УДК 31:338.432

В. В. Тарасова,
доктор економічних наук,
професор, доцент кафедри,
Житомирський національний агроекологічний університет

Графічний метод дослідження екологічного стану довкілля

У статті розглянуто наукові основи теоретичних і прикладних питань, пов'язаних з методологією й побудовою статистичних діаграм, їх застосуванням при різних статистичних методах оброблення й аналізу еколого-економічної інформації. Наведено приклади побудови й аналізу точкових, структурних стовпчикових та комбінованих багатостовпчикових діаграм.

Ключові слова: *графічний метод, графічне зображення, діаграма, точкова діаграма, стовпчикова діаграма, екологічний стан довкілля.*

Всебічний і глибокий аналіз статистичних даних передбачає використання різних спеціальних методів, важливе місце серед яких займають графічні зображення. Графічні зображення – це особливий графічний метод наочного представлення і зображення статистичної інформації за допомогою геометричних знаків з метою її узагальнення й аналізу. Статистичні дані, представлені у вигляді діаграм, стають більш виразними, привабливими й доступними для сприйняття та розуміння, вони привертають і утримують увагу. Але, мабуть, у жодній сфері знань і практичної діяльності графічні зображення не відіграють такої ролі, як у статистиці та економіці, що дозволяє обробляти й аналізувати величезні масиви інформації про екологічні і соціально-економічні явища та процеси. Таку інформацію неможливо представити у табличній формі, тому зазвичай використовують графічне зображення. При цьому економісти переважно не послуговуються графічним методом узагалі або застосовують елементарні діаграми з програми Microsoft Excel. Аналогічна ситуація спостерігається і у сфері екології. Однак складність екологічних явищ і процесів, що відбуваються в навколишньому середовищі, потребують побудови й аналізу точкових, структурних стовпчикових та комбінованих багатостовпчикових діаграм. Тому графічний метод в екології, завдяки певним властивостям, є важливим при дослідженні екологічного стану довкілля.

Графічні зображення вже давно знайшли широке застосування в найрізноманітніших видах людської діяльності [1, с. 120]. При правильній побудові статистичного графіка створюється так званий образ, що допомагає безпосередньому осмисленню зображених статистичних даних, полегшує й прискорює їх сприйняття. Особливо корисними графічні зображення виявляються при підготовці різноманітних презентацій, а також при складанні звітів [2, с. 237]. Е. Чекотовський зазначає, що при графічному зображенні статистичні дані – ці "сухі" цифри – нібито оживають, стають осмисленими й настільки переконливими, що сприймаються легко й швидко [3, с. 21].

Існує багато видів графіків, які поділяють за призначенням (аналітичні, ілюстративні, інформаційні), формою графічного образу (крапкові, лінійні, площинні, просторові, зображувальні), способом побудови (діаграми, картограми, картодіаграми). При цьому кожен графік повинен відповідати змісту і логічній природі явищ, що зображуються, бути художньо оформленим [4, с. 89–128].

Основною і найбільш важливою властивістю статистичних графіків є їх наочність. Наочність статистичних діаграм дозволяє не тільки швидко сприймати найістотніше в статистичному матеріалі, що представляється, а й побачити те, що сховано або недостатньо точно виражено в текстовому або табличному його поданні. І. Нікольська зазначає, що людина отримує 80% знань про навколишній світ за допомогою органів зору [6, с. 5]. Серед усіх органів чуття органи зору мають більш високу пропускну інформаційну здатність. Дослідження показують, що за той самий час органи слуху можуть сприймати 1000 одиниць інформації, органи дотику – 10000, а органи зору – 100000. Але існують і більш високі оцінки сприйняття інформації органами зору. Так, на думку І. Букреєва, 85% інформації надходить у мозок людини за допомогою зору. Зорові образи є найбільш наочними, вони запам'ятовуються в мозку на все життя [6, с. 2].

