



ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ ЗОВНІШНЬОГО ВОДООБМІНУ НА ДНІПРОВСЬКИХ ВОДОСХОВИЩАХ У СУЧАСНИХ ЇХ ПАРАМЕТРАХ

Проведено зіставлення показників інтенсивності зовнішнього водообміну для дуже маловодного 2015 року на дніпровських водосховищах у проектних і сучасних їх параметрах.

Ключові слова: водосховище, акваторія, параметри, моніторинг, показник інтенсивність, водообмін

Вступ та постановка проблеми. У другій половині ХХ століття значно зросло господарське використання водних ресурсів в інтересах водоемних галузей промислового виробництва та гідроенергетики, що призвело до бурхливого будівництва водосховищ з метою їх комплексного використання для вироблення електроенергії, водопостачання, забезпечення транспортних глибин, зрошування, рибництва, рекреації [1]. Але таке використання водних ресурсів, особливо в каскаді, ускладнюється рядом суперечностей у розробці режимів їх експлуатації і вимагає постійного моніторингу, особливо в умовах мінливого клімату. Сьогодні на каскаді дніпровських водосховищ склався сучасний експлуатаційний режим але потребує також удосконалення.

Зазначимо, що експлуатація водосховищ на Дніпрі створила ряд економіко-екологічних проблем: створення мілководь, руйнування берегів, замулення та антропогенне забруднення їх акваторій, зміна їх параметрів, порушення водообміну і погіршення якості води та ін. [2–5].

В 1996–1998 рр. на основі аналізу матеріалів багаторічних систематичних спостережень і проведених природоохоронних заходів виконана оцінка екологічного стану водосховищ каскаду та виявлено перспективи їх оздоровлення, за якими підготовлені Рекомендації [5].

Однією з екологічних проблем сучасних водосховищ є внутрішній і зовнішній водообмін у них і якість води, яким у минулому столітті приділяли увагу багато вчених. З плином часу їх експлуатації в них відбулися зміни і в результати минулих досліджень необхідно внести відповідні поправки.

Мета роботи є дослідження і зіставлення інтенсивності зовнішнього водообміну в дуже маловодном 2015 році на шести дніпровських водосховищах у проектних і сучасних їх параметрах.

Основними матеріалами досліджень є реальні показники водних балансів по шести дніпровських водосховищах за дуже маловодний 2015 рік, проектні довідкові [1] і сучасні [6–9] їх параметри.

Дніпро — третя з великих річок Європи, має довжину 2285 км, а в межах України 1121 км. Загальна водозбірна площа басейну Дніпра — 503,6 тис. км², у межах України — 293 тис. км² (55%). Середній багаторічний стік Дніпра в гирлі становить 53,5 млрд м³ [8].

Схема комплексного використання водних ресурсів Дніпра дозволила на шести збудованих ГЕС каскаду отримати з потенційних гідроенергетичних ресурсів в 14,6 млрд кВт·год близько 10 млрд кВт·год гідроенергії, створити глибоководний транспортний шлях довжиною понад 1000 км, забезпечити водою багатогалузевий господарський комплекс та комунально-побутові потреби населення.

Дніпровський каскад гідровузлів будувався з 1927 по 1976 рік. Встановлена потужність шести ГЕС разом з Київською ГАЕС після здійснення реконструкції гідроенергетичного обладнання на ряді ГЕС — біля 4000 МВт.

За проектними даними [1] повний об'єм водосховищ каскаду дорівнює 43,58 км³, а корисний — 18,45 км³ (Київське — 1,17 км³, Канівське — 0,30, Кременчуцьке — 9,07, Середньодніпровське (Дніпродзержинське) — 0,30, Дніпровське — 0,83, Каховське — 6,78). Площа шести водосховищ каскаду при нормальному підпертому рівні становить 6885 км² (Київське — 922 км², Канівське — 642, Кременчуцьке — 2252, Середньодніпровське — 567, Дніпровське — 410, Каховське — 2155), а при рівні мертвого об'єму — 4797 км². Загальна довжина водосховищ дорівнює 890 км, берегової лінії — 3079 км. Сумарна площа мілководь до 2 м — 1341 км², а до 1 м — 635 км².

Сучасні параметри дніпровських водосховищ отримані на основі обробки супутникових знімків в останні роки [7]: сучасна площа при нормальному підпертому рівні Київського водосховища — 823,7 км², Канівського — 513,7, Кременчуцького — 2090,1, Середньодніпровське — 526,1, Дніпровського — 300,0, Каховського — 2131,2. Сучасний корисний об'єм водосховищ каскаду: Київське — 1,05 км³, Канівське — 0,25, Кременчуцьке — 8,32, Середньодніпровське — 0,25, Дніпровське — 0,61, Каховське — 6,68. Сучасний сумарний корисний об'єм шести водосховищ Дніпровського каскаду становить 17,2 км³.

