

УДК 556.552

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ВНЕШНЕГО ВОДООБМЕНА НА КИЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОДНОСТИ ГОДА

Е.В.Обухов, докт. экон. наук, канд. техн. наук., профессор, акад. МАНЭБ (Одесса),

Украина, 65039, г. Одесса,

тел. +38-048-776-1-885, e-mail: e.obukhov@ukr.net

Orcid: 0000-0002-0726-5736

Е.П.Корецкий, зав. гидрологического отдела Каховской гидрометеорологической обсерватории Украина,

74344, Херсонская обл. Бериславский р-н, с. Веселее,

тел. +38-05549-7-25-79, e-mail: gmonovayakahovka@yandex.ua

На основе составляющих водных балансов с учетом водности года проведено исследование интенсивности внешнего водообмена на Киевском водохранилище за период его эксплуатации до 2015 года. Проведен анализ и сравнение показателей интенсивности внешнего водообмена водохранилища по водности года. Результаты исследований могут быть полезными при формировании гидрохимического и разработке эксплуатационного режима водохранилища в условиях изменения климата. Библ.10, табл.1, рис.2

Ключевые слова: водохранилище, водный баланс, водообмен, интенсивность, показатель,

EVALUATION OF THE INTENSITY OF THE EXTERNAL WATER EXCHANGE AT THE KIEV RESERVOIR DEPENDING ON THE WATER YEAR

Obukhov E., doctor of economic Sciences, candidate of technical Sciences, Professor, academician of IAEMLPs, Ukraine Department, Odessa, 65039, Ukraine. Odessa.

Tel. +38-048-776-1-885, e-mail: e.obukhov@ukr.net

Orcid: 0000-0002-0726-5736

Koretsky E., head of the hydrological Department, hydrometeorological Observatory Kakhovka,

Ukraine, 74344, Kherson region, berislavsky district, Vesele

Tel. +38-05549-7-25-79, e-mail: gmonovayakahovka@yandex.ua

On the basis of the components of the water balance considering the water year a study of the intensity of the external water exchange in the Kiev reservoir during the period of its operation until 2015. The analysis and comparison of the intensity of the external water exchange in the reservoir water. The results of the research can be useful in the formation of hydrochemical and operational regime of the reservoir in terms of climate change. References 10, tabl. 1, fig. 2.

Key words: water reservoir, water balance, water exchange intensity indicators.



Обухов Е.В.
Obukhov Evgen V.

Родился в июле 1939 г.

Закончил Запорожский гидроэнергетический техникум и Одесский инженерно-строительный институт, инженер-гидротехник. Работал инженером в Укргидропроекте, профессором в Одесских инженерно-строительном и гидрометеорологическом институтах. Опубликовал 220 научных и методических работ, включая 7 монографий, 6 учебных пособий, учебник. Награжден медалями «За трудовую доблесть» и «Ветеран труда».

Was born in July 1939. He graduated from the Zaporozhye hydropower technical school and the Odessa Civil Engineering Institute, hydraulic engineer. Worked as an engineer in Ukgidroproject, professor at Odessa engineering and construction and hydrometeorological institutes. Has published 220 scientific and methodical works, including 7 monographs, 6 manual textbook. Awarded with medals "For Labor Valor" and "Veteran of Labor".



Корецкий Е.П.
Koretsky E.

Родился в 1954 г. Закончил Одесский гидрометеорологический институт, инженер-гидролог. Работал в гидрологических экспедициях на Днестре и на Вахше в Таджикистане на строительстве Нурекской ГЭС. Опубликовал 12 научных работ, включая монографию в соавторстве

Was born in 1955 Graduated from the Odessa Hydrometeorological institute, hydrological engineer. Worked in hydrological expeditions to Dnepr and Vakhsh in Tajikistan on the construction of the Nurek hydropower plant. Has published 12 scientific papers, including monograph in the co-authorship

Введение и постановка проблемы. Современной проблемой водохранилищ является их функционирование в условиях изменяющегося климата. В этих условиях управление водными ресурсами водных объектов, оценка их состояния и происходящих в них процессов требуют постоянного мониторинга и анализа [1–10].

