

УДК 556.552

Є.В.Обухов¹, докт.екон.наук, канд.техн.наук, професор, акад. МАНЕБ (Одеса), Є.П.Корецький, зав. гідрологічного відділу Каховської гідрометеорологічної Обсерваторії (Херсонська обл., Бериславський р-н, с. Веселе)

Оцінка інтенсивності зовнішнього водообміну водосховищ Дніпровського каскаду в умовах зміни клімату

На основі складових водних балансів проведено дослідження зовнішнього водообміну на шести дніпровських водосховищах за період їх експлуатації до 2015 р. з урахуванням водності року. Проведено порівняння показників інтенсивності зовнішнього водообміну водосховищ Дніпровського каскаду по водності року. Результати досліджень можуть бути корисними при формуванні гідрохімічного та розробці експлуатаційного режиму водосховищ в умовах зміни клімату. Бібл. 10, рис. 6.

Ключові слова: водосховище, водний баланс, водообмін, інтенсивність, показник, коефіцієнт, каскад, клімат.

Orcid: ¹0000-0002-0726-5736

Вступ. Комплексне використання каскадів річкових водоймищ різними водоспоживачами та водокористувачами ускладнюється рядом суперечностей у розробці режимів їх експлуатації, що вимагає їх моніторингу, узагальнення та аналізу результатів спостережень і постійного вдосконалення режимів, особливо в умовах зміни клімату.

Однією з найважливіших характеристик сучасного стану водосховищ є внутрішній і зовнішній водообмін у них і якість води. Цим питанням у минулому столітті приділяли увагу багато вчених і дослідницькі організації, але пройшло достатньо часу, щоб внести відповідні поправки [1–10] в результати минулих досліджень.

На Дніпровському каскаді водосховищ в результаті багаторічних погоджень багатогалузевих і внутрішньогалузевих протиріч склався сучасний експлуатаційний режим, який в умовах розпочатої реконструкції каскаду також потребує подальшого вдосконалення.

Метою даної роботи є дослідження інтенсивності зовнішнього водообміну на працюючих у каскаді шести дніпровських водосховищах з урахуванням водності року експлуатації, горизонтальної та вертикальної складових водообміну і їх господарського використання до 2015 року.

Основними матеріалами дослідження є реальні водобалансові показники по п'яти дніпровських

водосховищах за багатоводний 1970 рік ($p = 1,89\%$ – за 55 років експлуатації Кременчуцького водосховища), маловодний 1972 рік ($p = 92,45\%$ аналогічно) і по шести водосховищах каскаду за 2015 дуже маловодний рік ($p = 98,21\%$ аналогічно) їх експлуатації. Канівський гідровузол був введений в експлуатацію у 1976 році.

Дніпро – третя з великих річок Європи. Довжина річки 2285 км, у 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, з яких 85% стоку формується у верхній його частині, до Києва.

Потенційні гідроенергетичні ресурси Дніпра оцінюються в 14,6 млрд кВт·год електроенергії у середній за водністю рік. Схема комплексного використання водних ресурсів Дніпра дозволила отримати близько 10 млрд кВт·год гідроенергії. Встановлена потужність Київської, Канівської, Кременчуцької, Дніпродзержинської, Дніпровської та Каховської ГЕС разом із Київською ГАЕС становить 3905 МВт, а середній річний виробіток електроенергії шести ГЕС дорівнює 9274 млн кВт·год при встановленій потужності 3680 МВт.

Пропускна здатність ГЕС при нормальному підпертому рівні (НПР), м³/с: Київської – 5600, Канівської – 7300, Кременчуцької – 5400, Дніп-

родзержинської – 4200, Дніпровської – 4950, Каховської – 2600.

Повний об'єм водосховищ каскаду дорівнює 43,58 км³, а корисний – 18,3 км³. Площа шести водосховищ при НІП становить 6885 км², а при рівні мертвого об'єму (РМО) – 4797 км². Загальна довжина водосховищ дорівнює 890 км, берегової лінії – 3079 км.

Результати досліджень та їх аналіз. Показники зовнішнього водообміну водосховищ T_y в часових одиницях – величина зворотна відповідним коефіцієнтам інтенсивності зовнішнього водообміну K_v , які визначаються як відношення суми припливу і витрати води з водосховища до подвоєного середнього об'єму водосховища за розрахунковий період і включають горизонтальну складову (приплив води по основній річці і бічний, а також стік води з водосховища через гідровузол) і вертикальну (атмосферні опади на водну поверхню і випаровування з неї). Відзначимо також врахування скидів у водосховище стічних та побутових вод, забір води на господарські потреби та ін.