Однак графічне подання статистичних даних є не тільки засобом ілюстрації статистичних даних, а і контролю їхньої правильності й вірогідності. Завдяки своїм властивостям воно дозволяє тлумачити й аналізувати статистичні дані, а в деяких випадках є єдиним і незамінним способом їхнього узагальнення й пізнання [7, с. 216–218]. Зокрема, графічне зображення незамінне при одночасному вивченні декількох взаємозалежних соціально-економічних явищ, оскільки воно дозволяє з першого погляду встановити існуючі між ними співвідношення й зв'язки, розходження й подібність, а також виявити особливості їхніх змін у часі й просторі. Варто додати, що в дослідженні масових соціально-економічних явищ графічне подання статистичних даних не тільки відіграє важливу, самостійну роль, а й часто є основою, фундаментом розроблення гіпотез, нових положень, спрямованих на подальше, поглиблене вивчення певного явища.

Графічні зображення мають також важливе значення в популяризації статистичних даних. За-

© В. В. Тарасова, 2013

вдяки простоті й виразності графічні зображення відіграють особливу роль у час, коли вирішується проблема всебічного розширення гласності статистичної інформації як однієї з необхідних умов демократизації суспільства [8, с. 16–23; 9, с. 9–13].

Істотно прискорити й спростити процес побудови графічних зображень статистичних даних можна за допомогою персональних комп'ютерів (далі – ПК) [2, с. 237–256; 10, с. 70–79]. Сучасні ПК дозволяють не тільки швидко, якісно і з мінімальними витратами праці та часу побудувати різні види графічних зображень, а й виконати (і це особливо важливо) різноманітні варіанти їхньої побудови [11–15].

Основною метою статті є демонстрація можливостей різних видів графічних зображень у дослідженнях екологічних процесів. Основним завданням роботи була ілюстрація і наочне відображення екологічних ситуацій та аспектів екологічного стану довкілля в Україні за середніми даними 2006–2011 років за допомогою програми Excel: загальної екологічної ситуації, стану забруднення всіх природних сфер довкілля, якості поверхневих вод басейнів річок України, концентрації забруднюючих речовин у водному середовищі, міжзонального співвідношення обсягів викидів в атмосферу тощо.

При цьому зауважимо, що хоча побудова графічних зображень за допомогою програми Excel є автоматичним процесом, але такі елементарні діаграми потребують значних витрат часу і кропіткої праці на редагування.

Під час діяльності територіально-виробничих комплексів відбуваються процеси, пов'язані з вилученням і використанням природних ресурсів, впливом на природні об'єкти і порушенням рівноваги у природному середовищі. Це призводить до витрат на природоохоронні заходи. Деструктивні процеси, що відбуваються в навколишньому середовищі, впливають на стан виробництва, його ефективність і розглядаються як джерело екологічних витрат. Рівень екодеструктивного впливу економічних систем (процесів виробництва і споживання продукції) відображає рівень екологізації виробництва, а частка екологічних витрат у сукупних витратах виробництва конкретного виду продукції характеризує його екологічність. Остання визначається за допомогою системи показників забруднення природних сфер довкілля (Зпс, яка складається з підсистем показників деградації земель, екологічного стану водних об'єктів і атмосферного повітря) та системи показників техногенно-небезпечного забруднення (Нз – загроза забруднення довкілля внаслідок зберігання непридатних хімічних засобів захисту рослин, накопичення промислових і побутових відходів, радіоактивого забруднення, забруднення шляхом іонізуючого і електромагнітного випромінювання, ризику виникнення санітарно-епідемічної ситуації).

При дослідженні екологічного стану довкілля на початковому етапі проведено стандартизацію систем цих показників і визначено питомі рівні всіх названих груп за загальною формулою:

$$d_{ij} = x_{ij} / \sum x_{ij} \cdot 100,$$

де d_{ij} – питомий рівень i-го показника j-го регіону, x_{ij} – абсолютний розмір i-го показника j-го регіону, $\sum x_{ij}$ – загальний підсумок i-го показника в j-му регіоні.