Результати досліджень та їх аналіз. Інтенсивність зовнішнього водообміну водосховища включає горизонтальну і вертикальну його складові. До горизонтальних складових зовнішнього водообміну відносять приплив води у водосховище (по основній річці і бічний), а також стік води з водосховища через гідровузел. Вертикальна складова враховує випадання атмосферних опадів на водну поверхню водосховища і випаровування з



Таблиця 1. Показники зовнішнього водообміну T_u (років/днів) в 2015 році на дніпровських водосховищах у проектних параметрах

Водосховище Місяць	Київське	Канівське	Кременчуцьке	Середньо дніпровське	Дніпровське	Каховське
I	2,15 / 785	1,38 / 503	4,63 / 1690	1,11 / 405	1,41 / 513	7,35 / 2684
II	1,60 / 585	1,05 / 384	3,55 / 1294	0,895 / 327	1,15 / 418	6,49 / 2370
III	1,31 / 478	0,82 / 298	3,83 / 1398	1,15 / 420	1,44 / 526	8,93 / 3259
IV	1,54 / 563	0,83 / 301	5,18 / 1891	1,78 / 651	2,12 / 773	10,53 / 3842
V	1,92 / 699	0,995 / 363	5,92 / 2160	1,40 / 510	1,76 / 643	9,17 / 3349
VI	3,10 / 1133	1,62 / 592	8,20 / 2992	1,74 / 635	2,26 / 824	10,42 / 3802
VII	3,85 / 1404	2,05 / 748	7,58 / 2765	1,21 / 441	1,53 / 557	8,06 / 2942
VIII	4,27 / 1560	2,25 / 820	7,87 / 2874	1,33 / 487	1,77 / 646	8,55 / 3120
IX	5,10 / 1862	2,87 / 1046	9,17 / 3349	1,68 / 613	2,26 / 824	12,34 / 4506
X	4,55 / 1659	2,83 / 1034	10,0 / 3650	2,01 / 734	2,66 / 971	14,29 / 5214
XI	3,41 / 1246	1,96 / 714	7,25 / 2645	1,65 / 601	2,12 / 775	11,90 / 4345
XII	2,65 / 966	1,51 / 552	5,21 / 1901	1,18 / 431	1,48 / 540	8,62 / 3146

його поверхні. Ця складова іноді істотно впливає на показники зовнішнього водообміну у річному аспекті. У річному аспекті враховуються й інші складові водного балансу водойми – скидання у водосховище побутових стічних вод, забір води на господарські потреби та ін.

За методикою Штефана В.Н., Литвинова А.С., Калініна Р.П. і Караушева А.В. [10] по розрахованим коефіцієнтам інтенсивності K_v були отримані показники зовнішнього водообміну T_u у дуже маловодному 2015 році для шести водосховищ каскаду на основі *проектних* (Табл. 1) і *сучасних* (Табл. 2) їх параметрів. Коефіцієнти інтенсивності K_v визначалися як відношення суми припливу і витрати води з водосховища до подвоєного середнього об'єму водосховища за розрахунковий період. Показники зовнішнього водообміну водосховищ T_u в одиницях часу розраховані як величина зворотна відповідним коефіцієнтам інтенсивності зовнішнього водообміну водосховищ K_v .

На Рис. 1 наведені порівняльні характеристики інтенсивності зовнішнього водообміну T_u (років) шести водосховищ каскаду в *проектних* і *сучасних* їх параметрах. Відзначимо, що чим більше коефіцієнт інтенсивності зовнішнього водообміну K_v і менше показник зовнішнього водообміну T_u , тим інтенсивніше зовнішній водообмін водойми.

Зазначимо, що згідно з дослідженнями та рекомендаціями [7] сучасні параметри кожного з шести водосховищ каскаду зменшилися на свою пропорційну величину. Розрахунки інтенсивності зовнішнього водообміну у водосховищах показали відповідне їй посилення: на Київському водосховищі на 10,66 %, Канівському – 20 %, Кременчуцькому – 7,1%, Кам'янському – 7,2 %, Дніпровському – 28 %, Каховському – 1,1%. Чим значніше зменшилися параметри водосховища, тим значніше зростала інтенсивність його зовнішнього водообміну. Цьому також буде сприяти відповідне зростання їх максимальних витрат при регулюванні стоку водосховищами в сучасних параметрах.

