



Методи і моделі використання космічних знімків для оцінки стану природно- антропогенних ландшафтів



А.В. Соколовська
О.Д. Федоровський
О.В. Томченко

Четверта міжнародна конференція «Аерокосмічні спостереження в
інтересах сталого розвитку та безпеки GEO-UA 2014»

Загальна характеристика досліджуваної території



QuickBird 25.05.2010 г. Киев

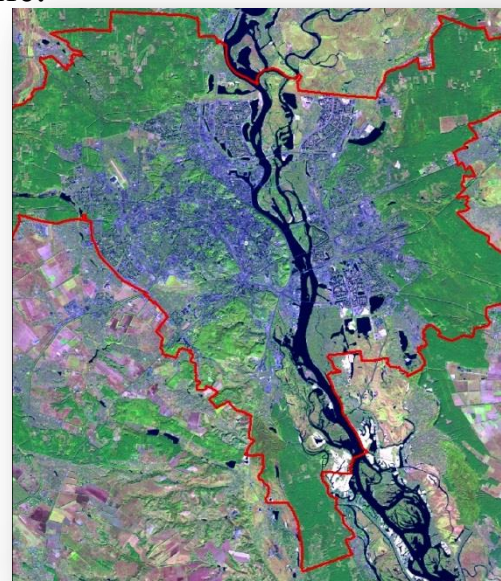
Місто Київ розташовано на півночі України, на межі Полісся і лісостепу по обидва береги Дніпра в його середній течії. Довжина уздовж берега - більше 20 км.

Площа міста 836 км².

Зелена зона займає в загальних межах міста 60% від всієї площі Києва.

Забудована площа в межах міста становить 25% від усієї площі Києва.

Населення на 1 січня 2013 року склало 2845 000тис.



Landsat 5 20.06.2011 г. Киев

Актуальність дослідження території м. Києва



Quick Bird 13.08.2010



Quick Bird 17.04.2002



Quick Bird 07.07.2012



Quick Bird 13.08.2010





Quick Bird 26.05.2007



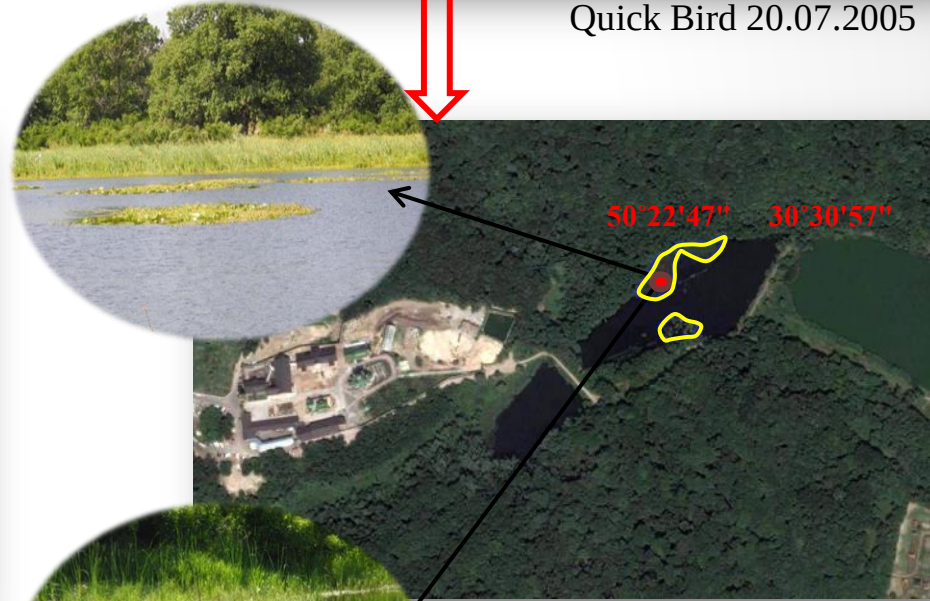
Quick Bird 20.07.2005



Quick Bird 26.05.2012



Намив пісків (Жуків острів)

