

УДК [556.165+911.6](447)

doi: 10.15407/ugz2016.03.027

Л.О. Горбачова, Б.Ф. Христюк

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України і НАН України, Київ

ГІДРОЛОГІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЗА УМОВАМИ ФОРМУВАННЯ РІЧНОГО СТОКУ ВОДИ НА ОСНОВІ КРИВИХ ЕНДРЮСА

Мета публікації – розроблення методологічних засад застосування кривих Ендрюса для гідрологічного районування території України. Гідрологічне районування має важливе наукове та практичне значення. Традиційними методами такого районування є регресійний та кластерний аналізи, метод головних компонент, проте вони мають високу ступінь суб'єктивності. У статті запропоновано методичні засади застосування кривих Ендрюса для гідрологічного районування території України. Отримано 13 однорідних гідрологічних районів за умовами формування річного стоку води, з яких 4 райони було поділено на підрайони. Виконано їхнє просторове представлення за допомогою ГІС MapInfo.

Ключові слова: річний стік води; гідрологічне районування; криві Ендрюса; ГІС.

L.O. Gorbachova, B.F. Khrystyuk

Ukrainian Hydrometeorological Institute of State Service of Emergencies of Ukraine and of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

THE HYDROLOGIC REGIONALIZATION OF THE TERRITORY OF UKRAINE FOR THE FORMATION CONDITIONS OF THE ANNUAL STREAMFLOW BASED OF ANDREWS' CURVES

The objective of paper is the development methodological principles of use of the Andrews' Curves for the hydrological regionalization the territory of Ukraine. Hydrologic regionalization has important scientific and practical importance. The traditional methods such regionalization are regression and cluster analysis, method of principal components, but it has a high degree of subjectivity. In this paper, the methodological principles employing the Andrews' Curves for hydrologic regionalization the territory of Ukraine were created. Were obtained the 13 homogeneous hydrological regions, the 4 of which were divided into sub-districts. The spatial representation the hydrologic regionalization was created the using GIS MapInfo.

Key words: annual streamflow; hydrologic regionalization; Andrews' Curves; GIS.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій

Одним із найпоширеніших методів узагальнення при дослідженні просторово-часових закономірностей водного стоку річок є метод районування або, як зазначається у англійській літературі, регіоналізації¹. У роботах [9, 10] зазначається, що найвідоміші методи, які широко застосовуються для регіоналізації в гідрології, а саме регресійний та кластерний аналізи, метод головних компонент мають високу ступінь суб'єктивності: різні дослідники, використовуючи ці методи за одними і тими самими даними спостережень отримують різні схеми районування або, щонайменше, розбіжності у межах районів. Також виникають проблеми з вибором предикторів, тобто найзначущих чинників, які використовують для оцінювання подібності або відмінності об'єктів класифікації. Як зазначається у роботі [10], при застосуванні статистичних методів для регіоналізації доцільно усувати невизначеність на підставі певного об'єктивного рішення.

У нашій роботі [5] зазначається, що таким об'єктивним рішенням у контексті гідролого-генетичного аналізу є метод діаграм Девіда Ендрюса

(Andrews David F., 1972) [1]. Діаграми, або криві Ендрюса застосовують у багатьох науках, у тому числі і в гідрології [2, 7, 8, 12 та ін.]. Однак, в Україні серед дослідників цей метод не набув поширення.

Мета цієї публікації – розроблення методичних засад застосування кривих Ендрюса для гідрологічного районування території України, а також дослідження річного стоку води.

Виклад основного матеріалу

Класифікація річкових водозборів та виділення на її основі однорідних гідрологічних районів забезпечує можливість отримувати інформацію для невивчених водозборів річок в умовах недостатньої мережі спостережень, а також досліджувати фізико-географічні закономірності формування річково-го стоку та функціонування річкових систем.

