

РОЗРАХУНКОВІ ПАРАМЕТРИ СТОКУ ДНІСТРА (ГІРСЬКА ЧАСТИНА)

Інженерно-будівельні, проектно-вишукувальні організації у своїй роботі дуже часто потребують не тільки одномоментних, фіксованих на дату спостереження величин витрат чи рівнів, які пропонує гідрометеослужба але і розрахункових, тобто оброблених відповідними статистичними методами або визначених теоретичними способами характеристик стоку. Вони необхідні для прогнозних оцінок передбачення поведінки проектованої гідроспоруди особливо в екстремальних, форс-мажорних обставинах. Роботу цю щоразу виконують фахівці гідрологи після отримання відповідної заявки-завдання від головного інженера проекту. У спеціалізованій довідковій гідрологічній літературі [12,13,14] розрахункових параметрів стоку, як правило, нема. У певних виданнях [8,9,10] якщо вони і зустрічаються, то не систематизовані, часто суперечать один одному, обчислені на основі нетривалих, інколи старих і сумнівних рядів спостережень. Дублювання одних і тих же гідрологічних робіт різними проектно-вишукувальними організаціями призводить до збільшення кошторису фінансування, утримання додаткових штатних одиниць, і як наслідок, до суттєвого подорожчання всього проектованого об'єкту в цілому.

Гідрологічна інформація у визначеному створі повинна бути єдиною і незмінною для всіх без винятку суб'єктів господарювання, не зважаючи на їх різнопрофільність. Перший крок до уніфікації і систематизації цієї інформації ми пропонуємо у даній статті. Поки що ці дані стосуються тільки одного створу на р. Дністер – м. Самбір. В наступних роботах необхідно буде продовжити цю працю і виконати аналогічні розрахунки хоча б для кожної річки, на якій ведуться спостереження, тобто існують гідропости.

Вибір першого створу на р. Дністер у м. Самбір зумовлений специфічною особливістю розташування цього гідропоста. Він замикає гірську частину басейну р. Дністер. Тут формується вагома частина стоку ріки. Для цього регіону характерні катастрофічні наводки, відповідно відбувається часта руйнація автомобільних мостів, ліній електропередач, шосейних доріг, срозія берегів, затоплення поселень, інших гідротехнічних споруд. Окрім відновлювальних робіт, в регіоні ведеться нове будівництво. Прикарпаття і Карпати привабливі насамперед у туристично-рекреаційному відношенні. Останнім часом активізувалось проектування і будівництво канатно-підйомних доріг, лижних трас, санаторно-курортних комплексів. Судячи з тенденції, подібний процес буде продовжуватися. На кожен із цих об'єктів у тій чи іншій мірі впливають місцеві водостоки. Останні найчастіше виступають як джерела водопостачання або є природною межею між довкіллям і техногенним об'єктом.

Без знань основних гідрологічних характеристик водостоків неможливо обійтися у процесі проектування, будівництва та експлуатації будь-якого техногенного комплексу. Гідрологічний пост р. Дністер – м. Самбір є базовим, опорним пунктом для усієї гідромережі північно-східних Карпат. Дані поста можна екстраполювати на невивчені в гідрологічному відношенні ріки (Яблушка, Ясениця, Лішняк, Крем'янка, Топільниця і т.п.)

З технічної точки зору г/п р. Дністер – м. Самбір досить точний, а тривалість спостереження на ньому відносно довга (55 років). Це сприяє мінімізації похибок, полегшує і спрощує зусилля при визначенні розрахункових гідрологічних характеристик.

Гідрологічні ряди спостережень усіх характеристик стоку і криві забезпеченості у даній статті не приводяться, оскільки зайняли б багато місця. Вони знаходяться в архіві викопання. При професійному зацікавленні інших сторін автор готовий поділитися необхідними матеріалами або опублікувати їх.

Гідрологічний пост р. Дністер – м. Самбір характеризується наступними фізико-географічними і морфометричними даними (табл. 1)

Основні фізико-географічні і морфометричні характеристики р. Дністер (Самбір)

Назва водостоку	Створ	F, км ²	L, км	H сер. водозб., м	Похили, ‰			f, ліс. %	f, орн. %
					I сер. тальвегу	I сер. зв. тальвегу	I сер. водозбору		
р. Дністер	м. Самбір	850	74	570	6,5	3,9	171	51	30

Витрати, які можливі для даних умов і на пропуск яких повинні бути розраховані конструкції гідротехнічних споруд з тим, щоб вірогідність їх пошкодження від пропуску максимальних витрат була або виключена зовсім, або не перевищувала практично допустимих і доцільних меж вважаються розрахунковими [9]. Правильне призначення величини максимальної витрати є дуже відповідальним завданням. По-перше, величина розрахункового максимуму визначає основні розміри споруд, а значить, тим самим і їх вартість. По-друге, помилки при визначенні розрахункового максимуму можуть потягнути за собою або руйнування споруд – при помилці в сторону заниження витрат, або економічно недоцільне омертвіння капіталу – при надлишкових запасах водопропускної здатності, тобто при помилках у бік перевищення розрахункового максимуму.