Коефіцієнти інтенсивності зовнішнього водообміну K_v з урахуванням всіх складових водного балансу водойми визначалися за формулою А.С.Литвинова:

$$K_v = (\Sigma W_{np} + \Sigma W_{vt}) / 2V, \quad (1)$$

де ΣW_{np} – об'єм сумарного припливу до водо-

сховища; ΣW_{vt} – об'єм сумарної витрати з водосховища; V – середній об'єм води у водосховищі за розрахунковий інтервал часу, а показники T_y зовнішнього водообміну в часових одиницях – за формулою Р.П.Калініна і А.В.Караушева:

$$T_y = 1 / K_v. \quad (2)$$

Використовуючи викладену в [1, 4, 5, 8] методику, були розраховані показники зовнішнього водообміну T_y для п'яти дніпровських водосховищ у характерні по водності роки (1970 і 1972) і для шести водосховищ каскаду за дуже маловодний 2015 рік (період їх експлуатації до 2015 року).

Київське водосховище – перша сходинка в складі Дніпровського каскаду, на якій здійснюється обмежене сезонне регулювання стоку.

Площа водозбору – 239000 км². Середньобаторічний стік – 33,1 км³. Повна і корисна ємність водосховища відповідно 3,73 і 1,17 км³.

Об'єм припливу води у водосховище в багатоводному 1970 році дорівнює 58,94 км³, а витрати з водосховища – 54,88 км³, у маловодному 1972 році приплив становив 25,28 км³, витрата – 24,86 км³, а в дуже маловодному 2015 році приплив 16,5 км³, витрати – 16,4 км³.

Для Київського водосховища максимальні показники зовнішнього водообміну T_y у багатоводному 1970 році спостерігаються у вересні – 2,17 років, мінімальні у квітні – 0,19 років (рис. 1).

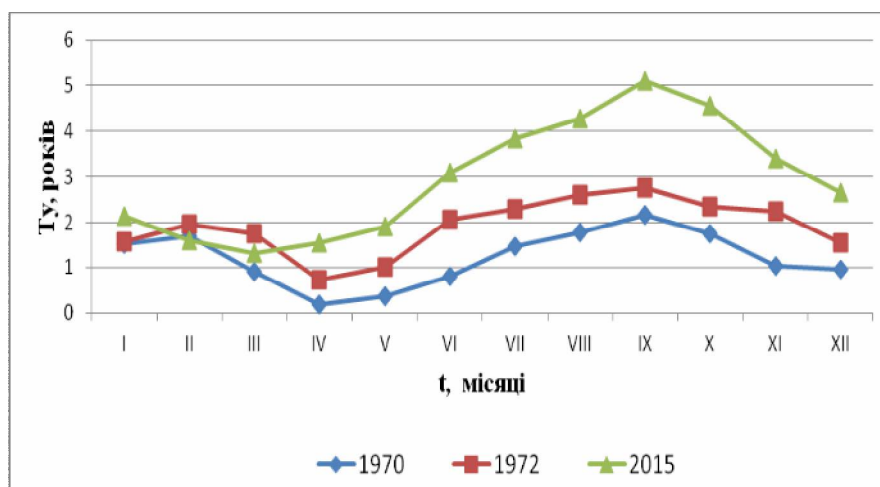


Рис. 1. Графік зміни показників зовнішнього водообміну на Київському водосховищі.

Для маловодного 1972 року експлуатації Київського водосховища максимальні показники зовнішнього водообміну T_u спостерігаються також у вересні – 2,75 років, мінімальні у квітні – 0,71 років, а для дуже маловодного 2015 року експлуатації водосховища максимальні показники зовнішнього водообміну T_u – у вересні – 5,10 років, мінімальні у березні – 1,31 років.

Зіставляючи показники інтенсивності зовнішнього водообміну на Київському водосховищі у багатоводному і маловодних роках його експлуатації, відзначимо ідентичний характер кривих $T_u = f(t)$ зі значним перевищенням часових значень 2015 року.

Показники зовнішнього водообміну в одиницях часу в річному аспекті для Київського водосховища становлять у багатоводному році 0,062 років (23 дні), в маловодному – 0,136 років (50 днів), а в дуже маловодному – 0,203 (74 дні).

Канівське водосховище – друга сходинка в складі Дніпровського каскаду, на якій здійснюється тижневе і добове регулювання стоку.

Площа водозбору – 336000 км². Середньо-багаторічний стік – 43,9 км³. Повна і корисна ємність його відповідно 2,62 і 0,28 км³.