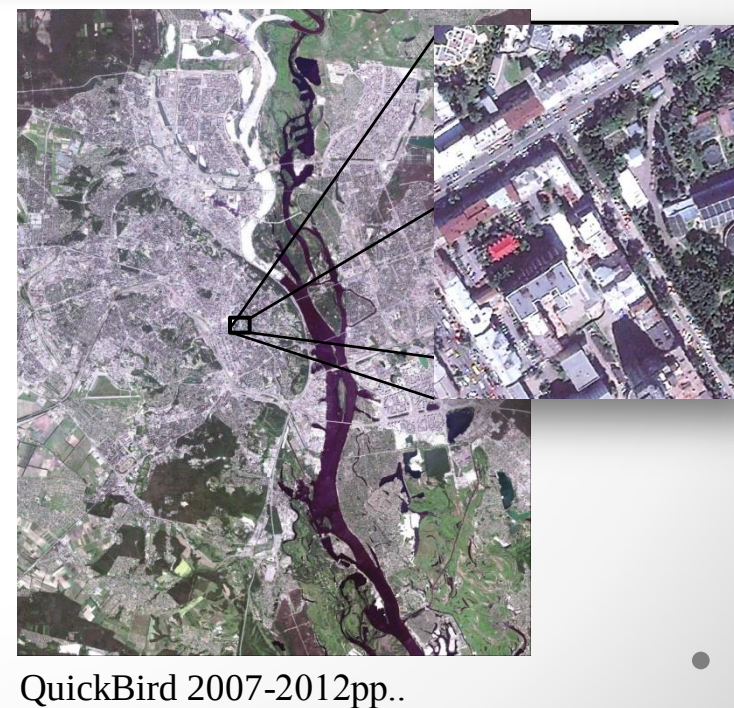
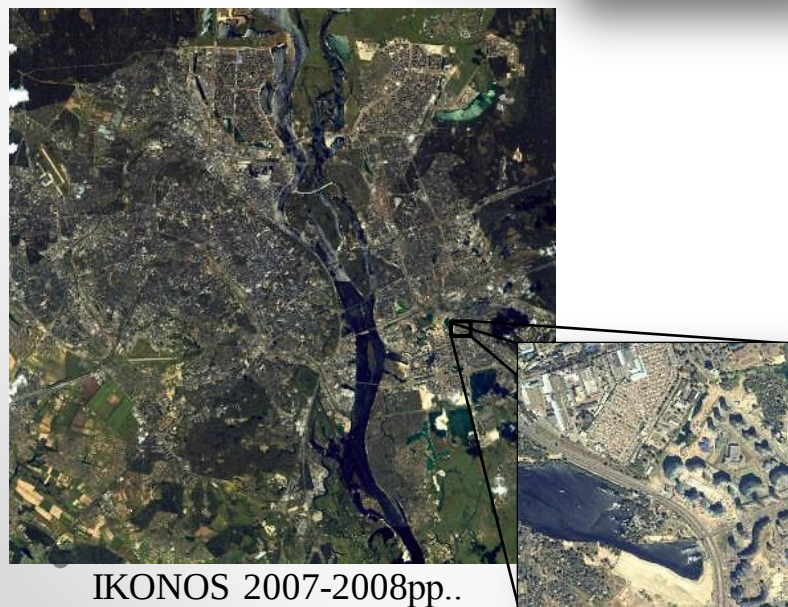
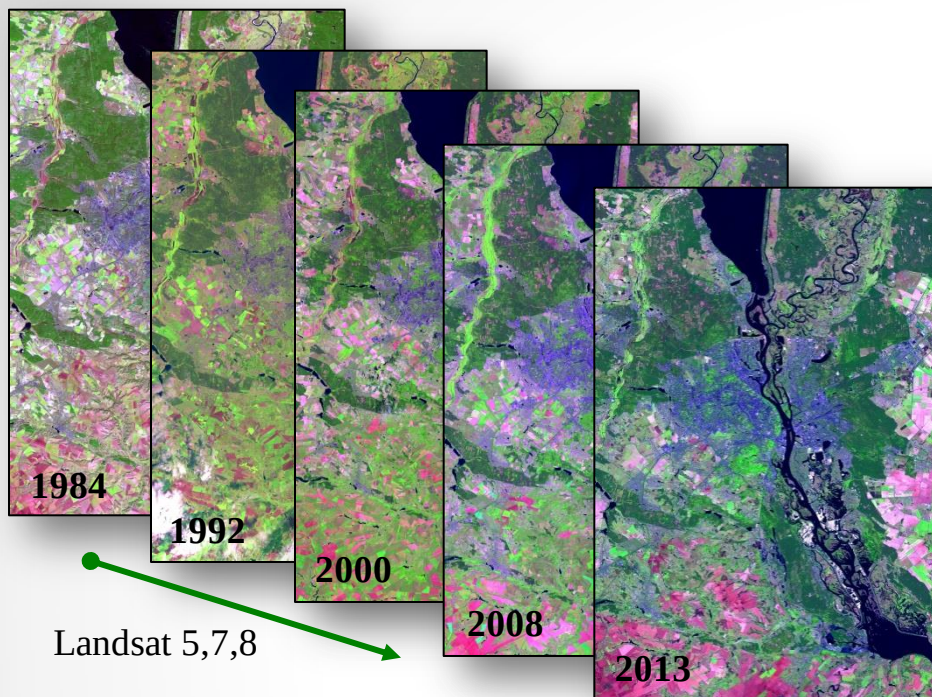