Формування річного стоку річок відбувається внаслідок сукупної дії багатьох чинників. Важливим є відбір чинників, які дають можливість більш-менш адекватно описувати умови формування стоку води та виконати порівняльну оцінку характеристик водозборів річок. Зазвичай як предиктори для класифікації найчастіше використовують кліматичні (атмосферні опади, випаровування), статистичні (середнє значення, коефіцієнти варіації та асиметрії) показники та характеристики підстильної поверхні (площі, похили, середня висота водозборів річок тощо). Разом з тим, чим

¹ Guide to Hydrological Practices (2009). Volume II. Management of Water Resources and Application of Hydrological Practices. 6th edition. WMO-No. 168. <http://www.whycos.org/hwtp/guide/>

більший об'єм вихідної інформації необхідно застосувати, тим складніше знайти її для кожного водозбору річки і тим складнішими будуть розрахунки. Отже, оптимальним рішенням є застосування мінімального набору предикторів, які все ж таки забезпечать повноту даних про умови формування водного стоку річок.

Не менш важливим завданням є вибір репрезентативних водозборів річок, розташування яких, поряд з іншими методичними підходами, також повинно забезпечувати основні принципи районування. У роботі [6] до таких віднесені: цілісність територіальних утворень, однорідність виділених районів, повнота виділення та відсутність перетину меж районів.

Разом з тим, гідрологічна інформація має свої особливості. Гідрологічні пости розташовані через певні відстані, однак, внаслідок того, що річкова мережа має деревоподібний вигляд і гідрологічна інформація відноситься до центрів тяжіння водозборів, а не до місць вимірювання показників (постів), виникає «ефект вкладання», або мультиколінеарності. Таке явище при побудові карт гідрологічних показників призводить до викривлення їхнього просторового розподілу, оскільки при інтерполяції відбувається дублювання інформації (предикторів).

Як показано у роботах К.П. Воскресенського, Л.Г. Онуфрієнко [11, 13], на формування гідрологічних показників, крім кліматичних чинників, істотно впливає площа водозбору річок. Нині при картуванні методично не рекомендується використовувати тільки інформацію по гідрологічних постах, які характеризують водний стік полізонанальних річок. Однак, виконання цієї рекомендації позбавляє можливості отримувати достовірні карти просторового розподілу гідрологічних показників, оскільки більшість дослідників застосовують інформацію і по малих, і по середніх річках. Зазвичай на формування водного стоку малих річок істотно впливають азональні чинники.

Отже, для отримання більш обґрунтованих і достовірних карт просторового розподілу гідрологічних показників доцільно запропонувати виконувати ретельний аналіз розташування гідрологічних постів та площ їхніх водозборів, тобто застосовувати принцип неперекривання водозборів річок.

Якщо при гідрологічному аналізі використовують тільки два показники, за якими дослідник визначає подібність або відмінність тих чи інших гідрологічних характеристик, то для графічної ілюстрації (візуалізації), тобто підтвердження результатів, дуже добре підходить простий двовимірний точковий графік [10]. У випадках, коли при аналізі застосовують декілька показників, найкраще використати двомірну криву Ендрюса.

Криві Ендрюса – це графічний метод багатовимірного аналізу, який дозволяє проектувати кожен

об'єкт з набором характеристик з багатовимірною простору у вигляді кривої в двомірному зображенні на основі ортогональних функцій [1].

Отже, кожен водозбір річки визначається функцією, яку можна відобразити на графіку кривою лінією від $-\pi < t < \pi$ і, що визначається за виразом:

$$f_i(t) = \frac{x_1}{\sqrt{2}} + x_2 \sin(t) + x_3 \cos(t) + x_4 \sin(2t) + x_5 \cos(2t) + \dots, \quad (1)$$

де x_1, x_2, \dots, x_n – набір показників, який характеризує річковий водозбір.

Д. Ендрюс показав, що відмінності між двома кривими пропорційні Евклідовій відстані, тому n – розмірні змінні, які розташовані близько один від одного в багатовимірному просторі, відтворюватимуть близькі за формою криві. Однорідні райони на графіках Ендрюса мають вигляд близько розташованих кривих. Криві, які мають іншу конфігурацію, відносяться до інших районів.

Для коректного порівняння класифікаційних показників водозборів річок необхідно виконувати їхнє нормування за формулою:

$$X'_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}, \quad (2)$$

де X'_i та X_i – відповідно нормоване та фактичне значення характеристики водозбору річки;

\bar{X} та σ – середнє значення та середнє квадратичне відхилення характеристики водозбору річки.

Наступним етапом дослідження є сортування та упорядкування значень ортогональних функцій для отримання сукупностей кривих Ендрюса з ідентичними формами. Подібність форм кривих Ендрюса у кожній групі свідчить про однорідність умов формування річного стоку води та однаковість його тенденцій на водозборах річок, які утворюють кожну групу.