Розрахункові максимальні витрати можуть не співпадати із максимальними спостереженими на гідропостах даними. Це буває у тих випадках, коли спостереження охоплюють короткий ряд років (5 – 15). Але навіть і при довгих рядах спостережень, які охоплюють 40 – 50 років, немає ніякої гарантії, що в один із наступних років не буде спостерігатися максимальна витрата, що значно перевищує всі зареєстровані раніше. Розрахункові максимальні витрати бувають різного походження [2].

а) повеневі, що утворюються в основному внаслідок танення снігу та льодовиків. Коли останніх не має, витрати називаються весняними.

б) дощові, що утворюються від дощів або злив (їх часто називають витратами дощових паводків).

в) змішані, що утворюються від дощів і танення снігу.

При розрахунках приймають максимальні витрати такого походження, при якому складаються найбільш несприятливі умови для роботи споруд. З максимальних витрат за розрахункову приймають витрату, сформовану більшим об'ємом стоку повені або паводку. Розрахунковими є максимальні миттєві витрати води.

Українські Східні Карпати (Львівська, Івано-Франківська області) належать до зони інтенсивної зливової діяльності. На ріках даного регіону максимальні витрати води дощових паводків істотно переважають аналогічні витрати весняної повені. Тому розглядати останні в даній статті недоцільно.

При розрахунках максимальних витрат може бути два випадки: 1) наявність даних стаціонарних спостережень за більш-менш тривалий час і 2) відсутність даних спостережень. Створ №1 (гідропост) належить до першого випадку. Тому для визначення максимальних витрат води дощових паводків було оброблено статистичним методом дані спостережень за максимальними витратами дощових паводків. Довжина гідрологічного ряду 55 років (1946 – 2000). Максимальні витрати весняної повені до уваги не брались, бо за своєю абсолютною величиною вони поступаються аналогічним дощовим витратам у даному регіоні, хоча за об'ємом стоку води весняна повінь дуже часто може переважати об'єми стоку дощових паводків.

Проаналізувавши розташований у змішуваний послідовності гідрологічний ряд, необхідно виділити максимальну витрату 1941 року, яка була найвищою за всі роки спостережень. Вона становила 1040 м³/сек. Оскільки в цей період не велися спостереження (Світова війна), то визначили її непрямыми методами, зокрема гідравлічним способом, по мітках горизонту високих вод (ГВВ). Покладена ця цифра на криву забезпеченості згідно з методичними рекомендаціями щодо таких випадків. Усі інші цифри гідрологічного ряду

визначені на гідропосту за допомогою кривих витрат $Q = f(H)$ та опубліковані в "Гідрологічних щорічниках" за 1946 – 1988 рр. Максимальні витрати останніх років 1989 – 2000-х взяті безпосередньо в системі Гідрометслужби, оскільки на жаль, щорічники після цих років більше не публікувалися.

В результаті обробки гідрологічного ряду графоаналітичним методом професора В.А. Алексеева, отримані наступні розрахункові величини максимального стоку на р. Дністер у створі м. Самбір, які і рекомендуємо використовувати при будівництві чи проектуванні різноманітних гідротехнічних споруд (табл. 2).

Таблиця 2

Розрахункові максимальні витрати води р. Дністер (Самбір)

Назва водостоку	Створ	F, км ²	Розрахункові максимальні витрати води, м ³ /с					
			Q _{1%}	Q _{2%}	Q _{3%}	Q _{5%}	Q _{10%}	Q _{25%}
р.Дністер	м.Самбір	850	1130	920	800	650	475	285

Норма річного стоку. Норма річного стоку або середній багаторічний стік є основою характеристикою, яка визначає загальну водоносність ріки і потенційні водні ресурси даного басейну чи району. Вона служить гідрологічним "сталом" або "репером", від якого відштовхуються при визначенні інших характеристик стоку, наприклад, річних витрат різної забезпеченості, сезонних і місячних їх величин і має дуже велике значення для проектування водосховищ, гідроенергетичного використання річок, зрошення, водопостачання та інших видів водогосподарського будівництва.

Норма річного стоку, як будь-яка середня арифметична величина статистичного ряду, може бути визначена за формулою

$$Q_n = \frac{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_{n-1} + Q_n}{n} = \sum Q_i / n \quad [1]$$

де Q_n – норма річного стоку, м³/сек.

$Q_1, Q_2, \dots, Q_{n-1}, Q_n$ – річні значення стоку за тривалий період (n років), при якому збільшення ряду спостережень не змінює або мало змінює середню арифметичну величину Q_n .

Щоб гарантувати необхідну точність визначення норми річного стоку необхідно дослідити циклічність коливання річного стоку і у багаторічному ряду послідовних років спостережень вибрати репрезентативний розрахунковий період. Він повинен включати в собі парну кількість багаторічних циклів із багатоводними і маловодними фазами.