Quick Bird 26.07.2012



Заростання водних об'єктів

Використання даних ДЗЗ



Використання наземних статистичних даних екологічного стану м. Києва



Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

Ф

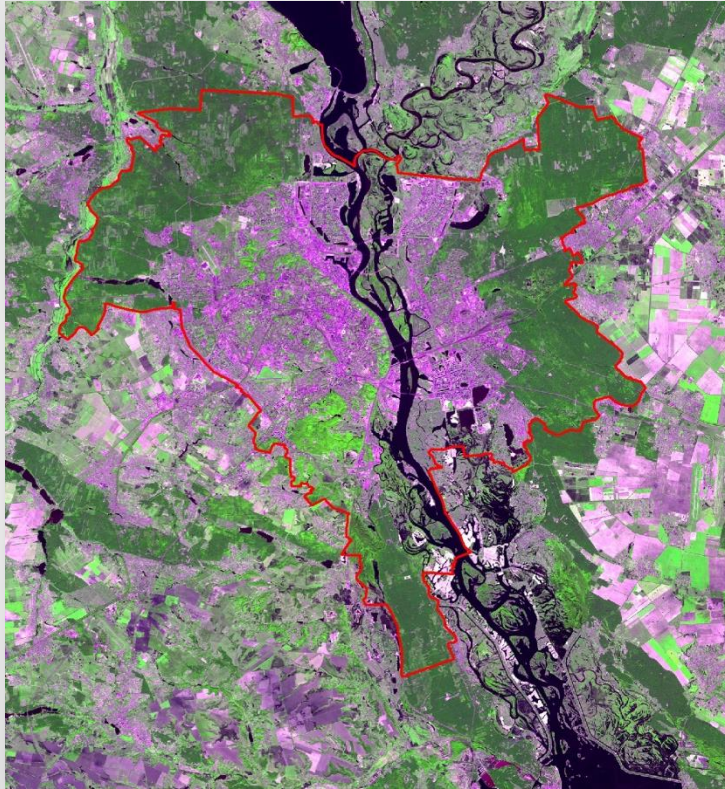
Ф

Ф

Ф

<

Дешифрування космічних знімків

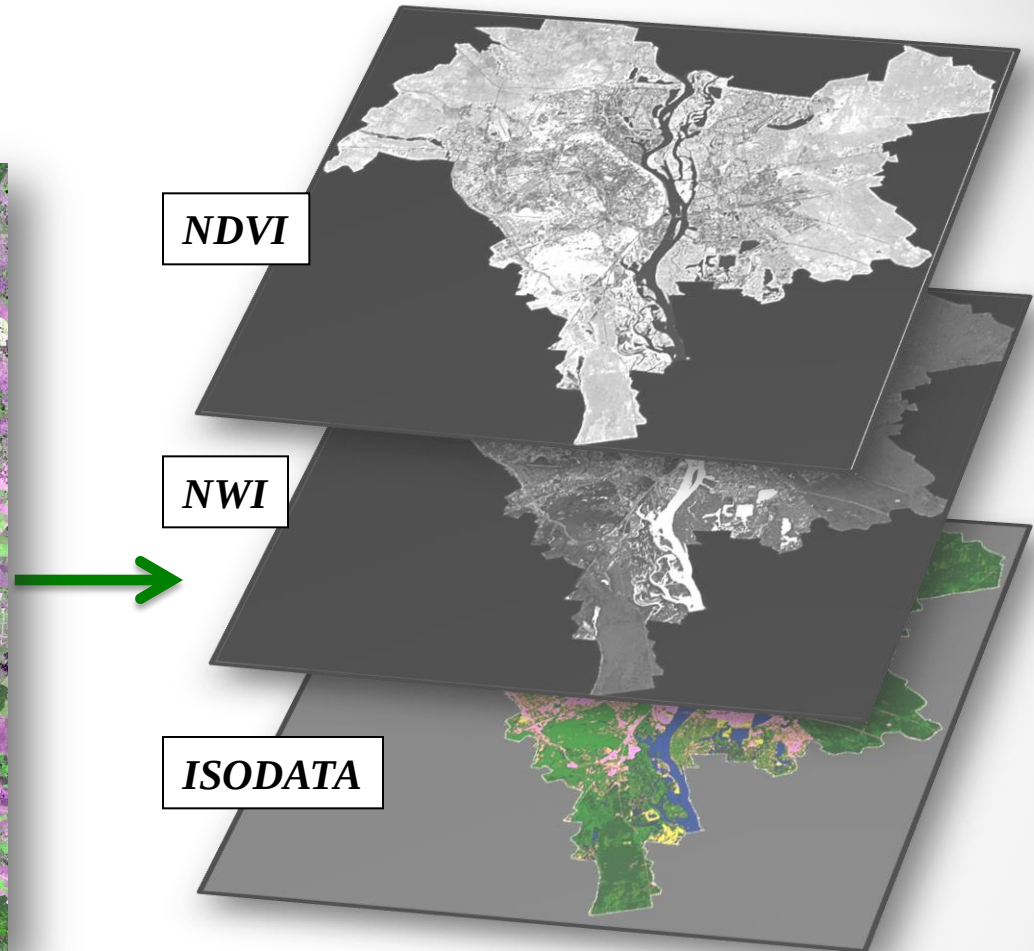


Вихідний знімок Landsat 8 за 2013р.
(RGB – комбінація 2,5,3 каналів)

