

В.О. Манукало

МЕРЕЖА ГІДРОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ У БАСЕЙНІ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ: ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ, СУЧАСНИЙ СТАН ТА МОЖЛИВОСТІ

Розглянуто історію розвитку мережі гідрологічних спостережень в басейні ріки Південний Буг; зроблено оцінку достатності щільності сучасної мережі спостережень для вирішення наукових та практичних завдань; підкреслено важливість урахування економічного/соціального значення гідрологічної інформації під час проектування / побудови мереж гідрологічних спостережень.

Ключові слова: Південний Буг, мережа спостережень, достатність, економічна/соціальна значимість.

Вступ

Дані інструментальних вимірювань на мережі гідрологічних спостережень є основою гідрологічних розрахунків та прогнозів. Від щільності та репрезентативності гідрологічної мережі залежить гідрологічна вивченість території, точність визначення водних ресурсів, якість гідрологічних прогнозів. Це зумовлює актуальність проведення оцінки достатності мережі гідрологічних спостережень для наукових досліджень та практичних цілей.

Питання гідрологічної вивченості території України, зокрема, басейну ріки Південний Буг, розглядались у публікаціях О. Бирулі [1], Є. В. Оппокова [11], Г.І. Швеця [14], М.М. Вінника, В.О. Манукала та А.І. Шерешевського [4], А.І Шерешевського та Л.М. Коваленко [15], В.І Вишневецького [2], В.І. Вишневецького та О.О. Косовця [3], а також у монографії «Ресурсы поверхностных вод. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 1. Западная Украина и Молдавия» [12].

Питання, зокрема методичні, пов'язані з оцінкою достатності щільності мережі гідрологічних спостережень для наукових та практичних потреб, розглянуто в дослідженнях Й.Ф. Карасьова [6, 7], інших вчених Державного гідрологічного інституту (м. Санкт-Петербург) [5, 16], публікаціях А.І. Шерешевського та Л.М. Коваленко [15],

В.І. Вишневецького [2], публікаціях Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) [23] та ряду зарубіжних авторів [17-19].

У публікації ВМО [22] та деяких зарубіжних авторів [20] розглянуто питання врахування економічного/соціального значення гідрологічної інформації в ході проектування / побудови мереж гідрологічних спостережень.

Завданнями цієї статті визначено:

розгляд, на підставі раніш виконаних досліджень та опрацювання нових матеріалів, історії розвитку мережі гідрологічних спостережень у басейні річки Південний Буг;

оцінку достатності сучасної мережі спостережень для вирішення наукових та практичних завдань;

підкреслення важливості врахування економічного/соціального значення гідрологічної інформації під час проектування мереж гідрологічних спостережень.

Статтю підготовлено за підсумками досліджень, виконаних в Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті Державної служби України з надзвичайних ситуацій та Національної академії наук України в рамках підготовки розділу «Гідрологічна вивченість» монографії «Ресурси поверхневих вод України. Басейн Південного Бугу».

Виклад основного матеріалу

Становлення та розвиток мережі гідрологічних спостережень

Інструментальні гідрологічні спостереження на річці Південний Буг (або Бог) розпочаті пізніше ніж на інших великих українських річках, таких як Дніпро та Дністер. Це обумовлено тим, що в ХІХ та на початку ХХ ст. річки України досліджувались тільки з погляду їхньої придатності для судноплавства. Річка Південний Буг придатна до судноплавства лише на ділянці від м. Вознесенська до гирла. Інтерес до вивчення гідрологічного режиму річки Південний Буг з боку науковців та практиків зростав у зв'язку з дослідженнями можливості використання річки для виробітку електроенергії.

Є.В. Оппоков у своїй публікації [11] пише, що в «Указателе внутренних водных путей, исследованных Министерством путей сообщений в 1874-1913 гг.» вміщено інформацію інженера Л. Цимбаленка про те, що в 1888 р. Київським округом шляхів сполучень досліджено

ділянку річки Південний Буг від с. Олександрівки до м. Миколаєва довжиною 123 версти.

