

УДК 556.5.06

Ободовський О.Г., Лук'янець О.І., Коноваленко О.С., Корнієнко В.О.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

СЕРЕДНІЙ РІЧНИЙ ВОДНИЙ СТІК РІЧОК УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЙОГО ТЕРИТОРІАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ

Ключові слова: річковий басейн; річки Українських Карпат; аналітичні функції ГІС; модуль стоку; карта стоку води.

Вступ. При проведенні комплексних гідрологічних досліджень з метою вивчення водного режиму окремих річок чи річкової системи, для гідрологічних розрахунків та прогнозів, при будівельному та гідротехнічному проектуванні широко використовуються карти річкового стоку, які дають не тільки уяву про закономірності розподілу стоку води річок досліджуваної території, а й кількісні показники його просторової мінливості. Особливо актуальними такі карти стають, коли необхідно виконати завдання знаходження стоку води з невивчених в гідрологічному відношенні річкових басейнів.

Основною ціллю роботи є розробка детальної сучасної карти середнього річного стоку води Карпатського регіону України (басейни Тиси, Пруту, Дністра), його узагальнення для оцінки гідроенергетичного потенціалу річок Українських Карпат.

Огляд попередніх досліджень. Загалом, в різні часи багато вчених приділяли увагу картуванню норм стоку річок. Відомі роботи Б.Д.Зайкова, Д.І Кочеріна, А.В.Огієвського, Д.Л. Соколовського, які вперше сконструювали карти стоку для території бувшого Радянського союзу. Цей напрямок продовжили й українські вчені Вишневський П.Ф., Дрозд Н.Й., Железняк Й.А., Крижановська А.Б., Кубишкін Г.Н., Лисенко К.А., Мокляк В.І., Чиппінг Г.О., Швець Г.І., які користуючись методичними наробками своїх колег, розробили карти норм стоку для України, а також для річок Карпатського регіону [6]. Особливої уваги потребують карти стоку, які були розроблені вченими Українського гідрометеорологічного інституту. Для національного атласу України була підготовлена карта середнього багаторічного стоку, яка включає період спостереження з 1950 по 2000 рр. [21].

З появою геоінформаційних систем, які дозволяють виконувати різні види інтерполяцій, питання розробки підходів до карт стоку на платформі ГІС набуває актуального значення. Українські вчені-гідрологи, використовуючи методи геопросторового аналізу, створювали карти стоку в ГІС як для всієї території України, так і для окремих річкових басейнів [3, 7, 27]. Неодноразово питання картографування стокових характеристик методами геоінформаційного аналізу висвітлюється в роботах й зарубіжних вчених [1, 2, 8, 9, 15, 20].

На сьогоднішній день широко представлені карти стоку багатьох країн світу.

Методичні підходи до побудови карт стоку води. Особливість картографування гідрологічних характеристик полягає в тому, що зображені на карті значення відносять не до точки вимірювання (як при картографуванні кліматичних характеристик), а до всього водозбору у цілому [16, 19]. Це обумовлено тим, що витрата води, яка виміряна на гідрологічному посту, представляє собою

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.4(43)

осереднений стік зі всього річкового басейну. Для побудови карт необхідно виключити вплив площі водозбору, і представити норму водного стоку у вигляді шарів або модулів, тобто величин приведених до одиниці площі, які відносять до умовних точок – центрів тяжіння водозбору і, таким чином, відображають середні умови їх формування [9-11, 14, 17, 22]. Картографування гідрологічних характеристик, які не залежать від розмірів площі водозбору, базується на припущенні плавних змін їх по території у відповідності з розподілом кліматичних (опади, випаровування) та інших фізико-географічних факторів. Тобто, просторовий розподіл багаторічного водного стоку обумовлюється певними закономірностями, зокрема, широтною зональністю та висотною поясністю. При цьому середні значення стоку, що обираються для аналізу, повинні бути репрезентативними. Такою величиною може бути норма стоку, і побудова карти може проводитися безпосередньо за даними спостережень за стоком води річок досліджуваної території. Для одержання стійкої величини норми стоку \bar{Q}_n необхідно мати ряд певної довжини (n), що включає періоди високої й низької водності. Для порівняння точності визначення норми стоку води різних річок уводиться поняття відносного значення середнього квадратичного відхилення σ_n , яке виражене у відсотках:

$$\sigma_n = \pm 100 \cdot C_v / n^{0.5}, \quad (1)$$

де C_v – коефіцієнт варіації ряду річних середніх значень стоку за n років.

