

### КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РЕГІОНИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

**А. В. Чугай, В. В. Пилип'юк, А. В. Колісник**

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська, 15, Одеса, 65104, Україна. E-mail: avchugai@ukr.net

Територія Північно-Західного Причорномор'я включає Одеську, Миколаївську і Херсонську області. Через розвиток процесів урбанізації, впливу транспортного, аграрного та інших секторів економіки відзначається зростання антропогенного впливу на навколишнє середовище. Зроблено порівняльну оцінку техногенного навантаження на довкілля регіонів Північно-Західного Причорномор'я із застосуванням двох груп методів: розрахунку модуля техногенного навантаження і кластерного аналізу. Також запропоновано розраховувати окремі складові модуля техногенного навантаження на довкілля (модуль техногенного навантаження на повітряний басейн, модуль техногенного навантаження на водні об'єкти за показниками скидів стічних вод і забруднювальних речовин у їх складі, модуль техногенного навантаження на геологічне середовище за показниками відходів, що утворено і накопичено в регіоні). У всіх регіонах Північно-Західного Причорномор'я переважними джерелами забруднення атмосферного повітря є пересувні джерела. Кількість підприємств, що скидають стічні та інші зворотні води, складає в різних регіонах 150 і більше. У всіх регіонах існує проблема поводження з відходами. За значенням модуля техногенного навантаження, показниками впливу на повітряний басейн і водні об'єкти максимального навантаження зазнає Одеська область. За показниками впливу на геологічне середовище максимальне навантаження відзначається у Миколаївській області. За результатами кластерного аналізу по показниках загального навантаження на регіони Північно-Західного Причорномор'я, навантаження на водні об'єкти і ґрунтово-геологічне середовище до першого кластеру входять Одеська і Херсонська області, в другий кластер увійшла Миколаївська область. За показниками навантаження на повітряний басейн один кластер формують Миколаївська і Херсонська області, Одеська область входить до другого кластеру. Врахування додаткових показників навантаження на складові довкілля уточнює розподіл по регіонах Північно-Західного Причорномор'я. Проте застосування окремих складових модуля техногенного навантаження при порівняльній оцінці на складові довкілля різних регіонів України є суттєвим методичним апаратом.

**Ключові слова:** Північно-Західне Причорномор'я, модуль техногенного навантаження, довкілля, кластерний аналіз.

### КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОГЕННОЇ НАГРУЗКИ НА РЕГІОНИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОР'Я

**А. В. Чугай, В. В. Пилип'юк, А. В. Колісник**

Одесский государственный экологический университет

ул. Львовская, 15, Одесса, 65104, Украина. E-mail: avchugai@ukr.net

Территория Северо-Западного Причерноморья включает Одесскую, Николаевскую и Херсонскую области. Из-за развития процессов урбанизации, воздействия транспортного, аграрного и других секторов экономики отмечается рост антропогенного воздействия на окружающую среду. Сделана сравнительная оценка техногенной нагрузки на окружающую среду регионов Северо-Западного Причерноморья с применением двух групп методов: расчета модуля техногенной нагрузки и кластерного анализа. Также предложено рассчитывать отдельные составляющие модуля техногенной нагрузки на окружающую среду (модуль техногенной нагрузки на воздушный бассейн, модуль техногенной нагрузки на водные объекты по показателям сбросов сточных вод и загрязняющих веществ в их составе, модуль техногенной нагрузки на геологическую среду по показателям образованных и накопленных отходов в регионе). Во всех регионах Северо-Западного Причерноморья главными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются передвижные источники. Количество предприятий, сбрасывающих сточные и другие возвратные воды, составляет в разных регионах 150 и больше. Во всех регионах существует проблема обращения с отходами. По значению модуля техногенной нагрузки, показателям воздействия на воздушный бассейн и водные объекты максимальную нагрузку испытывает Одесская область. По показателям воздействия на геологическую среду максимальная нагрузка отмечается в Николаевской области. По результатам кластерного анализа по показателям общей нагрузки на регионы Северо-Западного Причерноморья, нагрузки на водные объекты и почвенно-геологическую среду в первый кластер входят Одесская и Херсонская области, во второй кластер вошла Николаевская область. По показателям нагрузки на воздушный бассейн один кластер формируют Николаевская и Херсонская области, Одесская область входит во второй кластер. Учет дополнительных показателей нагрузки на составляющие окружающей среды уточняет распределение по регионам Северо-Западного Причерноморья. Однако применение отдельных составляющих модуля техногенной нагрузки при сравнительной оценке на составляющие окружающей среды различных регионов Украины является существенным методическим апаратом.

