

Василенко Є.В.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ФОРМУВАННЯ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ НА РІЧКАХ ПРАВОБЕРЕЖЖЯ ПРИП'ЯТІ

Ключові слова: *весняне водопілля, фактор, факторний аналіз, предиктор*

Вступ. Головною концепцією методології вирішення багатьох задач сучасної гідрології є багатофакторність процесів формування стоку води в річковому басейні. Саме цей факт і ускладнює вивчення формування річкового стоку при різних фазах гідрологічного режиму. Зміна величин характеристик стоку води та їх мінливість у часі та просторі є першими ознаками дії тих чи інших факторів на формування певних фаз гідрологічного режиму [4, 5].

Метою досліджень є виявлення та ідентифікація факторів формування весняного водопілля в басейні Правобережжя Прип'яті шляхом використання даних гідрометеорологічних спостережень та за допомогою використання методики, яка спрямована на дослідження варіації характеристик весняного водопілля. В основу цієї методики покладено апарат факторного аналізу.

Факторний аналіз дозволяє скоротити кількість змінних (редукція даних) і визначити структури взаємозв'язків між змінними, тобто виконати їх класифікацію [2].

В основу методу факторного аналізу покладено гіпотезу про те, що дані спостережень є лише опосередкованими характеристиками досліджуваного процесу, який можна описати за допомогою певної кількості параметрів. У даному випадку такий параметр, який об'єднує у собі властивості декількох характеристик гідрологічного процесу, називають фактором [2, 4].

Застосування факторного аналізу дозволяє виявити головні фактори формування стоку річок і отримати статистичну оцінку внеску кожного з них у процеси, що вивчаються.

Для правильного визначення факторів формування весняного стоку річок досліджуваного басейну спочатку була виконана процедура "стиснення" даних. Під нею розуміють зменшення розмірів матриці вихідних даних шляхом їх об'єктивного статистичного аналізу [2].

Оскільки стокові характеристики та характеристики чинників їх формування мають різну розмірність, то вони попередньо були нормовані, щоб виключити вплив розмірності на результати аналізу. Нормування матриць виконувалась за допомогою способу стандартизації [3].

На основі нормованої матриці формувалась кореляційна матриця, з розрахунку якої і починався, власне, процес факторного аналізу. Факторний аналіз розкриває основні фактори, що впливають на утворення цих груп.

Сучасні програми факторного аналізу, зокрема використана нами, дозволяють автоматично провести процедуру розрахунку кореляційної матриці та її трансформації, а також розрахувати величину дисперсії, яка є критерієм відбору головних факторів, в автоматичному режимі після введення вихідних даних.

Таким чином, застосування нами факторного аналізу є досить обґрунтованим, оскільки він дозволяє із багатьох причинних факторів, які описують процес формування весняного стоку, виділити декілька основних, що досить достовірно відображають досліджуваний процес [1].

Виклад основного матеріалу. Вихідна інформація аналізувалася нами в системі “STATISTICA”, в модульному блоці “Factor Analysis”.

Всі використані дані (*предиктори*) можна поділити на чотири блоки. Насамперед, це основні гідрографічні характеристики річок та їх водозборів. Вони увійшли до першого блоку:

- географічне положення басейну (задане координатами його середньозваженого центру), де φ – широта, λ – довгота точки, в градусах;
- довжина річки (L) від витoku до створу гідрологічного поста, в км;
- площа водозбору (F), обмежена створом поста, в км²;
- середній похил водозбору (I) вище гідрологічного поста, в м/км;
- середня висота водозбору ($H_{\text{сеп}}$), в м БС;

Другий блок утворюють фізіономічні показники, що характеризують поверхню водозбору:

- залісеність басейну, що виражена коефіцієнтом залісеності ($K_{\text{ліс}}$), у %;
- заболоченість, виражена коефіцієнтом заболоченості ($K_{\text{бол}}$), у %;

Вплив господарської діяльності відображає третій блок, що характеризує:

- розорюваність водозбору, виражену коефіцієнтом розораності ($K_{\text{роз}}$), у %;
- питому площу штучних водойм (ставків та водосховищ), створених в межах басейну ($K_{\text{вод}}$), в га/км²;
- відношення корисного об'єму штучних водойм (ставків та водосховищ), створених в межах басейну, до об'єму середнього багаторічного стоку в створі гідрологічного поста ($K_{\text{рег}}$), у %.