При побудові карти не враховуються стокові дані з малих за площею басейнів, середній річний стік з яких значною мірою визначається азональними факторами. Не залучаються також матеріали гідрометричних спостережень по великих річках, які, як правило, протікають у декількох географічних зонах. Норми стоку з таких річкових басейнів слугують лише для контролю надійності побудови карти [9]. Контрольними є також й карти просторових норм кількості опадів та випаровування для з'ясування збереження водно-балансових співвідношень у річкових басейнах і точності визначення норм стоку.

У гірських районах просторовий розподіл стоку проводиться з урахуванням рельєфу, при цьому будуються ряд залежностей норми водного стоку від висоти водозборів, нахилів та інших морфометричних і гідрографічних показників.

Вихідні дані та оцінка точності визначення норми стоку. Вихідними даними для побудови карти слугували витрати води річок Українських Карпат з понад 90 гідрологічних постів в межах України та з 27 постів сусідніх басейнів, що межують з досліджуваною територією (Словаччина, Угорщина, Румунія Польща), які були перераховані в модулі стоку. У 89 % від задіяних для побудови карти гідрологічних постів мають період спостережень від 50 до 68, інші – від 28 до 35 років.

За формулою (1) для порівняння точності визначення норми стоку води річок обчислено відносні значення середньоквадратичної похибки σ_n (%), аналіз яких показав, що вони змінюються в переважній більшості від $\pm 2,6$ до $\pm 5\%$, а у середньому для всієї території Українських Карпат становлять $\pm 4,2\%$, що відповідає абсолютним відхиленням $\pm 0,85$ л/с·км². Найбільші їх значення (до $\pm 7,9\%$) притаманні для гідрологічних постів на річках, які мають досить короткий ряд спостережень за стоком. Коефіцієнти варіації C_v значень стоку по території Українських Карпат змінюються від 0,18 до 0,52.

Залежності норм річного водного стоку Карпатських річок від середньої висоти їх водозборів та між середньою висотою і середнім їх нахилом значимі, коефіцієнти кореляції становлять $r = 0,78 \div 0,92$. Загалом спостерігається чітке зростання модулів середньорічного стоку води річок зі зростанням середніх висот їх водозборів і, чим вище розташовані водозбори, тим більше їх середні нахили. Кожний басейн має свої особливості стокової потужності та інтенсивності. При одній і тій же середній

висоті з водозборів в басейні Тиси утворюються найбільші модулі стоку, в басейні Пруту та Сірету – найменші, а водозбори Дністра займають середнє положення. Різницї між модулями стоку води на певній висоті для річок досліджуваних басейнів становлять приблизно 5 л/с·км². Щодо зв'язку між середньою висотою водозборів Карпатських річок та середнім їх нахилом, то в басейні Тиси на всіх висотах спостерігаються найбільші середні нахили водозборів у порівнянні з басейнами Пруту і Сірету та правобережних приток Дністра.

Побудова карти середніх багаторічних модулів стоку води та оцінка її достовірності. Необхідною умовою для побудови карти стоку за допомогою аналітичних функцій ГІС є аналіз всієї існуючої гідрологічної та картографічної інформації оскільки важливою є щільність і рівномірність розподілення точок та підготовка необхідних даних для створення основи електронної карти. Необхідність залучення ГІС [1, 5, 12, 13, 23, 24] пояснюється високою точністю отриманих результатів та оперативністю у вирішенні ряду гідрологічних задач. У роботі було використано програмне забезпечення ArcGIS10, який є найпоширенішим програмним продуктом для реалізації подібних задач [1, 5] та її метод інтерполяції «Natural neighbor» [24]. На основі обраного методу інтерполяції створюються ізолінії модулів стоку води за допомогою функції - Contour. Ця функція дозволяє створювати ізолінії для всього набору даних, а інтервал значень модулів стоку між ними задає відстань між ізолініями.

