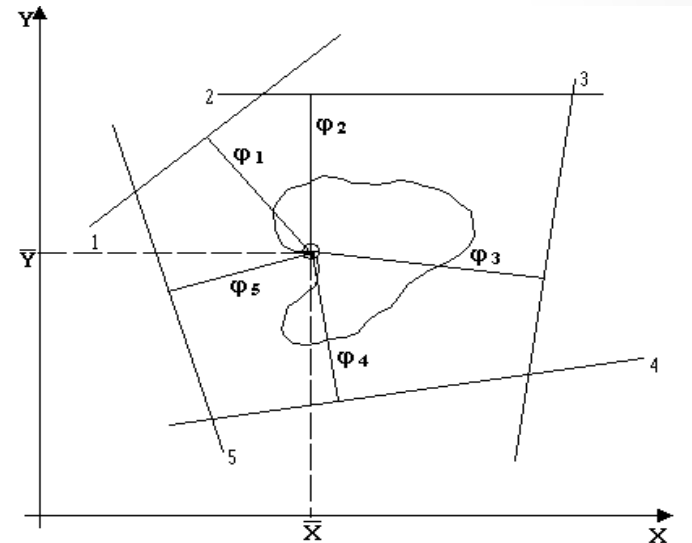


Рис.2. Політканинні координати точки у перетвореному базисі

# Основи полікоординатного методу

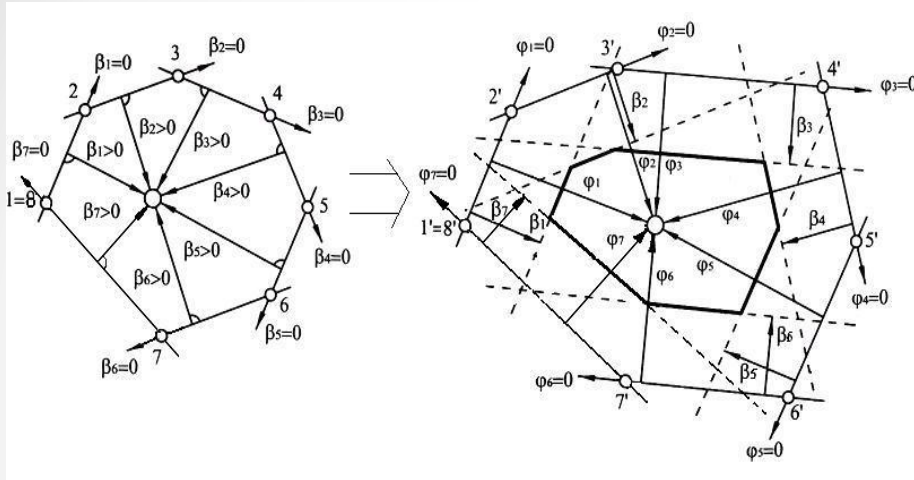


Рис. 3. Графічна інтерпретація полікоординатних відображень

При графічній інтерпретації встановлення відповідності двох точкових полів замість точки з'являється ціла область (рис. 3), що аналітично підтверджує віддаленість координатної точки від координатної лінії:

$$\varphi_i = \omega_i \beta_i, \quad i = 1, 2, \dots, p \geq 4$$

Застосування методу оптимізації дозволяє мінімізувати функціонал:

$$S = \sum_{i=1}^p (\omega_i - 1)^2 \rightarrow \min, \quad i = 1, 2, \dots, p \geq 4$$

Розв'язком цієї задачі являється вектор координат точки.



# Фази розтікання нафтопродуктів



У моделі Фея в залежності від балансу сил, що визначають розтікання нафтової плівки, виділяються три послідовних фази розтікання:

- гравітаційно-інерційна (баланс горизонтального градієнта тиску і сил інерції);
- гравітаційно-в'язка (баланс горизонтального градієнта тиску і сил в'язкості);
- поверхневого натягу (баланс сил в'язкості і поверхневого натягу).

