

12. Tarariko O.H., Iliencko T.V., Kuchma T.L. (2013) Formuvannia ekolohichno stiikykh landshaftiv v umovakh zminy klimatu. [Formation of ecologically stable landscapes in the conditions of climate changes]. *Ahroekolohichnyi zhurnal [Agroecological journal]*, 4, 13–21. (In Ukr.).

Authors

Vozhehova Raisa Anatoliivna — Corresponding Member of National Academy Agrarian Sciences, Doctor of Agricultural Science, Professor, Director, Institute Irrigation Farming of National Academy Agrarian Sciences (Ukraine, 73483, Kherson, Naddniprianske Urban Settlement; e-mail: izz.ua@ukr.net);

Hranovska Liudmyla Mykolaivna — Doctor of Economics Sciences, Professor, Head Department of Irrigated Agriculture, Institute Irrigation Farming of National Academy Agrarian Sciences (Ukraine, 73483, Kherson, Naddniprianske Urban Settlement; e-mail: G_Ludmila15@ukr.net).

УДК 631.559

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОГРАФІЧНО ЗВАЖЕНОГО АНАЛІЗУ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ АГРОЕКОЛОГІЧНОГО ЗОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

А.А. Зимарова
кандидат біологічних наук

Житомирський національний агроекологічний університет
(Україна, 10008, м. Житомир, Старий Бульвар, 7, e-mail: nastya.zymarova@gmail.com)

Агроекологічне районування є одним з найважливіших напрямів планування розвитку сільсько-го господарства. Тому метою роботи було вивчення можливостей агроекологічного районування території України за допомогою географічно зваженого аналізу головних компонент (GWPCA). Важливою особливістю географічно зваженого аналізу головних компонент є те, що на його основі можна побудувати карти просторової неоднорідності даних у процесі агроекологічного зонування території. Основою для агроекологічного районування було обрано показник врожайності картоплі на території 10 областей (206 районів) поліської та лісостепової зон України. Глобальний аналіз головних компонент надав змогу встановити 3 головні компоненти, які разом пояснюють 43,1% загальної варіабельності простору ознак. Географічно зважений аналіз головних компонент дає змогу дослідити локальні патерни у динаміці врожайності картоплі, що характеризуються більшою пояснювальною здатністю, ніж тотальна модель. Найпоширеніший прийом GWPCA — картографування «виграшних» змінних не є придатним у разі аналізу часових рядів. Тому на основі наближених типів локальної динаміки нами встановлено кластери для кожної головної компоненти і застосовано саме картографування цих кластерів, замість відображення «виграшних» змінних. Географічно зважений аналіз головних компонент продемонстрував просторову не стаціонарність екологічних режимів, які визначають варіабельну складову врожайності картоплі у часі. Простори, у межах яких структура екологічних взаємодій залишається незмінною, можна розглядати як основу агроекологічного районування території.

Ключові слова: урожайність, картопля, варіювання, динаміка, тренд, географічно зважений аналіз головних компонент, агроекологічне зонування.

Постановка проблеми. Сталий розвиток сільського господарства потребує систематичних зусиль для здійснення планування землекористування у найбільш відповідний спосіб. Агроекологічне районування є одним з найважливіших чинників для планування розвитку сільського господарства, оскільки процвітання або занепад одного із видів землекористування або системи землеробства в певному регіоні

значною мірою залежить від ретельної оцінки агрокліматичних ресурсів [11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основу агроекологічного районування, що описує поняття, методи та процедури, вперше було розроблено ФАО [5]. Агроекологічне районування означає поділ земельних ділянок на географічні одиниці, що мають унікальну комбінацію рельєфу, ґрунтових і кліматичних

характеристик та типів земельного покриття [11, 5]. Отже, кожна зона має подібне поєднання, обмеження і потенціал для використання земельних ресурсів. Це, своєю чергою, слугує основою рекомендацій, спрямованих на поліпшення ситуації землекористування завдяки збільшенню виробництва або шляхом обмеження деградації земель [12]. Основними завданнями агроекологічного районування є інвентаризація даних екологічних ресурсів, визначення гомологічних середовищ, сільськогосподарського потенціалу регіону, планування регіонального розвитку та визначення пріоритетів досліджень. Звичайними методами є накладання карт і різноманітні статистичні методи [3].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. У проведеному нами дослідженні ми пропонуємо використати географічно зважений аналіз основних компонент як альтернативний метод агроекологічної характеристики регіону. Географічно зважений аналіз головних компонент (Geographically Weighted Principal Component Analysis — GWPCA) — локалізована версія глобального аналізу головних компонент (PCA) і є дослідницьким інструментом для вивчення просторової неоднорідності в структурі багатовимірних даних [6]. Важливою особливістю географічно зваженого аналізу головних компонент є те, що на його основі можна побудувати карти просторової неоднорідності даних, важливих для агроекологічного зонування території.

Основою для агроекологічного районування обрано показники урожайності сільськогосподарської культури, наразі — картоплі, оскільки саме врожайність відображає виробничий потенціал агроecosистем [10]. На врожайність впливають як управлінські (агротехнологічні, агроeкономічні), так і екологічні чинники, але певні кількісні співвідношення їх внеску у вказані показники важко отримати через складні взаємодії цих чинників. Проте якщо вплив агротехнічних та управлінських чинників має загальне походження і описується регресійною моделлю, то вплив чинників навколишнього природного середовища призводить до флуктуацій урожайності, які не вписуються у загальний тренд [2]. Ці винятки також мають складний характер. Безумовно, існує випадковий шум, пов'язаний з об'єктивними помилками у вихідних даних. Також у регресійних залишках (викидах) ми можемо очікувати компоненту, обумовлену регулярним варіюванням, що може мати екологічну природу [1]. Отже, вивчення залишків регресійної моделі врожайності дає змогу проводити агроeкологічне зонування території.

Мета дослідження — встановити можливість агроeкологічного районування території України за допомогою географічно зваженого аналізу головних компонент.