Гідрологічний ряд спостережень за стоком на цьому гідропосту опублікований із 1946 по 2000 рік (тривалість – 55 років). Довжина ряду цілком достатня для обчислення норми стоку. Аналіз різницевої інтегральної кривої модульних коефіцієнтів $\Sigma(K - 1)$ показав парну кількість водних фаз у вибраному періоді, що дозволяє уникнути похибки при розрахунку норми стоку.

В результаті підрахунку по формулі [1] норма стоку для гідропосту Дністер-м. Самбір становить $Q_n = 10,9$ м³/сек. Модуль норми стоку $M_n = 0,013$ м³/сек з 1км² = 13 л/сек з 1км².

Ця цифра рекомендується для використання не тільки при безпосередніх практичних запитах водогосподарських організацій чи інших організацій у створі м. Самбір, але і може виступати в якості опорної для побудови карт ізоліній норми стоку і базової інформації для детальніших теоретичних досліджень водності гірських річок, як аналог для невивчених у гідрологічному відношенні водостоків з подібними за формою і фізико-географічними умовами басейнами.

Річний стік різної забезпеченості. При водогосподарському плануванні і будівельному проектуванні, які передбачають врахування параметрів природного або видозміненого режиму річного стоку, необхідно знати не тільки середню величину (норму) стоку, але і стік маловодних та багатоводних років, а також межі можливих коливань річного стоку в

майбутньому багаторічному періоді. Про величину стоку в майбутньому і про його можливі коливання можна судити за наявними даними спостережень. Якби коливання стоку мали певну періодичність і був би відомий закон, то за наявними даними спостережень можна було б встановити хронологічний хід стоку на заданий майбутній період часу і визначити, коли буде спостерігатися та чи інша величина стоку або скільки раз за цей час річний стік перевищить те чи інше значення. Однак така задача поки що не вирішена, бо коливання річного стоку не мають чітких математичних закономірностей і не являються функцією часу. Тому на сучасному етапі наших знань розрахунки річного стоку та інших його характеристик представляються у вигляді кількісної оцінки, яка відповідає тій чи іншій заданій забезпеченості або повторюваності – в середньому один раз в N років без вказування дати появи розрахункової величини, тобто без прив'язки до часу її появи. При цьому мається на увазі, що в деякі N – річчя вона може повторитися 2 – 3 рази. Забезпеченістю гідрологічної величини називають вірогідність того, що розглянуте її значення може бути перевищено. У практиці гідрологічних розрахунків, а саме розрахунків характеристик стоку для водогосподарського, гідротехнічного та інших видів інженерного проектування вірогідність перевищення обчислюється, як правило, у процентах відносно числа років ($P\%$). Забезпеченість або вірогідність перевищення тієї чи іншої гідрологічної характеристики (стоку, рівнів) залежно від типу завдання регламентується відповідними нормативами з урахуванням капітальності споруд, водоспоживачів і водокористувачів і загальної безпеки у випадку можливого руйнування споруд і, як правило, знаходиться в межах $P = 50 \dots 95\%$.

Вірогідні коливання річного стоку і його значення заданих забезпеченостей ($P = 50\%$, $P = 75\%$, $P = 95\%$) були встановлені за допомогою згладженої емпіричної кривої забезпеченості, яка будувалась за матеріалами спостережень на гідропосту р. Дністер – м. Самбір. Згладжування та екстраполяція емпіричної кривої здійснювалась графічно на основі емпіричної кривої.

Розрахункові характеристики річного стоку різної вірогідності перевищення відображені у табл. 3.

Таблиця 3

Норма і річний стік різної забезпеченості р. Дністер (Самбір)

Назва водосток	Створ	F км ²	Норма стоку, м ³ /с	Річний стік забезпеченістю P%			
				50%	75%	90%	95%
р. Дністер	м.Самбір	850	10.9	10.5	7.0	4.5	3.7

Внутрішньорічний розподіл стоку. Відомості про внутрішньорічний розподіл стоку необхідні при проектуванні водосховищ сезонного, місячного або декадного регулювання, для визначення гарантованих мінімальних або максимальних витрат води, для оцінки балансу притоку і споживання води. За внутрішньорічним розподілом стоку встановлюється гарантована віддача води із водосховища, вироблення електроенергії, характер регулювання стоку із водосховищ. Ці параметри визначають обсяги будівництва, суму капіталовкладень. Врахування внутрішньорічного розподілу стоку підвищує економічну ефективність ГЕС при об'єднанні їх в єдину енергосистему. Дані про внутрішньорічний розподіл стоку використовується при розробці заходів для боротьби з затопленнями, при осушенні боліт і заболочених земель, зрошенні, розробці проектів промислового і господарського водопостачання.

Характер внутрішньорічного розподілу стоку залежить від кліматичних елементів, геоморфологічних особливостей басейну, гідрогеологічних умов та інших природних факторів. Найвиразніше впливають на розподіл стоку кліматичні елементи (розподіл опадів і температура повітря) та гідрогеологічні умови. Крім того, можуть істотно впливати заходи, пов'язані з господарським використанням водних ресурсів.