**Ключевые слова:** Северо-Западное Причерноморье, модуль техногенной нагрузки, окружающая среда, кластерный анализ.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Територія Північно-Західного Причорномор'я (ПЗП) історично включає

Одеську, Миколаївську і Херсонську області. Через розвиток процесів урбанізації, впливу транспортно-

го, аграрного та інших секторів економіки відзначається зростання антропогенного впливу на навколишнє середовище. Наприклад, за даними огляду Центральної геофізичної обсерваторії ім. Б. Срезневського за I півріччя 2019 р. [1] за рівнем забруднення атмосфери м. Одеса посідає 3 місце, м. Миколаїв – 4 і м. Херсон – 7 місце серед інших міст України.

З іншого боку регіони ПЗП характеризуються наявністю існуючих і потенційних рекреаційних ресурсів, що є основою для подальшого розвитку туристичної галузі, різноманітних видів екологічного туризму тощо.

В цілому функціонування галузей промислового, теплоенергетичного і транспортного комплексу є причиною значного техногенного навантаження на складові довкілля в регіонах, до яких можна віднести забруднення атмосфери, забруднення водних об'єктів, деградацію ґрунтового покриву, поширення несприятливих геологічних процесів, накопичення відходів виробництва і споживання, зміни ландшафтно-біологічного різноманіття.

Дослідження відповідає основним напрямкам екологічної політики України відповідно до Закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» [2].

Однією із складових концепції сталого розвитку є екологічна складова і питання охорони навколишнього середовища. З екологічної точки зору сталий розвиток має забезпечувати цілісність природних систем, а також забезпечувати створення громадянам умов для життя в якісному природному середовищі. Такі вимоги потребують постійного контролю і оцінки стану довкілля.

Сталий розвиток оцінюється за допомогою певного індексу, який включає економічну, екологічну і соціальну складові. Індекс екологічної складової містить 13 індикаторів, які поділяються на 3 групи. Група II має назву «Екологічне навантаження» і включає такі індикатори як викиди в атмосферне повітря, навантаження на екосистеми, утворення і використання відходів, водне навантаження [3].

Питання оцінки техногенного навантаження на регіони ПЗП є предметом дослідження авторів. Крім того, окремі роботи, наприклад [4], присвячені оцінці техногенного навантаження на регіони України в цілому. Окремі дослідження [5] стосуються оцінки окремих природних середовищ, і саме із застосуванням методів кластерного аналізу.

Метою даної роботи є порівняльна оцінка техногенного навантаження на довкілля регіонів ПЗП із застосуванням двох груп методів: розрахунку модуля техногенного навантаження (МТН) і кластерного аналізу.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Для оцінки рівня техногенного навантаження був розрахований МТН. Він визначається як сума вагових одиниць всіх видів відходів (твердих, рідких, газоподібних) промислових, сільськогосподарських і комунальних об'єктів за часовий проміжок – 1 рік, віднесена до площі адміністративного району або області, в межах якої розташовані ці об'єкти, що

вимірюються в тис. т/км<sup>2</sup> на рік [6]. Нами запропоновано розраховувати окремі складові МТН на довкілля, а саме:

- модуль техногенного навантаження на повітряний басейн ( $M_{\text{ПВ}}$ ) за показниками обсягів викидів забруднюючих речовин (ЗР) від стаціонарних і пересувних джерел забруднення;

- модуль техногенного навантаження на водні об'єкти ( $M_{\text{ВО}}$ ) за показниками скидів стічних вод (СВ) і ЗР у їх складі;

- модуль техногенного навантаження на геологічне середовище ( $M_{\text{ГС}}$ ) за показниками відходів, що утворено і накопичено в регіоні; оскільки при утворенні і, особливо, при накопиченні відходів виробництва і споживання неминуче відбувається забруднення ґрунтового покриву, то він розглядається як складова геологічного середовища.