Процессы интенсивности водообмена в водохранилищах являются одной из важнейших характеристик их состояния. Взаимодействие гидрологических и гидродинамических процессов влияет на внешний и внутренний водообмен, на содержание растворенных веществ в водоемах, на качество воды, на интенсивность цветения воды в водохранилищах степной зоны при накоплении в них химических или биологических веществ.

Исследованиями процессов водообмена в озерах и искусственных водоемах занимались многие ученые, и в результате были получены характеристики водообмена многих водохранилищ.

Целью данной работы является исследование интенсивности внешнего водообмена на крупном работающем в каскаде Киевском водохранилище с учетом водности года эксплуатации, горизонтальной и вертикальной составляющих водообмена, а также его хозяйственного использования.

Основными материалами исследования являются реальные водобалансовые показатели по Киевскому водохранилищу за *многоводный* 1970 год с годовым русловым притоком воды в него – 50,32 км³, за *маловодный* 1972 год (23,32 км³) и за *очень маловодный* 2015 год (15 км³).

Киевское водохранилище – первая ступень в составе Днепровского каскада, на которой осуществляется ограниченное сезонное регулирование стока.

Киевское водохранилище расположено на территории Черниговской и Киевской областей. Площадь водосбора – 239000 км². Среднегодовой сток – 33,1 км³.

Полная и полезная емкость его соответственно 3,73 и 1,17 км³. Площадь водохранилища при отметке нормального подпёртого уровня – 922 км², при уровне мертвого объема – 675 км². Длина водохранилища 110 км, максимальная ширина – 12 км, средняя ширина – 8,4 км, максимальная глубина – 14,5 м, средняя – 4,0 м. Площадь мелководий водохранилища 312 км². Максимальный статический напор – 11,8 м, минимальный – 5,6 м, расчетный – 7,7 м.

Расчетный расход водосбросной плотины – 8200 м³/с. Расчетный максимальный сбросный расход через сооружения ($p = 3\%$) – 11800 м³/с.

Результаты исследований и их анализ. Показатели интенсивности внешнего водообмена включают как горизонтальную, так и вертикальную его составляющие. К горизонтальным составляющим внешнего водообмена относят приток воды в водохранилище (по основной реке и боковой), а также сток из водохранилища через гидроузел.

Одна из вертикальных составляющих внешнего водообмена учитывает выпадение атмосферных осадков на водную поверхность водохранилища, а также испарение с его поверхности. Эта состав-

ляющая иногда существенно влияет на показатели внешнего водообмена во внутригодовом аспекте. При оценке внешнего водообмена предлагается также во внутригодовом аспекте учитывать и другие составляющие водного баланса водоема – сброс в водохранилище сточных и бытовых вод, забор воды на хозяйственные нужды и др.

Используя изложенную в [1, 3, 4, 7, 9] методику по формулам Штефана В.Н., Литвинова А.С., Калинина Г.П. и Караушева А.В., были рассчитаны коэффициенты интенсивности K_v и показатели внешнего водообмена T_u для *Киевского* водохранилища в характерные по водности годы (табл. 1 и рис. 1). Коэффициенты интенсивности K_v определялись как отношение суммы притока и расхода воды из водохранилища к удвоенному среднему объему водохранилища за расчетный период. Показатели внешнего водообмена водохранилищ T_u во временных единицах рассчитывались как величина, обратная коэффициентам интенсивности внешнего водообмена водохранилищ K_v [9].

В табл. 1 и на рис. 2 приведены сравнительные характеристики коэффициентов интенсивности внешнего водообмена с постепенным учетом всех составляющих водного баланса водохранилищ: K_{v1} учитывает только основной приток и сток через гидроузлы; K_{v2} учитывает еще и боковую приточность; K_{v3} учитывает еще осадки и испарение из водохранилища; K_{v4} учитывает сумму приходных и расходных составляющих водного баланса.