Отримана карта є актуальною та найбільш детальною й сучасною для річок Карпатського регіону (рис. 1).

За результатами аналізу побудованої карти середньорічних модулів стоку води Карпатських річок здійснена оцінка її достовірності.

Залежність між фактичними їх значеннями в гідрометричних створах та знятими з карти має тісний зв'язок, коефіцієнт кореляції склав $r = 0,993$. Причому, лінія зв'язку співпадає з лінією рівних значень. У 92% випадків відхилення розрахованих і картографованих значень середньорічних модулів стоку води знаходяться в межах відносних похибок розрахунку норм стоку річок. Треба відмітити, що перевірявся середній річний стік не тільки за даними задіяних для картування гідрологічних постів, а й за тими, які не бралися для побудови карти (короткі ряди спостережень, малі водозбори).

Аналіз просторового розподілу картографованих норм річкового стоку Українських Карпат у загальному повторює розподіл по його території опадів, що свідчить про збереження водно-балансових співвідношень річкових басейнів при побудові карти. Найменша кількість опадів спостерігається у низовинах і передгір'ї (650-900 мм). З висотою кількість опадів переважно зростає до 1800 мм. Проте така закономірність порушується особливою розташування гірських масивів і захищеністю окремих районів від вологих повітряних потоків.

Максимальна за рік кількість опадів випадає в центральній частині гір, а також на вершинах гірських масивів. Для Українських Карпат характерні райони з постійними орографічними максимумами та мінімумами опадів [4, 17, 25-26]. У басейні Тиси виділяють в гірській частині наступні максимумами – верхів'я водозборів річок Косовської, Тересви, Терєблі (1200-1600 мм); верхів'я водозборів річок Боржави та частково Ріки (1000-1200 мм); верхів'я водозборів річок Латориці та Ужа (1000-1200 мм). Гірські вершини басейну Тиси понад 1000 м абс. отримують 1400-1700 мм. Райони з максимумами опадів нерівнозначні за величинами та площами охоплення. Орографічний мінімум знаходиться у верхів'ях Тиси (900-1000 мм), завдяки тому, що ця територія частково захищена горами від вологих повітряних потоків із південного заходу.