У роботі [5] в якості альтернативного підходу для отримання більш достовірної картини з урахуванням індивідуальності показників, що аналізуються, запропоновано застосовувати метод кластерного аналізу. Для реалізації даного методу визначається набір необхідних показників, які дозволяють сформувати системну картину щодо впливу техногенних факторів на стан довкілля.

Методи побудови кластерних моделей за способами обробки даних поділяються на два типи – ієрархічний і неієрархічний. Ієрархічна процедура дозволяє поєднувати елементи кластерів на базі понять відстані чи подібності між точками в багатомірному просторі ознак. Результатом такої розбивки є дендрограма (дерево рішень), яка показує демонструє етапи об'єднання за певними характеристиками. Для застосування неієрархічних методів необхідно є попередня розбивка даних на задане число кластерів і подальша робота з первинними даними [6].

Ієрархічні методи характеризуються побудовою ієрархічної або деревоподібної структури, коли відбувається послідовне угруповання (поділ) об'єктів. Дана група методів кластеризації розрізняється правилами побудови кластерів. В якості правила виступають критерії, що використовуються при вирішенні питання про «схожість» об'єктів при їх об'єднанні в групу (агломеративні методи) або розділення на групи (дивізімні методи) [7].

Ієрархічні агломеративні методи розрізняються переважно за правилами групування кластерів. Найпоширенішими з них є: метод ближнього сусіда або одиночний зв'язок; метод найбільш видалених сусідів або повний зв'язок; метод Варда; метод незваженого попарного середнього; метод міжгрупового зв'язку [7].

Для реалізації методики кластерного аналізу була використана програма Statistica (версія Statistica 10.0.228.8 Portable) [8].

Нами для порівняльної оцінки навантаження на регіони ПЗП при реалізації кластерного аналізу крім вказаних вище показників додатково враховувались загальний водозабір, використання свіжої води, площа земель сільськогосподарського призначення і порушених земель по регіонах.

Вихідними даними для аналізу слугували фондові матеріали Регіональних доповідей і Екологічних

паспортів [9] щодо показників навантаження на довкілля регіонів ПЗП у 2003 – 2018 рр.

Якщо розглядати основні джерела антропогенного впливу на довкілля по регіонах ПЗП, то можна відзначити, що в Одеській області переважними джерелами забруднення атмосферного повітря є пересувні джерела. Обсяги викидів від цих джерел за останні 10 років постійно зростають. Обсяги викидів від стаціонарних джерел в останні роки зменшуються при загальній тенденції до збільшення кількості стаціонарних джерел викидів [10–13]. Станом на 2018 р. на території Одеської області налічувалось 132 підприємства, які скидали стічні та інші зворотні води в поверхневі водойми [14]. Також, за даними [14] в регіоні створені і експлуатуються потужності з утилізації і знешкодження небезпечних відходів виробництва, але їх поки що недостатньо. На території області розташовано 608 сміттєзвалищ твердих побутових відходів (ТПВ), які займають близько 1300 га земель. Більшість з них знаходяться у незадовільному стані і експлуатуються з порушенням природоохоронного законодавства і вимог санітарно-епідеміологічної безпеки.

У Миколаївській області також переважними джерелами викидів ЗР в атмосферне повітря є пересувні джерела. При збільшенні кількості підприємств, що здійснювали викиди в атмосферне повітря в регіоні, кількість викидів ЗР суттєво зменшується. На території області функціонує близько 160 підприємств, які мають дозвіл на водокористування. Основними забруднювачами водних ресурсів регіону є підприємства водоканалу. До основних сфер, де фактично утворюються небезпечні відходи в регіоні, належать підприємства металургії, машинобудування, суднобудування, харчової промисловості, обробки шкір, водоканали, сільськогосподарські підприємства, лікувальні заклади [15].