Останній етап дослідження – просторове представлення отриманих на основі класифікації кривих Ендрюса однорідних гідрологічних районів. У сучасних дослідженнях побудова карт просторового розподілу гідрологічних характеристик відбувається на основі застосування географічних інформаційних систем (ГІС) [3]. У випадку гідрологічного районування використання ГІС дозволяє отримувати чіткі межі гідрологічних районів, що значно полегшує практичне використання отриманих результатів.

Як репрезентативні чинники умов формування річного стоку води річок України були обрані такі показники: норма річного стоку води (л/с км²), коефіцієнт варіації, широта та довгота центру тяжіння водозбору, середня висота водозбору. Безумовно, набір таких чинників не зовсім повно відображає ландшафтні, зокрема гідрокліматичні характеристики водозборів річок. Разом з тим,

такий мінімальний набір все ж таки дозволяє враховувати, хоча і опосередковано, основні зональні чинники та індивідуальні особливості водозборів річок. Так, враховано положення водозборів річок відносно широтної, довготної зональності та висотної поясності. Статистичні показники (норма та коефіцієнт варіації) опосередковано враховують кліматичні чинники та індивідуальні властивості водозборів річок.

Репрезентативні водозбори в басейнах головних річок України відібрано по основних притоках, які згідно класифікації Водної рамкової директиви ЄС за площею відносяться до середніх річок або наближаються до них². Разом з тим, для деяких басейнів річок цілком витримати ці вимоги не вдалося, оскільки пункти спостережень характеризують водозбірні площі більші або менші ніж середні. Так, річки Криму переважно відносяться до категорії малих річок. Річки Причорномор'я представлені постом спостережень р. Тилігул – с. Березівка, який характеризує водозбір великої річки. Також, у басейнах рр. Південного Бугу та Дніпра було використано деякі водозбори площею понад 1000 км². Однак, кількість таких річок в кожному басейні річки є незначною. Всього для дослідження було обрано 171 водозбір.

Після розрахунку ортогональних функцій за формулою (1) для кожного басейну річки було отримано загальну сукупність кривих Ендрюса, що наведена на рис. 1 а. Така загальна сукупність кривих має хаотичний, невпорядкований вигляд, який важко інтерпретувати. Після сортування та упорядкування значень ортогональних функцій для кожного водозбору річки було отримано 21 групу, до яких увійшли водозбори з ідентичними формами кривих Ендрюса. Це дало підстави виділити їх у окремі гідрологічні райони. Детальніший аналіз кривих Ендрюса по групах виявив, що деякі з них мають загальні риси, хоча і з певними відмінностями; такі групи було виділено у підрайони.

Загалом за даними аналізу кривих Ендрюса виділено 13 гідрологічних районів, серед них 4 райони було поділено на підрайони (рис. 1); кожен район характеризується близько розташованими кривими з однаковими формами. Разом з тим, у деяких районах є криві, які дещо відрізняються за формою від загальної сукупності кривих району. Такі криві відносяться до водозборів річок, розташованих на межі районів і мають їх властивості. У таких випадках криві з суперечними формами було віднесено до району, з яким виявлена найбільша подібність за формою. Така ситуація характерна, наприклад, для водозборів р. Псел (м. Суми), р. Говтва

(с. Михнівка), які віднесені до Деснянсько-Псельського району (рис. 1 в) або р. Гнила Липа (с. Більшівці), який віднесено до Західнобузького району (рис. 1 з) тощо. Слід зазначити, що для районів з недостатньою або взагалі відсутньою мережею спостережень виділення кривих Ендрюса у гідрологічні райони має дуже умовний характер. Це такі райони як Вороно-Чорнявський та Причорноморський (рис. 2).

Просторове узагальнення виділених за кривими Ендрюса гідрологічних районів за допомогою ГІС MapInfo, наведено на рис. 2. Території, що не мають мережі гідрологічних спостережень, на карті позначені білим кольором. Межі Причорноморського району було виділено за аналогією з районуванням річкових водозборів України за типами внутрішньорічного розподілу, яке було виконано у роботі [4].