Наступним етапом було інтегрування систем показників кожної групи за стандартизованою оцінкою:

$$Gd_{ij} = \sum d_{ij} / n,$$

де Gd_{ij} – середнє значення питомих показників j-го регіону, $\sum d_{ij}$ – загальний підсумок i-х питомих показників в j-му регіоні, n – кількість питомих показників.

На основі питомих показників визначимо рівень забруднення природних сфер довкілля:

$$Зпс = (Дз+Зв+За) / 3,$$

де *Дз* – середня питома деградація земель регіону за показниками (площі кам'янистих, засолених, перезволожених, заболочених, сильно кислих ґрунтів, підданих ерозії); *Зв* – середнє питоме забруднення водного середовища за показниками (об'єм стічних вод, кількість забруднюючих речовин у стічних водах: сульфати, хлориди, фосфати, азот амонійний, феноли, нітрати, нітрити, фосфатіони, залізо, марганець, мідь, нафтопродукти, БСК, ХСК, завислі речовини, сухий залишок, кольоровість); *За* – середнє питоме забруднення атмосферного повітря за показниками (викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних та пересувних джерел, кількість проб забруднюючих речовин, що перевищує гранично допустиму концентрацію (далі – ГДК): пил і сажа, сірчистий газ, сірководень, окис вуглецю, сірковуглець, окиси азоту, аміак, фенол і його похідні).

Для наочного відображення екологічних ситуацій використано різні види діаграм (крапкові, стовпчикові, складні стовпчикові та комбіновані багатостовпчикові). За їх допомогою проведено узагальнення різних аспектів екологічного стану довкілля в Україні. Крапкова діаграма дозволяє проілюструвати загальний стан забруднення всіх природних сфер довкілля (рис.1).

Регіони:
1. АР Крим
2. Вінницька
3. Волинська
4. Дніпропетровська
5. Донецька
6. Житомирська
7. Закарпатська
8. Запорізька
9. Івано-Франківська
10. Київська
11. Кіровоградська
12. Луганська
13. Львівська
14. Миколаївська
15. Одеська
16. Полтавська
17. Рівненська
18. Сумська
19. Тернопільська
20. Харківська
21. Херсонська
22. Хмельницька
23. Черкаська
24. Чернівецька
25. Чернігівська

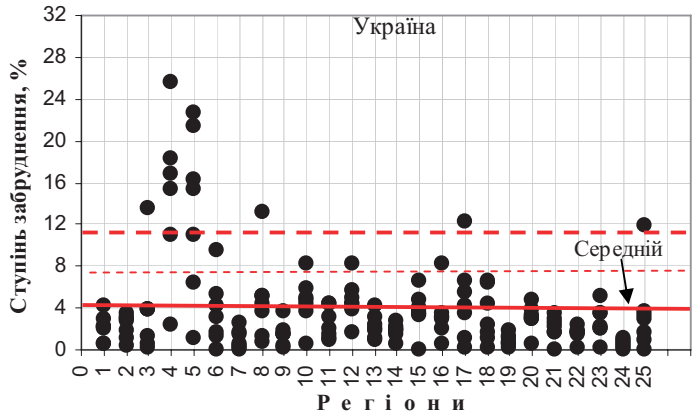


Рис. 1. Стан екологічного забруднення природних сфер, 2006–2011 рр.

Дані рис. 1 свідчать про загальну закономірність формування ступеня забруднення природних сфер (земельних, лісових і водних ресурсів та атмосферного повітря) в окремих регіонах України. Лише 11 регіонів мають стан забруднення всіх сфер нижче середньо-регіонального рівня і знаходяться в безризиковій зоні. Інші 14 регіонів мають різний ступінь ризику: в зоні допустимого ризику (стан забруднення майже у 2 рази вище середнього) знаходяться 4 регіони – Одеська, Сумська, Харківська і Черкаська області; в зоні критичного ризику (стан забруднення більше у 2–3 рази за середній) – 8 регіонів: Волинська, Житомирська, Запорізька, Київська, Луганська, Полтавська, Рівненська, Чернігівська області; у зоні катастрофічного ризику (стан забруднення більше у 5–7 разів за середній) є 2 регіони – Дніпропетровська і Донецька області.