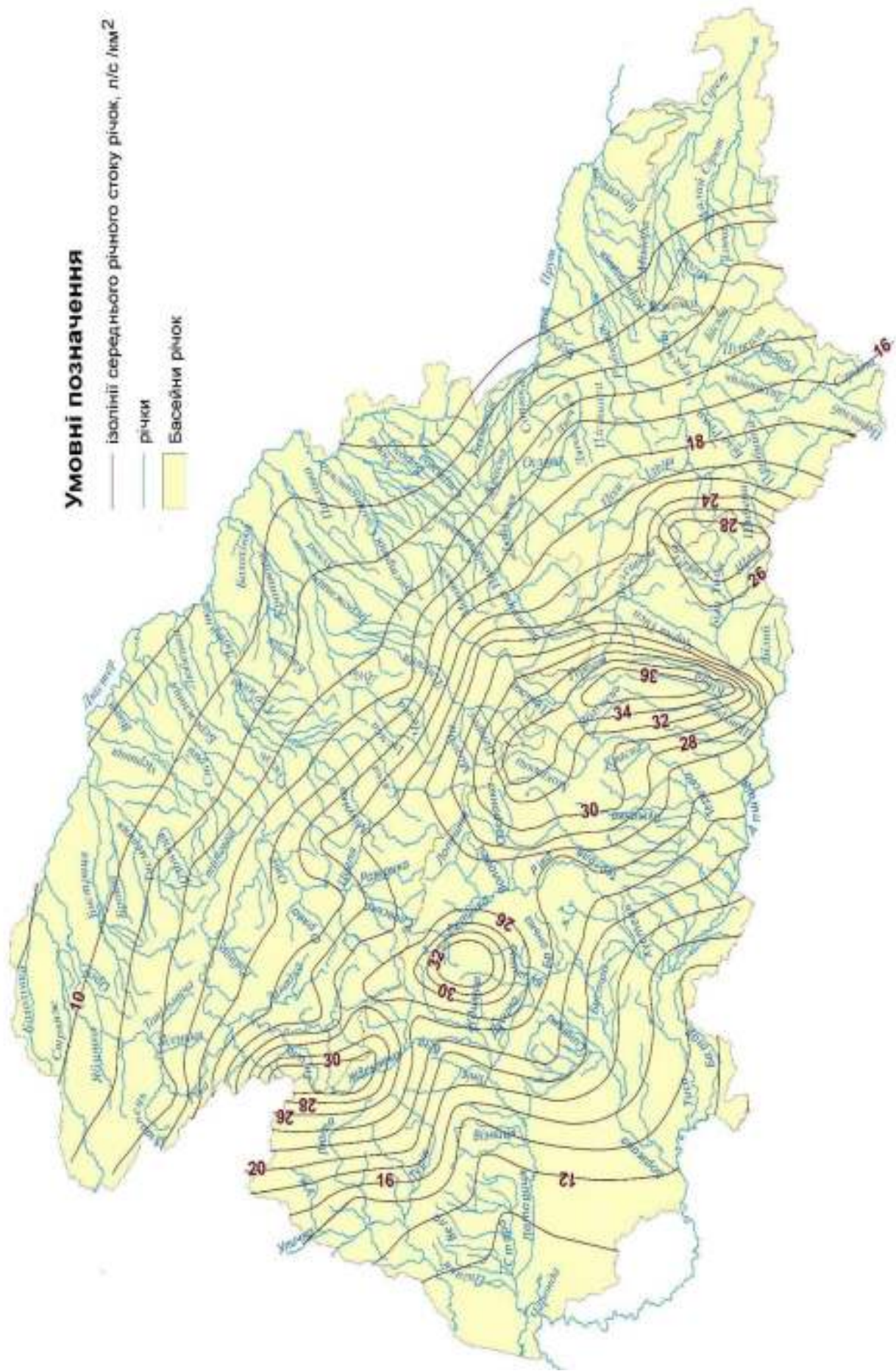


Рис. 1. Карта середніх річних модулів стоку води річок Українських Карпат

Натомість, в гірській частині правобережжя Дністра орографічними максимумами є міжріччя річок Стрия та Опору, верхів'я Свічі, середні частини водозборів Лімниці та Бистриці (950-1100 мм). В гірській частині басейну Пруту найбільші річні кількості опадів спостерігаються у верхів'ях Пруту, частково Черемошу (900-1100 мм), найменші – у верхів'ях Чорного та Білого Черемошу, Путили (750-850 мм). Тут гірські вершини понад 1000 м БС і опади випадають в кількостях 1100-1300 мм.

Аналіз просторового розподілу середнього річного стоку води по основних річкових басейнах Українських Карпат показав, що річки досліджуваної території є найбільш багатоводними в Україні. Середній багаторічний стік води в басейні Тиси змінюється по території в діапазоні від 10 до 38 л/с·км², в басейні Правобережжя Дністра – від 8 до 32 л/с·км² і басейнах Пруту та Сірету – від 6 до 26 л/с·км².