# Характеристики режимів розтікання нафтопродуктів

Фаза	Час	Довжина плями $L$	Радіус плями $R$
гравітаційно-інерційна	$10^4$ (1 година)	$k_{g-i}^1 \left( \frac{gV\Delta}{d} \right)^{1/3} t^{2/3}$	$k_{g-i}^2 (gV\Delta)^{1/4} t^{1/2}$
гравітаційно-в'язка	$10^4 - 10^6$ (тиждень)	$k_{g-v}^1 \left( \frac{g\rho_0 V^2 \Delta}{d^2 \rho_w v_w^{1/2}} \right)^{1/4} t^{3/8}$	$k_{g-v}^2 \left( \frac{g\rho_0 V^2 \Delta}{\rho_w v_w^{1/2}} \right)^{1/6} t^{1/4}$
поверхневого натягу	$10^6$ (місяці)	$k_{v-r}^1 \left( \frac{\sigma}{\rho_w v_w^{1/2}} \right)^{1/2} t^{3/4}$	$k_{v-r}^2 \left( \frac{\sigma}{\rho_w v_w^{1/2}} \right)^{1/2} t^{3/4}$

# Математична модель розтікання нафтопродуктів

Час переходу режимів розтікання нафти:

- з гравітаційно-інерційного в гравітаційно-в'язкий

$$t_{12} = 2.61 \sqrt[3]{\frac{V}{\Delta g v_B}};$$

- з гравітаційно-в'язкого в режим поверхневого натягу

$$t_{23} = 0.8077 \frac{\rho_B \sqrt[3]{V^2 \Delta g v_B}}{\sigma},$$

де  $V$  – об'єм нафтового розливу;  $\Delta = (\rho_B - \rho_H) / \rho_B - \rho_B$  і  $\rho_H$  густина води і нафти відповідно;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $v_B$  – кінематична в'язкість води;  $\sigma$  – коефіцієнта поверхневого натягу.

Залежність радіуса нафтової плями від часу:

- для гравітаційно-інерційного режиму:

$$R_1 = \sqrt{c_1 t \sqrt{\Delta g Q_0}};$$

- для гравітаційно-в'язкого режиму:

$$R_2 = \sqrt{c_2 \sqrt{t} \sqrt[3]{\Delta g Q_0^2 / v_B}};$$

- для режиму поверхневого натягу:

