

КАРТОГРАФІЧНА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ БАЛАНСІВ ПО ВОДОГОСПОДАРСЬКИМ ДІЛЯНКАМ СУББАСЕЙНУ ПРИП'ЯТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

На основі відкритих даних створено датасет та реалізовано скрипт для класифікації резервів та визначення ділянок з обмеженими водними ресурсами. У роботі розглянуто підходи до просторової візуалізації результатів розрахунку водогосподарського балансу. Визначено оптимальний спосіб картографічної класифікації при відображенні даних ділянок суббасейну річки Прип'ять. Використано Python з бібліотеками для аналізу та візуалізації даних.

Ключові слова: просторовий аналіз, картографічна класифікація, водогосподарський баланс, візуалізація балансу.

Abstract

Based on open data, a dataset was compiled and a script was developed for classifying water reserves and identifying areas with limited water resources. This work explores approaches to spatial visualization of water management balance calculation results. An optimal method of cartographic classification for representing data on the sub-basin areas of the Pripjat River has been identified. Python, along with relevant libraries for data analysis and visualization, was used in the implementation.

Keywords: spatial analysis, cartographic classification, water management balance, visualization of the water balance.

Вступ

В умовах кліматичних змін та зростаючого попиту на водні ресурси існує необхідність в ефективних підходах для своєчасної оцінки стану водогосподарського балансу. Одним із таких способів оцінки є просторовий аналіз, що дозволяє визначити дефіцити та резерви в межах окремих ділянок басейну. Візуалізація цих показників за допомогою картографічних методів є не лише способом представлення інформації, але й інструментом для аналізу та прийняття рішень. Відображення резервів води на карті дає можливість оперативно визначати пріоритетні зони для перерозподілу ресурсів або обмеження користування. Застосування методів картографічної візуалізації сприяє глибшому розумінню гідрологічної ситуації регіону.

Завданням цього дослідження є визначення оптимального способу візуалізації параметрів балансу для оцінки водозабезпеченості окремих ділянок на прикладі суббасейну Прип'яті. Приділяється увага вибору методу картографічної класифікації для подальшого відображення резервів води на карті.

Порівняння способів візуалізації водогосподарського балансу

Існують різні способи просторової візуалізації та задач, які вони вирішують: гістограми (аналіз окремих зон чи показників), ізолінійні карти (позначення рівня води за сценаріями забезпеченості), картографічні класифікації (поділ значень на групи для маркування категорій), Sankey-діаграми та графи потоків (аналіз переміщення та об'єм потоків). Ці всі варіанти відображення доцільно використовувати в певні етапи аналітичного процесу.

Перевагами гістограм є легкість та інтуїтивність у сприйнятті представлених даних, простота відображення великих масивів даних, розуміння форми розподілу. Завдяки цьому, гістограми корисні на етапі розвідувального аналізу.

Sankey-діаграми мають велику перевагу у наочності. Вони дають змогу представити одночасно всі джерела, споживачів, витрати та показати їх взаємозв'язок з урахуванням кількісної інформації. Такий спосіб корисний на етапі візуалізації результатів, наприклад під час бізнес-презентацій чи при комунікації з широкою аудиторією [1].

Порівнюючи перераховані способи візуалізації з картографічною класифікацією, можна виділити такі її функціональні можливості: відображення просторового контексту (географічна складова), візуальне групування (полегшує сприйняття та прийняття рішень). Завдяки цим перевагам класифікацію застосовують і на етапі просторово-часового аналізу, і при візуалізації результатів.

До найпоширеніших методів класифікації входять [2]:

- класифікація за рівними інтервалами (діапазон значень ділиться на однакові за шириною інтервали),
- квантильна класифікація (кожна група містить однакову кількість об'єктів),
- класифікація за природними розривами (значення групуються на основі мінімізації внутрішньогрупової дисперсії).

В даному дослідженні для візуалізації результатів обрано метод класифікації за природними розривами, оскільки він оптимальний для варіативних даних.

Результати дослідження

Об'єктом дослідження були обрані резерви на водогосподарських ділянках суббасейну Прип'яті. Цей суббасейн є цікавим з точки зору управління водними ресурсами, має складну структуру водокористування і входить до міжнародного басейну Дніпра. На рисунку 1 зображені водогосподарські ділянки Прип'яті в межах України.