Матеріал та методи. Дані щодо урожайності картоплі у поліський та лісостеповій зонах України надано Державною службою статистики України [<http://www.ukrstat.gov.ua/>]. Відомості охоплюють часовий період з 1991 до 2017 рр. Дані мають характер середньої врожайності культури у розрізі адміністративного району. Територія охоплює 206 адміністративних районів 10 областей України (Вінницька, Волинська, Житомирська, Київська, Львівська, Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Черкаська, Чернігівська).

Статистичний аналіз виконано за допомогою програмного продукту Statistica 10. Індекс Кайзера — Мейера — Олкіна (КМО) був застосований для визначення адекватності зібраних матеріалів щодо проведення аналізу головних компонент. Оскільки КМО дорівнює 0,58, то відповідно до емпіричного правила Кайзера [9] досліджені дані слід визнати придатними для проведення аналізу головних компонент помірно. Обчислення виконано за допомогою бібліотеки REdaS для середовища статистичних розрахунків R. Для обчислення глобального коефіцієнта просторової автокореляції застосовано статистику I-Морана, що є подібною до коефіцієнта кореляції Пірсона. Обидві статистики варіюють у межах від +1,0 (вказує на сильну позитивну кореляцію) до 0 (вказує на випадковий патерн) та до — 1,0 (вказує на сильну негативну автокореляцію) [8]. Глобальну статистику Морана обчислено із застосуванням програми Geoda095i (<http://www.geoda.uiuc.edu/>). Метод географічно зваженого аналізу головних компонент (GWPCA) був реалізований за допомогою пакета GWmodel оболонки статистичних розрахунків R [<http://cran.rstudio.com/>].

Викладення основного матеріалу. Динаміка врожайності картоплі у дослідженому регіоні найбільш вдало може бути описана за допомогою полінома четвертого порядку. Регресія за допомогою полінома четвертого порядку пояснює значну частину дисперсії врожайності картоплі (від 65 до 88% залежно від району досліджень). Наявність тренду, математична форма якого є незмінною, вказує на наявність постійно діючих зовнішніх чинників на динаміку процесу. Наразі — це агроeкономічні умови господарювання. Але на кінцевий результат вплив здійснюють і інші чинники природи, які мають локальний характер. У подальшому аналізі будуть застосовані залишки (викиди) регресійної моделі, які, на нашу думку, мають екологічну природу.

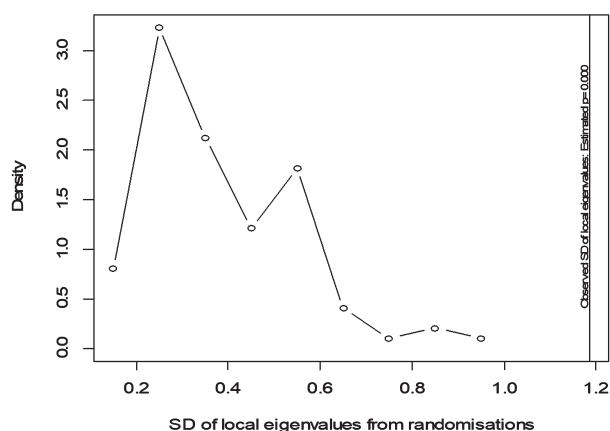


Рис. 1. Тест Монте-Карло для GWPCA

Щоб встановити наявність у наших даних просторової складової варіювання, було проведено тест Монте-Карло. Як показано на рис. 1, р-рівень для тестування стандартного відхилення локальних власних чисел за результатами GWPCA становить 0,0001, що засвідчує високу просторову нестационарність, наведену у даних урожайності картоплі. Отже, ці дані можуть забезпечити проведення географічно-зв'язаного аналізу головних компонент.

Наступне питання, яке необхідно вирішити перед проведенням GWPCA — визначення кількості головних компонент, що слід залишити (Harris et al., 2011; Gollini et al., 2013). Аналіз головних компонент залишків регресійної моделі надав змогу встановити, що відповідно до процедури Горна [7] кількість статистично вірогідних головних компонент становить 8 (табл. 1). Разом перші вісім головних компонент пояснюють 81,7% загальної варіабельності простору ознак. Для подальшого аналізу

за критерієм «осипу» [4] ми залишили перші три головні компоненти, які разом пояснюють 43,1% загальної варіабельності простору ознак. Відповідно, обґрунтованим є рішення залишити три компоненти для подальшої процедури GWPCA.

У процесі процедури адаптивної селекції вікна пропускання було встановлено оптимальне вікно пропускання із 68 найближчими сусідами, обране для виконання GWPCA процедури. Для одержання відповідних до результатів глобального аналізу головних компонент з метою порівняння були інтерпретовані тільки три перші головні компоненти GWPC 1, GWPC 2 та GWPC 3.

Результати процедури GWPCA можуть бути візуалізовані та інтерпретовані фокусуючись на тому, як розмірність даних просторово варіює; як вихідні змінні впливають на головні компоненти. Частка просторового варіювання загальної варіації демонструє чітко виражену мінливість. До того ж формуються просторово однорідні кластери у меридіональному напрямку (рис. 2). Порівняно з глобальним аналізом головних компонент, GWPCA демонструє свою ефективність та результативність в аналізі просторових патернів регіонального розміщення врожайності картоплі за допомогою картування просторової варіабельності головних компонент.

Отже, частка варіювання впливу перших трьох головних компонент, що мають екологічне походження, найбільшою у центральних та північних районах дослідженої території, найменшою — на сході та півночі. У попередніх наших дослідженнях, ми припускали, що принципові компоненти, найімовірніше, мають кліматичне походження, тому у такий спосіб, ми можемо визначити райони, найбільш

Таблиця 1

Результати глобального аналізу головних компонент

Головна компонента	Налаштоване* власне значення	Власне значення	Зсув	Пояснена варіація	Стандартне відхилення
PC1	3,44	4,17	0,73	20,63	2,35
PC 2	1,73	2,35	0,62	12,17	1,81
PC 3	1,44	1,98	0,54	10,26	1,66
PC 4	1,46	1,92	0,46	9,55	1,60
PC 5	1,23	1,63	0,40	8,52	1,51
PC 6	1,13	1,47	0,34	7,24	1,39
PC 7	1,06	1,34	0,28	6,91	1,36
PC 8	1,00	1,23	0,23	6,44	1,32

Позначки: * — за процедурою Горна.