У Херсонській області переважними джерелами викидів ЗР, як і в інших регіонах ПЗП, є пересувні джерела. Серед стаціонарних джерел основними забруднювачами атмосферного повітря є підприємства м. Херсон [16]. На відміну від інших регіонів ПЗП, при суттєвому зменшенні кількості підприємств в регіоні (на порядок), що здійснювали викиди ЗР, відзначається значне збільшення обсягів викидів. За даними [17] у 2017 р. було зареєстровано 1218 водокористувачів. На території Херсонської області налічується 100 об'єктів утворення відходів та 8 об'єктів оброблення та утилізації відходів [16]. У сфері поводження з ТПВ склалася критична ситуація. Також на території області налічується значна кількість непридатних пестицидів [17].

На рис. 1 наведено результати розрахунку МТН за багаторічний період для регіонів ПЗП. Як видно, максимального навантаження зазнає Одеська область. Значення МТН для Миколаївської і Херсонської областей значно менше.

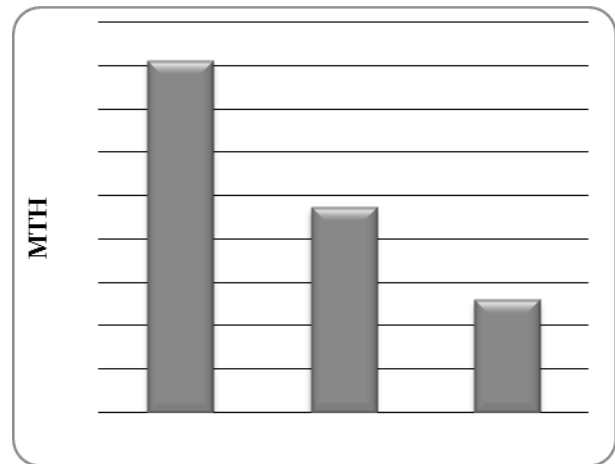


Рисунок 1 – Значення МТН на довкілля регіонів ПЗП

Аналогічно був проведений аналіз навантаження на окремі складові довкілля за відповідними показниками впливу (рис. 2). З рисунку видно, за показниками впливу на повітряний басейн ( $M_{ПВ}$ ) і водні об'єкти ( $M_{ВО}$ ) максимального навантаження також зазнає Одеська область, а за показниками впливу на геологічне середовище ( $M_{ГС}$ ) – Миколаївська область.

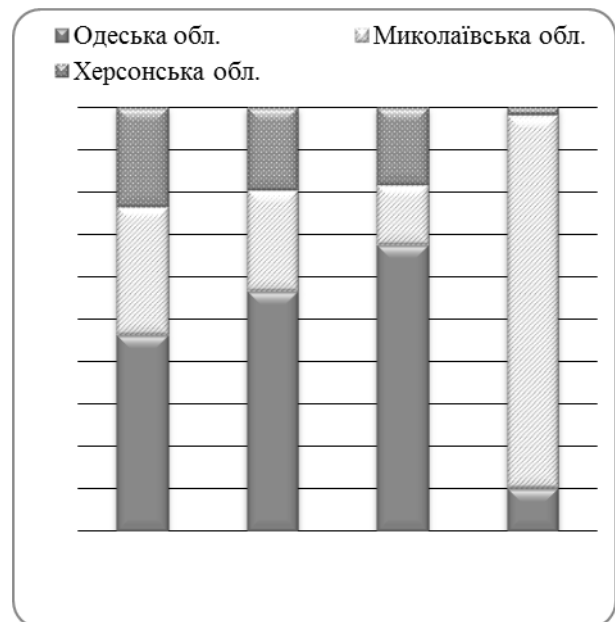


Рисунок 2 – Порівняльний аналіз техногенного навантаження на окремі складові довкілля

На наступному етапі для аналізу техногенного навантаження був застосований кластерний аналіз за більш розширеним переліком показників, як зазначено вище (рис. 3–6).

З рис. 3 видно, що за результатами загальної оцінки навантаження на регіони ПЗП до 1 кластеру входять Одеська і Херсонська області, в другий кластер увійшла Миколаївська область.

За показниками навантаження на повітряний басейн (рис. 4) один кластер формують Миколаївська і Херсонська області, Одеська область входить до другого кластеру.

За показниками навантаження на водні об'єкти і ґрунтово-геологічне середовище (рис. 5–6) до першого кластеру увійшли Одеська і Херсонська області, другий кластер включає Миколаївську область.