Потенційно екологічно-небезпечні підприємства, частка яких у структурі промисловості становить майже третину, мають високу щільність розміщення на території України, а їх показники перевищують аналогічні у розвинених державах світу. Вони мають надмірне техногенне навантаження на довкілля та постійну загрозу виникнення аварійних ситуацій, насамперед на території Донбасу, Дніпропетровщини, Запорізького, Харківського, Київського, Львівського промвузлів та промвузлів в обласних центрах південного регіону.

Загальна екологічна ситуація в регіонах інтегрована за системами факторів антропогенного забруднення природного середовища (Зпс) та факторів техногенного небезпечного забруднення (Нз) (рис. 2, за власними розрахунками автора).

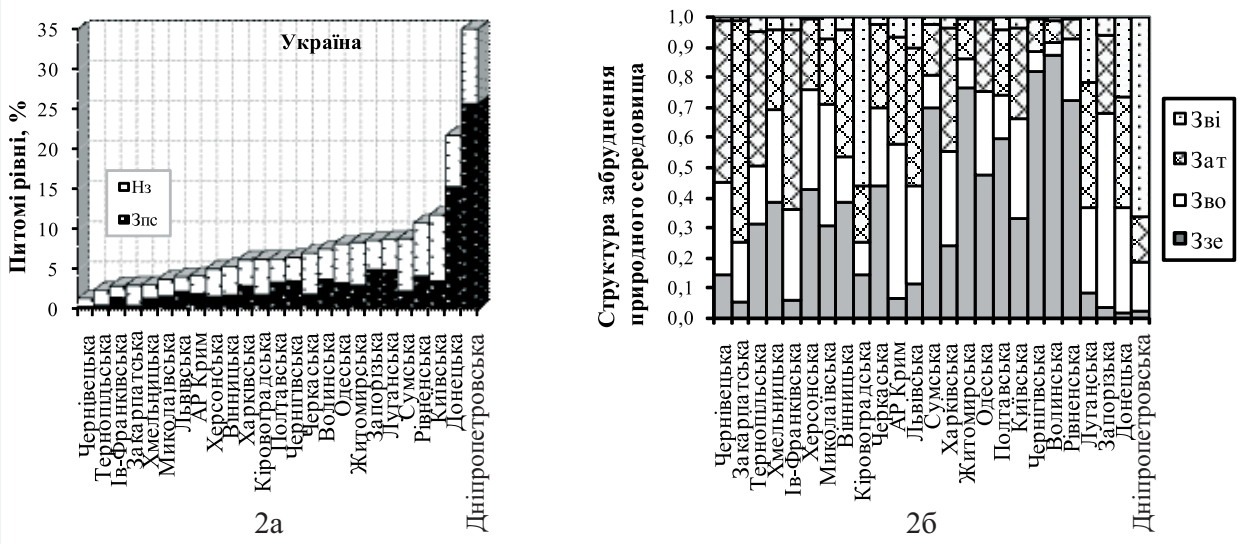


Рис. 2. Стан антропогенно-техногенного забруднення довкілля, 2006–2011 рр.

Діаграма 2а ілюструє співвідношення між двома групами факторів (Нз і Зпс), що впливають на загальний стан забруднення довкілля. Переважна більшість регіонів має майже однакове співвідношення між ними. Виняток складають чотири східні області – Дніпропетровська, Донецька, Запорізька і Луганська, що характеризуються більшим ступенем забруднення природних сфер, викидами шкідливих хімічних речовин в атмосферу та скидами забруднюючих речовин у водойми.

Уявлення про склад цих факторів дає діаграма 2б, яка побудована за зростаючим рівнем загаль-

ного забруднення природних сфер, що охоплює забруднення земель (Ззе), водних об'єктів (Зво), атмосфери (Зат) та загального забруднення довкілля внаслідок утворення і накопичення відходів (Зві). Більш високий вплив на довкілля мають підприємства Дніпропетровської області через утворення і накопичення відходів; Запорізької – переважно через забруднення водних об'єктів; Донецької і Луганської – через забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів і утворення відходів у рівних частках. Переважне забруднення довкілля відходами має також і Кіровоградська область. Найбільша деградація і забруднення земель спостерігається у Волинській, Чернігівській, Житомирській і Сумській областях.