Отримане районування річкових водозборів України за умовами формування річного стоку води на основі кривих Ендрюса має спільні риси з районуванням за типами внутрішньорічного розподілу стоку води річок, хоча для деяких районів та підрайонів виявлено розбіжності на їхніх межах. Також отримані результати районування для басейну р. Дністер узгоджуються з результатами районування для цього басейну за характером коливань річного стоку води на основі кластерного аналізу, які наведено у роботі С.В. Мельник та Н.С. Лободи [9]. Загалом, умови формування річного стоку води річок України підпорядковуються фізико-географічній зональності, на яку впливають висотна поясність та індивідуальні особливості водозборів річок, що і відображається у межах гідрологічних районів та підрайонів, а також їхніх гідрологічних характеристиках (табл. 1).

Висновки та перспективи подальших досліджень

Запропоновано та реалізовано алгоритм класифікації річкових басейнів на основі кривих Ендрюса для виявлення однорідних гідрологічних районів на прикладі річного стоку води річок України, який вирізняється достовірністю та об'єктивністю.

Вибраний мінімальний набір репрезентативних чинників умов формування річного стоку води річок, а саме норма річного стоку води (л/с км²), коефіцієнт варіації, широта та довгота центру тяжіння водозбору, середня висота водозбору, забезпечує можливість враховувати, хоча й опосередковано, основні зональні чинники та індивідуальні особливості водозборів річок.

На основі класифікації річкових водозборів за кривими Ендрюса отримано 13 однорідних гідрологічних районів за умовами формування річного стоку води, з яких 4 райони поділено на підрайони. Виконано їхнє просторове представлення за допо-

² EU Water Framework Directive 2000/60/EC. Definitions of Main Terms. (2000) // Official Journal. L 327, 22/12/2000 P. 0001-0073. http://www.glassforeurope.com/images/cont/133_26204_file.pdf

