

*Крижановський Є. М.,
кандидат технічних наук, доцент кафедри системного аналізу, комп'ютерного
моніторингу та інженерної графіки Вінницького національного технічного
університету*

*Урдинець В. В.,
студент Вінницького національного технічного університету*

РОЗРАХУНОК ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ІНДЕКСІВ ЗАБРУДНЕННЯ ЯКОСТІ ДОВКІЛЛЯ М. ВІННИЦЯ З ВИКОРИТАННЯМ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті здійснено систематизацію даних моніторингу, необхідних для розрахунків коефіцієнтів забруднення для різних складових довкілля, здійснено розрахунок коефіцієнтів забруднення поверхневих вод, атмосферного повітря, ґрунтів, а також інтегрального коефіцієнта забруднення довкілля м. Вінниці. Розраховані дані та точки спостережень нанесено на електронну карту та візуалізовано результуючі тематичні карти якості складових довкілля м. Вінниці.

Актуальність та постановка проблеми. Нині в багатьох країнах світу ведуть спостереження за якістю складових навколишнього середовища, а саме: атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих та ґрунтових вод. Використовуючи ці дані можна з легкістю зробити висновки щодо стану певної складової навколишнього середовища в місці спостереження. Але, для отримання повноцінної картини щодо стану довкілля на певній території (міста, району, тощо) необхідне формування інтегральних індексів якості, котрі будуть охоплювати усі складові довкілля. На жаль, закріплених офіційно на високому рівні методик розрахунку інтегральних індексів забруднення довкілля не має, тому є доцільним розробка таких методик та їх використання для оцінювання якості навколишнього середовища великих територій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для розрахунку інтегральних індексів (коефіцієнтів) забруднення навколишнього середовища потрібно: дані спостережень за атмосферним повітрям; дані спостережень за

водою; дані спостережень за ґрунтами, гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин для атмосферного повітря, води, та ґрунтів відповідно, електронна карта м. Вінниці у форматі ГІС «Карта 2011» для наступної візуалізації розрахованих даних.

Дані спостережень складових довкілля були взяті за 2007-2013 роки із відповідних баз даних у форматі MSAccess, які для зручності подальших аналізів та розрахунків будуть імпортовані в формат даних MSExcel із зміненою однаковою структурою таблиць. Застосовано алгоритм розрахунку за методикою КНД 211.1.1.106 «Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів)»[1]. Так як ця методика не спирається на специфіку розповсюдження забруднюючих речовин в поверхневих водах, тому може бути застосованим і для інших складових довкілля, таких як ґрунти та атмосфера.

Коефіцієнт забрудненості (далі – КЗ) є узагальненим показником, що характеризує рівень забрудненості сукупно по низці показників якості води, які багаторазово виміряно у кількох пунктах (створах) спостережень водних об'єктів.

Величина КЗ характеризує кратність перевищення нормативів у долях ГДК. Наприклад, $KЗ = 1,2$ означає, що нормовані показники якості води даного водного об'єкта (регіону, ділянки) у середньому в 1,2 разу (або на 20 %) перевищують ГДК. Іншими словами, якість води у цьому випадку у 1,2 разу гірше нормативного [1].

Будь-які значення КЗ, що перевищують одиницю, свідчать про порушення діючих норм. Тотожність КЗ одиниці означає, що для даного водного об'єкта всі нормовані показники якості води в усіх пунктах (створах) спостережень при всіх вимірюваннях протягом досліджуваного періоду відповідають діючим нормам якості води. Значень менше одиниці коефіцієнт забрудненості приймати не може.

Отримані числові значення КЗ дозволяють оцінити стан довкілля за рівнями забрудненості таким чином (таблиця 1) [1]:

Таблиця 1 – Співвідношення значення коефіцієнта забрудненості та рівня забрудненості

Значення КЗ	1	1,01...2,50	2,51...5,00	5,01...10,00	Більше 10
Рівень забрудненості	Незабруднені (чисті)	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні

Для визначення загального КЗ необхідно знайти середнє значення КЗ за пунктами (створами, постами). Загальний коефіцієнт забрудненості буде розраховуватися таким чином:

$$KZ_{\text{заг}} = \beta \cdot KZ_{\text{пов.в}} + \beta \cdot KZ_{\text{підз.в}} + \beta \cdot KZ_{\text{г}} + \beta \cdot KZ_{\text{а}}, \quad (1)$$

де $KZ_{\text{пов.в}}$ – коефіцієнт забрудненості поверхневих вод; $KZ_{\text{підз.в}}$ – коефіцієнт забрудненості підземних вод; $KZ_{\text{г}}$ – коефіцієнт забрудненості ґрунтів; $KZ_{\text{а}}$ – коефіцієнт забрудненості атмосфери; β – ваги складових коефіцієнта забрудненості [2].

Сума всіх ваг повинна бути рівна 1. За відсутності даних щодо певної складової довкілля (наприклад, щодо ґрунтів) необхідно розподіли ваги між трьома іншими так, щоб в сумі все ж було 1.