Перші витрати води річки Південний Буг розпочали вимірювати в 1898 р. біля сіл Новогригоріївка, Ракова, Кантакузіно та Олександрівка. Однак за даними роботи [1] до початку ХХ століття інструментальні вимірювання витрат води на більш-менш регулярній основі проводили лише біля с. Кантакузіно. Перший суттєвий розвиток мережі гідрологічних спостережень у басейні Південного Бугу припадає на 1910 рік [1]. У цей період відкрито гідрологічні пости на Південному Бузі біля населених пунктів Вінниця та Хашувата, на річках Рів біля с. Демідівка, Згар біля с. Мізяків, Гірський Тікич біля с. Тальне. У 1913 році відкрито Бузьку гідрометричну станцію для вимірів рівнів та витрат води у районі Бузьких порогів. Згодом у 1922 році станцію перенесено до с. Олександрівки [1].

Перші узагальнення матеріалів гідрологічних спостережень зробили в середині 1920-х років інженер В. Філатов, який описав характер режиму рівня води річки Південний Буг біля м. Вінниця за 1915-1925 рр., та інженер В. Попов, який узагальнив наявні на той час матеріали спостережень у своїй монографії «Режим річки Південний Буг».

Мережа гідрологічних спостережень на річці Південний Буг продовжувала розширяться протягом 1920-1930-х років, особливо після об'єднання в 1929 році метеорологічної та гідрологічної служб та утворення Гідрометеорологічного комітету [1]. Однак до 1930-х років гідрологічні спостереження, особливо спостереження за витратами води, мали перерви та часто носили безсистемний характер. Якість гідрометричних вимірювань зросла в 1930-і роки, коли почали проводити регулярні двохстрокові вимірювання рівнів води.

У 1930-і роки розпочали вивчення твердого стоку Південного Бугу (біля с. Підгір'я) та його приток: р. Інгулу біля с. Ново-Горожено та с. Інгуло-Кам'янка, р. Синюхи біля с. Синюхін Брід, р. Гірського Тікича біля с. Тальне. Однак ці спостереження охоплювали лише періоди від двох до трьох років і не висвітлювали особливості режиму формування твердого стоку протягом гідрологічного року.

Під час Великої Вітчизняної війни гідрологічні спостереження було перервано та відновлено в 1944-1946 роках. У післявоєнний період кількість гідрологічних постів значно зросла.

Динаміку кількості гідрологічних постів, на яких проводили виміри рівнів та витрат води, а також визначення характеристик твердого стоку, наведено в табл. 1. Як бачимо, найбільша щільність гідрологічної мережі, на якій проводили виміри рівнів та витрат води на Південному Бугі та його притоках, була в 1950-1970 рр., а найбільша щільність гідрологічної мережі, на якій проводили виміри річкових наносів, – у 1970-1990 рр. Зростання мережі гідрологічних спостережень зумовлено необхідністю поглиблення вивчення режиму стоку води та стоку наносів для потреб практики. У цей період розвивалось гідротехнічне будівництво на Південному Бугі та його притоках з метою регулювання річкового стоку для забезпечення потреб промисловості, сільського господарства та населення у водних ресурсах.

Таблиця 1

Кількість гідрологічних постів у басейні р. Південний Буг

На 1 січня року	Вимірювання		
	рівня води	витрати води	наносів
1920	12	5	
1930	34	16	1
1940	49	35	4
1950	53	38	4
1960	41	38	4
1970	38	37	9
1980	35	32	12
1990	26	26	11
2012	25	24	9

За часів Радянського Союзу наукове та науково-методичне керівництво роботами щодо розміщення пунктів гідрологічних спостережень здійснював Державний гідрологічний інститут, виходячи з необхідності забезпечення гідрологічними даними потреб проектування водогосподарських систем різного призначення, а також забезпечення потреб організацій гідрометеорологічної служби в режимній та прогнозній інформації про рівні та витрати води, стік наносів, температурний та льодовий режими. Пропозиції щодо розвитку та оптимізації мережі гідрологічних спостережень базувались на розробках Й.Ф. Карасьова [6, 7].

Крім гідрологічних постів, що належали гідрометеорологічній службі, на річці Південний Буг та окремих його притоках існували

відомчі гідрологічні пости, які функціонували в складі організацій гідроенергетичної галузі для контролю підрахунку стоку під час експлуатації ГЕС. Однак, чисельність відомчих гідрологічних постів у різні роки не перевищувала 3-4 постів.