Нормалізований різницевий
індекс рослинності
$$NDVI = (I_{NIR} - I_{RED}) / (I_{NIR} + I_{RED})$$

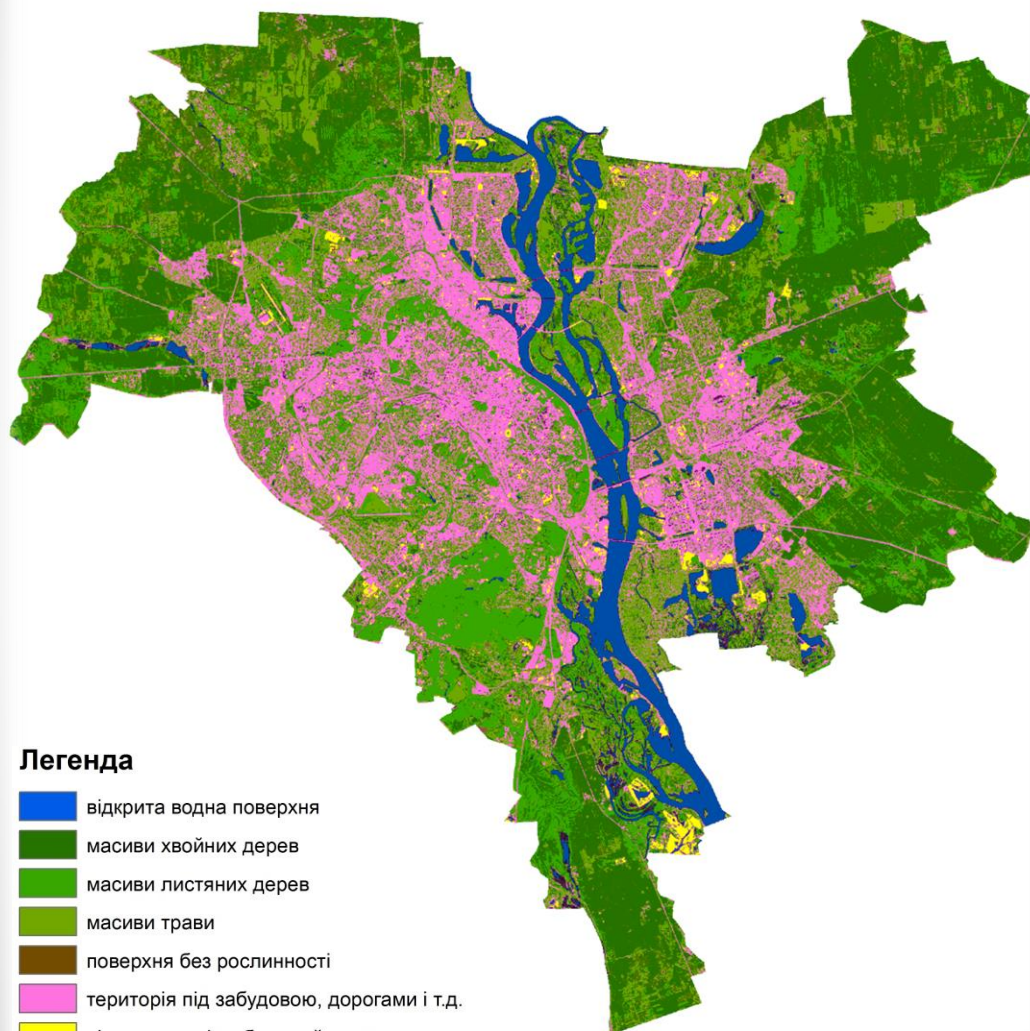
Нормований водний індекс
$$NW\text{I} = (I_{GRIN} - I_{SWIR}) / (I_{GRIN} + I_{SWIR})$$

Неконтрольована класифікація знімків за
алгоритмом **ISODATA** (Ітераційна
самоорганізована методика аналізу даних)



Тематичні шари

Результат класифікації – карти розподілу складових урболандшафту території Києва



Рослинність:

хвойні масиви

листяні масиви

масиви трави

Відкрита водна поверхня

Територія під забудовою,
дорогами і т.д.