$$R_3 = \sqrt{c_3 \sqrt{t} \sqrt[3]{\sigma^2 / \rho_B^2 v_B}}.$$



# Властивості полікоординатних відображень

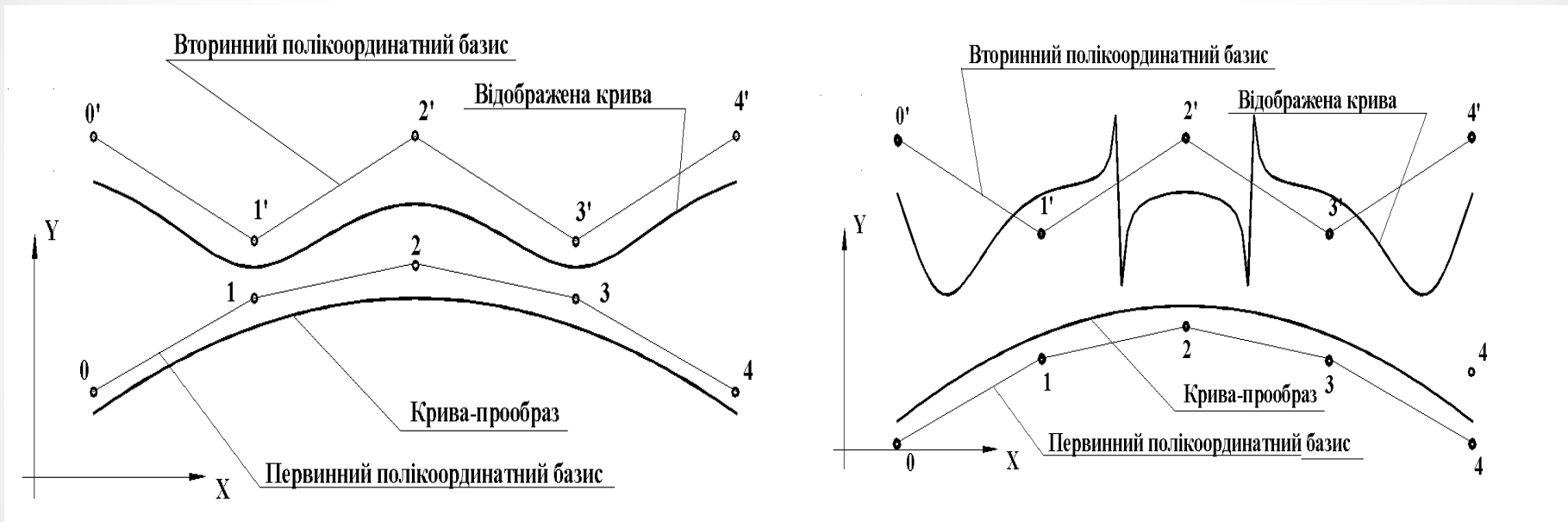


Рис. 4. Полікоординатне відображення по одній координаті за умови опуклого базису та розміщення кривої-прообразу всередині зони опуклості

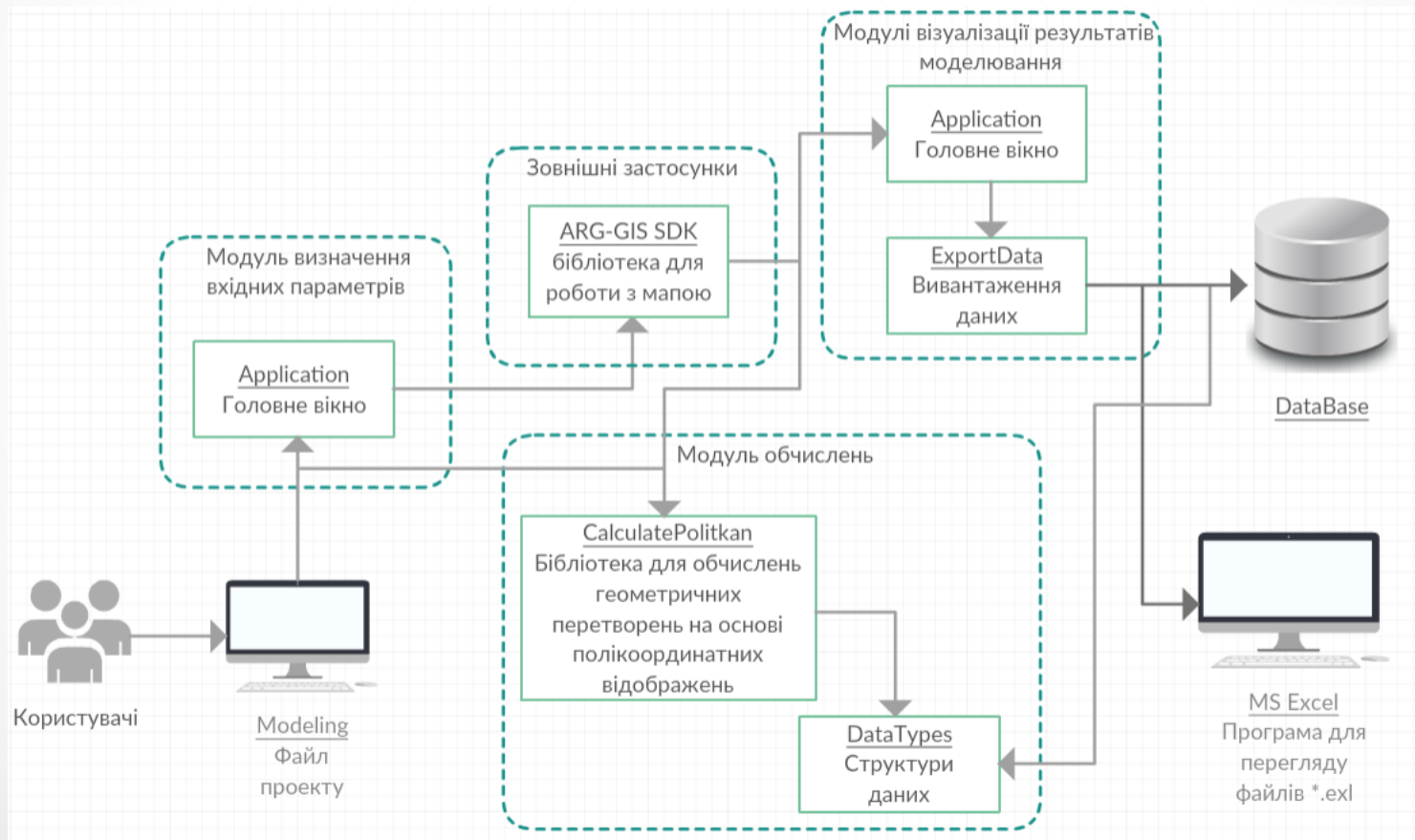
Рис.5.Полікоординатне відображення кривої по одній координаті за умови опуклого первинного полікоординатного базису та розміщення кривої-прообразу зовні зони опуклості