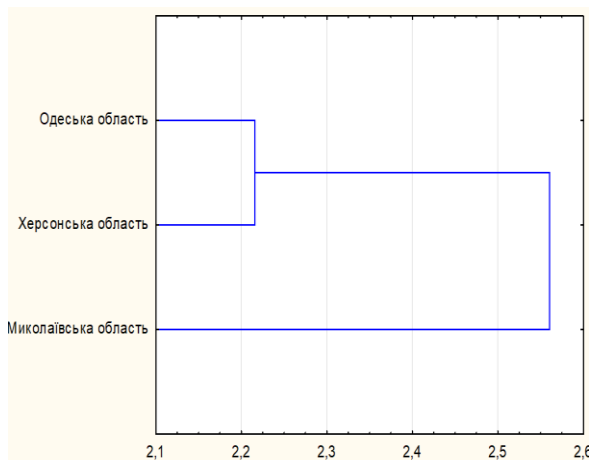


Рисунок 3 – Кластерний аналіз регіонів ПЗП за показниками техногенного навантаження

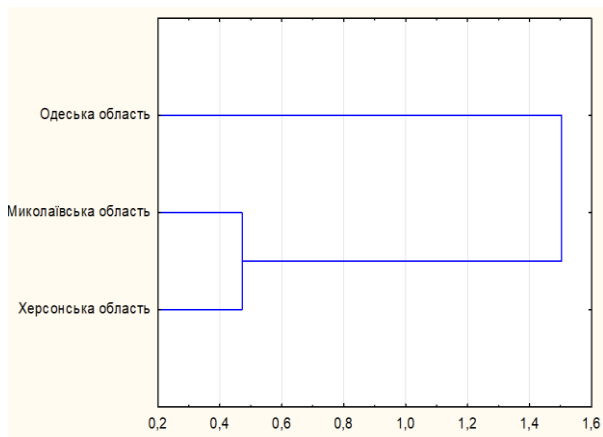


Рисунок 4 – Кластерний аналіз регіонів ПЗП за показниками техногенного впливу на повітряний басейн

Так, урахування додаткових показників навантаження на складові довкілля дещо уточнює розподіл по регіонах ПЗП. Умовно можна вважати, що за значеннями МТН, М<sub>ПБ</sub>, М<sub>ВО</sub> Одеська область формує перший кластер, Миколаївська і Херсонська області – другий. За значенням М<sub>ГС</sub> Миколаївська область формує перший кластер, Одеська і Херсонська області – другий. За результатами кластерного аналізу з урахуванням чотирьох додаткових показників оцінка загального навантаження, а також навантаження на водні об'єкти свідчить, що Одеська і Херсонська області формують перший кластер, а Миколаївська – другий. За показниками навантаження на повітряний басейн і ґрунтово-геологічне середовище розподіл не змінюється.

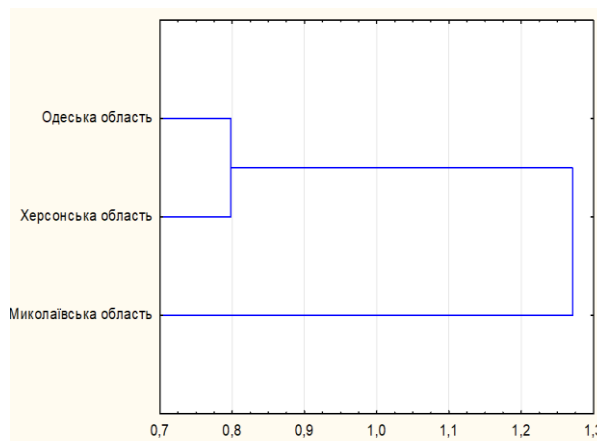


Рисунок 5 – Кластерний аналіз регіонів ПЗП за показниками техногенного впливу на водні об'єкти