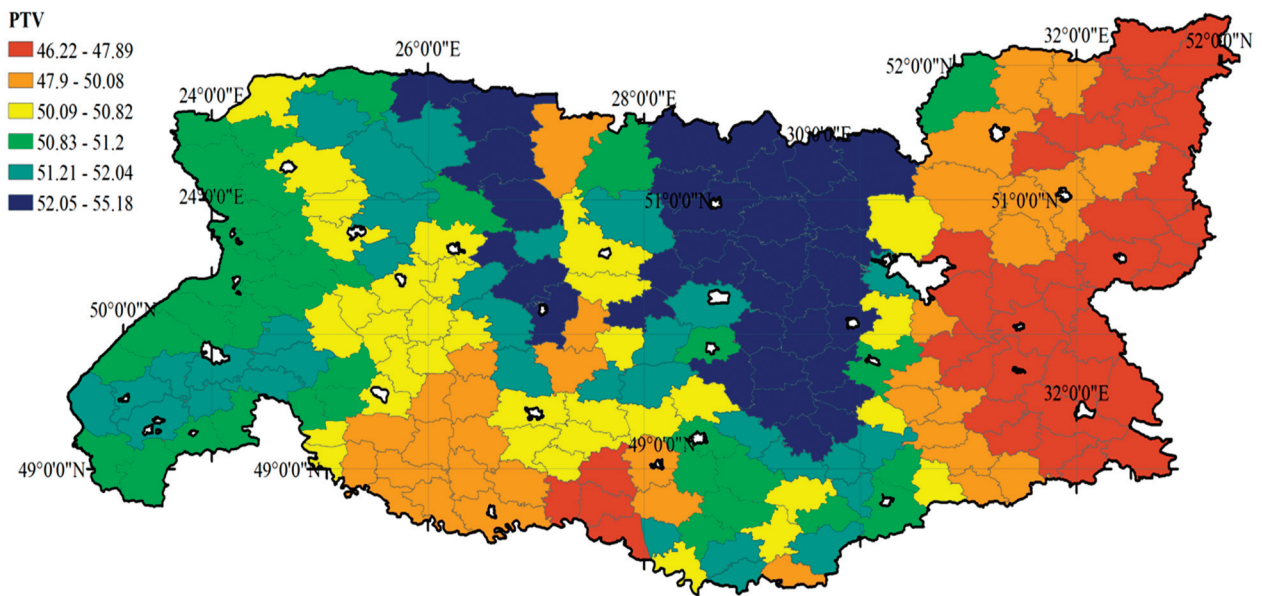


Рис. 2. Просторове варіювання частки загальної варіації перших трьох головних компонент (percentage of total variance — PTV)

чутливі до впливу кліматичних і пов'язаних із ними чинників.

За допомогою географічно-зваженого аналізу головних компонент також можуть бути виявлені змінні з найбільшими навантаженнями на головні компоненти (так звані «виграшні змінні»); інтенсивність їх впливу може бути локально відображена. У подальшому ми можемо продемонструвати, як кожна зі змінних локально впливає на вказану компоненту картування «виграшних змінних», тобто тих, що мають найбільші абсолютні навантаження. На рис. 3 наведено просторовий розподіл змінних з найбільшим абсолютним навантаженням головних компонент GWPC (1–3 відповідно).

Найбільше абсолютне навантаження змінної, якою є особливості просторового розподілу врожайності картоплі у певний рік, можна інтерпретувати як маркер найбільшої чутливості до варіації динаміки у часі. Локальні рішення можуть значною мірою відповідати глобальному результату або відрізнятися значущістю коливальних процесів на регіональному рівні. Це може викликати зміну порядку компонент або проявлятися у набутті статистичної значущості процесів, які на глобальному рівні не є статистично вірогідними.

Традиційне подання «виграшних змінних» для головних компонент не може повною мірою продемонструвати природу просторово залежного взаємозв'язку між показниками, якого оціненого за допомогою аналізу головних компонент. Переважання факторного наван-

таження є одним з аспектів, що характеризує динаміку врожайності картоплі. Змінний характер такої динаміки робить переважання наслідком випадкового викиду показника у певний час порівняно з загальною повторювальною динамікою. Тому для кожної зі статистично достовірних головних компонент нами проведено процедуру класифікації адміністративних районів за допомогою кластерного аналізу на основі відстані, яка є зворотною до коефіцієнта кореляції Пірсона. Такий показник відстані є чутливим до форми порівнянних показників, а не до їх абсолютних значень. Вказаний підхід дає змогу виділити групи адміністративних районів, що характеризуються подібною часовою динамікою врожайності картоплі в аспекті відповідної головної компоненти. Можна припустити, що сукупності адміністративних районів, які характеризуються подібною динамікою врожайності, також є географічно наближеними та формують однорідні екологічні регіони.

Кластерний аналіз адміністративних районів за значеннями факторних навантажень GWPC 1 дає змогу встановити два гомогенних кластери (рис. 4). Для кожного кластера були розраховані середні значення факторних навантажень, що дало змогу оцінити специфіку відповідних кластерів (рис. 5).

Встановлені кластери та їх профільні розподіли факторних навантажень дають уявлення про перебіг процесів, характерних для відповідного кластера. Загальні тренди варіювання є доволі подібними для обох кластерів.