Для розрахунку інтегральних індексів забруднення довкілля м. Вінниці та подальшої їх візуалізації виконано ряд наступних операцій: експортовано дані із MSAccess в формат MSExcel та змінено структуру таблиць в однаковий формат з подальшим сортуванням даних моніторингу по місцям відбору проб, потім по показникам, а далі по даті. Таке розташування даних дозволяє розраховувати КЗ як окремо по рокам, так і окремо по місцям відбору проб. Далі засобами Excel було розраховано коефіцієнти забруднення окремо для кожного показника, а також окремо значення КЗ по рокам, та загальні значення КЗ для кожної точки спостереження та загалом для складової довкілля. Також налаштовано автоматичне форматування комірок для зручної візуалізації результатів розрахунків. Після цього результати розрахунків коефіцієнтів забруднення по точкам спостереження було внесено в електронну карту. Для виконання даного етапу обрано ГІС “Карта 2011”. Її основною перевагою є наявність безкоштовної повнофункціональної демоверсії, яка має практично усі можливості, що й професійна версія, в тому числі роботу з базами даних,

створення тематичних карт, програмне використання її інструментарію [2]. Використано електронну карту м. Вінниці із нанесеними в ній пунктами спостережень за складовими докільля. Наступним кроком є побудова тематичних діаграм в ГІС «Карта 2011» в яких величина радіусу кола залежить від величини коефіцієнта забруднення, відповідно чим менше радіус, тим краще. Також сформовано легенду карти. Аналогічним методом розраховуються коефіцієнти забруднення для інших складових докільля та візуалізуються результуючі тематичні карти (приклад на рисунку 1). Фінальним етапом визначення коефіцієнтів забруднення є розрахунок інтегрального індексу забруднення докільля міста згідно з формулою 5. Так як значення ваг складових докільля (β) в сумі повинні дорівнювати 1 за відсутності даних щодо підземних вод розподілено ваги між трьома іншими так, щоб в сумі все ж було 1. Тому прийнято значення β таким чином: для атмосферного повітря – 0,35; для поверхневих вод – 0,35; для ґрунтів відповідно 0,3.

На рисунках 1–3 приведено тематичні карти, що візуалізують результати розрахунків коефіцієнтів забруднення по різних складовим докільля міста у точках спостережень.



Рисунок 1 – Тематична карта індексів забруднення атмосферного повітря у м. Вінниця