Кліматичні характеристики, що впливають на формування водного балансу даного басейну загалом, та безпосередньо у період перед початком формування весняного водопілля, характеризують показники, що віднесені до четвертого блоку:

- кількість опадів за весняне водопілля ($X_{\text{весн}}$), також віднесена до середньозваженого центру водозбору, в мм;
- запаси вологи у сніговому покриві на початок весняного водопілля (S), в мм;

- запаси продуктивної вологи у ґрунтовому покриві на початок весняного водопілля ($w_{вечн}$), в мм;

- глибина промерзання ґрунту на початок весняної повені (h), в см.

Залежні стокові характеристики, зв'язок яких із зазначеними вище чотирма блоками (групами) чинників досліджувався нами, представлені у вигляді максимального модуля весняного водопілля ($M_{макс}$), в л/с·км², об'єму весняного водопілля (W) у млн м³ та об'єму водопілля ($W_{\%}$) у % від річного стоку.

Крім того, в групу предикторів ми включили деякі характеристики весняного водопілля: дати його початку ($t_{поч}$) і закінчення ($t_{кін}$), дату проходження найбільшої строкової витрати води ($t_{макс}$) та тривалість водопілля (T). Всі зазначені характеристики виражені у кількості діб.

В таблиці 1 наведено варімакс нормалізовану матрицю факторного відображення (матрицю коефіцієнтів), у якій колонки відповідають факторам, а рядки – предикторам. Матриця сформована на підставі аналізу даних 25 гідрологічних постів, розташованих на річках басейну р. Прип'ять (в межах України).

Результати факторного аналізу показують, що до першого фактору увійшли деякі характеристики весняного водопілля: об'єм та тривалість весняного водопілля, дати його закінчення та проходження найбільшої строкової витрати води повені; а також величини площі та середнього похилу водозбору річок, а також така кліматична характеристика, як кількість опадів за весняне водопілля.

Коефіцієнти залісеності, розорюваності території, зарегульованості стоку, а також коефіцієнт, який показує питому площу штучних водойм, увійшли у другий фактор. Вказані характеристики тут поєднуються з середньою висотою водозбору, об'ємом весняного водопілля у відсотках від річного стоку та широтною протяжністю досліджуваного басейна.

Третій фактор об'єднує запаси вологи у сніговому покриві та у ґрунті на початок формування весняної повені, коефіцієнт заболоченості території та протяжність басейна по довготі. Крім того, в дану групу факторів потрапила кількість опадів, яка випадає на території басейну під час проходження весняного водопілля.

Четверта група факторів, як і у попередньому випадку, включила у себе значення довготи та коефіцієнт заболоченості басейну. Крім того, сюди увійшли максимальний модуль весняної повені, довжина річки та глибина промерзання ґрунту на початок формування весняного водопілля.

За результатами аналізу *першого фактора* можна зробити висновок про те, що об'єм стоку весняного водопілля безпосередньо залежить від площі водозбору та тривалості весняного водопілля, яка, в свою чергу, деякою мірою обумовлена датами закінчення та проходження максимальної строкової витрати. Виявлено обернений зв'язок між похилом водозбору, кількістю опадів за весняне водопілля та такою характеристикою весняної повені, як її тривалість. Крім того, аналіз даного фактора показав залежність стоку весняного водопілля від кліматичних умов території, що представлені

Таблиця 1. Основні фактори формування весняного стоку води річок
Правобережжя Прип'яті