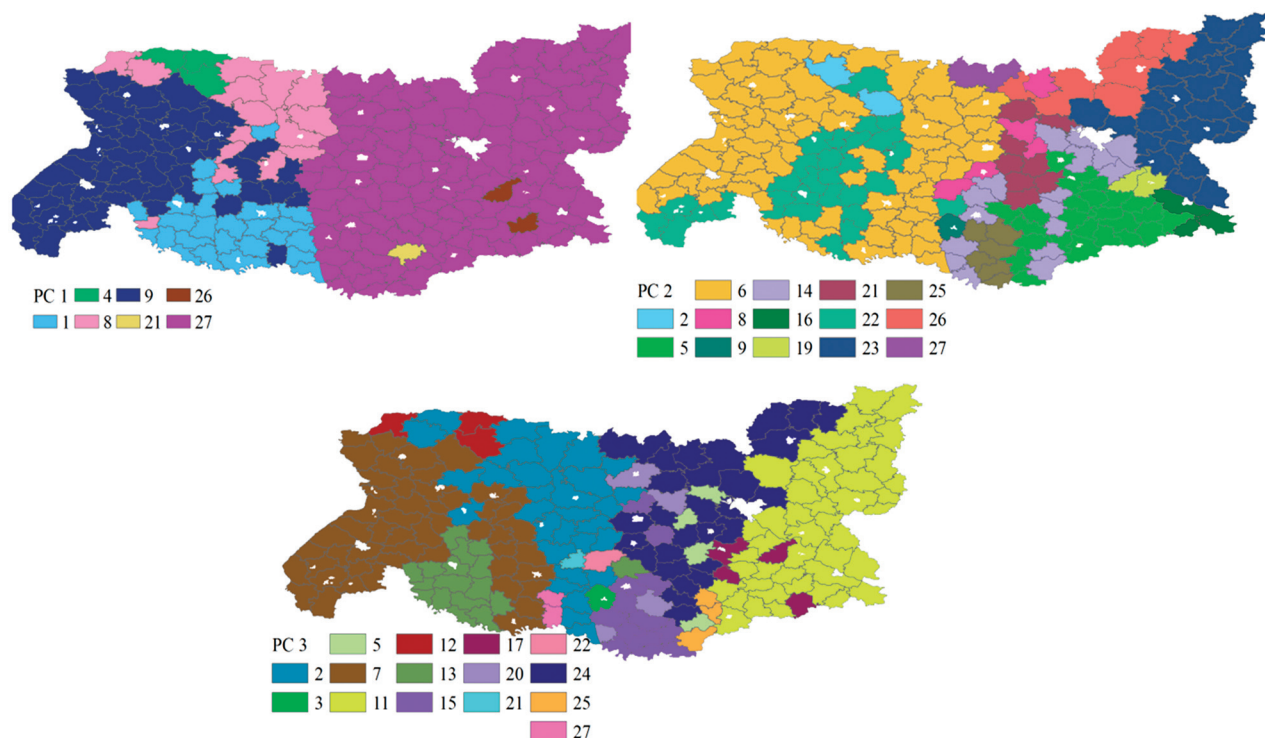


Рис. 3. Просторове розміщення «виграшних змінних» для головних компонент GWPC 1–3

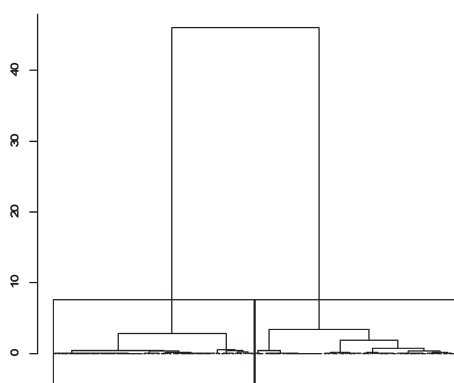


Рис. 4. Кластерний аналіз адміністративних районів за значеннями факторних навантажень GWPC 1

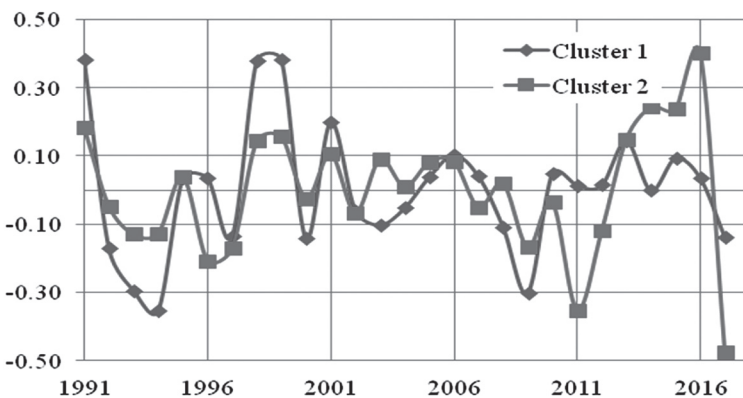


Рис. 5. Середні значення факторних навантажень GWPC 1 для кластерів 1–2: вісь абсцис — первинні змінні (залишки регресійних моделей тренду врожайності за роками), вісь ординат — факторні навантаження

Але особливістю загального тренду кластеру 1 є затухання амплітуди коливань впродовж періоду досліджень. Загалом, зсув періодичності та варіювання амплітуди коливань між двома кластерами відбувся у період 2011–2015 рр. Чинники, що викликали цю специфіку, на сьогодні не встановлено. Проте специфіка змінних процесів мала чітко позначену просторову складову (рис. 6).

Просторове розміщення адміністративних районів, включених у відповідні кластери, є просторово регулярним і поділяє досліджену територію майже навпіл (рис. 6).