Найбільші середні річні модулі стоку води в басейні Тиси спостерігаються в верхів'ях річок Косовської, Тересви, Терєблі – 32-38 л/с·км². Ще два осередки підвищеного водного стоку в басейні Тиси розташовані у верхів'ях річок Ріки, Боржави та Латориці, частково Ужа і складають відповідно 30-32 л/с·км² та 28-30 л/с·км². Тут середні річні модулі стоку води зменшується внаслідок зменшення зволоження цієї території. З тієї ж причини стік води на крайньому сході басейну Тиси (у її верхів'ях) також дещо знижений – 25-28 л/с·км². Це обумовлено тим, що ця територія частково захищена горами від вологих повітряних потоків із південного заходу. Що стосується басейну Дністра, то найбільш багатоводні водозбори верхів'їв річок Опору, Свічі, Лімниці та Бистриці мають середньорічні модулі стоку в межах – 25-32 л/с·км². Басейни Пруту та Сірету, де опадів випадає менше, ніж у басейнах Тиси та Дністра, характеризуються меншим річковим стоком з максимальними його показниками- 15-25 л/с·км² у верхів'ях річок Пруту та Черемошу.

Річковий стік на південно-західному схилі Українських Карпат (басейн Тиси) більший, ніж на північно-східному схилі (басейни Дністра, Пруту та Сірету). Тут й водозбори з підвищеним стоком займають більші площі. Так, якщо взяти величину модуля стоку 15 л/с·км² і більше, то в басейні Тиси його можна спостерігати не тільки у середньо- та низькогір'ї, а й у передгір'ях. Площі територій з таким водним стоком займають майже 80% басейну Тиси. В басейні Правобережжя Дністра площі з модулями стоку води 15 л/с·км² і більше складають 52%, в басейні Пруту, Сірету – 32%.

Водозбори з середніми річними модулями стоку води 20-40 л/с·км² мають багаторічну варіацію в середньому 20-30% від норми, а з модулями менше 20 л/с·км² вона поступово збільшується до 40-50%. Річковий стік 1%-ої ймовірності перевищення більший середніх їх річних значень переважно у 2,0-2,5 рази [18].

Висновки. Карта середніх багаторічних модулів стоку води річок Українських Карпат, що представлена у роботі, побудована за даних спостережень за стоком води на гідрологічних постах на річках Українських Карпат та сусідніх басейнів, що межують з досліджуваною територією, за період від початку спостережень до 2012 р. включно. Близько 90% постів мають періоди спостережень від 50 до 68 років, тому вихідні значення норм річного стоку для побудови карти є стійкими з відносними середньоквадратичними похибками в середньому $\pm 4,2\%$.

Для створення карти використано програмне забезпечення ArcGIS, яке є найпоширенішим програмним продуктом для реалізації подібних задач та характеризується високою точністю отриманих результатів.

Аналіз побудованої карти показав, що отримані особливості територіальної мінливості стокових значень у основних річкових басейнах Українських Карпат (Тиси, Правобережжя Дністра, Пруту та Сірету) добре відповідають умовам їх

формування – водно-балансовим співвідношенням та ступеню зволоженості водозборів, їх середньої висоті та нахилам. Це свідчить про достовірність просторового узагальнення середньорічних модулів стоку води річок Українських Карпат. Тому розроблена детальна карта розподілу стоку води може бути використана у наукових і практичних цілях - при оцінці водних ресурсів окремих басейнів або цілих районів Українських Карпат, навіть невивчених в гідрологічному відношенні. Вона може також застосовуватись при встановленні закономірностей розподілу потенційного річкового стоку та в розрахунках гідроенергетичного потенціалу окремих річок.