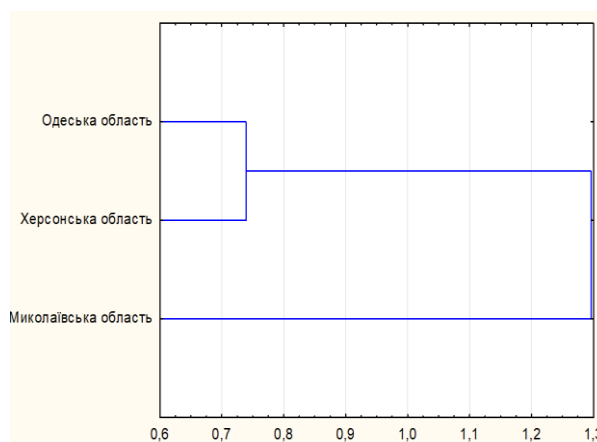


Рисунок 6 – Кластерний аналіз регіонів ПЗП за показниками техногенного впливу на геологічне середовище

Відносно оцінки навантаження на ґрунтово-геологічне середовище, то отримані дані є закономірними, оскільки серед регіонів ПЗП максимальна кількість відходів, що утворюється і накопичено, присутня у Миколаївській області за рахунок функціонування Миколаївського глиноземного заводу. Ці дані на порядок перевищують відповідні у інших областях ПЗП. Стосовно показників навантаження на водне середовище, то в даному випадку з урахуванням даних про загальний водозабір, використання свіжої води Одеська і Херсонська області сформували єдиний кластер. Цей же фактор і зумовив розподіл кластерів по загальному навантаженню на довкілля регіонів ПЗП.

**ВИСНОВКИ.** В роботі представлено коротку характеристику основних джерел техногенного навантаження на довкілля регіонів ПЗП. Запропоновано розраховувати показники техногенного навантаження на окремі складові довкілля. Проведено порівняльний аналіз результатів оцінки на основі розрахунку МТН і застосування кластерного аналізу. Виконані розрахунки і аналіз дозволяють зробити такі висновки:

1. У всіх регіонах ПЗП переважними джерелами забруднення атмосферного повітря є пересувні джерела. Кількість підприємств, що скидають стічні та інші зворотні води, складає в різних регіонах 150 і більше. У всіх регіонах існує проблема поводження з відходами (ТВП, непридатні пестициди тощо).

2. За значенням МТН, показниками впливу на повітряний басейн ( $M_{ПВ}$ ) і водні об'єкти ( $M_{ВО}$ ) максимального навантаження зазнає Одеська область. За показниками впливу на геологічне середовище ( $M_{ГС}$ ) максимальне навантаження відзначається у Миколаївській області.

3. За результатами кластерного аналізу по показниках загального навантаження на регіони ПЗП, навантаження на водні об'єкти і ґрунтово-геологічне середовище до 1 кластеру входять Одеська і Херсонська області, в другий кластер увійшла Миколаївська область. За показниками навантаження на повітряний басейн один кластер формують Миколаївська і Херсонська області, Одеська область входить до другого кластеру.

4. Врахування додаткових показників навантаження на складові довкілля дещо уточнює розподіл по регіонах ПЗП. Відносно оцінки навантаження на ґрунтово-геологічне середовище, то отримані дані є закономірними. Максимальна кількість відходів, що утворюється і накопичено, присутня у Миколаївській області за рахунок функціонування Миколаївського глиноземного заводу. Стосовно показників навантаження на водне середовище, то в даному випадку з урахуванням даних про загальний водозабір, використання свіжої води Одеська і Херсонська області сформували єдиний кластер. Цей же фактор і зумовив розподіл кластерів по загальному навантаженню на довкілля регіонів ПЗП.

Отримані результати свідчать, що результати оцінки рівня техногенного навантаження за значенням МТН (і його складових) і кластерного аналізу дещо різняться. Це пояснюється використанням додаткових показників при кластерному аналізі. Проте вважаємо, що застосування окремих складових МТН ( $M_{ПВ}$ ,  $M_{ВО}$ ,  $M_{ГС}$ ) при порівняльній оцінці техногенного навантаження на складові довкілля різних регіонів України є суттєвим методичним апаратом.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2016 році. Електронний ресурс. URL: [http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/data/ukr-zabrud-viz-1/oglyad\\_2016-na-sayt.doc](http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/data/ukr-zabrud-viz-1/oglyad_2016-na-sayt.doc) (дата звернення: 13.03.2020).