Кластерний аналіз адміністративних районів за значеннями факторних навантажень GWPC 2 дав змогу встановити чотири гомогенних кластери (рис. 7). Для кожного з них були розраховані середні значення факторних на-

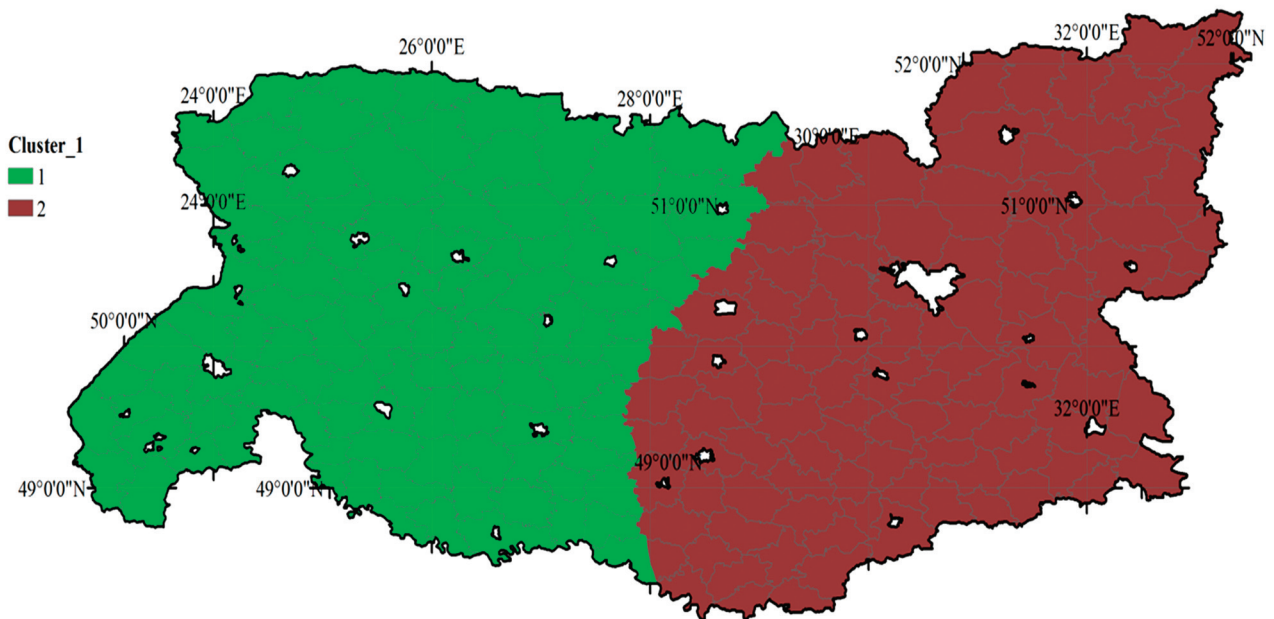


Рис. 6. Просторове розміщення кластерів, одержаних на основі факторних навантажень GWPC 1

вантажень, що дало змогу оцінити специфіку відповідних кластерів (рис. 8). Кластери 3 та 2 мають доволі подібну змінну динаміку і відрізняються лише амплітудою коливань. Для кластерів 1 та 3 характерно затухання впродовж дослідженого періоду.

У просторовому аспекті ці кластери змінюють один одного у напрямку зі сходу на захід (рис. 9).

Кластерний аналіз адміністративних районів за значеннями факторних навантажень GWPC 3 надав змогу встановити три гомоген-

них кластери (рис. 10). Розраховані середні значення факторних навантажень для кожного з них визначають особливості змінної динаміки відповідних кластерів (рис. 11). В аспекті часової динаміки для кластеру 3 характерно значне збільшення амплітуди коливань наприкінці досліджуваного періоду (2011–2017 рр.), тоді як для кластерів 1 та 2 зафіксовано тенденцію до затухання амплітуди коливань впродовж усього періоду досліджень. З карти просторового розміщення кластерів видно, що вони ділять досліджену територію майже на три

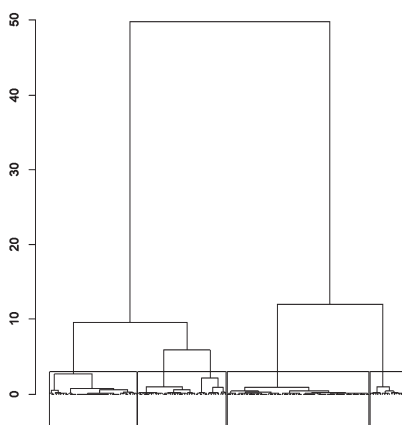


Рис. 7. Кластерний аналіз адміністративних районів за значеннями факторних навантажень GWPC 2

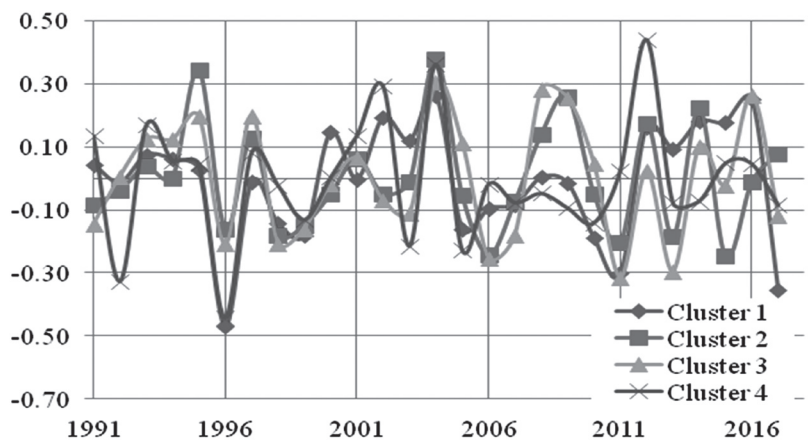


Рис. 8. Середні значення факторних навантажень GWPC 2 для кластерів 1–3: вісь абсцис — первинні змінні (залишки регресійних моделей тренду врожайності за роками), вісь ординат — факторні навантаження