# Властивості полікоординатних відображень

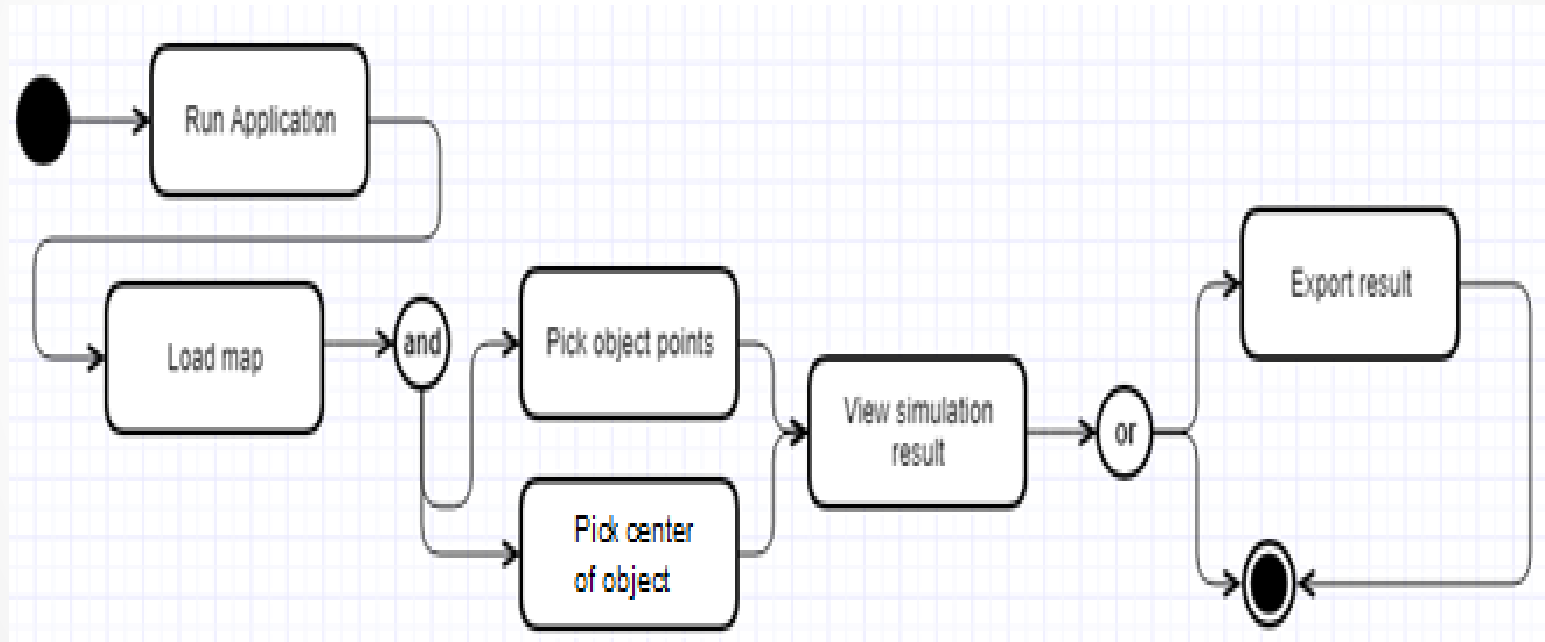
*Властивість 1.* Коректним є таке відображення, коли первинний полікоординатний базис є опуклим, а об'єкт, що відображається, знаходиться всередині зони опуклості (рис. 4).