Відкрита поверхня ґрунту

Пустирі та ділянки під
будівництвом

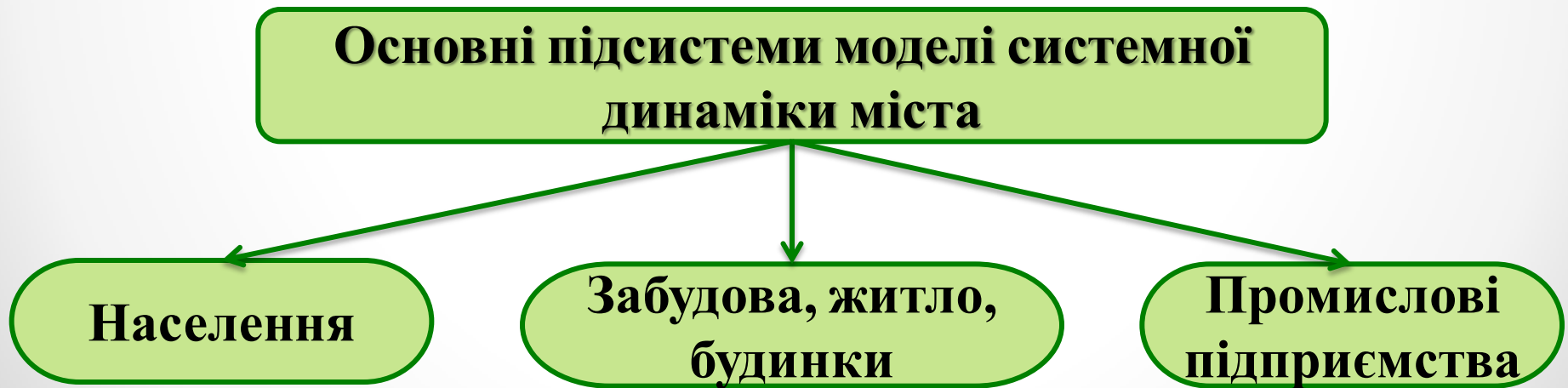
Метод системної динаміки – модель Форрестора - Грехема

$$\frac{dx}{dt} = \mathbf{g}^+(t, \mathbf{x}, \mathbf{p}) - \mathbf{g}^-(t, \mathbf{x}, \mathbf{p}), \quad \mathbf{x}(t_0) = \mathbf{x}_0$$

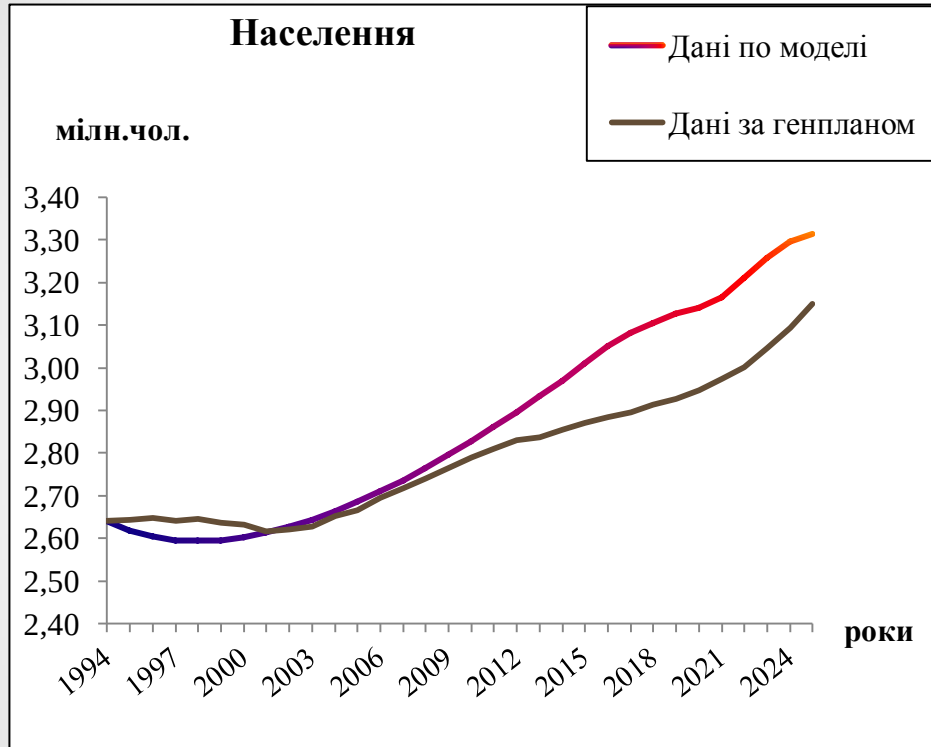
де: $\mathbf{x} = \{x_1, x_2 \dots x_n\}$ - вектор стану (рівнів) досліджуваної системи;

$\mathbf{p} = \{p_1, p_2 \dots p_m\}$ - m - вимірний вектор параметрів системи;

$\mathbf{g}^+(t, \mathbf{x}, \mathbf{p}) - \mathbf{g}^-(t, \mathbf{x}, \mathbf{p})$ - n - вимірна вектор функція праних частин, які в системній динаміці представляють різницю темпів зростання $\mathbf{g}^+(t, \mathbf{x}, \mathbf{p})$ та спадання $\mathbf{g}^-(t, \mathbf{x}, \mathbf{p})$.