Чинники	Фактори			
	1	2	3	4
Максимальний модуль водопілля, M_{\max}	-0,44	-0,26	-0,45	<u>0,53</u>
Об'єм водопілля, W	<u>0,90</u>	0,24	0,04	0,22
Тривалість водопілля, T	<u>0,86</u>	-0,11	0,25	-0,37
Дата початку водопілля, $t_{\text{поч}}$	0,47	-0,49	0,19	0,25
Дата проходження найбільшої витрати води водопілля, t_{\max}	<u>0,74</u>	-0,42	0,00	-0,39
Дата закінчення водопілля, $t_{\text{кін}}$	<u>0,83</u>	-0,29	0,23	-0,34
Об'єм водопілля у % від річного стоку, $W\%$	0,24	<u>-0,85</u>	-0,10	-0,15
Запаси вологи у сніговому покриві на початок весняного водопілля, S	-0,06	-0,10	<u>-0,91</u>	0,05
Запаси вологи у ґрунтовому покриві на початок весняного водопілля, $W_{\text{весн}}$	-0,27	0,22	<u>-0,82</u>	0,21
Глибина промерзання ґрунту на початок весняного водопілля, h	0,00	0,05	-0,19	<u>0,74</u>
Широта середнього зваженого центру водозбору, φ	0,03	<u>-0,77</u>	0,47	0,01
Довгота середнього зваженого центру водозбору, λ	0,09	-0,11	<u>-0,77</u>	<u>0,55</u>
Довжина річки, L	0,24	0,22	0,04	<u>-0,59</u>
Площа водозбору, F	<u>0,93</u>	0,27	0,05	0,10
Середній похил водозбору, I	<u>-0,60</u>	0,37	0,03	0,24
Середня висота водозбору, $H_{\text{сер}}$	-0,05	<u>0,88</u>	-0,31	-0,09
Заболоченість, $K_{\text{бол}}$	0,03	-0,39	<u>0,54</u>	<u>-0,50</u>
Залісеність, $K_{\text{ліс}}$	0,03	<u>-0,60</u>	-0,02	0,17
Розорюваність, $K_{\text{роз}}$	-0,07	<u>0,71</u>	-0,41	-0,09
Середня багаторічна кількість опадів за весняне водопілля, $X_{\text{весн}}$	<u>-0,53</u>	0,15	<u>-0,61</u>	0,00
Коефіцієнт зарегульованості стоку, $K_{\text{рег}}$	0,21	<u>0,68</u>	0,16	0,11
Питома площа штучних водойм, $K_{\text{вод}}$	-0,06	<u>0,76</u>	0,12	0,02
Частка у загальній дисперсії:	<u>0,23</u>	<u>0,23</u>	<u>0,17</u>	<u>0,11</u>

у вигляді середньо багаторічної кількості опадів, які випадають на території правобережжя р. Прип'ять під час формування і проходження весняного водопілля. Виявлення цієї аксіомної залежності підтверджує правильність проведеного нами аналізу факторів формування весняного водопілля. На перший фактор припадає 23% сумарної дисперсії усіх факторів.

Другий фактор виявив обернений зв'язок частки стоку весняного водопілля (у % від річного стоку) з середньою висотою водозбору та господарською діяльністю на водозборі та на річках (характеризується коефіцієнтами розорюваності та зарегульованості). Звертає на себе увагу залежність таких показників, як залісеність території та частки об'єму весняного водопілля (у відсотках від річного стоку) від широтної протяжності басейну. Частка другого фактору, як і першого, у сумарній дисперсії складає 23 %.

Аналіз *третього фактора* виявив прямий зв'язок зміни весняної зволоженості підстилаючої поверхні басейну, зимово-весняних запасів вологи у сніговому покриві та кількості опадів, які випадають у весняний період, від географічного положення водозбору. Був виявлений зворотній зв'язок заболоченості території з протяжністю дослідженого басейну по довготі. Частка у загальній дисперсії третього фактора становить 17%.