Обсяг припливу за дуже маловодний 2015 рік становив 22,2 км³, а витрата з водосховища – 21,6 км³.

Для Канівського водосховища максимальні показники зовнішнього водообміну T_u в дуже маловодному 2015 році спостерігаються у вересні – 2,87 років, мінімальні у березні – 0,82 років (рис. 2).

Показник зовнішнього водообміну в одиницях часу в річному аспекті для Канівського водосховища в дуже маловодному 2015 році становить 0,117 років (43 дні).

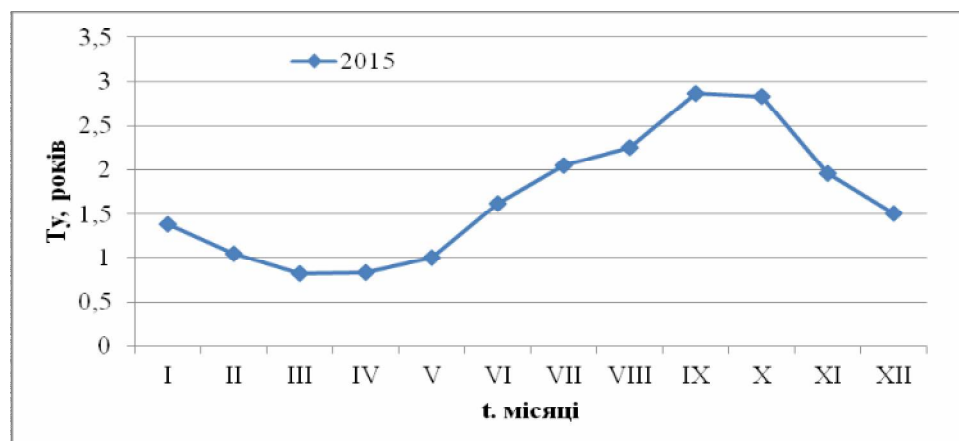


Рис. 2. Графік зміни показників зовнішнього водообміну на Канівському водосховищі.

Кременчуцьке водосховище – третя сходинка в складі Дніпровського каскаду – є основним регулятором і здійснює річне регулювання стоку з переходом до багаторічного.

Площа водозбору – 382000 км². Середньо-багаторічний стік – 47,8 км³. Повна і корисна ємність водосховища відповідно – 13,52 і 9,07 км³.

Об'єм припливу у водосховище за багатоводний 1970 рік становив 84,4 км³, витрата з водосховища – 75,55 км³, в маловодному 1972 році приплив дорівнював 35,44 км³, витрата – 32,67 км³, а в дуже маловодному 2015 році приплив – 22,2 км³, витрата – 21,2 км³.

Для Кременчуцького водосховища максимальні показники зовнішнього водообміну T_u , тобто протягом якого часу (при даних водобалансових параметрах водосховища за місяць) відбудеться зміна маси води у водоймі, складають 4,72 років за даними вересня багатоводного року, 5,29 років за даними вересня маловодного 1972 року, 10 років у жовтні дуже маловодного 2015 року, а мінімальні показники зовнішнього водообміну – 0,47 років у квітні багатоводного року, 1,97 років у січні маловодного 1972 року і 3,55 років у лютому 2015 року. Відзначимо майже у два рази зростання показників водообміну в дуже маловодному 2015 році (рис. 3).

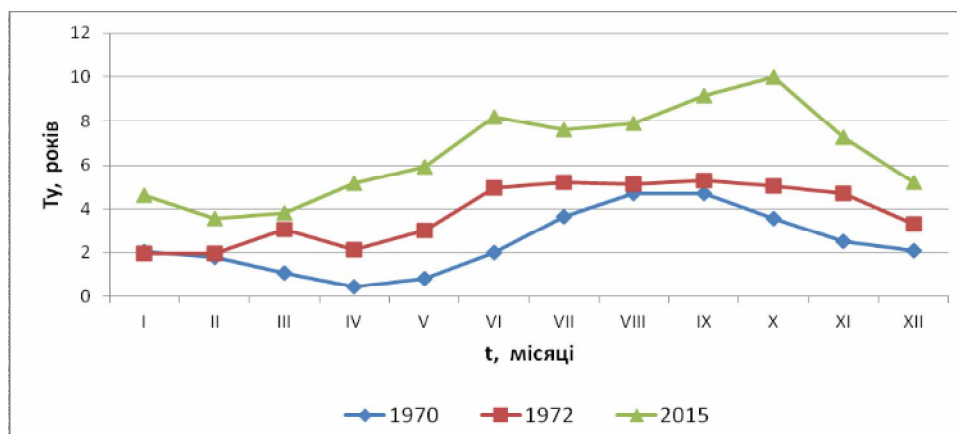


Рис. 3. Графік зміни показників зовнішнього водообміну на Кременчуцькому водосховищі.