Верифікація моделі Форрестора – Грехема за даними Генерального плану міста Києва



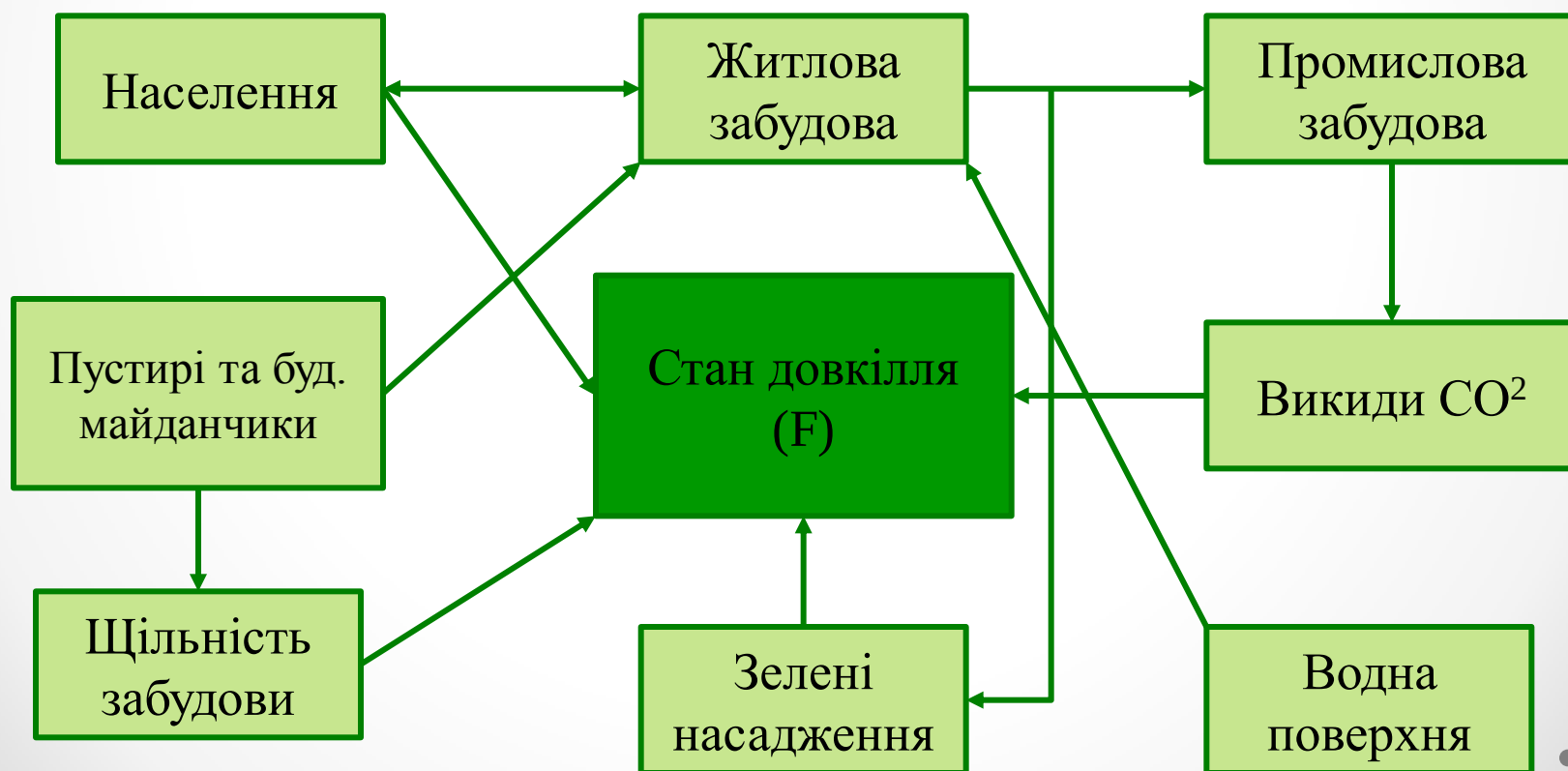
Проведені обчислювальні експерименти показали можливість використання базової моделі для оцінки стану та прогнозу динаміки розвитку міста Києва до 2025р. (кореляція при цьому склала 0,96-0,98)