Отметим, что коэффициент интенсивности внешнего водообмена K_v с увеличением в расчетах числа составляющих водного баланса возрастал для всех месяцев характерных по водности лет эксплуатации водохранилища, а показатель внешнего водообмена T_u снижался. Чем больше K_v и меньше T_u , тем интенсивнее внешний водообмен водоема.

Для *Киевского* водохранилища максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена в *многоводном* 1970 году наблюдаются в апреле: $K_{v1} = 4,911$; $K_{v2} = 5,219$; $K_{v3} = 5,229$; $K_{v4} = 5,243$; минимальные в сентябре: $K_{v1} = 0,431$; $K_{v2} = 0,448$; $K_{v3} = K_{v4} = 0,461$.

Соответствующие показатели внешнего водообмена в апреле равны: $T_u = 0,20$; $0,19$; $0,19$; $0,19$ лет, а в сентябре $T_u = 2,32$; $2,23$; $2,17$; $2,17$ лет.

Влияние бокового притока в 1970 году наибольшее (20,51%) в марте, а наименьшее (2,78%) – в январе. Осадки и испарение оказывали максимальное влияние (более 12%) на интенсивность внешнего водообмена в июне, минимальное (около 1%) – в январе. Влияние суммарных составляющих водного баланса K_{v4} на внешний водообмен (за исключением января и февраля) мало отличаются от влияния K_{v3} (рис. 2а).

Для *маловодного* 1972 года эксплуатации *Киевского* водохранилища соответствующие максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена наблюдаются также в апреле и равны: $K_{v1} = 1,356$; $K_{v2} = 1,394$; $K_{v3} = 1,403$; $K_{v4} = 1,410$; минимальные также в сентябре: $K_{v1} = 0,335$; $K_{v2} = 0,344$; $K_{v3} = K_{v4} = 0,364$. Соответствующие показатели внешнего водообмена в апреле равны $T_u = 0,74$; $0,72$; $0,71$; $0,71$ лет, а в сентябре $T_u = 2,98$; $2,91$; $2,75$; $2,75$ лет (рис. 2б).

Влияние бокового притока в 1972 году наибольшее (9,82%) также в марте, а наименьшее (1,94%) – в мае. Осадки и испарение оказывали максимальное влияние (около 8%) на интенсивность внешнего водообмена в августе, минимальное (нулевое) в декабре и январе. Влияние суммарных составляющих водного баланса K_{v4} на внешний водообмен (за исключением января-марта) практически не отличается от K_{v3} (рис. 2б).

Для *очень маловодного* 2015 года эксплуатации *Киевского* водохранилища максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена наблюдаются в марте и равны: $K_{v1} = 0,721$; $K_{v2} = 0,745$; $K_{v3} = 0,752$; $K_{v4} = 0,763$; минимальные – в сентябре: $K_{v1} = 0,171$; $K_{v2} = 0,174$; $K_{v3} = 0,190$; $K_{v4} = 0,196$. Соответствующие показатели внешнего водообмена в марте для всех факторов равны: $T_u = 1,39$; $1,34$; $1,33$; $1,31$ лет, а в сентябре $T_u = 5,85$; $5,75$; $5,26$; $5,10$ лет (рис. 2в).

Влияние бокового притока в 2015 году наибольшее (4,23%) в январе, а наименьшее (1,45%) – в августе. Осадки и испарение оказывали максимальное влияние (9,08%) на интенсивность внешнего водообмена в августе, минимальное (0,47%) в феврале. Влияние суммарных составляющих водного баланса K_{v4} на внешний водообмен максимальное (2,9%) по отношению до K_{v3} – в октябре, а минимальное (1,33%) – в апреле (рис. 2).