2. Сталый розвиток регіонів України. Електронний ресурс. URL: [http://nung.edu.ua/files/attachments/stalyu\\_rozvytok\\_regioniv\\_ukrayiny.pdf](http://nung.edu.ua/files/attachments/stalyu_rozvytok_regioniv_ukrayiny.pdf) (дата звернення: 07.06.2020).

3. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року». Електронний ресурс. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> (дата звернення: 16.02.2020).

4. Балусьва О. В., Чинкуляк Н. М. Кластерний аналіз територій України за показниками антропогенних навантажень на навколишнє природне середовище. *Ефективна економіка*. 2013. № 12. Електронний ресурс. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2574>. (дата звернення: 14.12.2019).

5. Сафранов Т. А., Чепіжко О. В., Коніков Є. Г., Берлінський М. А., Волков А. І., Мохонько В. І. Оцінка рівня техногенного навантаження на геологічне середовище та інші складові довкілля на окремих територіях. Підручник. Одеса: Екологія, 2012. 272 с.

6. Адаменко О. М., Рудько Г. І. Екологічна геологія. Київ: Манускрипт, 1998. 348 с.

7. Караєва Н. В., Варава І. А. Еколого-економічна оптимізація виробництва: методи та засоби кластерного аналізу. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 36 с.

8. Електронний ресурс. URL: <http://portable4pro.ru/development/engineering-programs/statistica.html> (дата звернення: 15.03.2020).

9. Електронний ресурс. URL: <https://menr.gov.ua> (дата звернення: 5.01.2020).

10. Екологічний паспорт регіону. Одеська область. 2005 р. Одеса, 2006. 110 с.

11. Екологічний паспорт регіону. Одеська область. 2010 р. Одеса, 2011. 137 с.

12. Екологічний паспорт регіону. Одеська область. 2013 р. Одеса, 2014. 152 с.

13. Екологічний паспорт регіону. Одеська область. 2016 р. Одеса, 2017. 130 с.

14. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2018 році. Одеса, 2019. 241 с.

15. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2018 році. Миколаїв, 2019. 175 с.

16. Екологічний паспорт Херсонської області. 2018 рік. Херсон, 2019. 197 с.

17. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2017 році. Херсон, 2018. 238 с.

#### CLUSTER ANALYSIS OF TECHNOGENIC LOAD IN THE NORTH-WESTERN BLACK SEA REGIONS

A. Chugai, V. Pylypiuk, A. Kolisnyk

Odessa State Environmental University

vul. Lvivska, 15, Odessa, 65016, Ukraine. E-mail: avchugai@ukr.net

**Purpose.** The territory of the North-Western Black Sea includes Odessa, Mykolaiv and Kherson regions. Due to the development of urbanization processes, influence of transport, agrarian and other sectors of the economy there is an increase of anthropogenic impact on the environment. The purpose of this work is to compare the anthropogenic load on the environment of the North-Western Black Sea regions using two groups of methods: the anthropogenic load module calculation and the cluster analysis. **Methodology.** To assess the level of technogenic load, a module of technogenic

loading and individual modules for environmental components were used. For comparative assessment, taking into account the individuality of the analyzed indicators, the method of cluster analysis was applied. **Results.** In all regions of the North-Western Black Sea, mobile sources are the preferred sources of air pollution. The number of enterprises discharging wastewater and other wastewater is 150 and more in different regions. There is a problem of waste management in all regions. According to the value of the technogenic load module, the impact indicators on the air pool and water bodies of maximum load Odessa region. According to indicators of impact on the geological environment, the maximum load is noted in the Mykolaiv region. According to the results of the cluster analysis on the indicators of total load on the North-Western Black Sea regions, load on water objects and soil-geological environment, the first cluster includes Odessa and Kherson regions, the second cluster includes the Mykolaiv region. In terms of load on the air pool, one cluster is formed by the Mykolaiv and Kherson regions, the Odessa region is included in the second cluster. **Originality.** It is proposed to calculate the individual components of the technogenic load on the environment module (technogenic load on the air basin, the module on technogenic load on water objects according to the discharge of wastewater and pollutants in their composition, the module on technogenic load on the geological environment by the waste generated accumulated in the region). **Practical value.** Consideration of additional performance burden on the environment component specifies the distribution of the regions of the Black Sea Northwest. However, the use of individual components of the technogenic load module for comparative assessment of environmental components of different regions of Ukraine is an essential methodological apparatus.