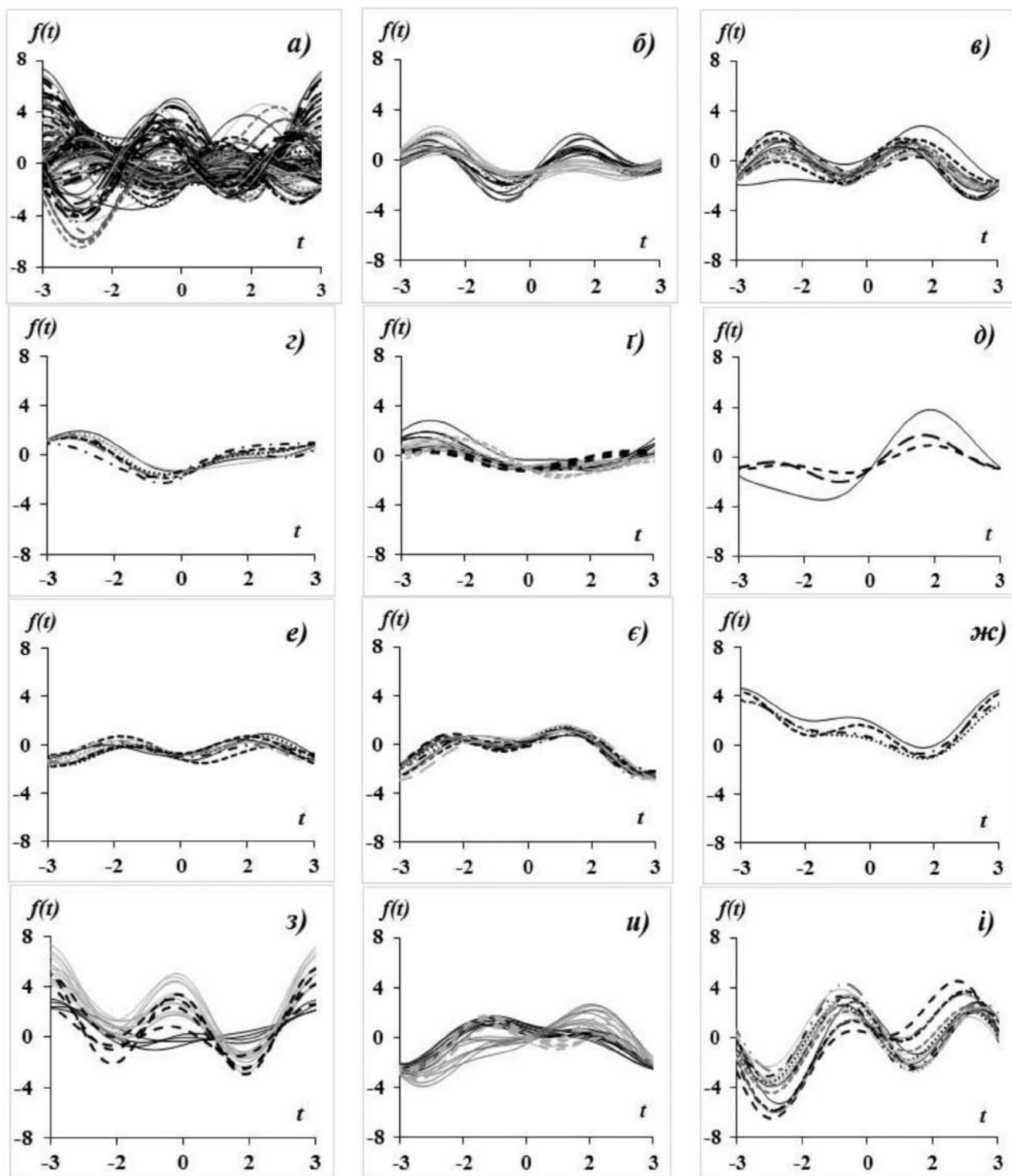


Рисунок 1. Криві Ендрюса для деяких гідрологічних районів, виділених за умовами формування річного стоку води на території України: *a* – для всіх водозборів; *б* – Поліський район: *Північно-Поліський підрайон* (чорні криві), *Південно-Поліський підрайон* (сірі криві); *в* – Деснянсько-Пселський район; *г* – Західнобузький район; *г* – Дністерсько-Бузький район: *Золотолипсько-Серетський підрайон* (чорні криві), *Верхньобузький підрайон* (сірі криві), *Нічлаво-Студеницький підрайон* (чорні пунктирні криві), *Ушицько-Марківський підрайон* (сірі пунктирні криві); *д* – Роський район; *е* – Бузько-Інгулецький район; *є* – Ворскло-Донецький район; *жс* – Ужсько-Боржавський район; *з* – Карпатський район: *Верхньодністерський підрайон* (чорні криві), *Дністерсько-Тиський підрайон* (сірі криві), *Сіретсько-Прутський підрайон* (чорні пунктирні криві); *и* – Самаро-Приазовський район: *Самарський підрайон* (сірі криві), *Донецький підрайон* (чорні криві), *Приазовський підрайон* (сірі пунктирні криві); *і* – Кримський район