Показники зовнішнього водообміну в одиницях часу у річному аспекті дуже маловодного 2015 року для дніпровських водосховищ: в *проектних* параметрах дорівнює Київське – 0,203 років або 74 дні, Канівське – 0,117 (43) , Кременчуцьке – 0,502 (183), Дніпродзержинське – 0,113 (41), Дніпровське – 0,144 (53), Каховське – 0,770 (281), а в *сучасних* параметрах: Київське – 0,181 (66), Канівське – 0,094 (34), Кременчуцьке – 0,466 (170), Середньодніпровське – 0,105 (38), Дніпровське – 0,105 (38), Каховське – 0,76 (278) [10].

Для порівняння показники зовнішнього водообміну у річному аспекті для Київського водосхо-

Таблиця 2. Показники зовнішнього водообміну T_u (років/днів) у 2015 році на дніпровських водосховищах у сучасних параметрах

Водосховище Місяць	Київське	Канівське	Кременчуцьке	Середньо дніпровське	Дніпровське	Каховське
I	1,92 / 701	1,10 / 403	4,30 / 1570	1,03 / 376	1,02 / 372	7,27 / 2654
II	1,43 / 522	0,84 / 307	3,30 / 1204	0,83 / 303	0,82 / 298	6,42 / 2344
III	1,17 / 427	0,66 / 239	3,56 / 1298	1,07 / 389	1,06 / 387	8,83 / 3223
IV	1,37 / 502	0,66 / 242	4,81 / 1756	1,65 / 603	1,52 / 554	10,41 / 3800
V	1,71 / 626	0,80 / 291	5,50 / 2007	1,30 / 474	1,28 / 467	9,07 / 3312
VI	2,77 / 1011	1,30 / 473	7,62 / 2780	1,61 / 589	1,63 / 595	10,30 / 3760
VII	3,44 / 1255	1,64 / 599	7,04 / 2570	1,12 / 410	1,10 / 401	7,97 / 2910
VIII	3,81 / 1392	1,80 / 657	7,31 / 2668	1,23 / 450	1,25 / 456	8,45 / 3086
IX	4,56 / 1663	2,30 / 838	8,52 / 3109	1,56 / 569	1,62 / 591	12,20 / 4456
X	4,06 / 1484	2,26 / 826	9,29 / 3390	1,865 / 681	1,90 / 695	14,13 / 5157
XI	3,05 / 1112	1,57 / 572	6,73 / 2458	1,53 / 559	1,52 / 555	11,77 / 4297
XII	2,37 / 864	1,21 / 441	4,84 / 1766	1,09 / 400	1,07 / 391	8,52 / 3111



вища у багатоводному 1970 р. дорівнювали 0,062 років або 23 дні, у маловодному 1972 р. 0,136 (50), Канівського – у багатоводному 1998 р. – 0,037 років або 13 днів, у маловодному 1984 р. – 0,073 (27), Кременчуцького – у багатоводному 1970 р. – 0,13 (47), у маловодному 1972 р. – 0,297 (108), Середньодніпровському – у багатоводному 1970 р. – 0,031 (11), у маловодному 1972 р. – 0,072 (26), Дніпровського – у багатоводному 1970 р. – 0,039 (14), у маловодному 1972 р. – 0,099 (36), Каховського – у багатоводному 1970 р. – 0,21 (77), у маловодному 1972 р. – 0,59 (215) [10].

В Табл. 1 і 2 виділені максимальні і мінімальні показники зовнішнього водообміну T_y (років/днів) по кожному водосховищу каскаду. Зазначимо, що мінімальні показники для двох верхніх водосховищ каскаду спостерігаються в березні, а для решти чотирьох – в лютому 2015 р., максимальні показники для тих же двох водосховищ – у вересні, а для чотирьох – у жовтні. Серед шести водосховищ найбільші мінімальні і максимальні показники зовнішнього водообміну у дуже маловодному 2015 році спостерігаються на великих Кременчуцькому та Каховському, а найменші – на Канівському і Дніпродзержинському.

Період між мінімальними і максимальними показниками зовнішнього водообміну на Київському та Канівському водосховищах складає п'ять місяців, на інших чотирьох – сім. У ті ж місяці ці показники зовнішнього водообміну спостерігаються в Табл. 2.

Висновки

1. Проведені дослідження і отримані результати показали значущість обліку в розрахунках зовнішнього водообміну дніпровських водосховищ змін їх параметрів після тривалої їх експлуатації.
2. Зазначимо вплив на інтенсивність зовнішнього водообміну об'ємів водосховищ каскаду і фази їх експлуатації, що підтверджується показниками його інтенсивності на Каховському та Кременчуцькому водосховищах.
3. Отримані результати повинні допомогти при розробці режимів експлуатації дніпровських водосховищ з урахуванням економіко-екологічного фактора в умовах змін клімату з метою інтенсифікації процесів внутрішнього і зовнішнього їх водообміну, водообновлення та поліпшення якості води.
4. Модернізація обладнання існуючих ГЕС Дніпровського каскаду і ряд водогосподарських заходів на їх водосховищах, які проводяться в останні роки, дозволять підвищити їх потужність і вироблення екологічно чистої енергії, а також поліпшать використання водних ресурсів в басейні Дніпра.