Четвертий фактор показав залежність максимального модуля весняного водопілля від глибини промерзання ґрунтового покриву на початок формування весняного стоку. Він, в свою чергу, залежить від протяжності басейну по довготі. Крім того, аналіз показав обернену залежність максимального модуля весняного водопілля із заболоченістю басейну. Четвертий фактор характеризує 11 % сумарної дисперсії.

Оскільки перший та другий фактори описують найбільший відсоток сумарної дисперсії усіх факторів, нами побудований графік, вісі якого представляють ці два фактори (рис. 1).

Про ступінь зв'язку деяких досліджуваних характеристик можна зробити висновок по угрупованню точок, що сформувалися на графіку.

Висновки. Використовуючи апарат факторного аналізу, виявлено що до головних чинників формування весняного стоку річок басейну р. Прип'яті (в межах України) відносяться:

1) первинні:

- кількість опадів, накопичена в зимовий період та їх зміна по території басейну;

- кількість опадів, яка випадає на території басейну під час проходження весняного водопілля;

- весняна зволоженість підстилаючої поверхні басейну;

- весняні запаси вологи у сніговому покриві.

2) вторинні:

- заболоченість території;

- залісеність басейну;

- господарська діяльність в межах басейну.

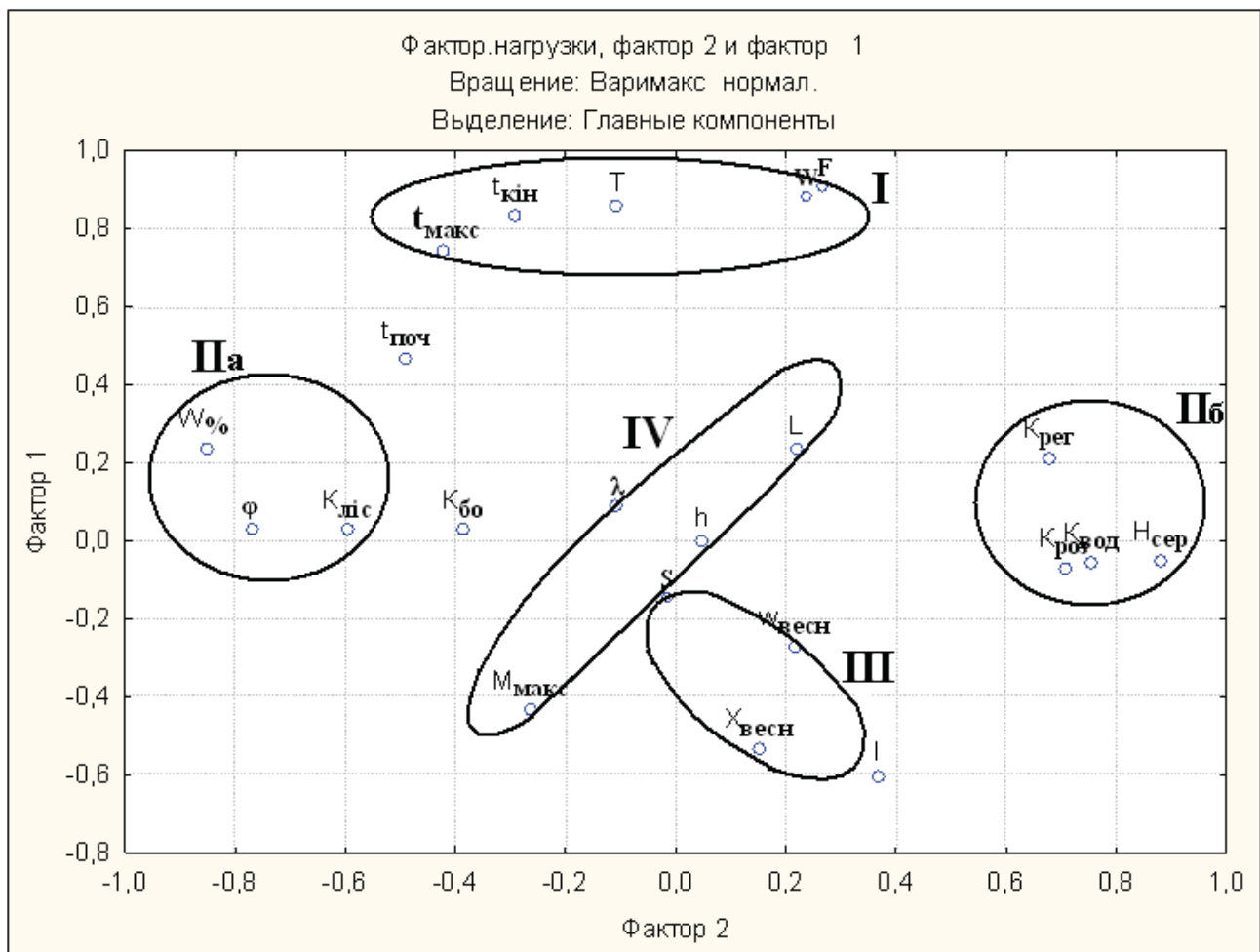


Рис. 1. Графічна схема кореляційної структури факторів формування весняного стоку річок Правобережжя Прип'яті

Список літератури:

1. Гребінь В.В. Використання багатомірного статистичного аналізу для ландшафтно-гідрологічного районування території України / В.В. Гребінь, Ю.О. Чорноморець // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2009. – Т.16. – С. 21-35.
2. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
3. Лобода Н.С. Розрахунок та узагальнення характеристик річкового стоку річок України в умовах антропогенного впливу / Н.С. Лобода. – Одеса: Екологія, 2005. – 208 с.
4. Сніжко С.І. Методика досліджень факторів формування гідрохімічних систем // Вісник Київського університету. Серія Географія. – 2001. – Вип. 47. – С. 53-56.