У середині 1970-х років на підставі розробок Й.Ф. Карасьова керівництвом гідрометеорологічної служби колишнього СРСР було розроблено проект розвитку та оптимізації мережі гідрологічних спостережень на річках СРСР. Причому, розвиток мережі передбачали здійснити на слабо вивчених річках півночі та сходу СРСР. Щодо України, то тут мова могла йти лише про «оптимізацію» мережі, оскільки за висновками фахівців Державного гідрологічного інституту наявна в Україні мережа гідрологічних спостережень у цілому задовольняла потреби практики.

Почато реалізацію зазначеного проекту в Україні наприкінці 1980-х років, коли на виконання вказівки керівництва гідрометеорологічної служби СРСР з метою вишукування фінансових ресурсів для підвищення заробітної плати працівникам гідрометслужби України було проведено роботи з оптимізації, а фактично, значного скорочення мережі гідрологічних спостережень на річках України. Зокрема, у басейні річки Південний Буг було закрито 10 гідрологічних постів, що становило близько третини від загальності кількості функціонуючих на той час постів. Ще чотири пости (з них три відомчі) було закрито в 1990-і та на початку 2000-х років. За цей час було відкрито лише один пост: р. Південний Буг – с. Селище. У табл. 2 наведено перелік гідрологічних постів на річках басейну Південного Бугу та річках Причорноморської низовини (річки Великий Куяльник та Тилігул) станом на 1 червня 2012 року. Таблицю складено на підставі даних, наданих Центральною геофізичною обсерваторією Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Усі гідрологічні пости входять до складу гідрометеорологічної служби. На двадцяти п'яти постах проводять вимірювання рівнів води, на двадцяти чотирьох постах – рівнів та витрат води, на дванадцяти постах визначають завислі наноси. Тринадцять постів належать до категорії реперних – тобто постів, на яких здійснюється вивчення багаторічних коливань та змін гідрологічного режиму під дією кліматичних та господарських чинників, а також приведення до тривалого ряду спостережень на інших гідрологічних постах.

Таблиця 2

Перелік гідрологічних постів на річках басейну за станом на червень 2012 року

№	Код поста	Річка-пост	Відстань від гирла, км	F, км ²	Дата відкриття	Розряд	Тривалість спостережень, роки			
							за витратою води		за станом наносів (завислих/донних)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	81346	р. Південний Буг – с. Пирогівці	712	827	25.12.1963	1	1964-1983, 1983-2011 два ряди	32+29	1968-2011	44
2	81348	р. Південний Буг – с. Лелітка	641	4000	01.03.1926	1	1926-1946 1964-2011	66	-	-
3	81353	р. Пд. Буг – с. Селище	550	9100	01.01.2002	1	2002-2011	10	2002-2011	10
4	81361	р. Південний Буг – с. Тростянич	369	17400	25.08.1927	1	1930-1941, 1945-2011	77	-	-
5	81363	р. Південний Буг – с. Підгір'я	220	24600	10.12.1924	1	1926-1924, 1958-2011	71	1926-1924, 1958-2011	71
6	81365	р. Південний Буг – м. Первомайськ	195	44000	14.02.1945 (01.11.1979)	1	1985-2011	27	-	-
7	81801	р. Південний Буг – смт Олександрівка	132	46200	14.05.1923	1	1914-2011	97	1938-1939, 1948-2011	65
8	81803	р. Пд. Буг –с. Прибужани	103	46700	13.04.1886	2	-	-	-	-
9	81381	р. Іква - смт Стара Синява	10	439	01.09.1939	1	1945-2011	66	-	-
10	81386	р. Згар – смт Літин	36	692	28.08.1912	1	1931-2011	80	-	-
11	81393	р. Рів – с. Демидівка	7,9	1130	05.09.1915	1	1916-1918, 1922-41,	90	1962-2011	50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
							1944-2011			
12	81396	р. Соб – с. Зозів	103	92,5	10.01.1945	1	1945-2011	67	1979-2011	32
13	81408	р. Савранка – с. Осички	6,1	1740	11.10.1933	1	1936-41, 1945-2011	73	-	-
14	81414	р. Кодима – с. Катеринка	12	2390	08.02.1925 (19.12.1930)	1	1931-41, 1944-2011	78	-	-
15	81417	р. Синюха – с. Синюхин Брід	12	16700	09.12.1924	1	1925-2011	87	1932-35, 1938, 1940, 1950-98	55
16	81421	р. Гнилий Тікич – с.мт Лисянка	72	1450	15.07.1944	1	1944-2011	68	-	-
17	81430	р. Велика Вись – с. Ямпіль	8,8	2820	03.09.1925	1	1925-2011	85	1978-2011	33
18	81433	р. Ятрань – с. Покотилове	3,8	2140	30.07.1915 (20.11.1930)	1	1955-2011	57	-	-
19	81438	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	19	2230	01.07.1932	1	1932-2011	79	1939, 1940, 1948, 1952, 1962-2011	53
20	81439	р. Мертвовід – с. Кр. Пустош	88	252	13.06.1948	1	1948-2011	64	-	-
21	81446	р. Інгул – м. Кіровоград	314	840	13.03.1944 (01.01.1967)	1	1944-2011	68	1979-2007	28
22	81449	р. Інгул – с. Седнівка	204	4770	23.08.1932	1	1954-2011	58	1964-2011	47
23	81450	р. Інгул - с. Новогорожене	120	6670	13.09.1925	1	1931-41, 1943-2011	80	-	-
24	81475	р. Великий Куяльник – с. Северинівна	6,8	1840	20.09.1985	1	1986-2011	30	1987-2005	12
25	81338	р. Тилігул – м. Березівка	11	3170	27.12.1930	1	1953-2011	59	-	-