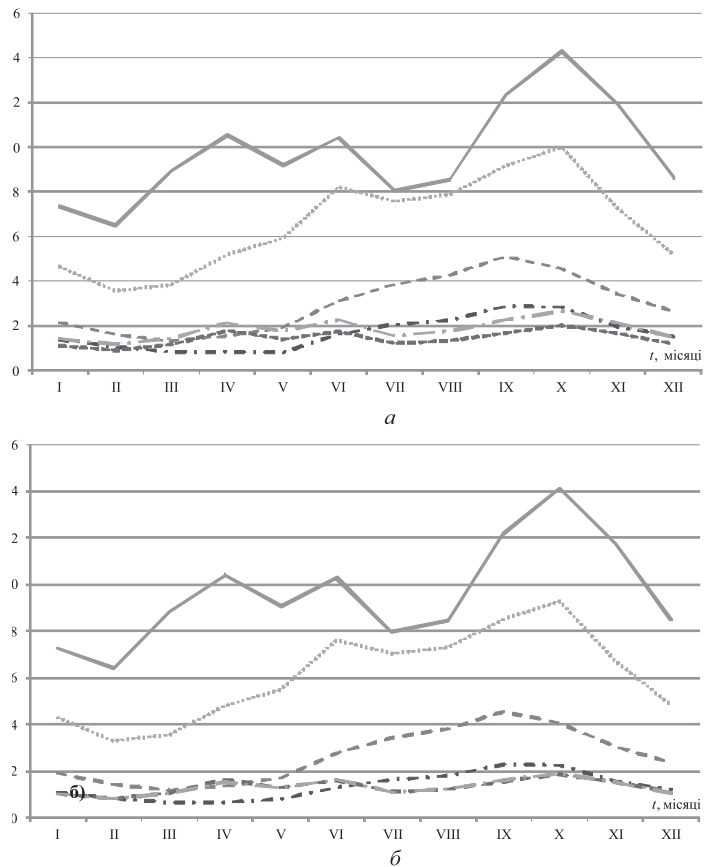


Рис. 1. Графіки показників зовнішнього водообміну $T_y = f(t)$ для дуже маловодного 2015 р. на Дніпровських водосховищах; 1 – Київське, 2 – Канівське, 3 – Кременчуцьке, 4 – Кам'янське, 5 – Середньодніпровське, 6 – Каховське: а) для проектних параметрів; б) для сучасних параметрів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гидроэлектростанции Советского Союза* // Справочник. – М.: Гидропроект, ч.1, 1978. – 351 с.
2. *Обухов Е.В.* Экономико-экологический фактор в развитии гидроэнергетики: Монография. – Одесса: Консалтинг, 1995. – 166 с.
3. *Обухов Е.В.* Экономико-экологичні оцінки проектів великих українських водосховищ: Монографія. – Одеса: ТОВ "ІНВАІТ", 2008. – 100 с.
4. *Обухов Е.В.* Оценка комплексного использования водных ресурсов Каховского водохранилища за 60 лет эксплуатации // Научный журнал "Экономика Украины". – 2017. – № 1 (654). – С. 31 – 40.
5. *Рекомендації* щодо поліпшення екологічного стану прибережних територій дніпровських водосховищ / За ред. В.Я.Шевчука. – К.: КСП, 1999. – 182 с.
6. *Стародубцев В.М., Струк В.С., Урбан Б.В., Дремлюга И.М.* Экологические проблемы Сулинского залива Кременчугского водохранилища // Материалы 4 Межд. Эколог. Форума "Чистый ГОРОД, Чистая РЕКА. Чистая ПЛАНЕТА". – Херсон: ХТГПП, 2012. – С.207–211.
7. *Вишневський В., Шевчук С., Шевченко І.* Сучасні розміри дніпровських водосховищ // Водне господарство України. – 2017. – № 4. – С. 23–29.
8. *Вишневський В.І.* Ріка Дніпро / В.І.Вишневський // К.: Інтерпрес ЛТД, 2011. – 384 с.
9. *Визначення* актуальних екологічних параметрів дніпровських водосховищ за допомогою геоінформаційних технологій / А.Г.Шапар, О.О.Скрипник, О.С.Тараненко, Д.Д.Дубовик // Екологія і природокористування. – 2014. – Вип.18. – С.139–140.
10. *Обухов Е.В.* Внешний водообмен Днепровского каскада водохранилищ: Монография. – Одесса: Полиграф, 2017. – 100 с.