Показники зовнішнього водообміну в одиницях часу в річному аспекті для Кременчуцького водосховища в багатоводному році становлять 0,13 років (47 днів), в маловодному – 0,297 років (108 днів), а в дуже маловодному – 0,502 (183 дні).

Дніпродзержинське водосховище – четверта сходинка в складі Дніпровського каскаду, на якій здійснюється добове і тижневе регулювання стоку.

Площа водозбору – 434000 км². Середньобагаторічний стік – 52 км³. Повна і корисна ємність водосховища становить відповідно 2,46 і 0,3 км³.

Об'єм припливу води у водосховище в багатоводному 1970 році становив 81,24 км³, витрата з водосховища – 79,82 км³, у маловодному 1972 році об'єм припливу дорівнював 34,2 км³, витрата з водосховища – 33,0 км³, а в дуже маловодному 2015 році приплив – 21,2 км³, витрата – 22,2 км³.

Для Дніпродзержинського водосховища максимальні показники зовнішнього водообміну

у багатоводному 1970 році спостерігаються в серпні – 0,93 років, мінімальні в травні – 0,15 років; для маловодного 1972 року експлуатації водосховища максимальні показники в березні – 1,53 років, мінімальні у січні – 0,46 років, а для дуже маловодного 2015 року максимальні у жовтні – 2,01 років, мінімальні у лютому – 0,89 років.

Зіставляючи показники зовнішнього водообміну на Дніпродзержинському водосховищі у багатоводному і маловодних роках його експлуатації, відзначимо помітне їх зростання в 2015 році (рис. 4).

Показники зовнішнього водообміну в одиницях часу в річному аспекті для Дніпродзержинського водосховища в багатоводному році становлять 0,031 років (11 днів), у маловодному – 0,072 років (26 днів), а в дуже маловодному – 0,113 років (41 день).

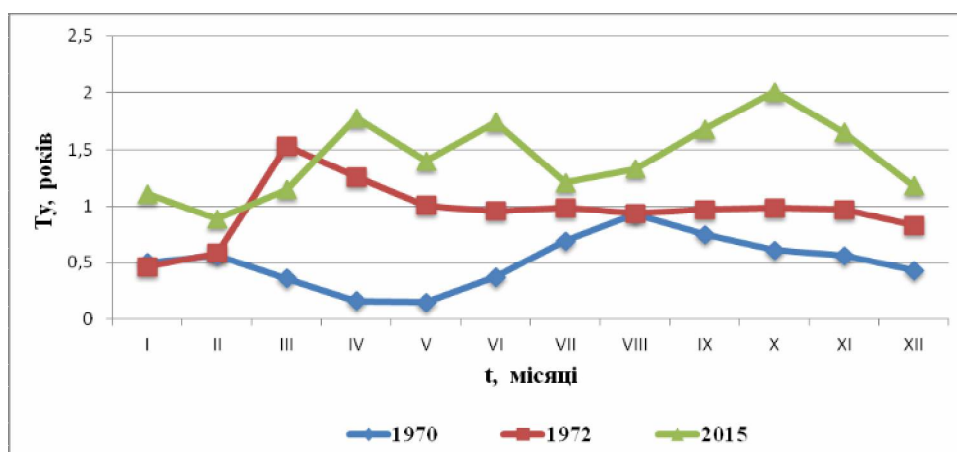


Рис. 4. Графік зміни показників зовнішнього водообміну на Дніпродзержинському водосховищі.

Дніпровське водосховище – п'ята сходинка в складі Дніпровського каскаду, на якій здійснюється добове і тижневе регулювання стоку.

Площа водозбору – 464000 км². Середньобаторічний стік – 52,3 км³. Повна і корисна ємність водосховища відповідно 3,33 і 0,83 км³.

Об'єм припливу води у водосховище за багатоводний 1970 рік становив 82,39 км³, витрата з водосховища – 84,66 км³, в маловодному 1972 році об'єм припливу дорівнював 32,81 км³, витрата з водосховища – 33,08 км³, а в дуже маловодному 2015 році приплив – 23,5 км³, витрата – 21,1 км³.