Список літератури

1. Djokic D. DEM Preprocessing for Efficient Watershed Delineation/ESRI. / D. Djokic, Ye Zichuan. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc99/proceed/papers/pap676/p676.htm>. 2. Global Data Explorer / U.S. Geological Survey [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>. 3. Коноваленко О.С. Просторовий розподіл максимального стоку води весняного водопілля річок басейну Стир / О.С. Коноваленко, В.О. Дутко, Є.В. Василенко – Наук. зб. «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія». – 2012. – Т. 1(26). – С. 69-75. 4. Olga Lukianets. Spatial, temporal and forecast evaluation of rivers' streamflow of Upper Tisa drainage basin under the conditions of climate change / Olga Lukianets and Iurii Obodovskyi - Scientific Journal: ENVIRONMENTAL Research, Engineering and Management, No. 71(1). – Kaunas, KTU. – 2015. – P.36-46. 5. Андрианов В. Чрезвычайные ГИС / В. Андрианов // ArcView – Современные геоинформационные технологии. Чрезвычайные Ситуации. – 2003. – №3. 6. Вишневський П.Ф. Гідрологічні розрахунки для річок України. / П.Ф. Вишневський, Н.Й. Дрозд, Й.А. Желєзняк, А.Б. Крижановська, Г.Н. Кубишкін, К.А. Лисенко, В.І. Мокляк, Г.О. Чиппінг, Г.І. Швець – К.: Вид-во Академії наук Української РСР. – 1962. – 261 с. 7. Горбачова Л.О. Просторове узагальнення норм річного стоку води / Л.О. Горбачова // Наук. зб. «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія». – 2010. – Т. 18. – С. 107-112. 8. Денисова Ю.И. Построение прогнозной модели зоны затопления средствами ГИС-технологий. / Ю.И. Денисова, А.А. Перевошиков. – Вестник Удмуртского университета. – Вып. 1. – 2009. – С.171-178. 9. Догановский А.М. Сборник задач по определению основных характеристик водных объектов суши (практикум по гидрологии). / А.М. Догановский, В.Г. Орлов. – Учебное пособие. – СПб.: изд-во РГГМУ. – 2011. – 315 с. 10. Загальна гідрологія. Підручник / С.С. Левківський, В.К. Хільчевський, О.Г. Ободовський та ін. – К.: Фітосоціоцентр. – 2000. – 264 с. 11. Загальна гідрологія: Підручник. / за ред. В.К. Хільчевського і О.Г. Ободовського. – К.: ВПЦ «Київський університет». – 2008. – 399 с. 12. Іщук О.О. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС / О.О. Іщук, М.М. Коржнев, О.Є. Кошляков / за ред. акад. Д.М. Гродзинського. – Київ: Вид. КНУ. – 2001. – 252 с. 13. Кащавцева А.Ю. Моделирование речных бассейнов средствами Arc GIS 9.3. / А.Ю. Кащавцева, В.Д. Шипулин. – Ученые записки Таврического национального университета имени В.И.Вернадского. – Серия «География». – Том 24(63). – 2011. – С.85-93. 14. Клибышев К.П. Гидрологические расчеты. / К.П. Клибышев, И.Ф. Горошков. – Л.: Гидрометиздат. – 1970. – 460 с. 15. Комлев А.М. Закономерности формирования и методы расчётов речного стока / А.М. Комлев. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та. – 2002. – 163 с. 16. Линслей Р.К. Прикладная гидрология. / Р.К. Линслей, М.А. Колер, Д.Л.Х. Паулюс. – Л.: Гидрометеиздат. – 1962. – 758 с. 17. Лук'янець О. І. Оцінки взаємозв'язку елементів водного балансу в сучасних умовах та впливу кліматичних змін на річковий стік в Закарпатській області / О.І. Лук'янець, В.О. Балабух. – Матеріали шостої всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології». – Дніпропетровськ, 20-22 травня 2014 р. – С. 187-190. 18. Лук'янець О.І. Аналіз просторового розподілу та мінливості середнього річного стоку води річок Українських Карпат / О.І. Лук'янець, О.С. Коноваленко. – Збірник праць XII з'їзду Українського географічного товариства «Українська географія: сучасні виклики». – К: Прінт-Сервіс. – 2016. – Том II. – С. 175-177. 19. Лучшева А.А. Практическая гидрология / А.А. Лучшева. – Л.: Гидрометеиздат. – 1976. – 440 с. 20. Мельникова Т.Н. Норма годового стока рек северо-западного Кавказа и особенности ее территориального распределения / Т.Н. Мельникова. – Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.4(43)