Розраховують внутрішньорічний розподіл стоку для року певної забезпеченості за стоком як за рік, так і за його окремі частини – сезони, місяці та декади. Потрібна деталізація

розподілу стоку впродовж року зумовлюється метою використання стоку водостоків та його розмірами.

Основним критерієм при розрахунках внутрішньорічного розподілу стоку вважають забезпеченість гарантованої віддачі води, що встановлена у проекті залежно від виду споживача та допустимості перебоїв у її подачі.

Розрахунки внутрішньорічного розподілу стоку при наявності даних спостережень (більше 20 – 25 років) найчастіше виконують методами реального року і комбонування. Ці методи достатньо висвітлені у нормативних видавнях.

Коли немає даних гідрометричних спостережень або тривалість ряду недостатня (менше 10 років), внутрішньорічний розподіл стоку розраховують за аналогією з вивченою в гідрологічному відношенні річкою (розрахунки проводять за одним із зазначених методів, а відносний розподіл стоку переносять на досліджуваний створ або за регіональними типовими схемами внутрішньорічного розподілу стоку.

За нормативами встановлено розрахунковий розподіл річного стоку для характерних за водністю років: багатогодового ($P = 25\%$), середнього ($P = 50\%$), малогодового ($P = 75\%$) і дуже малогодового ($P = 95\%$).

У даній роботі при визначенні внутрішньорічного розподілу стоку був застосований найбільш простий метод – розподілу за аналогією із розподілом у реальному році. Із ряду спостережень вибрано модель з чотирьох реальних років, характерних за водністю і розподілом стоку, з емпіричними забезпеченостями річного і сезонного стоку, близькими до заданих. Розподілення стоку таких років прийнято в якості розрахункових моделей.

Середній рік – з річною витратою, близькою за своїм значенням до річної витрати 50%-ої забезпеченості і розподілом стоку за місяцями, близькими до осередненого розподілу за усі роки спостережень.

Багатогодовий рік – рік з витратою, близькою до річної витрати 5%-ої забезпеченості і з найбільш високими за об'ємом весняною повінню або дощовими паводками. Малогодовий рік – рік з найнижчою і тривалою межею протягом зимового або літнього сезону, яка лімітує водоспоживання, і річною витратою, близькою до річної витрати 75%-ої або 95%-ої (дуже малогодового) забезпеченості.

За вибраними характерними роками виписуються в окрему таблицю середньомісячні і річні витрати води, які виражаються в частках або відсотках від середньорічної витрати відповідного року (таблиця 4). Відносний внутрішньорічний розподіл і слугує в якості розрахункової моделі.

Щоб перейти до інших створів, за допомогою кривих забезпеченостей обчислюють річні витрати, наприклад 5, 50, 75 і 95%-ої забезпеченості або інших заданих забезпеченостей і за відносними моделями розподілу реальних років перераховують їх у середньомісячні витрати, користуючись формулою [2]:

$$Q_{\text{мр}} = K_{\text{в}} Q_{\text{р}} = Q_{\text{м}} / Q_{\text{сер}} Q_{\text{р}}, \quad [2]$$

де $Q_{\text{мр}}$ і $Q_{\text{р}}$ – середньомісячна і річна витрата розрахункових років забезпеченості $P\%$. $Q_{\text{м}}$ і $Q_{\text{сер}}$ – середньомісячна і річна витрата характерних років, прийнятих в якості моделей. $K_{\text{в}}$ – відносні значення місячних витрат характерних років-моделей.

Розрахунковий розподіл стоку ріки Дністер у створі м. Самбір в характерні за водністю роки (1 – багатогодовий, 2 – середній, 3 – малогодовий, 4 – дуже малогодовий) відображено у табл. 4

Таблиця 4

Внутрішньорічний розподіл стоку р. Дністер (Самбір)

Водність	По місяцях												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	1.8	3.4	6.2	10.5	5.1	15.3	22	7.3	5.0	10.3	7.4	5.7	100
2	11.2	4.4	12.4	14.3	9.5	7.4	17.4	6.6	4.5	3.4	2.8	6.1	100
3	5.0	9.0	14.9	24	9.4	9.5	5.3	2.3	7.5	2.8	6.7	3.6	100
4	17	12.6	17.7	10.6	3.2	25.1	5.9	3.7	0.9	1.1	1.2	1.0	100

Крива тривалості добових витрат. Крива тривалості добових витрат дає можливість визначити тривалість періоду, протягом якого мають місце витрати води в ріці, які перевищують задану величину або дорівнюють їй. Іншими словами, крива тривалості добових витрат характеризує інтегральний розподіл витрат протягом року. Її застосовують при водогосподарських розрахунках потенціалу використання річок з метою вироблення електричної енергії, бо сумарна кількість енергії залежить не від хронологічного чергування витрат води, а від тривалості їх стояння.

Розрізняють два види кривих тривалості добових витрат води: узагальнену (абсолютну) та усереднену. Абсолютну криву будують, розташувавши у порядку зменшення усі добові витрати води за весь період спостереження і визначивши забезпеченість тривалості стояння кожної витрати.