Резерви є важливою характеристикою водогосподарського балансу, оскільки це саме ті обсяги води, які можуть бути використані без ризику для порушення екосистеми. Резерви потрібно аналізувати для запобігання дефіциту у майбутньому. Важливо розуміти, де є стратегічні запаси на випадок кліматичних чи інших змін, які можуть призвести до зменшення водності річок.

Для аналізу резервів ділянок Прип'яті було використано офіційні дані водогосподарських балансів з сайту Державного агентства водних ресурсів України [3]. З метою подальшої обробки дані були конвертовані у формат XLSX та створено датасет.

Водогосподарські ділянки з підписами кодів



Рис. 1. Водогосподарські ділянки суббасейну Прип'яті

В рамках роботи був написаний скрипт на Python [4], який зчитує дані з датасету, розраховує сумарні резерви за рік для кожної ділянки, виконує класифікацію за природними розривами та візуалізує ділянки на карті. В таблиці 1 показані пораховані значення резервів, а на рисунку 2 – результати класифікації. Використано такі бібліотеки: geopandas, matplotlib, mapclassify.

Таб. 1. Сумарні резерви за рік на водогосподарських ділянках суббасейну Прип'яті

№	Код ділянки	50% забезпеченість	75% забезпеченість	95% забезпеченість
1	M5.1.4.40	567.6943	323.4768	222.5987
2	M5.1.4.41	11278.8257	8565.3747	6816.0803
3	M5.1.4.42	818.6610	656.3678	561.8967
4	M5.1.4.43	1386.7325	1124.9067	1001.3856
5	M5.1.4.44	1549.0468	1248.3152	1106.4397
6	M5.1.4.45	570.4746	570.4746	570.4746
7	M5.1.4.46	1541.3820	1248.3978	1101.1192
8	M5.1.4.47	348.2613	242.8043	204.7934
9	M5.1.4.48	1006.0699	755.7981	693.2845
10	M5.1.4.49	1516.8871	1005.0732	772.4261
11	M5.1.4.50	838.2039	675.9106	581.4395
12	M5.1.4.51	837.9483	675.6549	581.1839
13	M5.1.4.52	839.7042	586.7612	485.5202