Станом на червень 2012 року на річці Південний Буг та його притоках автоматизованих гідрологічних постів немає.

Двадцять три пости належать до категорії інформаційних. Гідрологічна інформація з цих постів за допомогою різних технічних засобів зв'язку передається в організації гідрометеорологічної служби для цілей гідрологічного прогнозування та обслуговування споживачів. Шість гідрологічних постів (24 % від загальної кількості) мають тривалість спостережень за витратами води вісімдесят і більше років, сімнадцять постів (68 %) – шістдесят і більше років, а двадцять один пост (84 %) – п'ятдесят і більше років. На п'яти постах (42 %) тривалість спостережень за завислими наносами становить п'ятдесят і більше років, а на семи постах (58 %) – 40 і більше років.

До питання «достатності» мережі гідрологічних спостережень

Загалом кількість та розміщення пунктів гідрологічних спостережень повинна дозволяти отримати інформацію, необхідну для вирішення наукових та прикладних завдань, зокрема:

отримання достовірних та репрезентативних гідрологічних характеристик, які дозволяють досліджувати просторово-часові закономірності формування гідрологічного режиму водного об'єкта, обумовлені природно-кліматичними чинниками;

оцінки економічного та/або соціального ефекту від використання гідрологічної інформації в різних сферах людської діяльності.

Питанням розробки наукових засад розміщення гідрологічної мережі, оцінки впливу її щільності на можливі похибки розрахунку та прогнозу гідрологічних характеристик, а також оцінки економічної / соціальної значимості гідрологічної інформації опікується окрема гідрологічна дисципліна, що знаходиться на межі наукової та прикладної гідрології – «проекування та оцінка гідрологічних мереж». Із зазначеного питання опубліковано багато робіт, серед яких нижче розглянуто лише ті, що знайшли найбільше застосування у світовій практиці, зокрема, і в Україні.

На підставі результатів виконання Проекту з оцінки опорної гідрологічної мережі (WMO Basic Network Assessment Project) Всесвітня метеорологічна організація видала технічний документ [23], в якому наведено рекомендовану мінімальну щільність пунктів інструментальних спостережень за основними елементами водного балансу (опадами,

випаровуванням та річковим стоком) для окремих фізико-географічних районів. Згідно із зазначеним документом для річкових водозборів, розташованих у межах внутрішніх рівнинних або горбистих територій, мінімальна щільність гідрометричних постів повинна задовольняти умову – один пост припадає на 1875 км². Якщо застосувати цей підхід для оцінки щільності гідрометричної мережі в басейні Південного Бугу, то отримуємо наступні результати: для басейну річки вище с. Селище один пост з вимірювання витрати води припадає приблизно на 1800 км², для басейну річки вище с. Олександрівка – на 2700 км², для басейну річки до гирла – на 2900 км².

Геологічною службою США було розроблено два технічних прийоми з аналізу гідрологічних мереж на основі застосування регресійного аналізу: мережевий аналіз регіональної інформації (Network Analysis for Regional Information – NARI) [19] та мережевий аналіз з використанням узагальненого методу найменших квадратів (Network Analysis Using Generalized Least Squares – NAUGLS) [21].