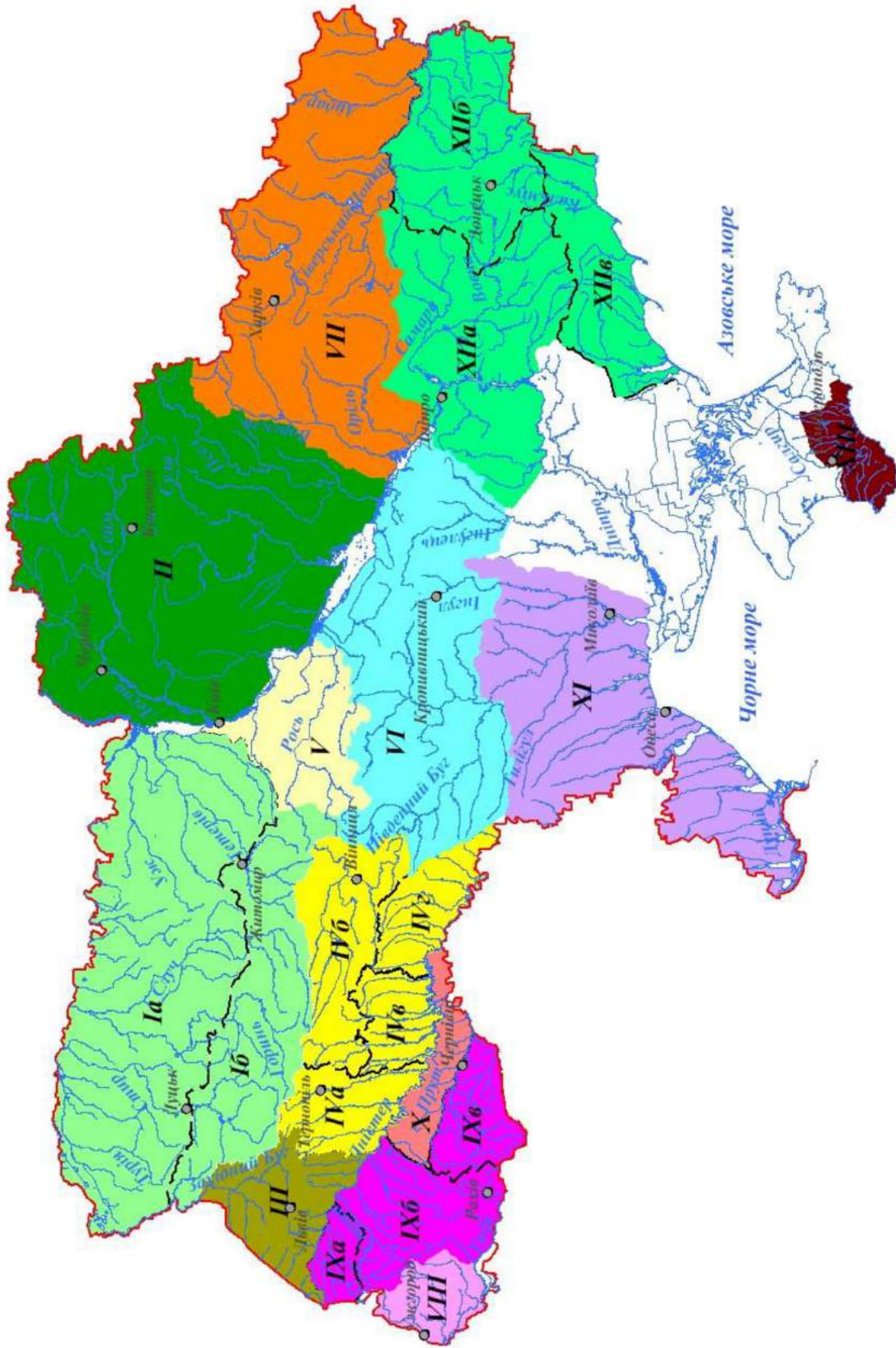


Рисунок 2. Районування річкових водозборів України за умовами формування річного стоку води: I – Поліський район (I a – Північно-Поліський підрайон, I б – Південно-Поліський підрайон); II – Днісенсько-Поліський район; III – Деснянсько-Песельський район; IV a – Західнобузький район (IV a – Золотолисько-Серетський підрайон, IV б – Верхньобузький підрайон); IV б – Нічлаво-Студеницький підрайон, IV г – Ушицько-Марківський підрайон); V – Росський район; VI – Бузько-Інгулєцький район; VII – Ворскло-Донецький район; VIII – Ужсько-Боржавський район; IX a – Карпатський район (IX a – Верхньодністерський підрайон, IX б – Дністерсько-Тиський підрайон); IX б – Сіретсько-Прутський район; X – Вороно-Чорнявський район; XI – Причорноморський район; XII a – Самарсько-Приазовський район (XII a – Самарський підрайон, XII б – Донецький підрайон, XII в – Приазовський підрайон); XIII – Кримський район

Таблиця 1. Характеристика гідрологічних районів на території України, виділених за умовами річного стоку води на основі кривих Ендрюса