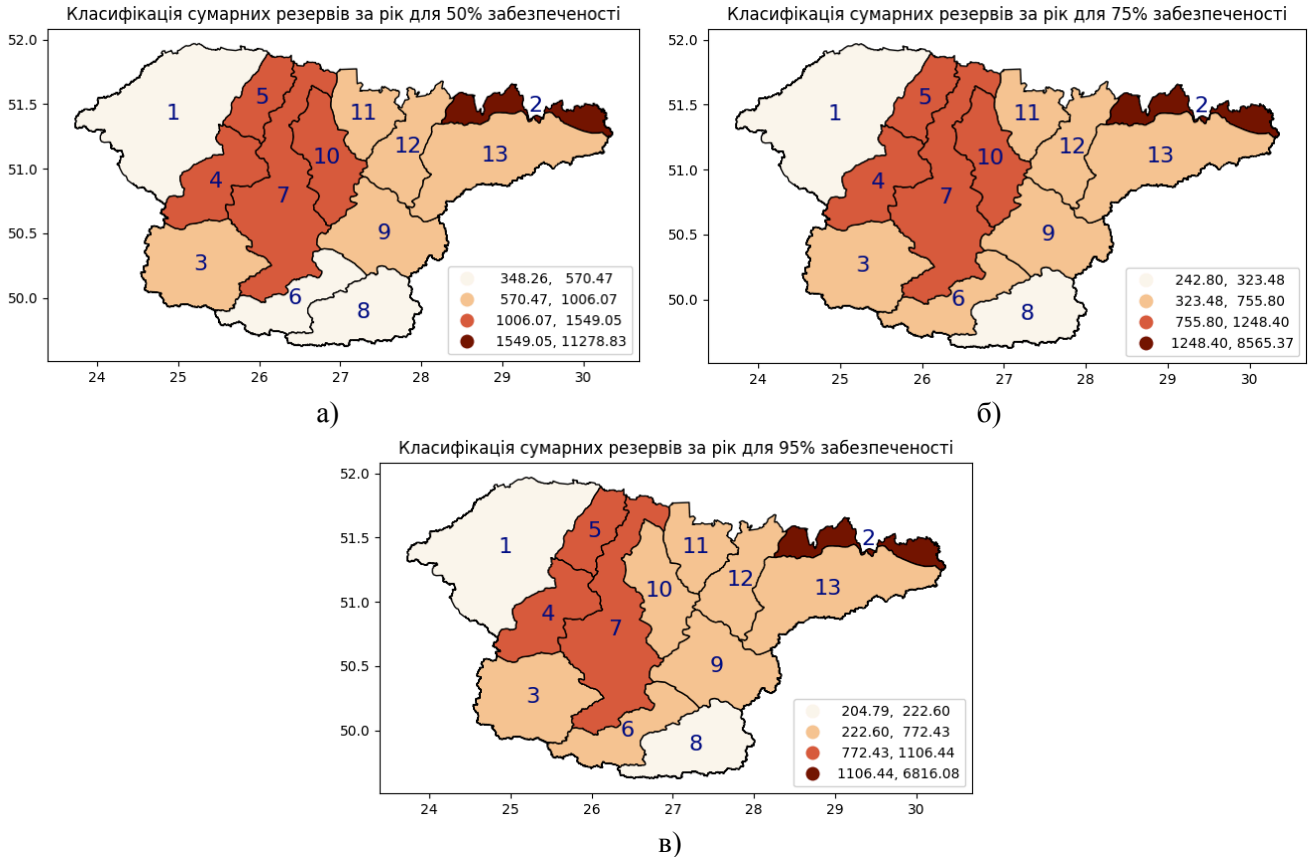


Рис. 2. Результати виконання класифікації сумарних резервів за рік: а) для забезпеченості 50%; б) для забезпеченості 75%; в) для забезпеченості 95%

Як видно з результатів класифікації, тільки чотири ділянки з тринадцяти зберігають хороший резерв протягом усього року при всіх варіантах водності, а три ділянки (M5.1.4.40, M5.1.4.45 та M5.1.4.48) навпаки, мають незначні резерви.

Висновки

У роботі були розглянуті способи візуалізації, які застосовують для відображення даних водогосподарських балансів. Проаналізовані переваги та недоліки цих способів та обрано метод картографічної класифікації як оптимальний для відображення та аналізу резервів.

В ході дослідження були оброблені дані з Державного агентства водних ресурсів України та створено датасет.

Для візуального визначення водогосподарських ділянок з найменшими резервами був написаний скрипт, який виконує класифікацію та візуалізує ділянки по категоріям за трьома рівнями гідрологічної забезпеченості. В результаті, було ідентифіковано три ділянки з низькими резервами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Visualizing water infrastructure with Sankey maps: a case study of mapping the Los Angeles Aqueduct, California / Barry Lehrman. – 2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1080/17445647.2018.1473815>
2. Choropleth classification schemes from PySAL for use with GeoPandas [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://geopandas.org/en/stable/gallery/choropleths.html>

3. Водогосподарський баланс для суббасейну річки Прип'ять району басейну річки Дніпро [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.davr.gov.ua/fls18/prypjat.pdf>
4. ClassificationPripyat.ipynb / Andrii Naiuk [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://colab.research.google.com/drive/1VCi0_g0zZ_Ty7s1lAznH0DGHqCyKEHBm?usp=sharing

Наюк Андрій Олексійович – аспірант кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: anaiuk.stu@gmail.com

Євгеній Миколайович Крижановський – канд. техн. наук, доцент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kruzhan@gmail.com

Марина Василівна Струтинська – студентка групи СА-21б, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sttrutynskaa@gmail.com

Naiuk, Andrii O. – PhD in System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: anaiuk.stu@gmail.com

Kryzhanovsky, Evgeniy M. – candidate of technical sciences, associate professor of the Department of System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kruzhan@gmail.com

Strutynska, Maryna V. – student of Faculty of Intellectual Information Technologies and Automation, SA-21b, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sttrutynskaa@gmail.com