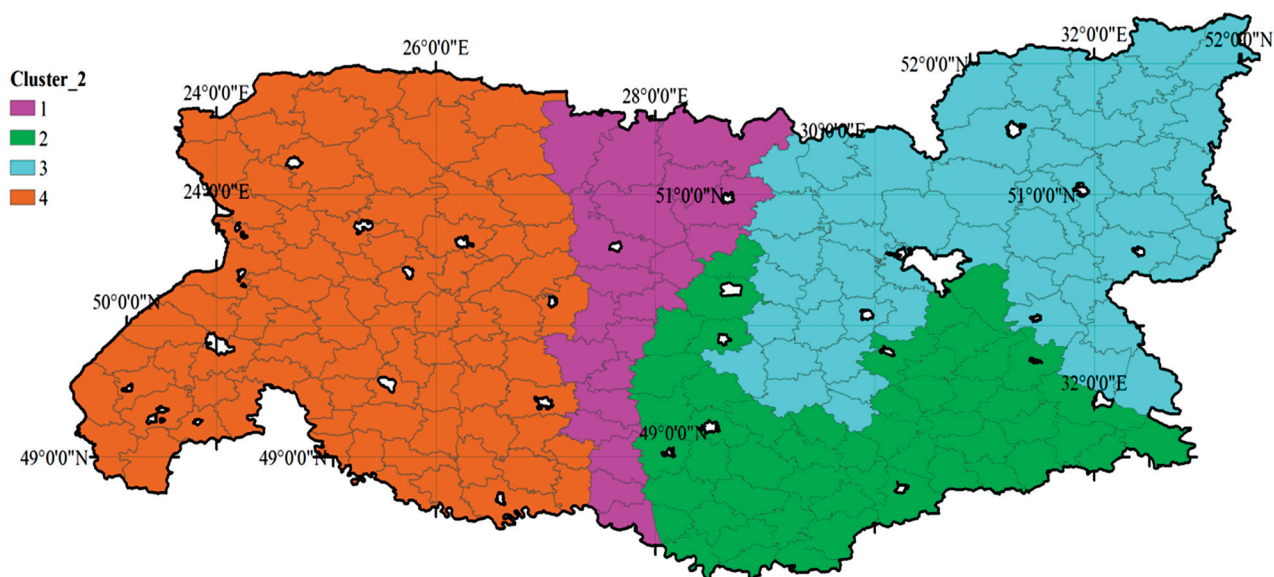


Рис. 9. Просторове розміщення кластерів, одержаних на основі факторних навантажень GWPC 2

рівні частини: кластер 1 займає центральну частину досліджуваної території, а кластери 2 та 3 — на сході та заході формують мозаїчні структури відповідно (рис. 12).

Застосування методу головних компонент для аналізу динаміки врожайності базується на припущенні одноманітності характеру взаємозв'язків у межах усієї досліджуваної території. Географічно зважений аналіз головних компонент дає змогу дослідити локальні патерни у динаміці врожайності картоплі. Локальні моделі характеризуються більшою пояснювальною здатністю, ніж тотальна модель,

що цілком закономірно, оскільки урахування локальної специфіки надає можливість більш предметно віддзеркалити реальність. Але застосування такого підходу зумовлює певні методичні труднощі для змістовної інтерпретації. Найпоширенішим прийомом — картографування «виграшних змінних» — не є репрезентативним для аналізу часових рядів. Тому на основі наближених типів локальної динаміки нами встановлено кластери для кожної головної компоненти і застосовано саме картографування цих кластерів, замість відображення «виграшних змінних». Такий підхід має певні

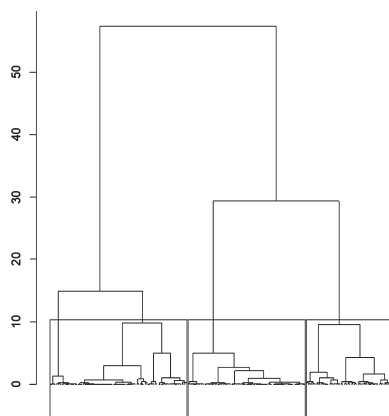


Рис. 10. Кластерний аналіз адміністративних районів за значеннями факторних навантажень GWPC 3

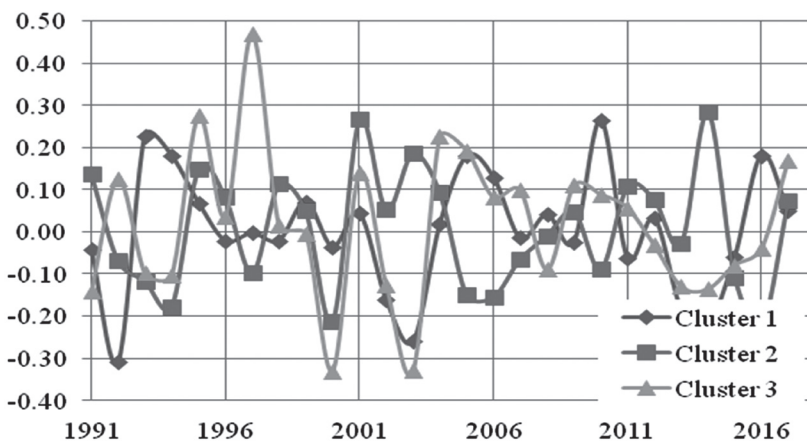


Рис. 11. Середні значення факторних навантажень GWPC 3 для кластерів 1–3: вісь абсцис — первинні змінні (залишки регресійних моделей тренду врожайності за роками), вісь ординат — факторні навантаження