5. Сніжко С.І. Теорія і методи аналізу регіональних гідрохімічних систем / С.І. Сніжко. – К.: Ніка-Центр, 2006. – 284 с.

Аналіз факторів формування весняного водопілля на річках Правобережжя Прип'яті

Василенко Є.В.

Проведено процедуру факторного аналізу умов формування весняного водопілля, яка дозволила виділити головні чинники формування весняного стоку в басейні Правобережжя Прип'яті. Виділено первинні фактори – весняна зволоженість підстилаючої поверхні басейну, весняні запасами вологи у сніговому покриві, кількість опадів, яка випадає на території басейну під час проходження весняного водопілля та вторинні – коефіцієнти залісеності та заболоченості басейну.

Ключові слова: весняне водопілля, фактор, факторний аналіз, предиктор.

Анализ факторов формирования весеннего половодья на реках Правобережья Припяти

Василенко Е.В.

Проведена процедура факторного анализа условий формирования весеннего половодья, которая позволила выделить главные факторы формирования весеннего стока в бассейне Правобережья Припяти. Выделено первичные факторы - весенняя увлажненность подстилающей поверхности бассейна, весенние запасы влаги в снежном покрове, количество осадков, выпадающих на территории бассейна при прохождении весеннего половодья и вторичные - коэффициенты залесенности, заболоченности бассейна.

Ключевые слова: *весеннее половодье, фактор, факторный анализ, предиктор.*

Analysis of the spring flood forming factors on the rivers of right bank of the Pripyat

Vasylenko E.V.

A factor analysis procedure of forming a spring flood conditions were done; it's allowed to select the main factors of the spring runoff forming in the basin of the Right Bank of Pripyat. The primary factors selected – the spring moisture of underlying surface of the basin, the spring moisture reserves in snow cover, precipitation during the spring flood. The secondary factors selected - coefficients of forest and wetlands in basin.

Keywords: *spring flood; factor; factor analysis; predictor.*

Надійшла до редколегії 30.11.2011