Для Дніпровського водосховища максимальні показники зовнішнього водообміну T_y у багатоводному 1970 році спостерігаються в серпні –

1,31 років, мінімальні в травні – 0,17 років; у маловодному 1972 році максимальні в березні – 1,98 років, мінімальні в січні – 0,56 років, а в дуже маловодному 2015 році максимальні в жовтні – 2,66 років, мінімальні в лютому – 1,15 років (рис. 5).

Зіставляючи показники інтенсивності зовнішнього водообміну на Дніпровському водосховищі в багатоводному і маловодних роках його експлуатації, відзначимо помітну розбіжність максимумів кривих $T_y = f(t)$ різних років.

Показники зовнішнього водообміну в одиницях часу в річному аспекті для Дніпровського водосховища в багатоводному році становлять 0,039 років (14 днів), у маловодному – 0,099 років (36 днів), а в дуже маловодному – 0,144 років (53 дні).

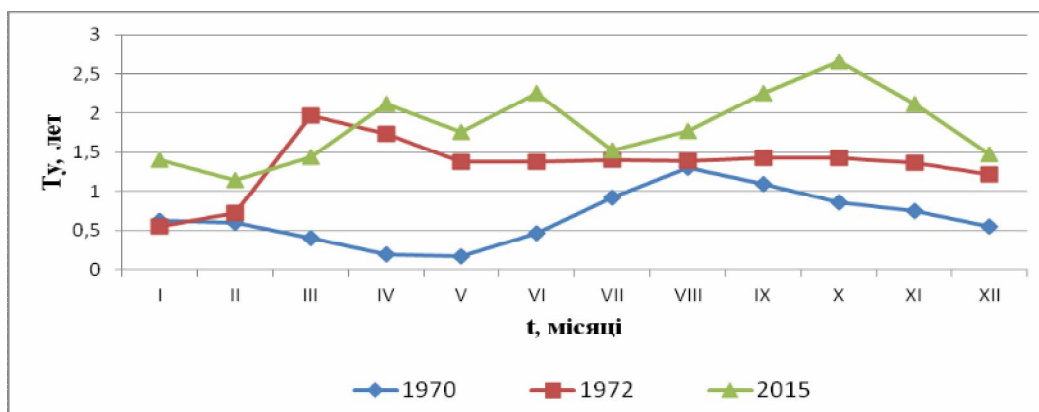


Рис. 5. Графік зміни показників зовнішнього водообміну на Дніпровському водосховищі.

Каховське водосховище – шостий ступінь Дніпровського каскаду – здійснює сезонне і частково багаторічне регулювання стоку.

Площа водозбору – 482000 км². Середньобаторічний стік – 52,2 км³. Повна і корисна ємність водосховища – 18,2 і 6,8 км³.

Об'єм припливу води у водосховище в багатоводному 1970 році склав 86,08 км³, витрата з водосховища – 81,92 км³, в маловодному 1972 році об'єм припливу дорівнював 32,09 км³, витрата з водосховища – 26,65 км³, а в дуже маловодному 2015 році приплив – 21,8 км³, витрата – 23,1 км³.

Для Каховського водосховища максимальні показники зовнішнього водообміну T_y становлять 6,58 років за серпень багатоводного 1970 року, 10,99 років за березень маловодного 1972 року, 14,29 років за жовтень дуже маловодного 2015 року, а мінімальні – 0,98 років за травень багатоводного, 2,75 років за січень маловодного 1972 року, 6,49 років за лютий дуже маловодного року (рис. 6).

Показники зовнішнього водообміну в одиницях часу в річному аспекті для Каховського водосховища в багатоводному році – 0,21 років (77 днів), у маловодному – 0,59 років (215 днів), у дуже маловодному – 0,77 років (281 день).

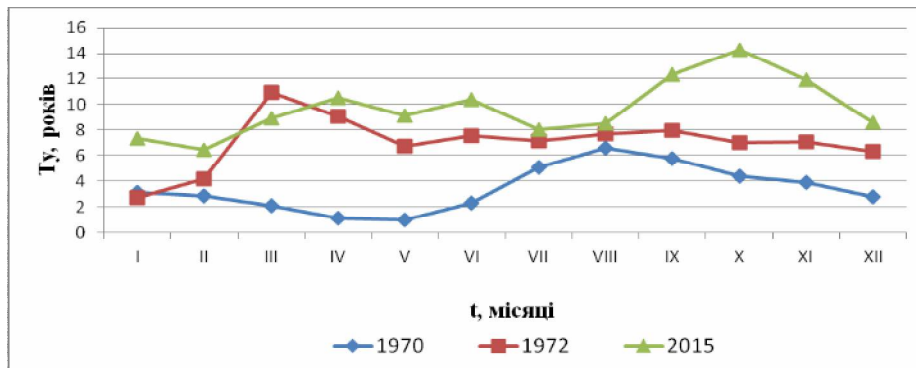


Рис. 6. Графік зміни показників зовнішнього водообміну на Каховському водосховищі.