Таблица 1. Показатели внешнего водообмена Киевского водохранилища

Месяц	Кв ₁	Ту ₁ , лет	Кв ₂	Ту ₂ , лет	Кв ₂ > Кв ₁ , %	Кв ₃	Ту ₃ , лет	Кв ₃ > Кв ₁ , %	Кв ₄	Кв ₄ > Кв ₁ , %	Ту ₄ , лет
Многоводный 1970 год											
I	0,629	1,59	0,647	1,55	2,78	0,654	1,53	3,82	0,656	4,11	1,52
II	0,557	1,80	0,573	1,75	2,79	0,581	1,72	4,13	0,589	5,43	1,70
III	0,876	1,14	1,102	0,91	20,51	1,108	0,90	23,20	1,108	23,20	0,90
IV	4,911	0,20	5,219	0,19	5,90	5,229	0,19	6,09	5,243	6,33	0,19
V	2,608	0,38	2,827	0,35	7,73	2,848	0,35	8,41	2,848	8,41	0,35
VI	1,080	0,93	1,219	0,82	11,40	1,240	0,81	12,90	1,240	12,90	0,81
VII	0,626	1,60	0,658	1,52	4,86	0,685	1,46	8,61	0,685	8,61	1,46
VIII	0,506	1,98	0,538	1,86	5,95	0,560	1,79	9,64	0,560	9,64	1,78
IX	0,431	2,32	0,448	2,23	3,90	0,461	2,17	6,51	0,461	6,51	2,17
X	0,534	1,87	0,555	1,80	3,71	0,570	1,75	6,31	0,570	6,31	1,75
XI	0,921	1,08	0,968	1,03	4,85	0,972	1,03	5,25	0,972	5,25	1,03
Маловодный 1972 год											
I	0,613	1,63	0,636	1,57	3,62	0,638	1,57	3,62	0,642	4,52	1,56
II	0,483	2,07	0,496	2,02	2,62	0,497	2,01	2,91	0,507	4,73	1,97
III	0,505	1,98	0,560	1,79	9,82	0,561	1,78	9,98	0,568	11,09	1,76
IV	1,356	0,74	1,394	0,72	2,72	1,403	0,71	3,35	1,410	3,83	0,71
V	0,962	1,04	0,981	1,02	1,94	1,000	1,00	3,80	1,000	3,80	1,00
VI	0,447	2,24	0,457	2,19	2,19	0,482	2,07	7,26	0,482	7,26	2,07
VII	0,394	2,54	0,413	2,42	4,60	0,437	2,29	9,83	0,437	9,83	2,29
VIII	0,345	2,90	0,357	2,80	3,36	0,385	2,60	11,20	0,385	11,20	2,60
IX	0,335	2,98	0,344	2,91	2,62	0,364	2,75	7,97	0,364	7,97	2,75
X	0,400	2,50	0,415	2,41	3,61	0,425	2,35	5,88	0,425	5,88	2,35
XI	0,424	2,34	0,441	2,27	3,85	0,448	2,23	5,36	0,448	5,36	2,23
XII	0,636	1,57	0,651	1,54	2,30	0,651	1,54	2,30	0,651	2,30	1,54
XII	0,980	1,02	1,039	0,96	5,68	1,046	0,96	6,31	1,048	6,49	0,95
Очень маловодный 2015 год											
I	0,430	2,33	0,449	2,23	4,23	0,455	2,20	5,49	0,465	7,53	2,15
II	0,587	1,70	0,610	1,64	3,77	0,613	1,63	4,24	0,624	5,93	1,60
III	0,721	1,39	0,745	1,34	3,22	0,752	1,33	4,12	0,763	5,50	1,31
IV	0,611	1,64	0,630	1,59	3,02	0,639	1,56	4,38	0,648	5,71	1,54
V	0,476	2,10	0,494	2,02	3,64	0,513	1,95	7,21	0,522	9,19	1,92
VI	0,285	3,51	0,292	3,42	2,40	0,315	3,17	6,34	0,322	8,38	3,10
VII	0,227	4,41	0,231	4,33	1,73	0,253	3,95	10,28	0,260	12,69	3,85
VIII	0,204	4,90	0,207	4,83	1,45	0,228	4,38	10,53	0,234	12,82	4,27
IX	0,171	5,85	0,174	5,75	1,72	0,190	5,26	10,00	0,196	12,75	5,10
X	0,194	5,15	0,199	5,03	2,51	0,213	4,69	8,92	0,220	11,82	4,55
XI	0,267	3,74	0,275	3,64	2,91	0,286	3,50	6,64	0,293	8,87	3,41
XII	0,354	2,82	0,364	2,75	2,75	0,370	2,70	4,32	0,378	6,35	2,65
XII	0,980	1,02	1,039	0,96	5,68	1,046	0,96	6,31	1,048	6,49	0,95