Усереднену криву тривалості добових витрат будують з використанням таблиць або графіків тривалості добових витрат за кожен рік осередненням ординат однакової тривалості за всі роки. Для побудови усередненої кривої використовують дані "Гидрологических ежегодников", "Материалов по режиму рек" і "Ресурсов поверхностных вод СССР", в яких наведено характерні витрати (максимальна, 30-денна або 8.3%-ої забезпеченості, 90-денна або 25-ої забезпеченості, 180-денна або 50-ої забезпеченості, 270-денна або 75-ої забезпеченості і мінімальна) за кожний рік окремо.

Абсолютна (узагальнена) крива забезпеченості, характеризуючи розподіл середніх добових витрат у багаторічному періоді, не відображає особливостей коливань середньодобових витрат кожного року окремо. У свою чергу, ні один з років, в силу багатоманітності умов стоку, не може включати в себе абсолютного максимуму та абсолютного мінімуму багаторічного періоду і в цілому відображати картину багаторічної мінливості (зміни) добових витрат.

Усереднена крива забезпеченості, займаючи проміжне положення між узагальненою кривою і річними кривими забезпеченості, також не виражає реального розподілу витрат в середині окремих років, але показує деякий типовий розподіл середньодобових витрат даної ріки на протязі середнього за водністю року.

Співставлення узагальненої і усередненої кривої забезпеченості свідчить, що обидві криві в межах забезпеченостей приблизно від 10 до 90% досить близько співпадають між собою і розходження між величинами середньодобових витрат не перевищує 15 – 18%. Крайні ж ділянки відрізняються суттєвіше. Таким чином, в межах забезпеченостей, які використовуються при водноенергетичних розрахунках ГЕС, в однакової мірі можна користуватися як узагальненою, так і усередненою кривою забезпеченості.

Враховавши цю інформацію, в даній роботі використана і побудована нами абсолютна крива. Середньодобові витрати води разом з обчисленими забезпеченостями у цій статті не подаються, оскільки зайняли б значну площу (55 років x 365 днів = 20075). Їх можна знайти при потребі у гідрологічних щорічниках. Побудована за цими даними узагальнена крива тривалості стояння середньодобових витрат води представлена на рис. 1.

Мінімальні витрати води. Мінімальні витрати води відносяться до розряду основних гідрологічних характеристик, які використовуються при будівництві. Вони лімітують водоспоживання і зумовлюють будівництво додаткових водорегулюючих споруд. Без врахування даних про мінімальні витрати води не можуть бути розроблені дієві заходи з покращення якості вод.

Збільшення кількості промислово-побутових стічних вод, хімізація сільськогосподарства, збільшення кількості колекторно-дренажних вод в результаті розвитку зрошення ведуть до інтенсивного забруднення річок, в першу чергу у період, коли в них спостерігаються найменші витрати води, тому дієві заходи з покращення якості вод не можуть бути розроблені без врахування даних про мінімальні витрати води.

Будівництво гідровузлів, створення водосховищ, збільшення потужності водозаборів, меліорація земель, штучна зміна умов стоку води на водозборах річок, нерозподіл стоку.

інтенсивне використання підземних вод (водопостачання, водопонижуючі роботи тощо) ведуть до зміни режиму річок і кількості стікаючої в них води, у першу чергу в меженний період. У зв'язку з цим наслідки господарської діяльності в басейні ріки перш за все впливають на мінімальний стік річок.