Забруднення окремих природних сфер наочно відображено на складних стовпчикових діаграмах. Так, стан якості поверхневих вод басейнів річок України ілюструє рис. 3 (за власними розрахунками автора).

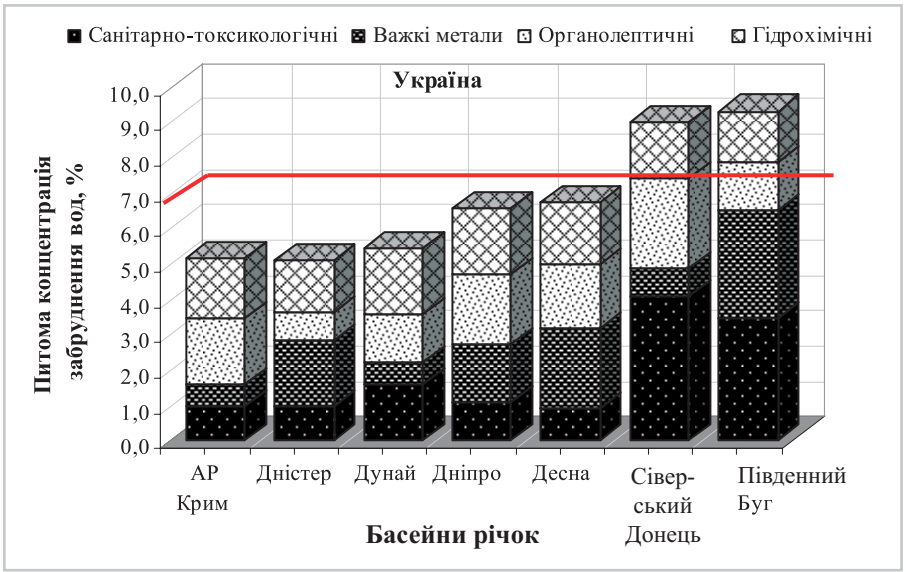


Рис. 3. Стан забруднення поверхневих вод України, 2009 р.

Найменш забрудненими виявилися басейни річок АР Крим, Дністра, Дунаю, а найбільш забрудненими – басейни річок Південного Бугу. Горизонтальна лінія на діаграмі відображає середній в Україні стан забруднення водойм та ділить сукупність басейнів на дві діаметрально протилежні групи – з нижчим або вищим за середній рівнями забруднення. До першої групи входять п'ять басейнів річок – АР Крим, Дністра, Дунаю, Дніпра і Десни. До другої групи належать басейни Сіверського Дінця і Південного Бугу, в яких забруднення майже в 1,5 рази вище за середні дані для України. Структурні елементи стовпчиків ілюструють склад забруднень водойм.

Концентрація забруднюючих речовин у водному середовищі України зображена на рис. 4 (за власними розрахунками автора).