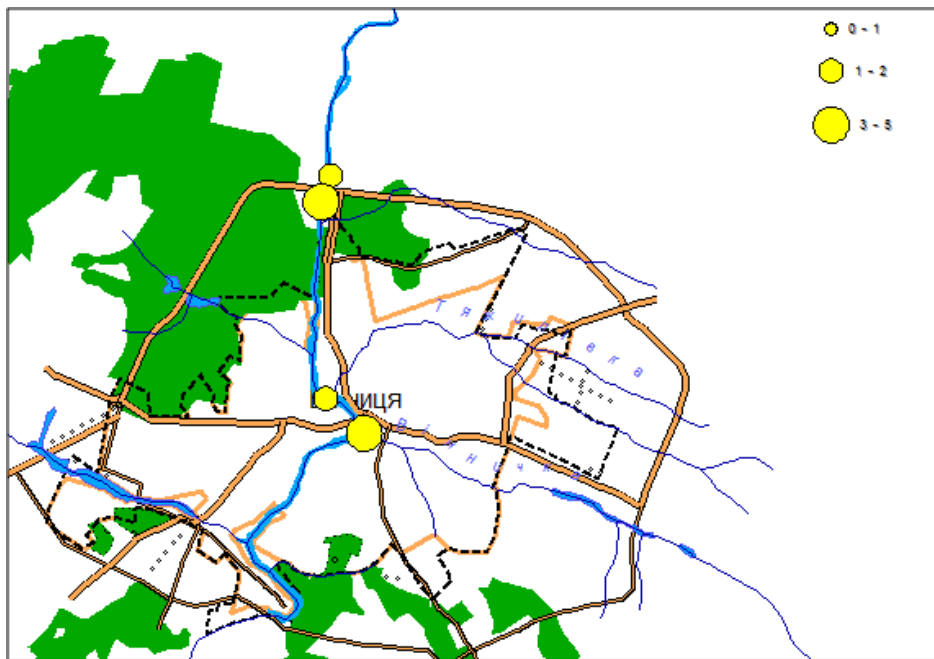


Рисунок 2 – Тематична карта індексів забруднення поверхневих вод у м. Вінниця

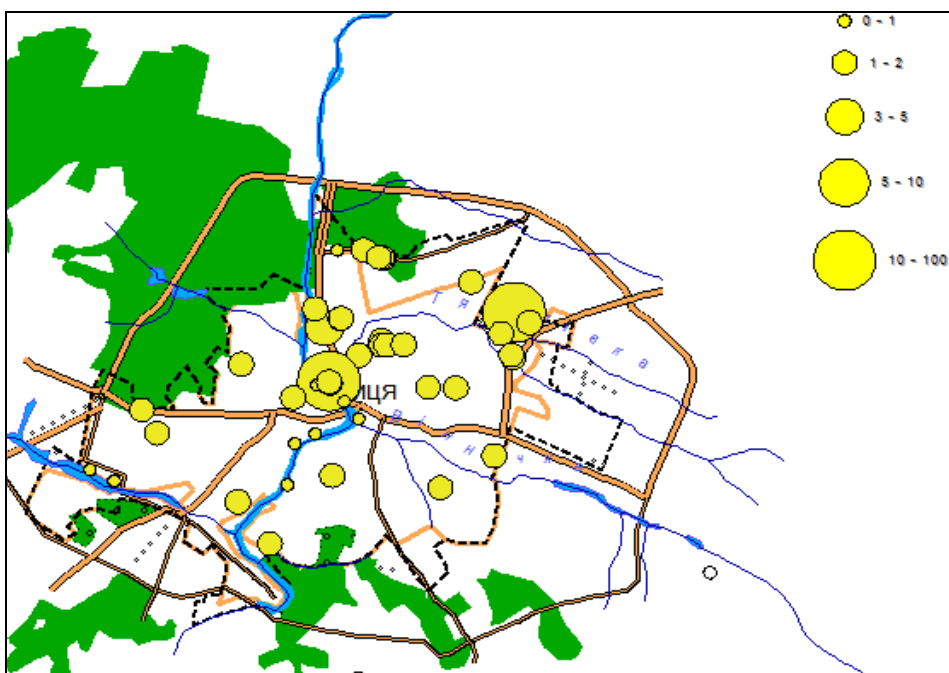


Рисунок 3 – Тематична карта індексів забруднення ґрунтів на території м. Вінниця

На рисунку 4 приведено графік результатів розрахунку інтегрального коефіцієнта забруднення міста Вінниці за 2008–2013 рр.

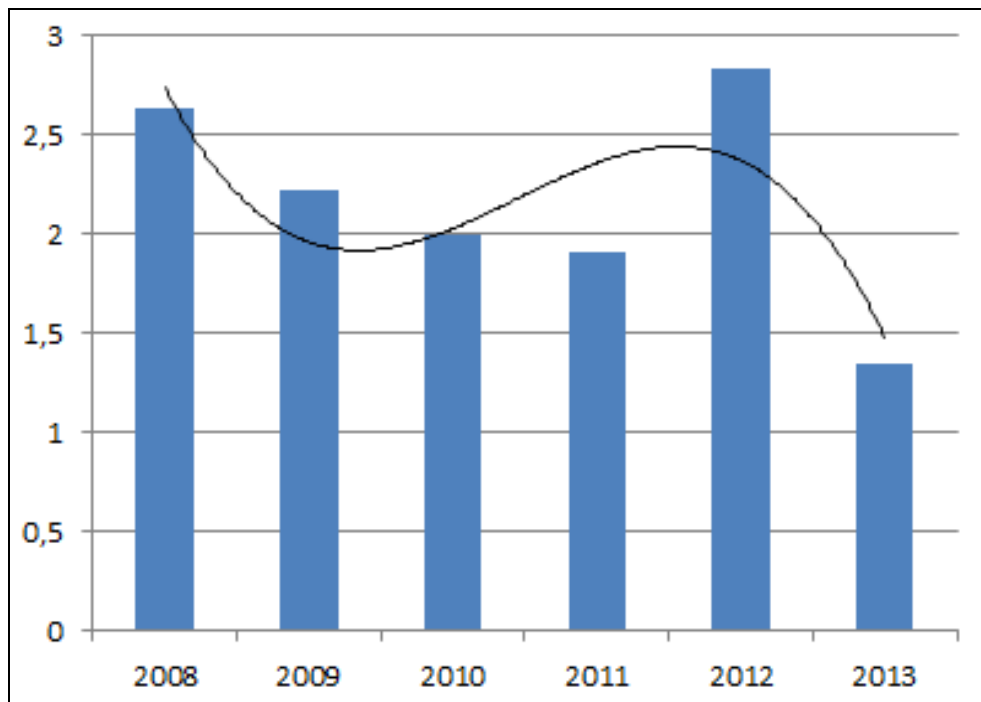


Рисунок 4 – Графік результатів розрахунку інтегрального коефіцієнта забруднення міста Вінниці за 2008-2013 рр.

Висновки. Розраховано та візуалізовано загальні коефіцієнти забруднення довкілля міста Вінниці із метою покращення управління в галузі охорони навколишнього природного середовища. Даний підхід дозволяє візуально відобразити якість довкілля міста і може бути для будь-яких інших територій.

Список використаної літератури

1. Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів) КНД 211.1.1.106. – К., 2003.
2. Крижановський Є. М. Метод автоматизації розрахунку та візуалізації індексу загального забруднення міста / Є. М. Крижановський, І. В. Давидова // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Сер. : Технічні науки. – 2013. – № 4. – С. 65–69.