Район	Основні річки	Показники, середнє/інтервал	
		М, л/с км ²	C _v
Поліський	Прип'ять, Тур'я, Стохід, Стир, Горинь, Слuch, Льва, Уборть, Уж, Тетерев, Ірпінь	<u>3,32</u> 2,33 - 5,40	<u>0,44</u> 0,21 - 0,64
Деснянсько-Псельський	Десна, Сейм, Сула, Псел	<u>2,34</u> 1,27 - 3,91	<u>0,44</u> 0,27 - 0,82
Західнобузький	Вишня, Полтва, Рата, Соколія, Верещиця, Щирець, Свіж, Гнила Липа	<u>5,39</u> 4,21 - 7,09	<u>0,44</u> 0,34 - 0,59
Дністерсько-Бузький	Золота Липа, Коропець, Стрипа, Серет, Збруч, Смотрич, Нічлава, Жванчик, Мукша, Студениця, Ушиця, Калюс, Лядова, Марківка, Бужок, Іква, Згар, Рів	<u>4,10</u> 2,11 - 12,3	<u>0,35</u> 0,22 - 0,47
Роський	Стугна, Рось, Гнилий Тікич	<u>1,50</u> 1,21 - 1,94	<u>0,79</u> 0,60 - 1,08
Бузько-Інгулецький	Південний Буг, Інгул, Інгулець, Вільшанка, Тясьмин, Серебрянка	<u>1,36</u> 0,71 - 1,83	<u>0,48</u> 0,37 - 0,56
Ворскло-Донецький	Ворскла, Оріль, Сіверський Донець (лівобережна частина)	<u>2,24</u> 1,57 - 3,17	<u>0,46</u> 0,38 - 0,58
Ужсько-Боржавський	Уж, Латориця, Боржава	<u>18,9</u> 9,51 - 27,7	<u>0,30</u> 0,26 - 0,37
Карпатський	Карпатські притоки Дністра, Тиси, Пруту та Сірету	<u>19,6</u> 9,24 - 35,3	<u>0,32</u> 0,21 - 0,50
Вороно-Чорнявський	Ворона, Чорнява	<u>5,66</u> 4,62 - 6,70	<u>0,40</u> 0,39 - 0,41
Причорноморський	Тилігул	0,15*	1,21*
Самарсько-Приазовський	Сіверський Донець (правобережна частина), Самара, Вовча, Кінська, Кільчень, Мокра Сура, Базавлук, річки Приазов'я	<u>1,76</u> 0,36 - 4,71	<u>0,56</u> 0,35 - 0,89
Кримський	річки Криму	<u>3,71</u> 0,51 - 11,1	<u>0,67</u> 0,42 - 1,16

Примітка: * – значення наведені тільки для водозбору р. Тилігул – с. Березівка

могою ГІС MapInfo, яке, крім іншого, є важливою інформацією для невивчених водозборів річок. Слід зазначити, що сучасна мережа гідрологічних спостережень України недостатня й недосконала

для узагальнення просторових характеристик.

Розроблені методичні підходи можуть бути застосовані для класифікації та районування інших гідрологічних характеристик.

References [Література]

1. Andrews D.F. (1972). Plots of High-Dimensional Data. *International Biometric Society*, Vol. 28(1), 125-136.
2. *Environmental Hydrology*. Edited by Vijay P. Singh (1995). Springer Science.
3. Gorbachova L.O. (2010). The space generalization of the normal annual runoff. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*, 18, 107-112. [In Ukrainian].
[Горбачова Л.О. Просторове узагальнення норм річного стоку // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – № 18. – С. 107-112.]
4. Gorbachova L.O. (2015). Modern the intra-annual streamflow distribution of Ukraine Rivers. *Ukrainian Geographical Journal*, 3, 16-23. [In Ukrainian].
[Горбачова Л.О. Сучасний внутрішньорічний розподіл водного стоку річок України // Укр. геогр. журн. – 2015. – № 3. – С. 16-23.]
5. Gorbachova L.O. (2015). Place and role of hydro-genetic analysis among modern research methods runoff. *Proceedings of Ukrainian Hydrometeorological Institute*. Vol. 268. [In Ukrainian].
[Горбачова Л.О. Місце та роль гідролого-генетичного аналізу серед сучасних методів дослідження водного стоку річок // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2015. – Вип. 268.]