Висновки. 1. Проведені дослідження показали найвищу інтенсивність зовнішнього водообміну в межах багатоводного і маловодних років із шести водосховищ каскаду на Дніпродзержинському та Канівському водосховищах, а найнижчу – на Каховському водосховищі.

2. Відзначимо очевидний вплив на інтенсивність зовнішнього водообміну об'єму водосховища, що характерно знижує його інтенсивність на Кременчуцькому та Каховському водосховищах, а також фази їх експлуатації.

3. Проведені дослідження і отримані результати [1–10] повинні допомогти при формуванні гідрохімічного та розробці експлуатаційного режимів водосховищ Дніпровського каскаду в умовах зміни клімату.

1. Обухов Е.В. Внешний водообмен водохранилищ Днепровского каскада / Материалы 6-го Межд. Эколог. Форума «Чистый ГОРОД. Чистая РЕКА. Чистая ПЛАНЕТА». – Херсон: ХТПП, 2015. – С. 140–146.

2. Обухов Е.В. Внешний водообмен на Днепровском (Запорожском) водохранилище в условиях меняющегося климата / Материалы X межд. н.-пр. интернет-конф. «Проблемы экологической безопасности и развития народнохозяйственного комплекса», 10.10.2016. – Одесса: УО МАНЭБ, Пассаж, 2016. – С. 29–35.

3. Обухов Е.В. Внешний водообмен на Киевском водохранилище / Зб. наук. праць 11 міжн. н.-пр. конф. «Стратегія збалансованого використання економічного, технологічного та ресурсного потенціалу країни». 1.06.2016 р. (ПДАТУ, м. Кам'янець-Подільський), – Тернопіль: Крок, 2016. – С. 176–179.

4. Обухов Е.В. Внешний водообмен украинских водохранилищ / Научно-технический бюллетень серии «Экология, экономика, безопасность». – Вып.1(37). – Одесса: УО МАНЭБ. – «Пассаж», 2016. – 48 с.

5. Обухов Е.В. Оценка интенсивности внешнего водообмена в Кременчугском и Каховском водохранилищах //

Український гідрометеорологічний журнал. – Одеса, 2014. – №15. – С. 134–140.

6. Обухов Е.В. Оцінка впливу вертикальної складової на інтенсивність зовнішнього водообміну на Кременчуцькому водосховищі / Матер. II Міжн. н.-пр.інтернет-конф. «Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва». – Тернопіль, 2015. – С. 324–326.

7. Обухов Е.В. Оцінка інтенсивності зовнішнього водообміну на Каховському водосховищі в умовах зміни клімату/ Зб. наук. праць Міжн. н.-пр. інтернет-конф. «Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції». – Кам'янець-Подільський, 2015. – С. 280–282.

8. Обухов Е.В. Сравнительные показатели внешнего водообмена на водохранилищах Днепровского каскада // Географический вестник. – Пермь: ПГНИУ, 2016. – №2(37). – С. 61–69. doi 10.17072/2079–7877–2016–2–61–69.

9. Обухов Е.В., Корецкий Е.П. Внешний водообмен на Днепродзержинском водохранилище/ Сб. научных статей X межд. заочной н.-пр. конф. «Развитие науки в XXI веке», 15.02.2016. – Харьков: НИЦ «Знание», 2016. – С. 99–104.

10. Обухов Е.В., Корецкий Е.П. Исследование влияния водности года на интенсивность внешнего водообмена днепровских водохранилищ // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №3(38). С. 62–71. doi.10.17072/2079–7877–2016–3–62–71.

REFERENCES

1. Obukhov E.V. (2015). VneshniivodoobmenvodokhranilishchDneprovskogokaskada [External water reservoirs of the Dnieper cascade]. *Proceedings of the 6rd international Ecology Forum "A clean city. Clean river. Clean Planet" (19 November 2015 goda)*. (pp. 140-146). Kherson: KhTPP [in Russian].

2. Obukhov E.V. (2016). Vneshnii vodoobmen na Dneprovskom (Zaporozhkom) vodokhranilishche v usloviakh meniaiushchegosia klimata [External vodooman on the Dnieper (Zaporozhie) reservoir in a changing climate]. *Proceedings of the 10rd international nauchno-prakticheskaiakonferensiia "Problems of ecological security and development of economic complex"*, (10 October 2016 goda) (pp. 29–35). Odessa: UD IAEMLPs – Passazh [in Russian].