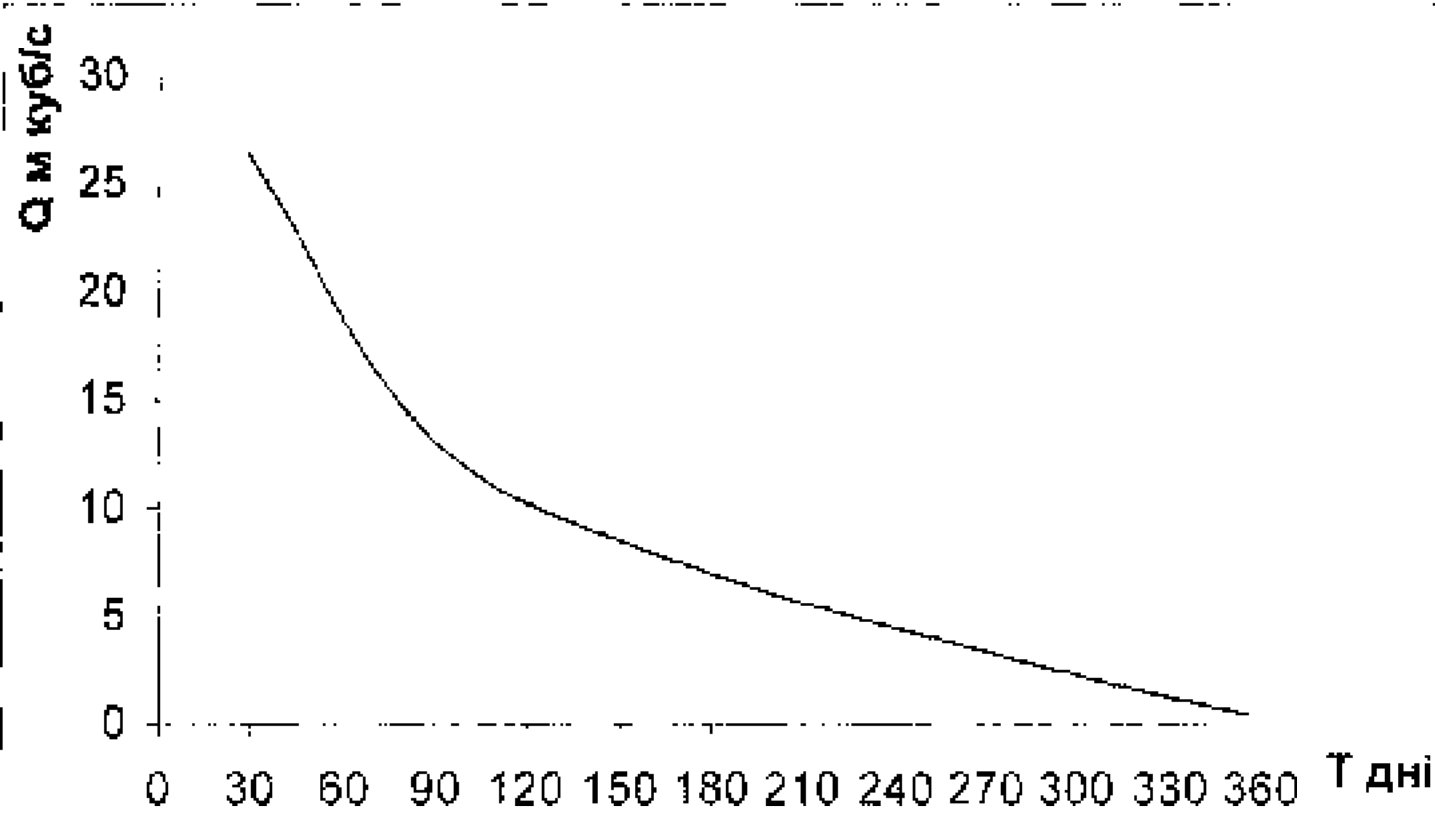


Рис.1. Крива тривалості добових витрат води р. Дністер (Самбір)

Дані про мінімальні витрати води необхідні як для оцінки природного стоку річок, так і для визначення ступеня господарського впливу на річний стік.

Основними розрахунковими характеристиками мінімального стоку, що застосовуються у практиці проєктними організаціями, є середньомісячні або 30-денні і середньодобові витрати води, які спостерігаються, як правило, у меженний період. У практиці проєктування в світі крім вказаних характеристик нерідко використовуються дані про середні мінімальні витрати води за 5, 7 або 10 діб.

Меженний період на річках України спостерігається у зимовий та літньо-осінній сезони. Якщо меженний період короткий (менший двох місяців) або перерваний (складається із декількох періодів, розділених паводками), то календарний місяць з найменшим стоком може включати паводки або їх частини. Тому замість середньої місячної витрати води використовується середня витрата за 30 діб з найменшим стоком в даному сезоні (не календарний місяць). Він знаходиться наступним чином: будуються гідрографа стоку дослідної річки за кожен рік за весь період спостережень (необхідність такої побудови визначається складністю режиму стоку річок, який встановлюється шляхом аналізу таблиць щоденних витрат води); на гідрографі визначається ділянка з найменшими витратами води в даному сезоні тривалістю 30 діб і за таблицями щоденних витрат води проводиться підрахунок середньої витрати води за вибраний період.

При неможливості вибрати безперервний 30-денний період мінімального стоку через часті і значні паводки, в розрахунках використовуються дані за короткий період, але не менше 25 – 23 діб, щоб виключити вплив паводків. Тривалість періоду мінімального стоку визначається висотою паводків, попередніх і наступних за цим періодом.

Мінімальна 30-денна витрата води завжди менша середньомісячної (календарної). Якщо різниця між мінімальною середньомісячною і 30-денною витратами води для річок даного району, як правило, не перевищує 10%, то використовується середньомісячна витрата води.

При будівельному проєктуванні застосовуються дані про мінімальні витрати води головним чином в діапазоні забезпеченостей 75 – 97%.

Враховуючи складність визначення мінімальної 30-денної витрати у зв'язку з тим, що безпаводкові періоди не завжди налічують 30 діб, а також трудомісткість робіт, пов'язаних з побудовою гідрографів та виділенням на них 30-добових періодів і відповідних їм витрат, за

основну розрахункову одиницю прийнята найменша середньомісячна витрата за рік та різні сезони.

В результаті обробки гідрологічного ряду спостережень на досліджуваному гідропосту отримані наступні результати мінімального стоку (табл.5.)