Модифікація моделі Форрестора – Грехема шляхом асиміляції даних ДЗЗ

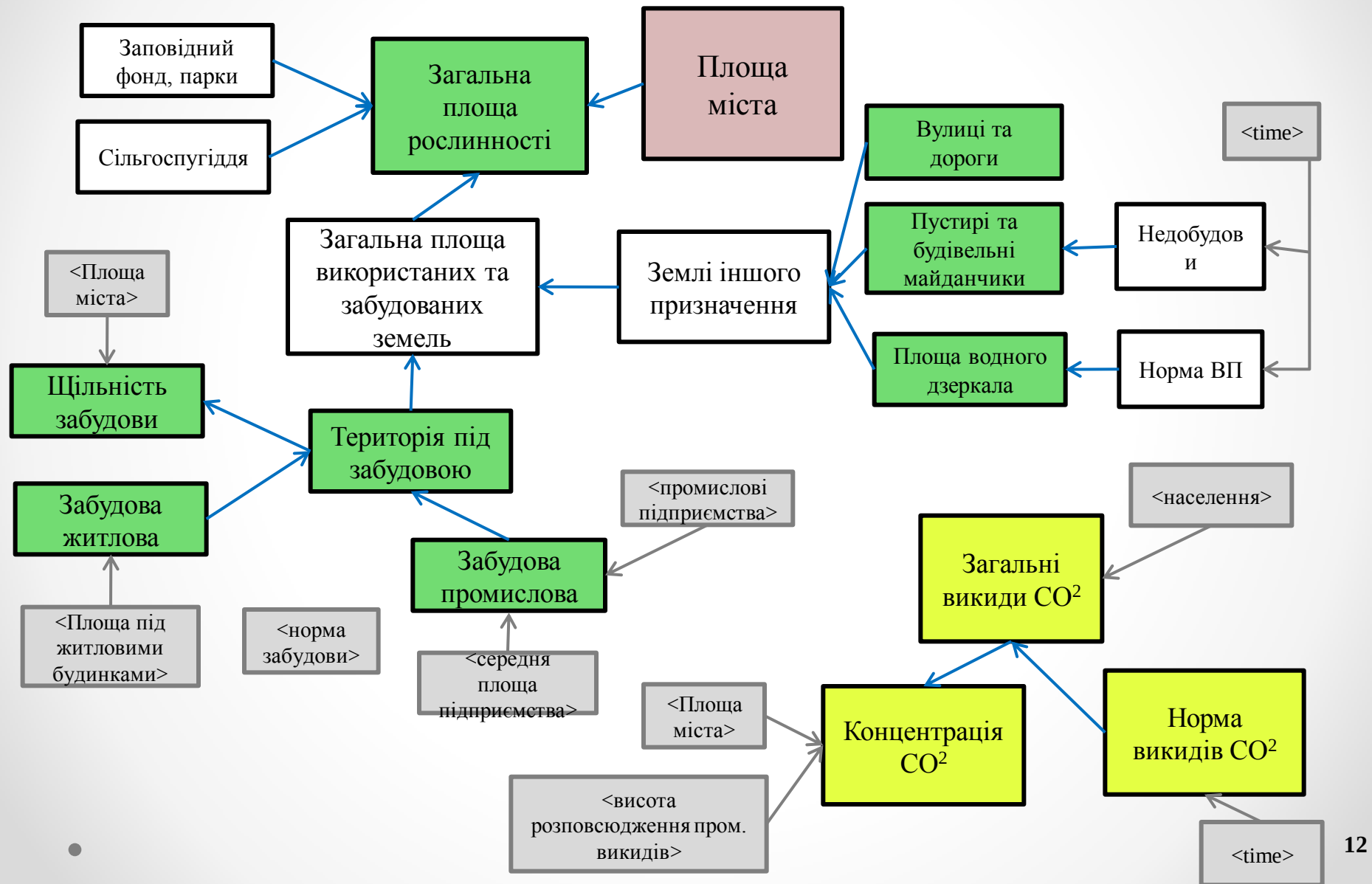
Компоненти ESI (індексом екологічної стійкості):

- Якість повітря;
- Біорізноманіття;
- Земельні ресурси;
- Якість води;
- Кількість водних ресурсів.