3. Obukhov E.V. (2016). Vneshnii vodoobmen na Kievskom vodokhranilishche [External water exchange in the Kiev reservoirs]. Collection of scientific papers of II international scientific and practical conference "Strategy of balanced use of economic, technological and resource potential of the country" (June 1, 2016) (SAEUP, Kamianets-Podilskyi). – Ternopil: Krok. 176–179 [in Russian].

4. V.E.Obukhov (2016). Vneshnii vodoobmen ukrainskikh vodokhranilishch [Foreign exchange Ukrainian reservoirs]. Nauchno-tehnicheskii biulleten ser. "Ekologiya, ekonomika, bezopasnost", issue 1(37). – Odessa: EE MANEB. – Passage [in Russian].

5. Obukhov E.V. (2014). Otsenka intensivnosti vneshnego vodoobmena v Kremenchugskom i Kakhovskom vodokhranilishchakh [Estimate external water exchange in Kremenchug and Kakhovka reservoirs]. *Ukrainskii gidrometeorologicheskii zhurnal - Ukrainian hydrometeorological journal*, 15, 134–140 [in Russian].

6. Obukhov, Ye.V. (2015). Otsinka vplyvu vertykalnoi skladovoi na intensyvni zovnishnogo vodoobminu na Kremenchutckomu vodoshkovyshchi [Evaluation of the effect of vertical component on the intensity of the external water exchange at the Kremenchug reservoir]. *Proceedings of the 2 international scientific and practical Internet conference "Innovative technologies and intensification of national production development"*. Ternopil, 324–326 [in Ukrainian].

7. Obukhov, Ye.V. (2015). Otsinka intensyvni zovnishnogo vodoobminu na Kakhovskom vodoshkovyshchi v umovakh zminy klimatu [Evaluation of the external water exchange intensity of the Kakhovka reservoir under conditions of climate change]. *Collection of scientific papers of international scientific and practical internet – conference "National production and economics in conditions of reformation: state and prospects innovative development and interregional integration"* 30 October 2015 goda. (pp.280–282). Kamyanets-Podilskyi [in Ukrainian].

8. Obukhov V. E. (2016). Sravnitelnye pokazateli vneshnego vodoobmena na vodokhranilishchakh Dneprovskogo kaskada [Comparative indicators of external water exchange in reservoirs of the Dnieper cascade]. *Geograficheskii vestnik [Geographical Bulletin]*. - Perm: Perm state University. – 2016. №2(37). pp. 61–69. [in Russian].

9. V.E.Obukhov, & E.P.Koretsky. (2016). Vneshnii vodoobmen na Dneprodzerzhinsk vodokhranilishche [Foreign exchange on Dneprodzerzhinsk reservoir]. *Sbornik nauchnykh statei X mezhdunarodnoi zaochnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Razvitiye nauki v 21 veke" – Proceedings of the X international nauchno-prakticheskoi konferentsii "The development of science in the XXI century"* (15.02.2016). (pp. 99–105). Kharkov: NIC "Knowledge" [in Russian].

10. Obukhov E.V., & Koretsky E.P. (2016). Issledovanie vlianiia vodnosti goda na intensivnost vneshnego vodoobmena dneprovskikh vodokhranilishch [Study of water content effects on the intensity of the external water exchange in the Dnieper reservoirs]. *Geographical bulletin*. 2016/ 3(38). P. 62–71. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-62-71 [in Russian].

Е.В.Обухов, докт.экон.наук, канд.техн.наук, профессор, академик МАНЕБ, **Е.П.Корецкий**, зав. гидрологическим отделом Каховской гидрометеорологической обсерватории.

Оценка интенсивности внешнего водообмена водохранилищ Днепровского каскада в условиях изменения климата

На основе составляющих водных балансов проведено исследование внешнего водообмена на шести днепровских водохранилищах за период их эксплуатации до 2015 г. с учетом водности года. Проведено сравнение показателей интенсивности внешнего водообмена водохранилищ Днепровского каскада по водности года. Результаты исследований могут быть полезными при формировании гидрохимического и разработке эксплуатационного режима водохранилищ в условиях изменений климата. Библ. 10, рис. 6.

Ключевые слова: водохранилище, водный баланс, водообмен, интенсивность, показатель, коэффициент, каскад, климат.