У 1990-і роки з'явилися публікації, де описано застосування кластерного аналізу [17] та методу ентропії [18] для оцінки репрезентативності гідрологічної мережі.

Для території колишнього Радянського Союзу для розробки рекомендацій з розміщення та обґрунтування складу гідрологічної мережі (режимні та оперативні / інформаційні пости) застосовувався метод, розроблений колективом вчених Державного гідрологічного інституту під керівництвом Й.Ф. Карасьова [5, 6, 7, 16]. В основу методу покладено спільний аналіз просторових кореляційних функцій характеристик річкового стоку (середнього річного, максимального паводкового, літньо-осінньої та зимової межени) та матеріалів з гідрологічного районування – залежно від фізико-географічних умов формування елементів водного балансу річкових басейнів.

Головним завданням режимних гідрологічних постів є вивчення зональних закономірностей гідрологічного режиму – стоку річок та елементів водного балансу річкових басейнів, а також рівнів, похилів та гідравлічних елементів, що безпосередньо характеризують водні об'єкти. На території України спостерігається широтна зональність та вертикальна поясність (в Українських Карпатах та Гірському Криму) зміни річкового стоку. Однак просторова мінливість річкового стоку має ймовірнісний характер, тому його зональні значення виявляються лише в разі

віднесення їх до басейнів з гранично малими площами. При цьому зростає вплив азонільних чинників стоку (глибина ерозійного врізання русла, місцеві геологічні та геоморфологічні умови).

Науково-обґрунтований підхід до визначення кількості та розміщення пунктів гідрологічних спостережень передбачає проведення аналізу впливу зонільних та азонільних чинників на характеристики гідрологічного режиму. Це завдання може бути вирішене на основі гідрологічного районування / регіоналізації території, тобто визначення однорідних за фізико-географічними та гідрологічними умовами районів, у межах яких можливе проведення узагальнення характеристик річкового стоку. За критерій однорідності приймають водно-балансові співвідношення, від яких залежать елементи водного режиму.

За рекомендаціями П.С. Кузіна [8] гідрологічне районування здійснюють передусім з урахуванням умов формування річкового стоку на малих та середніх річках, які відображують зонільні зміни стоку. Ці річки становлять до 98-99 % усієї руслової мережі. Детальне гідрологічне районування річок України вміщено в серії монографій «Ресурси поверхневих вод СРСР, т.6, Україна и Молдавия, вып. 1-4». Зокрема, у басейні річки Південний Буг виділено три гідрологічних райони [12]:

Верхньобузський: р. Південний Буг до м. Сабарова, р. Іква – пгт Стара Синява, р. Згар – с. Літин, р. Рів – с. Демидівка, р. Соб – с. Зосів, р. Гнилий Тікич – пгт Лисянка, р. Велика Вись – с. Ямпіль, р. Ятрань – с. Покотилове, р. Синюха – с. Синюхін Брід;

Середньобузський: р. Савранка – с. Осички; р. Кодима – с. Катеринка; р. Чорний Ташлик – с. Лисянка; р. Мертвовід – с. Крива Пустош; р. Інгул – м. Кіровоград; р. Інгул – с. Седнівка;

Причорноморський: р. Південний Буг нижче м. Сабарів, р. Синюха нижче м. Синюхін Брід, р. Інгул нижче с. Седнівка.

У роботі [9] на підставі аналізу просторових кореляційних функцій для полів шару весняного стоку, суми опадів за холодний період року (з листопада по березень), температури повітря за березень (період, коли на річках південного заходу України найімовірніше проходження основної хвилі водопілля), індексів зволоження та промерзання ґрунту, розрахованих за методикою В.А. Романенка [13], показано, що степову зону Правобережної України можна розглядати як район з однорідними умовами формування шару весняного стоку.

Рекомендації Й.Ф. Карасьова та результати гідрологічного районування використав А.І. Шерешевський під час визначення мінімально необхідної мережі гідрологічних спостережень у басейні річки Південний Буг [15]. Зазначене дослідження виконувалось у три етапи:

віднесення річок басейну до певного гідрологічного району;

визначення коефіцієнтів кореляції між даними про річковий стік за рік, стік за весняний період, а також стік за літньо-осінню та зимову межень, визначених для постів окремих річок, та побудова кореляційної матриці для річок усього басейну;

аналіз кореляційних зв'язків між спостереженнями на всіх постах в одному гідрологічному районі.