– Материалы шестой Международной конференции. – Том первый. – Северо-Кавказский государственный технический университет, Ставрополь. – 2004. – 177 с. **21.** *Національний атлас України.* Карти № 4-6 у розділі 8 «Поверхневі води та водні ресурси» / Б.Є. Патон, А.П. Шпак, Л.Г. Руденко та ін. - К.: Державне науково-виробниче підприємство «Картографія». – 2007. – 440 с. **22.** *Определение расчетных гидрологических характеристик* СНиП 2.01.14-83. – М.: Государственный комитет СССР по делам строительства. – 1983. – 97 с. **23.** *Основы геоинформатики:* Кн.1: учеб. пособие для студентов вузов / сост. Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарёв, В.С. Тикунов и др.; под ред. В.С. Тикунова. – М.: Изд. Центр «Академия». – 2004. – 352 с. **24.** *Половко А.М.* Интерполяция. Методы и компьютерные технологии их реализации. / А.М. Половко, П.Н. Бутусов. – «БХВ-Петербург», Санкт-Петербург. – 2004. – 320 с. **25.** *Соседко М.Н.* Особенности пространственной структуры полей осадков на территории Украинских Карпат / М.Н. Соседко // Тр.УкрНИГМИ. – 1980. - Вып. 180. – С. 81-85. **26.** *Сусідко М.М.* Карпати – найбільш паводкобезпечний регіон України / М.М. Сусідко // Матеріали міжнародної конференції “Гори та люди”. – 2002, Рахів. – Том 2. – С. 158-161. **27.** *Шевчук С.А.* Уточнення гідрографічних характеристик річок з використанням методів ДЗЗ. / С.А. Шевчук, В.І. Вишневський, П.О. Бабій. – Вісник геодезії та картографії. – № 5 (92)–2014. – С.29-32.

Середній річний водний стік річок Українських Карпат та особливості його територіального розподілу

Ободовський О.Г., Лук'янець О.І., Коноваленко О.С., Корнієнко В.О.

В статті розглядаються методичні підходи щодо картографування річкового стоку води та представлено просторовий розподіл середнього багаторічного водного стоку річок Українських Карпат у вигляді карти, створеної за допомогою аналітичних функцій ГІС. Проводиться оцінка точності визначення значень норм стоку в гідрологічних створах річок Українських Карпат з врахуванням збільшення періоду спостережень за стоком (дані по 2012 р.) та його варіації. Аналізуються достовірність побудованої карти середньорічних модулів стоку води та їх територіальна мінливість по основним басейнам Українських Карпат.

Ключові слова: річковий басейн, річки Українських Карпат, аналітичні функції ГІС, модуль стоку, карта стоку води.

Средний годовой водный сток рек Украинских Карпат и особенности его территориального распределения

Ободовский О.Г., Лукьянец О.И., Коноваленко О.С., Корниенко В.А.

В статье рассматриваются методические подходы к картографированию речного стока воды и представлено пространственное распределение среднего многолетнего водного стока рек Украинских Карпат в виде карты, созданной с помощью аналитических функций ГИС. Проводится оценка точности определения значений норм стока в гидрологических створах рек Украинских Карпат с учетом увеличения периода наблюдений за стоком (данные по 2012 г.) и его вариации. Анализируется достоверность построенной карты среднегодовых модулей стока воды и их территориальная изменчивость по основным бассейнам Украинских Карпат

Ключевые слова: речной бассейн, реки Украинских Карпат, аналитические функции ГИС, модуль стока, карта стока воды.

The average annual water flow of rivers Ukrainian Carpathians and especially its territorial distribution

Obodovskiy O., Lukianets O., Konovalenko O., Korniienko V.