Obukhov E., doctor of economic Sciences, candidate of technical Sciences, Professor, academician of IAEMLPs, Ukraine Department, Odessa. 65039. Ukraine; **Koretsky E.**, head of the hydrological Department, hydrometeorological Observatory Kakhovka, Ukraine, 74344, Kherson region, berislavsky district, Vesele

Evaluation of the intensity of the external water exchange reservoirs of the Dnieper cascade in terms.

On the basis of the components of the water balance the study of external water exchange in the six Dnieper reservoirs during the period of their operation until 2015, given the dryness of the year. Comparison of indicators of intensity of the external water exchange reservoirs of the Dnieper cascade water year. The results of the research can be useful in the formation of hydrochemical and development of operational regimes of water reservoirs under conditions of climate change. References 10, figures 6.

Keywords: reservoir, water balance, water exchange, intensity, rate, ratio, cascade, climate.

SYNOPSIS

One of the most important characteristics of a modern condition of reservoirs is internal and external water exchange and water quality.

On the Dnieper cascade of reservoirs in the result of a multi-stage coordination multi-industry and intra-industry contradictions has developed a modern operation mode, which in the beginning of the reconstruction of the cascade also requires further improvement.

The main materials of the study are real water –balance indicators for five of the Dnieper reservoirs for abounding 1970 (p = 1,89% – over 55 years of operation of the Kremenchug reservoir), 1972 low-water year (p=92,45%, similarly), and six reservoirs of the cascade 2015 a very dry year (p = 98,21%,

similarly) of the operation. Kanev hydroelectric station was commissioned in 1976.

On the basis of the components of the water balance the study of external water exchange in the six Dnieper reservoirs during the period of their operation until 2015, given the dryness of the year. Identify indicators of external water exchange for each month of the year, the months with the maximum and minimum intensity of the external water exchange in temporary units. A comparison of the intensity of the external exchange of water from the reservoirs of the Dnieper cascade water years.

Indicators of external water reservoirs T_u in time units, the value inverse to the corresponding intensity factors in the external water exchange K_v , defined as the ratio of the sum of the inflow and flow of water from the reservoir to the double of the average reservoir volume for the billing period and include the horizontal component (the flow of water along the main river and side, as well as the flow of water from the reservoir through the dam) and vertical (precipitation on the water surface and evaporation from it). Note also accounting for discharges into the reservoir of waste and household waters, water abstraction for economic needs.

The intensity factors of the external water exchange K_v , taking into account all components of the water balance of the reservoir is determined by the formula Litvinova A. S., and the indexes of the foreign exchange of water in time units according to the formula Kalinin G. P. and A. V. Karaushev

Using presented in [1, 4, 5, 8] the methodology parameters were calculated external water exchange. That for five of the Dnieper reservoirs in typical water years (1970 and 1972) and for the six reservoirs of the cascade at very low-water year 2015 (period of operation up to 2015).

Studies have shown high intensity of external water exchange within balatonaliga and low-water years of the six reservoirs of the cascade of Dneprodzerzhinsk and Kanev reservoirs, and the lowest – in the Kakhovka reservoir.

Note the obvious influence on the intensity of the external water exchange the volume of the reservoir, characteristically reduces its intensity at the Kremenchug and Kakhovka reservoirs, as well as the phases of their operation.

The results of the research can be useful in the formation of hydrochemical and development of operational modes of the reservoir in terms of climate change.

Стаття надійшла до редакції 26.01.17

Остаточна версія 28.02.17

**XV МІЖНАРОДНА СПЕЦІАЛІЗОВАНА ВИСТАВКА
ЕНЕРГЕТИКА В ПРОМИСЛОВОСТІ-2017**

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНЕ, ЕНЕРГЕТИЧНЕ УСТАТКУВАННЯ, ЕЛЕКТРИЧНІ ПІДСТАНЦІЇ, КАБЕЛІ, ПРОВІДИ,
ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ, ПРОМИСЛОВА СВІЛОТЕХНІКА, АВТОМАТИЗАЦІЯ, КВПІА

**XV МІЖНАРОДНИЙ ФОРУМ
ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ КОМПЛЕКС УКРАЇНИ:
СЬОГОДЕННЯ ТА МАЙБУТНЄ**

МІЖНАРОДНИЙ ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР
Україна, 02002
Київ, Броварський пр-т, 15
(М) "Лівобережна"
тел./факс: (044) 201-11-57
e-mail: lyudmila@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.мвц.укр
www.tech-expo.com.ua

ОРГАНІЗАТОР:
Міжнародний виставковий центр
ЗА ПІДТРИМКИ
Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
Технічний партнер: *Ренді Медіа*

**7-9
листопада**