Якщо річка розташовувалась у межах двох гідрологічних районів, кореляційний аналіз проводився для постів, розташованих по довжині однієї річки. Формулюючи пропозиції щодо удосконалення мережі гідрологічних спостережень, А.І. Шерешевський, крім значень коефіцієнтів кореляції, також брав до уваги функціональне призначення постів та обсяг інформації, який використовується для гідрологічного обслуговування споживачів. Проведений аналіз дозволив А.І. Шерешевському зробити висновок, що наявна в басейні ріки Південний Буг мережа інструментальних спостережень за річковим стоком є мінімально необхідною.

Питання раціоналізації мережі спостережень за стоком річкових наносів з використанням апарату кластерного аналізу розглянуто в роботі В.І. Вишневського [2]. Автор відмічає порівняно невелике сучасне використання даних про стік наносів, що обумовлено зменшенням водогосподарського будівництва, і пропонує припинити спостереження за твердим стоком на р. Синюха біля с. Синюхін Брід та р. Великий Куяльник біля с. Северинівка.

Незважаючи на наведені вище результати досліджень питання достатності мережі гідрологічних спостережень у басейні ріки Південний Буг, на наш погляд, вважати вичерпаним передчасно. Розроблення та впровадження в практику нових гідрологічних моделей та методів гідрологічних розрахунків та прогнозів висуватиме нові вимоги до обсягів вихідної інформації, насамперед, у частині інтеграції використання гідрологічних даних з даними метеорологічних спостережень, зокрема за опадами, температурою повітря, сніговим

покривом. За кордоном для цих цілей застосовується методичний підхід, що отримав назву «проекування інтегрованої мережі спостережень» [2].

Увага, яка приділяється цьому питанню за кордоном, пояснюється не лише необхідністю поліпшення якості «кінцевого продукту» гідрологічних досліджень – розрахунку та прогнозу гідрологічних характеристик, а й тим фактом, що в багатьох країнах світу метеорологічні та гідрологічні спостереження здійснюють різні відомства та організації.

В Україні ситуація сприятливіша: метеорологічні та гідрологічні спостереження зосереджено в одній державній структурі – гідрометеорологічній службі. Проте розвиток мереж метеорологічних та гідрологічних спостережень здійснювався фактично окремо, без врахування зростаючих вимог з боку нових методів/моделей гідрологічних розрахунків та прогнозів до обсягу та просторово-часового розподілу вихідної інформації. Тому треба очікувати, що науковці та практики ще не раз будуть повертатись до розгляду цього питання.

До питання врахування економічної/соціальної значимості гідрологічної інформації

Як відмічалось вище, в ході проектування / будівництва мережі гідрологічних спостережень доцільно оцінювати економічний та / або соціальний ефект від використання гідрологічної інформації в різних сферах людської діяльності. Однак у зв'язку з низкою організаційних та методичних труднощів економічна / соціальна значимість гідрологічних даних під час вирішення водогосподарських завдань не враховується. Разом з тим, значення економічної / соціальної сторони питання постійно зростає. Проектування та будівництво автоматизованих інформаційно-прогностичних гідрологічних мереж, як основи ефективної системи гідрологічного прогнозування та попередження, передбачає вкладення значних капітальних видатків, а подальша їхня експлуатація – поточних видатків з державного бюджету. Це змушує проводити оцінку економічної/соціальної ефективності використання гідрологічної інформації та прогнозів за допомогою порівняльного аналізу на основі використання принципу «порівняння витрат та вигод».

Приклади врахування економічної / соціальної значимості використання гідрологічної інформації під час побудови мереж гідрологічних спостережень, насамперед, для цілей гідрологічного

прогнозування та обслуговування споживачів, наведено в публікаціях [20, 22]. На наш погляд, настав час розпочати аналогічні дослідження і в Україні. Однак успіх проведення подібних досліджень залежатиме від того, наскільки вдасться під час їхнього проведення об'єднати зусилля фахівців усіх зацікавлених сторін: гідрометеорологічної служби, а також основних користувачів гідрологічної інформації та прогнозів – органів водного та комунального господарства, охорони природи, енергетики, транспорту тощо.

Деякі методичні та організаційні аспекти проведення таких досліджень в Україні для цілей поліпшення прогнозування річкових паводків розглянуто в роботі [10]. Автор пропонує порівнювати витрати коштів, пов'язані зі створенням автоматизованої мережі спостережень (АМС), із матеріальними збитками, які вдається попередити завдяки своєчасним запобіжним заходам.