6. Grebin V.V. (2010). *Modern streamflow regime of rivers of Ukraine (landscape-hydrology analysis)*. Kyiv: Nika-Centre. [In Ukrainian].
[Гребін В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). – К. : Ніка-Центр, 2010. – 316 с.]
7. Hermanovsky Martin & Pech Pave (2013). Selection of Catchment Descriptors for the Physical Similarity Approach. Part I: Theory. *Soil & Water Research*, 8(3), 133–140.
8. Laaha G., Bloschl G. (2006). A comparison of low flow regionalisation methods – catchment grouping. *Journal of Hydrology*. Vol. 323, 193–214.
9. Melnyk S., Loboda N. (2010). Division into districts of basin of the top Dnestr on character of fluctuations of the river runoff based on data clustering. *Ukrainian hydrometeorology Journal*, 6, 180-189. [In Ukrainian].
[Мельник С.В., Лобода Н.С. Районирование бассейна Верхнего Днестра по характеру колебаний годового стока на основе кластерного анализа // Укр. гідрометеорол. журн. – 2010. – № 6. – С. 180-189.]
10. Nathan R.J. (1990). Identification of homogeneous regions for the purpose of regionalization. *Hydrology*. Vol. 121, 217-238.
11. Onufrienko L.H. (1966). A norm and variability of annual runoff of rivers in Ukraine and Moldova. *Proceedings of Ukrainian Hydrometeorological Institute*. Vol. 64, 3-93. [In Russian].
[Онуфриенко Л.Г. Норма и изменчивость годового стока рек Украины и Молдавии // Труды УкрНИГМИ. – 1966. – Вып.64. – С. 3-93.]
12. Ratto Gustavo, Videla Fabián, Reyna Almandos Jorge (2014). Analysis of the Homogeneity of Wind Roses' Groups Employing Andrews' Curves. *Atmospheric and Climate Sciences*, 4, 447-456.
13. Vosresenky K.P. (1962). *A norm and variability of an annual runoff of rivers of Soviet Union*. Leningrad: Hydrometeoizdat. [In Russian].
[Воскресенский К.П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 545 с.]

Стаття надійшла до редакції 6.09.2016т

УДК 551.580: 911.3.796

doi: 10.15407/ugz2016.03.033

Nhung Thu Nguyen, Bac Hoang

Institute of Geography, Vietnam Academy of Science and Technology, Hanoi

BIOCLIMATIC RESOURCES FOR TOURISM IN TAY NGUYEN, VIETNAM

The climate strongly influences human health and life, as well as the development of tourism activities. The climate is one of the criteria that defines the tourism development and it is also one of the factors that determines the success of travel agency. This paper refers to the relationships of climate factors and tourism in Tay Nguyen. This paper used data collected from 12 meteorological stations for the period 1980-2011 (31 years) and applied the assessment of bioclimatic model of Mieczkowski (1985) with an improvement from group of author Daniel Scott, Geoff McBoyle and Michael Schwartzentruber (2004). The results showed that tourism potential of Tay Nguyen is quite high, but traveling during the rainy season (summer) in Tay Nguyen is considered less advantageous than the dry season (winter) because of a large number of rainy days.

Keywords: *tourism bioclimatic resources; Thermal comfort zone; TCI method; Tay Nguyen.*

Нюн Ту Нгуєн, Бак Хоан

Інститут Географії, Академія Наук та Технологій В'єтнаму, Ханой

БІОКЛІМАТИЧНІ РЕСУРСИ ДЛЯ ТУРИЗМУ В ТАЙ НГУЄН (ЦЕНТРАЛЬНЕ ПЛАТО), В'ЄТНАМ

Клімат справляє значний вплив на здоров'я та життя людини, а також на розвиток туристичної діяльності. Клімат – це один із критеріїв, що має визначний вплив на розвиток туризму та успіх туристичних агентств. Ця стаття висвітлює взаємозв'язок кліматичних чинників і туризму в Тай Нгуєн. При дослідженні використано дані 12 метеорологічних станцій за період 1980 - 2011 роки (31 рік) і застосовано оцінку біокліматичної моделі Mieczkowski (1985) з удосконаленням групи авторів Daniel Scott, Geoff McBoyle та Michael Schwartzentruber (2004). Результати показали, що туристичний потенціал Тай Нгуєн є досить високим, але подорожі впродовж дощового сезону (влітку) в Тай Нгуєн вважаються менш сприятливими, ніж в сухий сезон (взимку) через значну кількість дощових днів.

Ключові слова: *туристичні біокліматичні ресурси; термічна зона комфорту; метод TCI; Тай Нгуєн.*

Introduction

Tourism plays an important role in the global economy. In 2013, tourism revenue reached US\$1,159 billion (UNWTO 2014). Therefore, tourism development attracted many scientific researches with different perspectives, including the studies of human

health climate in tourism activities. The research results show that climate has closely tied to the reproductive, health and mental state of human (Phong Dao Ngoc, 1972) and climate is the determining factor in tourism, plays an important role in the three stages of a trip, which are before, during and after the migration process