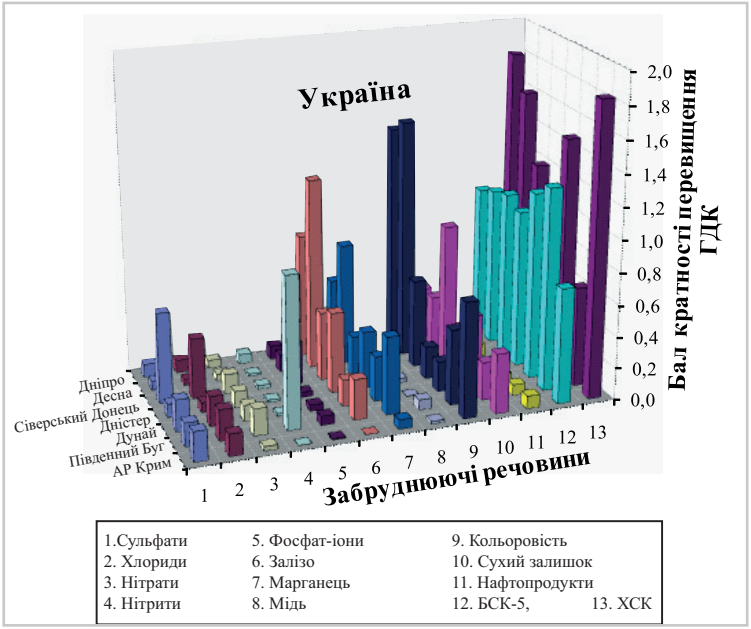
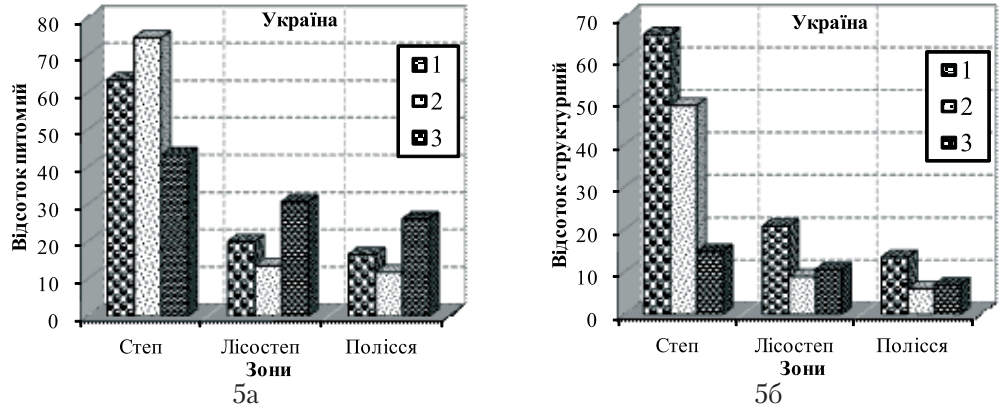


Рис. 4 Концентрація забрудників вод басейнів річок України, 2009 р.

Високі стовпчики свідчать про високий бал кратності перевищення ГДК у конкретних басейнах річок, що відображає вертикальна шкала.

Дуже низькі, майже непомітні стовпчики концентрації у воді нітратів (4-й), фосфат-іонів (5-й), міді (8-й) та нафтопродуктів (11-й) усіх басейнів річок відображають зовсім низьку їх концентрацію. Винятком є вода басейну Південного Бугу, де нітрати (4-й) й БСК-5 (11-й) мають найвищі бали кратності перевищення ГДК серед усіх інших басейнів. Така інформація є корисною для працівників Державного агентства водних ресурсів України.

При узагальнюючій характеристиці стану забруднення природних сфер особливо важливим є правильний вибір показників: абсолютних чи відносних (питомих або структурних). Через непорівнюваність абсолютних показників різних природних сфер більш прийнятними є відносні показники. Але перевагу кожного з них можливо виявити тільки за допомогою діаграм. Порівняння двох діаграм, побудованих за двома видами відносних показників, демонструє перевагу структурного показника, оскільки всі його складові є частинами одного узальнюючого показника України (рис. 5, за власними розрахунками автора).