The main objective of the work - the development of modern detailed map of average annual water flow of the Carpathian region of Ukraine (Tisza, Prut, Dniester and Siret), its generalization to assess hydropower potential of the rivers of the Ukrainian Carpathians. The article deals with methodological approaches for mapping of river water flow. Presented by the spatial distribution of the average years of runoff water Ukrainian Carpathians in the form of maps created with GIS analysis functions. Map of average annual modules water flow rivers of the Ukrainian Carpathians built according to the observations of runoff water in hydrological posts on the rivers of the Ukrainian Carpathians and adjacent basins bordering the study area (over 90 hydrological stations in Ukraine and 27 hydrological stations in Slovakia, Hungary, Romania, Poland) for the period from the beginning of observations to 2012 inclusive. About 90% of stations have observation period of 50 to 68 years, so the output values of annual runoff rules for mapping are stable with relative mean square errors of $\pm 4,2\%$.

Analysis maps showed that the spatial distribution features derived water runoff in major river basins of the Ukrainian Carpathians (Tisza, Dniester, Prut and Siret) well fulfill the conditions of their formation. First and foremost, water-balance ratio and the degree of moisture catchment, their average height and tilt. This indicates the reliability of spatial generalization of average water flow of rivers modules Ukrainian Carpathians.

Developed detailed map of the distribution of water flow can be used in scientific and practical purposes when assessing individual pools of water or entire regions of Ukrainian Carpathians, even unexplored in hydrological terms..

Keywords: river basin, rivers Ukrainian Carpathians, GIS analytical functions, modules flow, water flow map.

Надійшла до редколегії 11.10.2016

УДК 556.166

Гопченко Є.Д., Кирилюк О.С.

Одеський державний екологічний університет

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ЧАСОВИХ РЯДІВ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ НА ТЕРИТОРІЇ ПРИАЗОВ'Я

Ключові слова: *максимальні витрати води, розподіл Гумбеля, Пірсона, трипараметричний гама-розподіл.*

Вступ. У гідрологічній практиці досить широко використовуються аналітичні функції розподілу для опису гідрометеорологічних явищ, зокрема, розподіл Гауса, біноміальний розподіл Пірсона III типу, трипараметричний гама-розподіл С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля та ін. Застосовуються вони для вирішення задач прогнозування і розрахунку різної ймовірності перевищення стоку води річок. Серед них слід виділити закон розподілу крайніх членів вибірки – розподіл Гумбеля та розподіл Пірсона III типу, які наразі успішно використовуються в Україні й за кордоном.

Мета, вихідні матеріали. З метою визначення розрахункових характеристик максимального стоку річок з використанням різних кривих забезпеченостей використовувалися дані з 31 гідрологічного поста на річках у межах Приазов'я з площами водозборів від 144 км² (р. Малий Утлюк – с. Золота Долина) до 5780 км² (р. Міус – р.п. Матвіїв курган) та періодами спостережень від 6 (р. Ольхівка – х. Ковальов) до 84 років (р. Берда – с. Осипенко).

Методика дослідження. Розрахункові характеристики кривих забезпеченостей визначались для широкого діапазону ймовірностей. З властивостей кривої біноміального розподілу Пірсона III типу можна відзначити наступне: вона обмежена нижньою, але не обмежена верхньою межею, тобто при $x \rightarrow \infty$ крива асимптотично наближається до осі абсцис. Спирається вона на три статистичних параметри – математичне сподівання m_x (для вибірових даних – середнє арифметичне значення), коефіцієнти варіації C_v і асиметрії C_s .

На рис. 1 і 2 схематично наведені криві біноміального розподілу Пірсона III типу і трипараметричного гама-розподілу С.М.Крицького та М.Ф.Менкеля [1].

Модульні коефіцієнти $k_p = x_i / \bar{x}$ визначаються за виразом:

$$k_p = (1 + C_v \Phi_p, C_s), \quad (1)$$

де Φ_p – нормовані відхилення ординат біноміальної кривої розподілу від середини.

Крива трипараметричного гама-розподілу С.М.Крицького та М.Ф.Менкеля
Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.4(43)