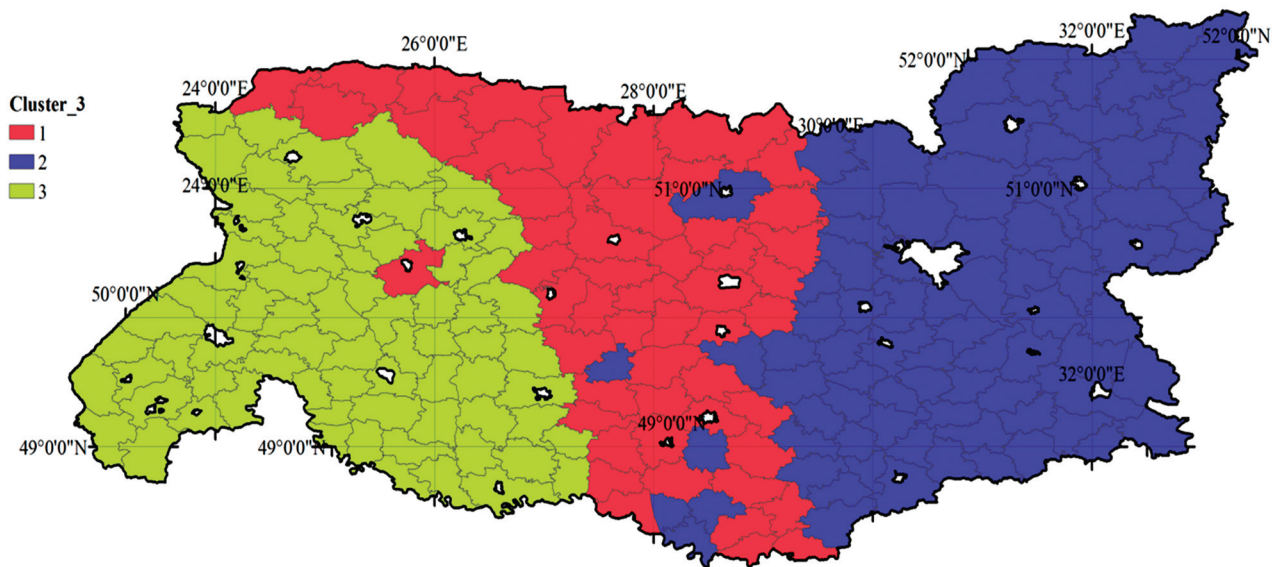


Рис. 12. Просторове розміщення кластерів, одержаних на основі факторних навантажень GWPC 3

переваги. По-перше, одержані екологічно однорідні зони із застосуванням запропонованого підходу (рис. 6, 9, 12) є компактнішими, ніж зони, встановлені за допомогою «виграшних змінних» (рис. 3). Такий результат обумовлено тим, що у формуванні кластерів переважають чинники регулярної природи, а випадкові чинники відфільтровуються під час процедури аналізу. Натомість «виграшні змінні» є результатом домінування випадкового вибору із певного переліку закономірних інформаційно важливих змінних. Тому обидва підходи дають, загалом, подібні результати, проте запропонований нами алгоритм є менш чутливим до випадкових чинників. По-друге, цей алгоритм надає можливість змістовно інтерпретувати одержані кластери за допомогою дослідження особливостей динаміки кожного кластера у часі. У підході «виграшних змінних» сама змінна є маркером відповідної просторово-однорідної території. Але такий інструмент може бути прийнятним у разі застосування якісно різних змінних, кожна з яких можна виміряти у наступний період часу та застосувати для прогнозу досліджуваного явища. Серед змінних часового ряду немає «більш важливих» або

«менш важливих» років. Крім того, всі ці змінні перебувають у ретроспективі та не можуть бути повторно виміряні. Для прогнозу можуть бути застосовані закономірності, які базуються на циклічній періодичності процесів. Саме такі особливості можуть бути встановлені для виділених кластерів.

Висновки. Динаміка врожайності картоплі, яка може бути пояснена регресією, вказує на те, що агротехнологічні та агроекологічні умови ведення сільськогосподарського виробництва є тотальним чинником, визначення наявності загального тренду. Залишки регресійної моделі тренду можна інтерпретувати як такі, що містять агроекологічну складову динаміки врожайності картоплі. Їх аналіз надав змогу встановити три головні компоненти, які разом пояснюють 43,1% загальної варіабельності простору ознак. Географічно зважений аналіз головних компонент засвідчив просторову нестационарність екологічних режимів, які визначають змінну складову варіювання урожайності картоплі у часі. Простори, у межах яких структура екологічних взаємодій залишається незмінною, можна розглядати як основу агроекологічного районування території.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жуков О.В., Пономаренко С.В. Агроекологічна детермінація тренду врожайності зернових та зернобобових культур // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2017. 4 (46). С. 12–19.
2. Зимарова А.А. Особливості просторово-часового тренду врожайності зернових і зернобобових культур в Поліській та Лісостеповій зонах України // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 3. С. 66–73.

3. Aggarwal P.K. Agro-ecological zoning using crop growth simulation models: characterization of wheat environments of India. In: Proceedings of the International Symposium on Systems Approaches for Agricultural Development, Bangkok, Thailand. 2–6 December 1991. P. 26–28.
4. Cattell R.B. The scree test for the number of factors. // *Multivariate Behavioral Research*. 1966. Iss. 1. pp. 245–76.
5. FAO. A framework for land evaluation. Food and Agricultural Organisation: Soils Bulletin. Rome: Italy, 1976.
6. Harris P., Brunson C., Charlton, M. Geographically Weighted Principal Components Analysis // *International Journal of Geographical Information Science*. 2011. 25(10). P. 1717–1736.
7. Horn J. L. A rationale and a test for the number of factors in factor analysis // *Psychometrika*. 1965. 30. P. 179–185.
8. Iqbal J., Thomasson J.A., Jenkins J.N., Owens P.R., Whisler F.D. Spatial variability analysis of soil physical properties of alluvial soils // *Soil Science Society America journal*. 2005. 69(4). P. 1338–1350.
9. Kaiser H.F. An Index of Factorial Simplicity // *Psychometrika*. 1974. 39 (1). P. 31–36.
10. Kukal M.S., Irmak S. Climate-Driven Crop Yield and Yield Variability and Climate Change Impacts on the U.S. Great Plains Agricultural Production // *Scientific Reports*. 2018. 8. 3450.
11. Patel N.R. Remote sensing and GIS application in agro-ecological zoning. Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology. In: Proceedings of a Training Workshop (7–11 July 2003), Dehra Dun, India. P. 213–233.
12. Suriadikusumah A., Herdiansyah D.G. Study on land resources based on agro-ecological zones in Bandung district, West Java — Indonesia. *International Journal of Applied Science and Technology*. 2014. 4(4). P. 212–220.