**Key words:** North-Western Black Sea, module of technogenic loading, environment, cluster analysis.

#### REFERENCES

1. Ohliad stanu zabrudnennia navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha na terytorii Ukrainy za danymy sposterezen hidrometeorologichnykh orhanizatsii u 2016 rotsi [Review state of environmental pollution on the territory of Ukraine according to observations hydrometeorological organizations in 2016], available at: [http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/data/ukr-zabrud-viz-1/oglyad\\_2016-na-sayt.doc](http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/data/ukr-zabrud-viz-1/oglyad_2016-na-sayt.doc) [accessed 13.03.2020].
2. Stalyi rozvytok rehioniv Ukrainy [Sustainable development of the regions of Ukraine], available at: [http://nung.edu.ua/files/attachments/stalyy\\_rozvytok\\_rehioniv\\_ukrayiny.pdf](http://nung.edu.ua/files/attachments/stalyy_rozvytok_rehioniv_ukrayiny.pdf) [accessed 07.06.2020].
3. Zakon Ukrainy «Pro Osnovni zasady (stratehiiu) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2030 roku» [Law of Ukraine "On Basic Principles (Strategies) of State Environmental Policy of Ukraine for the period up to 2030"], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> [accessed 16.02.2020].
4. Baluieva, O. V., Chynkuliak, N. M., (2013), "Cluster analysis of the territories of Ukraine according to indicators of anthropogenic pressures on the environment", *Efektivna ekonomika* [An efficient economy] no 12, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2574> [accessed 14.12.201].
5. Safranov, T. A., Chepizhko, O. V., Konikov, Ye. H., Berlinskyi, M. A., Volkov, A. I., Mokhonko, V. I. (2012), "Otsinka rivnia tekhnohennoho navantazhennia na heolohichne seredovyshe ta inshi skladovi dovkillia na okremykh terytoriiakh" [Assessment of man-made impact on the geological environment], Odessa, 272 p.
6. Adamenko, O. M., Rudko, H. I., (1998) *Ekolohichna heolohiia* [Ecological geology], Kyiv, 348 p.
7. Karaieva, N. V., Varava, I. A., (2016), *Ekoloho-ekonomichna optymizatsiia vyrobnytstva: metody ta zasoby klasterneho analizu* [Ecological and economic optimization of production: methods and means of cluster analysis], Kyiv, 36 p.
8. Available at: <http://portable4pro.ru/development/engineering-programs/statistica.html> [accessed 15.03.2020].
9. Available at: <https://menr.gov.ua> [accessed 5.01.2020].
10. *Ekolohichnyi pasport rehionu. Odeska oblast*, 2005. [Ecological passport of the region. Odessa region], Odessa, 110 p.
11. *Ekolohichnyi pasport rehionu. Odeska oblast*, 2010. [Ecological passport of the region. Odessa region], Odessa, 137 p.
12. *Ekolohichnyi pasport rehionu. Odeska oblast*, 2013. [Ecological passport of the region. Odessa region], Odessa, 152 p.
13. *Ekolohichnyi pasport rehionu. Odeska oblast*, 2016. [Ecological passport of the region. Odessa region], Odessa, 130 p.
14. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Odeskii oblasti u 2018 rotsi, 2019 [Regional report on the state of the environment in the Odessa region in 2018], Odessa, 241 p.
15. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Mykolaivskii oblasti u 2018 rotsi, 2019 [The regional report on a condition of environment in the Nikolaev area in 2018], Mykolaiv, p. 175
16. *Ekolohichnyi pasport Khersonskoi oblasti*. 2018 rik, 2019 [Ecological passport of Kherson region. 2018], Kherson, 197 p.
17. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha u Khersonskii oblasti u 2017 rotsi, 2018 [Regional report on the state of the environment in the Kherson region in 2017], Kherson, 238 p.

Стаття надійшла 21.05.2020.