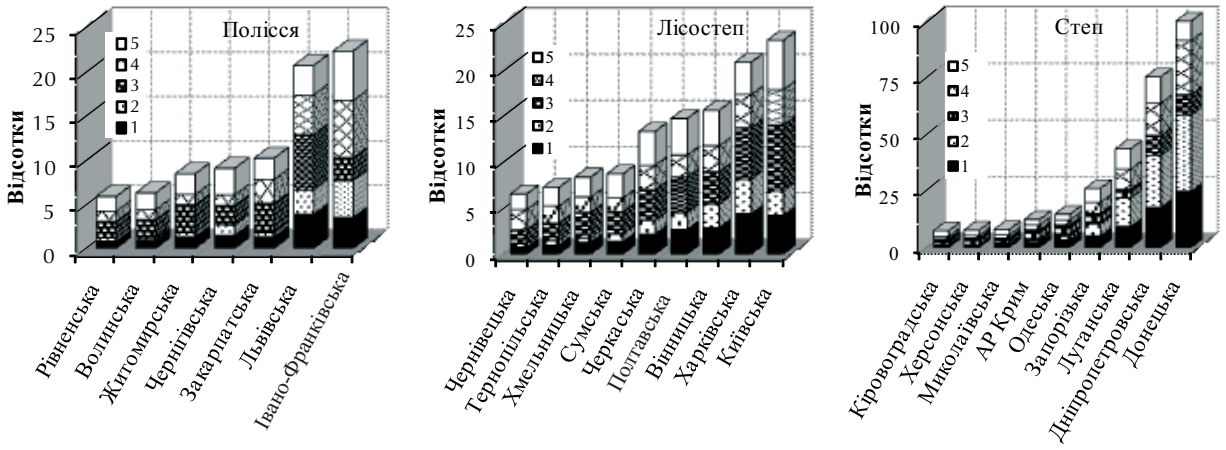


1 – обсяг викидів від стаціонарних та пересувних джерел,
2 – від стаціонарних джерел, 3 – від автотранспорту.

Рис. 5 Обсяги викидів в атмосферу за різними відносними показниками

Діаграми 5а та 5б ілюструють міжзональне співвідношення між обсягами викидів в атмосферу за двома відносними показниками – питомим і структурним. Діаграма 5а показує, який з показників і в якій зоні має найбільшу питому вагу.

Діаграма 5б є більш показовою, оскільки вона відображає складові частини (участь кожної зони) у формуванні рівнів за кожним показником. Такий структурний показник є найбільш придатним при агрегуванні декількох показників для отримання комплексної оцінки. На його основі проведено дослідження стану забруднення атмосфери в зональному розрізі (рис. 6, за власними дослідженнями автора).



1 – пил і сажа, 2 – сірчистий газ, 3 – сірководень, 4 – окис вуглецю, 5 – окиси азоту.

Рис. 6 Питома оцінка стану забруднення атмосфери України

Дані рис. 6 дозволяють охарактеризувати загальний стан атмосферного повітря в областях України, розташованих у різних природно-економічних зонах, за п'ятьма показниками. Розмах варіації стану забруднення між областями поліської і лісостепової зон становить 15%, а степової – 90%. Тобто в степовій зоні стан забруднення атмосферного повітря дуже контрастний.

Найбільш високим він є у Донецькій, Дніпропетровській і Луганській, найнижчим – у Кіровоградській, Херсонській і Миколаївській областях.

Таким чином, графічне подання статистичних даних є важливим методом дослідження і узагальнення, засобом ілюстрації, наочного подання та відображення складних екологічних ситуацій. Статистичні дані, представлені у вигляді діаграм, є більш виразними, привабливими й доступними для сприйняття й розуміння. За результатами дослідження можна зробити такі висновки:

1) стан забруднення всіх природних сфер в Україні дуже різний: 11 з 25 областей характеризуються нижчим за середньорегіональний рівнем і знаходяться в безризиковій зоні, в зоні допустимого ризику (стан забруднення майже у 2 рази вище середнього) знаходяться Одеська, Сумська, Харківська і Черкаська області; в зоні катастрофічного ризику (стан забруднення більший у 5–7 разів за середній) – Дніпропетровська і Донецька області;

2) загальна оцінка екологічної ситуації в регіонах України, отримана за системами факторів антропогенного забруднення природних сфер та факторів техногенного небезпечного забруднення, характеризується однаковим співвідношення між ними в переважній більшості регіонів, окрім чотирьох східних областей – Дніпропетровської, Донецької, Запорізької і Луганської, які мають значне забруднення природних сфер викидами шкідливих хімічних речовин в атмосферу та скидами забруднюючих речовин у водойми;

3) основними факторами впливу на довкілля підприємств Дніпропетровської області є утворення і накопичення відходів; Запорізької – забруднення водних об'єктів; Донецької і Луганської – забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів і утворення відходів у рівних частках; Кіровоградської – забруднення довкілля відходами; Волинської, Чернігівської, Житомирської і Сумської – висока деградація і забруднення земель;

4) концентрація забруднюючих речовин є найбільш високою у воді басейну річки Південний Буг, де нітрати й БСК-5 мають найвищі бали кратності перевищення ГДК; всі інші басейни річок України мають низьку концентрацію нітратів, фосфатіонів, міді та нафтопродуктів.