*Властивість 2.* Некоректним є таке відображення, коли первинний полікоординатний базис є опуклим, а відображуваний прообраз знаходиться зовні зони опуклості (рис. 5).

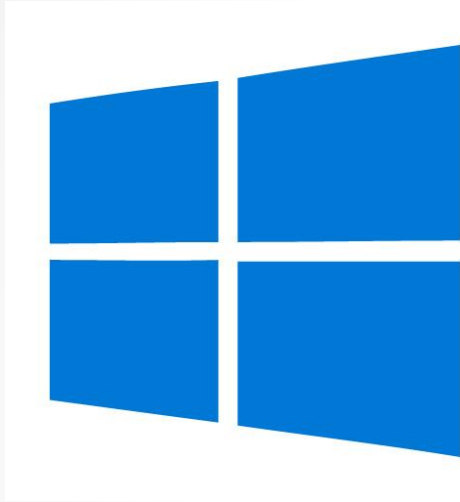
# Схема системи моделювання процесів розповсюдження екологічних забруднень за допомогою полікоординатних перетворень



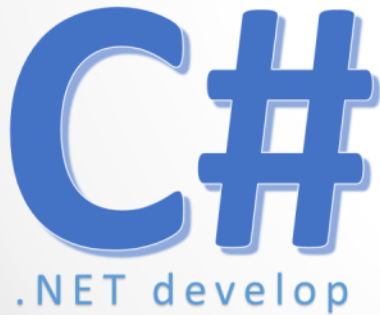
# Діаграма бізнес-процесу



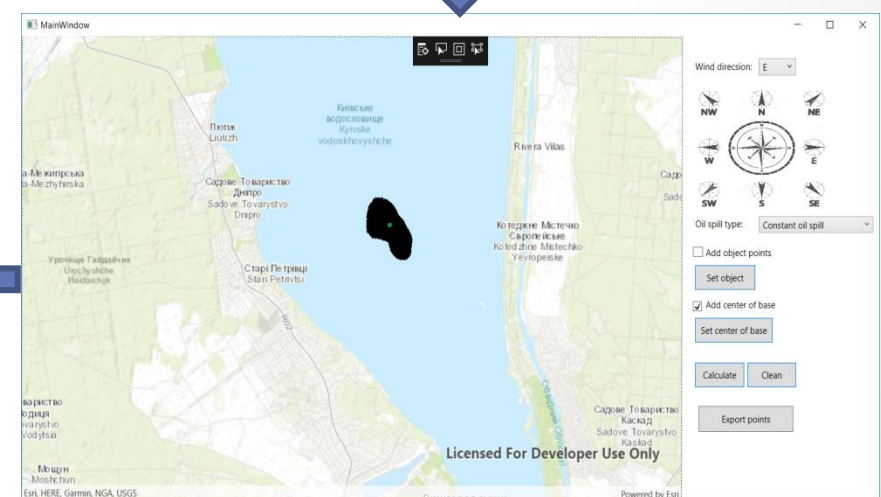
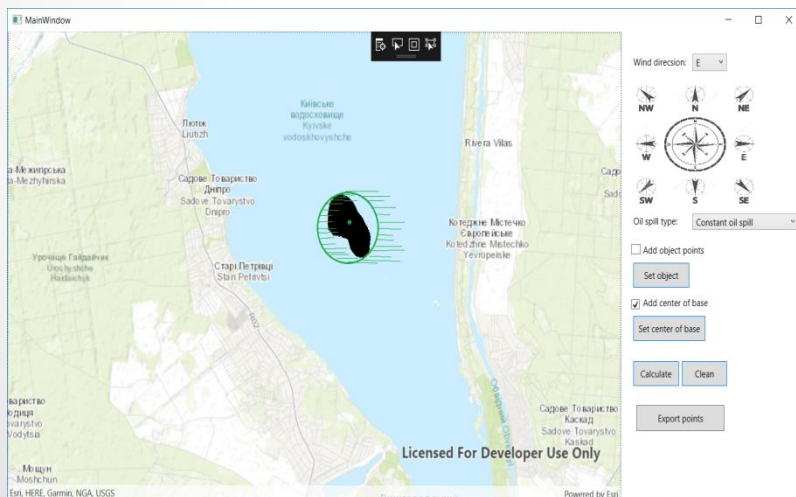
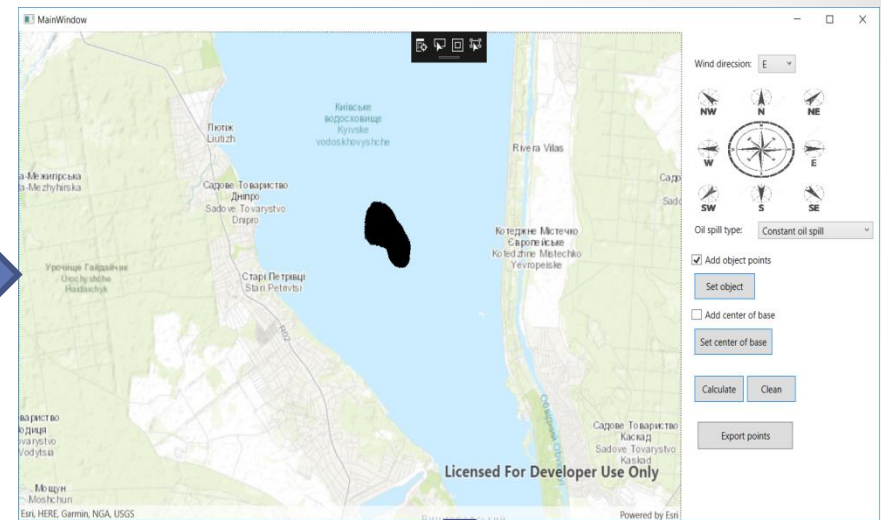
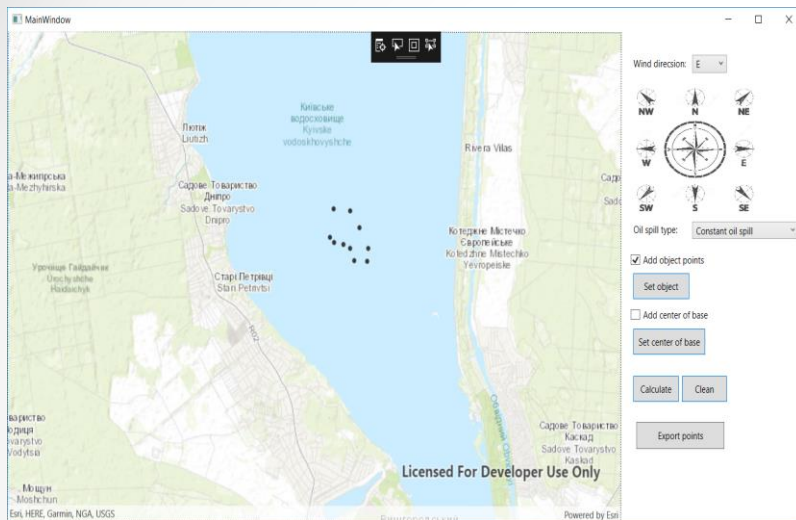
# Засоби розробки



Microsoft®  
**SQL Server**®



# Приклад роботи системи







# Висновки

При вирішенні поставлених задач отримано наступні результати:

1. Проаналізовано існуючі технології геометричного моделювання об'єктів і процесів та встановлено, що найбільш придатним для прогнозування формоутворення та керування формою із збереженням певного порядку гладкості є полікоординатний метод.
2. Проаналізовано недоліки існуючих моделей для прогнозування розповсюдження екологічних забруднень та обґрунтована необхідність розробки нової моделі.
3. Удосконалено метод полікоординатного геометричного моделювання об'єктів за рахунок визначення форми базису моделювання, що призвело до збільшення точності прогнозу нової форми об'єкта.
4. Розроблено алгоритми розрахунків та здійснено комп'ютерну реалізацію запропонованого удосконалення.

Дякую за увагу!