Таблиця 5

Основні характеристики мінімального стоку р.Дністер (Самбір)

р. Дністер – м. Самбір.						Мінімальний стік, м ³ /сек								
Мінімальні середньодобові			Мінімальні середньомісячні			Середньомеженні (без паводків)								
зимовий період			літній період			зимовий період			літній період					
Q _{75%}	Q _{90%}	Q _{95%}	Q _{75%}	Q _{90%}	Q _{95%}	Q _{75%}	Q _{90%}	Q _{95%}	Q _{75%}	Q _{90%}	Q _{95%}	Q _{75%}	Q _{90%}	Q _{95%}
0.67	0.24	0.06	0.70	0.32	0.20	1.33	0.64	0.38	1.32	0.58	0.31	3.16	2.05	1.50

Абсолютний мінімум є найменшою добовою витратою води за весь період спостереження. Він показує максимально можливу природну ступінь виснаження стоку. Спостерігався абсолютний мінімум 15 грудня 1961 року і становив 0.050 м³/сек (на протязі періоду спостереження з 1946 по 2000-й рік).

Стік наносів (твердий стік). Твердий стік річок складається із завислих і рухомих наносів та розчинених у воді речовин. Переважну більшість наносів рівнинних річок становлять завислі наноси; рухомих набагато менше – до 5 – 10% [1]. Рухомі наноси через складність їх вимірювання вивчені набагато гірше, ніж завислі.

Основними кількісними показниками стоку завислих наносів є каламутність води ρ і витрата завислих наносів R.

Каламутність води ρ характеризує ступінь насичення потоку завислими наносами, тобто це їх кількість (вага) в одиниці об'єму води. Величину каламутності виражають у грамах на кубічний метр, г/м³:

$$\rho = P_n \times 10^6 / V, \quad [3]$$

де P_n – вага наносів у пробі води, г
 V - об'єм проби, мл.

Кількість наносів, що проноситься потоком за одиницю часу через поперечний переріз потоку, називається витратою наносів і позначається R. Витрати наносів вимірюють в кг/сек. При відомій для поперечного перерізу каламутності води $\rho_{сер}$ середню витрату завислих наносів R кг/сек обчислюють за формулою [4]:

$$R = \rho_{сер} \times Q / 1000, \quad [4]$$

де Q – витрата води, м³/сек.,
 ρ – каламутність води.

Стік наносів дуже нерівномірний щодо часу. Найбільша каламутність води спостерігається під час весняної повені та дощових паводків, тобто під час найбільшого поверхневого стоку води. Найменша каламутність води в річках звичайно спостерігається тоді, коли річки переходять на живлення підземними водами.

Чіткої залежності між кількістю наносів і гідравлічними характеристиками потоку не встановлено. Тому для визначення стоку наносів окремих років ведуть постійні спостереження за каламутністю води. За спостереженими величинами каламутності обчислюють витрати і стік завислих наносів. Наближені дані про стік наносів можна дістати обслідуванням замулення ставків та водосховищ.

В результаті обробки статистичним методом гідрологічних рядів середньорічної каламутності, найбільшої каламутності і середньорічних витрат наносів отримані наступні розрахункові величини цих характеристик (табл.6 і 7).

Таблиця 6

Основні характеристики стоку завислих наносів

Назва ріки	Середньорічна каламутність, г/м ³						Найбільша каламутність, г/м ³				
	$\rho_{5\%}$	$\rho_{10\%}$	$\rho_{25\%}$	$\rho_{50\%}$	$\rho_{75\%}$	$\rho_{95\%}$	$\rho_{1\%}$	$\rho_{5\%}$	$\rho_{10\%}$	$\rho_{25\%}$	$\rho_{50\%}$
Дністер м.Самбір	1160	880	550	360	220	100	19200	12250	8500	4700	2800

Основні характеристики витрат наносів

Назва ріки	Середньорічна витрата наносів, кг/сек						
	R _{5%}	R _{10%}	R _{25%}	R _{50%}	R _{75%}	R _{90%}	R _{95%}
Дністер-м.Самбір	15,7	12,0	7,0	3,1	1,0	0,3	0,2

У статті розглянуті основні характеристики стоку: максимальний, середньорічний (норма), мінімальний, внутрішньорічний розподіл, тривалість стояння добових витрат і твердий стік. Приведені методи розрахунку і розрахункові величини кожного із цих видів.

Актуальність дослідження полягає в тому, що в ньому вперше компактно статистичним методом оброблено дані гідрологічних спостережень за шістьма позиціями для гідропосту р. Дністер – м. Самбір і всі вони надані у зручному візуальному вигляді.

Результати роботи можуть мати широке практичне використання. Вони можуть бути застосовані при проектуванні і будівництві різноманітних гідротехнічних споруд (мостів, дамб, водозаборів, напівзагат, гребель, водосховищ, переходів через річку ліній електропередач чи нафтопроводів), промислового і цивільного будівництва в межах досліджуваного водного об'єкту.

Особливу роль може відіграти крива тривалості стояння добових витрат стоку води. Вона є базовою складовою водноенергетичних розрахунків не тільки безпосередньо у створі гідропосту, але й може виступати як аналог для побудови ідентичних кривих на інших ріках басейну. Під кутом зору розвитку малої гідроенергетики у Карпатському регіоні це має велике значення.