АМС повинна забезпечувати надходження виміральної інформації із завчасністю, достатньою для вжиття запобіжних заходів для попередження суб'єктів господарювання, населення про загрозу формування річкового паводка з негативними наслідками, тобто повинна виконуватись вимога:

$$T_{зп} > T_{озз}, \quad (1)$$

де: $T_{зп}$ – завчасність прогнозу (попередження), $T_{озз}$ – мінімально необхідний час для організації запобіжних заходів.

Для визначення „економічної / соціальної доцільності” створення АМС пропонуємо використовувати безрозмірний коефіцієнт, який розраховується за формулою:

$$C_з = V_{амс} / V_{пз}, \quad (2)$$

де: $V_{амс}$ – загальна сума витрат коштів на створення та утримання АМС, $V_{пз}$ – загальна сума матеріальних збитків (у грошовому еквіваленті), які можуть бути попереджені протягом певного періоду часу.

Зрозуміло, що «економічно / соціально доцільна» автоматизована мережа спостережень буде тоді, коли величина $C_з < 1$.

Основним проблемним питанням під час визначення «економічної / соціальної доцільності» створення АМС є розрахунок параметра $V_{пз}$. Тут виникає низка як методичних, так і питань,

пов'язаних із достовірністю отриманих даних, необхідних для розрахунків, а також обґрунтованістю самої методики обрахунку збитків. Ускладнюється завдання розрахунку параметра у випадку, коли існує загроза життю людей, довкіллю, пам'ятникам історії чи архітектури.

З огляду на всі можливі труднощі, які пов'язані з оцінкою «економічної / соціальної доцільності» будівництва мереж автоматизованих гідрометеорологічних спостережень, цю роботу пропонуємо розпочати з виконання пілотного дослідження із залученням фахівців усіх зацікавлених сторін: гідрометеорологічної служби, а також основних користувачів гідрологічною інформацією та прогнозами.

Виносимо на розгляд наступний алгоритм дослідження.

1. Вибір річкового водозбору, для якого буде проведено дослідження.

2. Визначення кількості автоматизованих гідрологічних постів, виходячи з потреб необхідної точності та завчасності прогнозування (попередження) паводків.

3. Оцінка загальної вартості робіт із придбання, встановлення, введення в експлуатацію автоматизованих гідрологічних постів та середньорічних витрат на їхнє утримання, включаючи вартість передачі інформації каналами зв'язку.

4. Визначення можливих зон затоплення в ході формування та проходження паводків різної розрахункової забезпеченості.

5. Визначення об'єктів господарювання, об'єктів життєдіяльності населення, що можуть постраждати внаслідок паводків різної висоти, та суми ймовірних матеріальних збитків.

6. Визначення можливих збитків для довкілля з експертною оцінкою потенційних збитків у грошовому еквіваленті.

Висновки

У статті вперше зроблено спробу обґрунтувати важливість оцінки достатності мережі гідрологічних спостережень не лише з погляду її основного функціонального призначення – отримання необхідної інформації для вивчення просторово-часових закономірностей формування річкового стоку, а й з огляду на необхідність врахування економічного / соціального значення цієї інформації. Такий підхід дозволить перейти від сучасної практики «максимізації вмісту інформації» до «оптимізації економічної / соціальної цінності отриманих

даних», а також надасть можливість оцінити економічний ефект поліпшення гідрометеорологічного забезпечення галузей економіки та населення в результаті технічного та технологічного переоснащення гідрометеорологічної служби за кошти Державного бюджету України.