Отже, графічні зображення є основою, фундаментом для розроблення гіпотез, нових положень, спрямованих на подальше, поглиблене вивчення екологічних і соціально-економічних явищ. Особливо корисними графічні зображення виявляються при підготовці різноманітних презентацій, складанні звітів.

Список використаних джерел

1. Герчук Я. П. Графические методы в статистике : / Я. П. Герчук. – М. :Статистика, 1968. – 120 с.
2. Освой самостоятельно Microsoft Excel : [учеб. пособ.] – М. : Вильямс, 2000. – 240 с.
3. Чекотовский Э. В. Графический анализ статистических данных в Microsoft Excel 2000 : / Э. В. Чекотовский. – М. : Вильямс, 2002. – 464 с.
4. Тарасова В. В. Екологічна статистика. Теоретичні основи та лабораторний практикум на базі комп'ютерних технологій в системі Excel : [підруч.] другий випуск з грифом МОНУ / В. В Тарасова, Н. О. Парфенцева, І. М. Ковалевська. – К. : Центр навчальної літератури. 2013. – 295 с.
5. Тарасова В. В. Екологічна статистика : [підруч.] з грифом МОНУ / В. В Тарасова. – К. : Центр навчальної літератури. 2008. – 392 с.
6. Никольская И. И. Методика подготовки и использования наглядных пособий в преподавании / И. И Никольская. – М. : Моск. ун-т, 1994. – С. 5.
7. Аргументы и факты, 1988, 17–23 декабря, – С. 2.
8. Тарасова В. В. Ресурсоємність і ресурсовіддача в аграрному виробництві : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня док. економ. наук : спец. 08.00.03 "Економіка та управління національним господарством" / В. В. Тарасова. – К., 2011. – 38 с.
9. Ковалевська І. М. Статистичне оцінювання впливу екологічних факторів на соціально-економічне становище в Україні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. економ. наук : спец. 08.00.10 "Статистика" / І. М. Ковалевська. – К., 2013. – 20 с.
10. Хили Дж. Статистика: социологические и маркетинговые исследования : / Дж. Хили [пер. с англ.] – К. : ООО "ДиаСофтЮП"; СПб. Питер, 2005. – 638 с.
11. Тарасова В. В. Ресурсоємність і ресурсовіддача в аграрному виробництві: дис. ... доктора економ. наук : 08.00.03 / Тарасова Валентина Віталіївна. – К., 2011. – 498 с.
12. Тарасова В. В. Графічний метод розподілу об'єктів сукупності / В. В. Тарасова, І. М. Ковалевська // Вісник ЖДТУ. 2012. – № 1 (59). – С. 216–218.
13. Тарасова В. В. Графічний метод в екології : [метод. посіб. для самост. роботи за допомогою комп'ют. технол. / В. В. Тарасова, І. М. Ковалевська. – Житомир, ЖНАЕУ, 2012. – 44 с.
14. Тарасова В. В. Побудова статистичних рядів та їх графічних зображень за допомогою програми MO Excel : [метод. посіб. на допомогу дипломн.] / В. В. Тарасова, І. М. Ковалевська. – Житомир, ЖНАЕУ, 2011. – 40 с.
15. Тарасова В. В. Графічне відображення екологічного стану довкілля за допомогою програми MO Excel : [метод. посіб. на допомогу дипломн.] / В. В. Тарасова, І. М. Ковалевська. – Житомир, ЖНАЕУ, 2011. – 38 с.