В теоретичному аспекті результати розрахунків різних характеристик стоку можуть служити як опорні точки для побудови карт ізолій відповідного виду стоку або як аналогові цифри для інтерполяції їх на невивчені в гідрологічному відношенні річки.

Перспективність наступних розвідок у даному напрямку бачиться у продовженні розрахунків подібних величин стоку на інших гідропостах регіону. Кінцевою метою має бути створення банку даних розрахункових гідрологічних характеристик стоку для всієї гідромережі Карпат і Прикарпаття.

Література:

1. Виноградов Ю.Б. Математическое моделирование процессов формирования стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 312 с.
2. Владимиров А.М. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 365 с.
3. Гидрологические и водно-балансовые расчеты / Под ред. Н.Г.Галущенко. – К.: Вища школа, 1987. – 247 с.
4. Городков И.Ф. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 431 с.
5. Евстигнеев В.М. Речной сток и гидрологические расчеты. – М.: МГУ, 1990. – 304 с.
6. Каленіченко Л.Л., Карук Б.П., Тищенко О.І. Управління водогосподарськими комплексами. Навчальний посібник. – К.: ДПУЕВР, 2000. – 328 с.
7. Лаликін М.В., Ревера О.З. Гідрологічні та водогосподарські розрахунки. – К.: Вища школа, 1973. – 200 с.
8. Малі річки України / За ред. А.В. Яцика. – К.: Урожай, 1991. – 294 с.
9. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Общая гидрология. – М.: Высшая школа, 1991. – 368 с.
10. Определение расчетных гидрологических характеристик (СНиП 2.01.14 – 83). – М., 1985. – 36 с.
11. Рекомендации по расчетам внутригодового распределения стока при строительном проектировании. – Л.: Гидрометиздат, 1975. – 75 с.
12. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 424 с.
13. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И.Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – 302 с.

14. Шелутко В.А. Статистические модели и методы исследования многолетних колебаний стока. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 159с.

Summary:

Volodymyr Chornyi. QUANTITATIVE PARAMETERS OF DNISTER RUNOFF (MOUNTAIN REGION).

The main runoff characteristics in Dnister (Sambir) gauging station are considered in the paper. The hydrologic data sets have been preceded by statistical methods. For the first time the calculated parameters are systemized and presented in one paper.

УДК 551.482

Борис КИНДЮК

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТОКОМ НА РІЧКАХ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Ціль роботи – дослідити ефективність скорочення мережі спостережень за гідрологічним режимом річок Українських Карпат і оцінити практичну можливість відновлення її роботи.

Актуальність проблеми складається з двох аспектів. Перший з них – це необхідність функціонування достатньо репрезентативної мережі спостережень для якісного вивчення географічного розподілу характеристик паводкового стоку. Другий аспект полягає в значному збитку, який наносять зливові стоки економіці Карпатського регіону. Так, орієнтовна сума втрат від листопадового паводка 1998р. на Закарпатті склала 800 млн. грн., березневого 2001р. – ще 210 млн. грн. В цілому за даними Держводгоспу України щорічна сума втрат народного господарства складає величину рівну 200 млн. грн. і ще близько 19 млн. грн. витрачається на соціальні виплати [1]. Цілком зрозуміло, що для детального дослідження цих природних явищ існуюча мережа спостережень повинна не скорочуватись, а нарощувати свій якісний і кількісний потенціал.

Це дослідження є частиною загальної роботи, присвяченої вивченню географічних законів розподілу характеристик зливового стоку на території Українських Карпат.

Як вихідні використані дані спостережень за стоком води 97 опорних пунктів, які мають різні гідрологічні та морфологічні характеристики [2,3].

Так, найбільш крупним басейном є р. Прут – м. Чернівці ($F=6890 \text{ км}^2$), найменшим по площі – басейн р. Каменка – с. Дора ($F=18,1 \text{ км}^2$). Найбільші середні висоти (1200м) припадають на водозбори р. Біла Тиса – с. Луги, Білий Черемош – с. Яблониця, Чорний Черемош – с. Верховина і р. Ломниця – с. Осмолода. Найменша висота (300м) у річки Дерелуй – с. Молодія та р. Стара – с. Зняцева. Найдовша річка – Стрий – м. Жидачів, $L=213 \text{ км}$, а найкоротша – 7,2 км, р. Каменка – с. Дора. Найбільший уклон – 70,7‰ у р. Красна – с. Красна, а найменший – 4,1‰ у р. Міхідра – с. Липовани. Найбільш лісистий басейн, де площа лісу складає 95% – р. Свіча – с. Мисловка. Найменша площа лісу – 18% виявилась на водозборі струмка Студьоний – с. Нижній Студьоний. По тривалості спостережень найбільший ряд на р. Прут – м. Чернівці – 89 років, а найкоротший – 4 роки у р. Дуба – с. Цянева і р. Прут – м. Снятин.

Ці дані показують лише максимальні та мінімальні величини діапазону зміни характеристик річкових басейнів. Для більш детального їх вивчення необхідно виконати аналіз вихідного матеріалу по конкретних показниках. З метою дослідження площ річкових