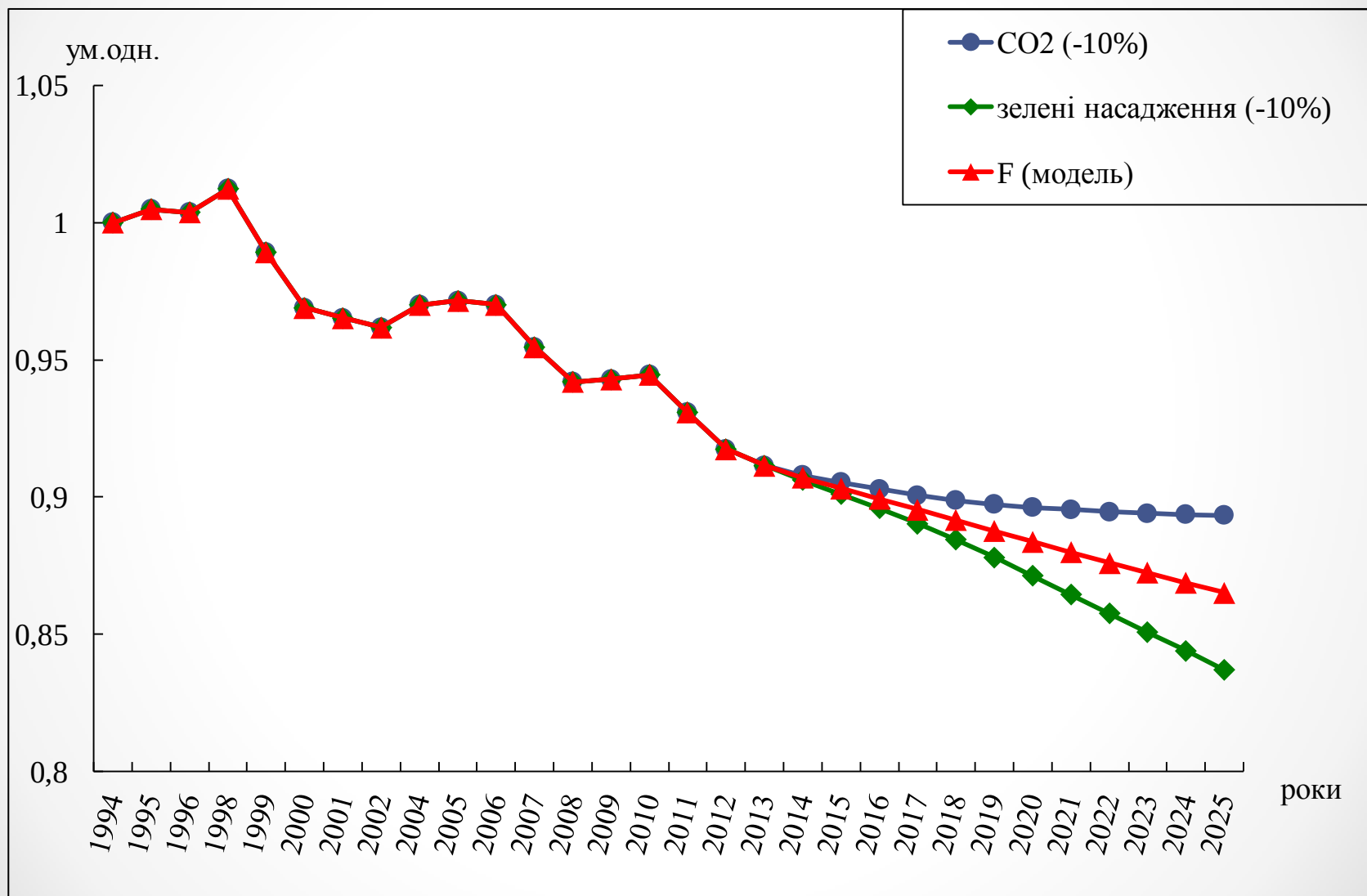
Схема взаємозв'язків складових урболандшафту м.Києва



Модифікована модель міста Києва



Результати моделювання і прогнозна оцінка стану довкілля міста за період 1994-2025рр.



Точність прогнозу



Коефіцієнт кореляції

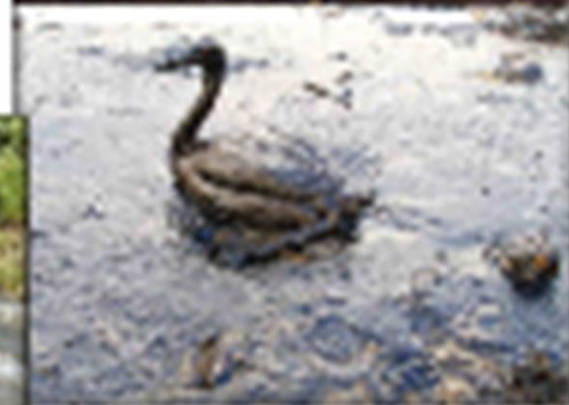
0,89

Висновки



Модифіковано та доопрацьована модель системної динаміки Форрестора-Грехема шляхом асиміляції інформації космічного геомоніторингу, доповнювання математичної моделі рівнянням для обчислення функції відповідності F для інтегральної оцінки стану довкілля міста.

Запропонована модель дає змогу моделювати та прогнозувати, виходячи з реальних умов, зміну стану довкілля міських територій під впливом різних факторів та надає відповідним службам міста можливість своєчасно реагувати на можливі наслідки.





Запитання та коментарі !

Контактна інформація:

А.Соколовська

**ДУ «Центр аерокосмічних досліджень
Землі ІГН НАН України»**

E-mail: AVSokolovska@casre.kiev.ua

тел. (044) 239-74-12

Дякую за увагу!!!