* *

1. *Бируля О.С.* Ріка Бог та її сточище. Матеріали до гідрології ріки та використання її енергії. – Вінниця: Віндерждрук. – 1928. – 94 с.
2. *Вишневецький В.І.* Про раціоналізацію спостережень за стоком річкових наносів. – Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2000. – Вип. 248. – С. 123-137.
3. *Вишневецький В.І., Косовець О.О.* Гідрологічні характеристики річок України. – К.: Ніка-центр, 2003, 323 с.
4. *Вінник М.М., Манукало В.О., Шерешевський А.І.* Гідрологічна вивченість, водний, термічний та льодовий режим / Малі річки України. Довідник / Під ред. *А.В. Яцика.* – К.: Урожай. – 1991. – 294 с.
5. *Воскресенский О.Б., Явойская Н.В.* Методические основы преобразования речной гидрологической сети в новых экономических условиях // Метеорология и гидрология, 2002 – № 4, – С. 93-107.
6. *Карасев И.Ф.* О принципах размещения и перспективах развития гидрологической сети. – Тр. ГГИ. – 1968. – Вып. 164. – С. 3-36.
7. *Карасев И.Ф.* О структуре и принципах рационального размещения опорной гидрологической сети // Метеорология и гидрология. – 1972. – №5, С.51-62.
8. *Кузин П.С.* О методике и практических приемах гидрологического районирования. – Тр. ГГИ, 1965. – Вып. 126. – С. 153-166.
9. *Манукало В.О.* Расчет максимального весеннего стока малых рек степной зоны Правобережной Украины и Молдовы. – Тр. УкрНИГМИ, 1991. – Вып. 240. – С. 3-17.
10. *Манукало В.А.* Оценка эффективности создания автоматизированной гидрометеорологической сети наблюдений для прогнозирования речных паводков на основе использования метода «социальной значимости». Материалы научно-практической конф. Вода и окружающая среда. 2009, К.
11. *Оппоков Е.В.* Водные богатства Украины. – Х.: Гос. изд-во Украины, 1925, – 160 с.
12. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 6, Украина и Молдавия. Вып. 1. Западная Украина и Молдавия. – 884 с.
13. *Романенко В.А.* Расчет и прогноз объема весеннего половодья малых рек Украины по территориально-общим зависимостям. Тр. УкрНИГМИ, 1963. – Вып. 39. – С. 14-29.

14. *Швец Г.И.* Начало гидрологических наблюдений на реках Украины. Тр. УкрНИГМИ. – Вып. 51. – Л. – 1965.
15. *Шерешевский А.И., Коваленко Л.Н.* О рационализации наблюдений за стоком наносов на реках Украины. – Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2000. – Вип. 248. – С. 116-122.
16. *Шестакова Р.А.* О принципах размещения информационных гидрологических постов. – Тр. ГГИ, 1968. – Вып. 164. – С. 49-55.
17. *Burn D.H. and Goulter I.C.* An approach to the rationalization of streamflow networks. J. Hydrol., 1991, No 122. – P. 71-91.
18. Hydrometric Monitoring and its Development in the Nordic Countries. Edited by: M. Puupponen. Finish Environment Institute, 1996. – 108 p.
19. *Moss M.E., Gilroy E.J., Tasker G.D., Karlinger M.R.* Design of surface-water data networks for regional information. USGS Water Supply Paper 2178, 1982, Washington, D.C., USA.
20. *Pasoi I.* “Economic – Precision” for Optimizing the Hydrometrical Network for the Hydrological Forecast. Proceedings of the XXI Conference of the Danube Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. – 2002, Bucharest, Romania.
21. *Tasker G.D.* Generating efficient gauging plans for regional information. In: Integrated Models for Hydrological Networks, ed. M.E. Moss, Proc. Budapest Symp., IAHS Publ., 1986, No 158. – P. 269-281.
22. World Meteorological Organization. Cost-benefit Assessment Techniques and User Requirements for Hydrological Data. Operational Hydrology report No 32, 1990.
23. World Meteorological Organization. Guide to Hydrological Practices, Fifth Edition, TD No.168, 1994.

*Український науково-дослідний
гідрометеорологічний інститут, Київ*

Манукало В.А.

Сеть гидрологических наблюдений в бассейне реки Южный Буг: история развития, современное состояние и возможности

Рассмотрено историю развития сети гидрологических наблюдений в бассейне реки Южный Буг; выполнено оценку достаточности густоты существующей сети наблюдений для решения научных и практических задач; подчеркнута

важность учета экономической / социальной значимости гидрологической информации при проектировании сетей гидрологических наблюдений.

Ключевые слова: Южный Буг, сеть наблюдений, достаточность, экономическая/социальная значимость.

Manukalo V.

Network of the hydrological observations in the Southern Bug river basin: the history of development, the current status and opportunities

History of the development of hydrological observations network in the Southern Bug river basin has been considered; adequacy of the density of existing observation network for scientific and practical issues has been estimated; importance of the economic / social significance of hydrological information in the design of hydrological observation networks has been emphasized.

Keywords: Southern Bug river, observation network, adequacy, economic/social significance.