Інформація про автора

Зимарова Анастасія Анатоліївна — кандидат біологічних наук, доцент кафедри експлуатації лісових ресурсів, Житомирський національний агроекологічний університет (Україна, 10008, м. Житомир, Старий Бульвар, 7, e-mail: nastya.zymaroeva@gmail.com).

A.A. Zymarioieva
Ph.D. in Biology Sciences

Zhytomyr National Agroecological University
(Ukraine, Zhytomyr, e-mail: nastya.zymaroeva@gmail.com)

THE USE OF A GEOGRAPHICALLY WEIGHTED ANALYSIS OF THE MAIN COMPONENTS FOR AGRO-ECOLOGICAL ZONING OF THE TERRITORY OF UKRAINE

Agro-ecological zoning (AEZ) is one of the most important bases for agricultural developmental planning. In this study we provide the geographically weighted principal component analysis (GWPCA) as an alternative method for agro-ecological zoning of a region. GWPCA makes it possible to construct maps of spatial heterogeneity of data, which are necessary tools for agro-ecological zoning of the territory. The potato yield on the territory of 10 regions (206 administrative districts) of Polissya and Forest-steppe zones within Ukraine was selected as the basis for agro-ecological zoning. The global principal components analysis (PCA) allows establishing 3 principal components, which together explain 43.1% of the overall potato yields variability. Geographically weighted principal components analysis allowed to investigate local patterns in the potato yield dynamics and characterized by greater explanatory ability than the total model. The most common method of GWPCA — mapping of the «winning» variables is not suitable for time series analysis. Therefore, based on the close types of local dynamics established clusters for each of the principal component, and was used the mapping of these clusters, instead of displaying «winning» variables. Geographically weighted principal component analysis showed spatial non-stationary of environmental regimes, which determine the oscillating component of potatoes yield variation over time. The spaces, within which the structure of ecological interactions remains unchanged, can be considered as the basis of agro-ecological zoning of the territory.

Key words: yield, potato, variation, dynamics, trend, geographically weighted principal component analysis (GWPCA), agro-ecological zoning.

REFERENCES

1. Zhukov, O.V. & Ponomarenko, S. V. (2018). Prostorovo-chasova dynamika urozhajnosti zernovyh ta zernobobovyh kultur u Poltavskij oblasti [Spatial-time dynamics of cereals of grain and grain crops in Poltava region]. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 55–62.
2. Zymarioieva, A.A. (2018). Osobly'vosti prostorovo-chasovogo trendu vrozhajnosti zernovy'x i zernobobovy'x kul'tur v polis'ky'j ta lisostepovij zonax ukrayiny' [Features of the spatiotemporal trend of

- grain and grain legumes yields in forest and forest-prairie zone of Ukraine]. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 66–73. (in Ukr.).
3. Aggarwal, P.K. (1991). Agro-ecological zoning using crop growth simulation models: characterization of wheat environments of India. In: *Proceedings of the International Symposium on Systems Approaches for Agricultural Development*, 2–6 December 1991, Bangkok, Thailand.
 4. Cattell, R.B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1, 245–76.
 5. FAO. (1976). A framework for land evaluation. Food and Agricultural Organisation, Soils Bulletin 32, Rome, Italy.
 6. Harris, P., Brunsdon, C. & Charlton, M. (2011). Geographically Weighted Principal Components Analysis. *International Journal of Geographical Information Science*, 25 (10), 1717–1736.
 7. Horn, J. L. (1965). A rationale and a test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, 30, 179–185.
 8. Iqbal, J., Thomasson, J.A., Jenkins, J.N., Owens, P.R. & Whisler, F.D. (2005). Spatial variability analysis of soil physical properties of alluvial soils. *Soil Science Society America journal*, 69 (4), 1338–1350.
 9. Kaiser, H.F. (1974). An Index of Factorial Simplicity. *Psychometrika*, 39 (1), 31–36.
 10. Kukal, M.S. & Irmak, S. (2018). Climate-Driven Crop Yield and Yield Variability and Climate Change Impacts on the U.S. Great Plains Agricultural Production. *Scientific Reports*, 8, 34–50.
 11. Patel, N.R. (2003). Remote sensing and GIS application in agro-ecological zoning. Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology. In: *Proceedings of a Training Workshop* (7–11 July), Dehra Dun, India, 213–233.
 12. Suriadikusumah A. & Herdiansyah, D.G. (2014). Study on land resources based on agro-ecological zones in Bandung district, West Java — Indonesia. *International Journal of Applied Science and Technology*, 4 (4), 212–220.

Author

Zymaroieva Anastasiia Anatoliivna — Ph.D. in Biology Sciences, Associate Professor of Department of Forest Resources Utilization, Zhytomyr National Agroecological University (Ukraine, 10008, Zhytomyr, 7 Stary Blvd, e-mail: nastya.zymaroeva@gmail.com).

Новини
Новини

Новини • Новини • Новини

ЄДИНИЙ ОРГАН ІЗ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ

Реформою сфери управління відходів передбачено створення єдиного органу виконавчої влади, який регулюватиме сферу управління відходами та створення належної інфраструктури для поводження з ними. Про це сказав Міністр екології та природних ресурсів України **Остап Семерак** під час засідання Координаційної ради з питань реалізації Національної стратегії управління відходами до 2030 року.

Створення такого органу передбачено ухваленою Урядом Стратегією управління відходами. Як зазначив Остап Семерак, вже на початку 2019 року Кабінет Міністрів має розглянути розроблений Національний план з її реалізації. «Ми підготували Національний план управління відходами. Він пройшов погодження з іншими органами виконавчої влади. Розраховуємо, що Уряд розгляне та підтримує його у перші місяці нового року. Саме цей документ передбачає ряд комплексних заходів. Зокрема, створення єдиного органу, який відповідатиме за сферу управління відходами», — розповів **Остап Семерак**. Водночас він наголосив, що для його створення має бути ухвалено необхідне секторальне законодавство, яке дозволить запровадити в Україні нову модель управління відходами, що передбачає мінімізацію відходів та їх повторне використання.