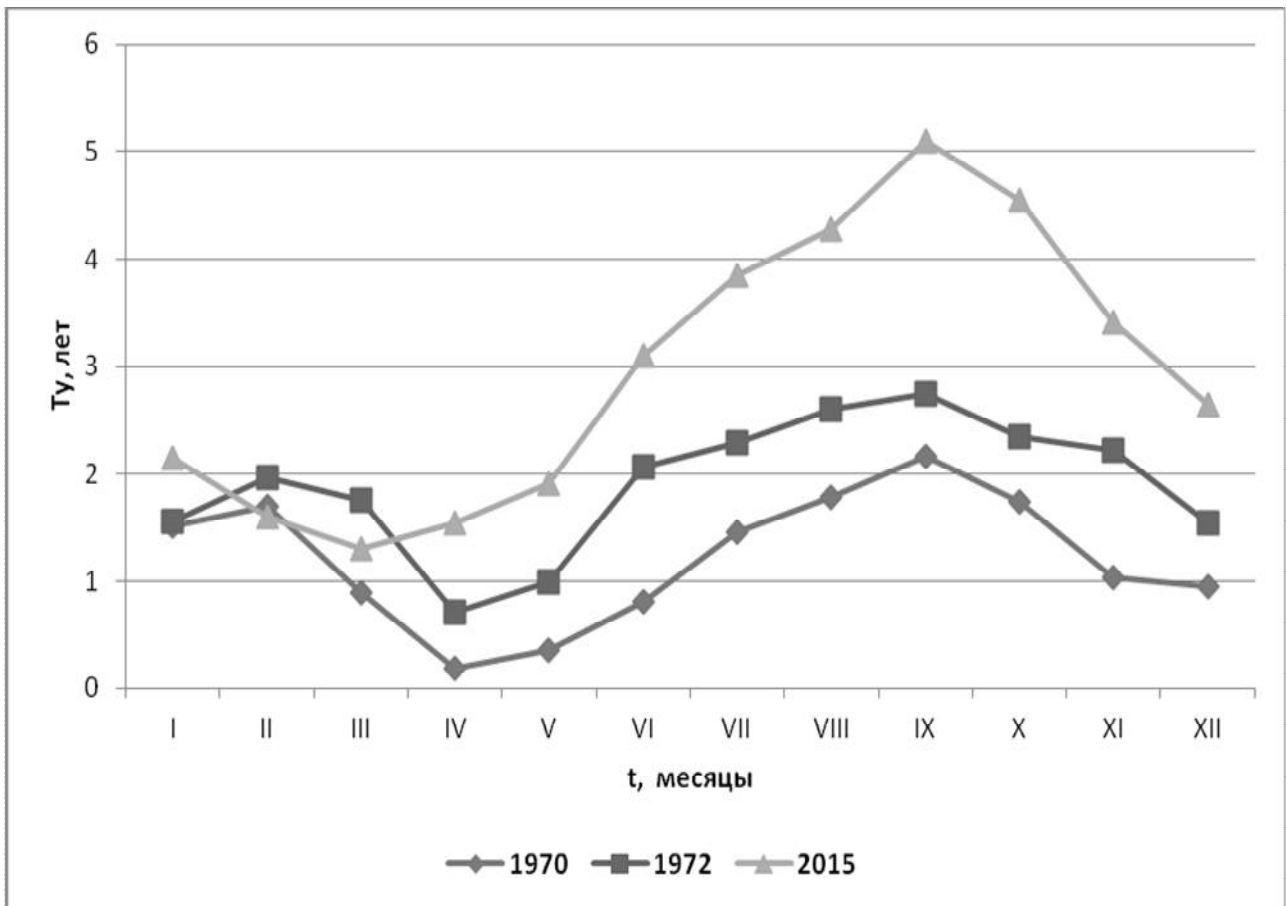
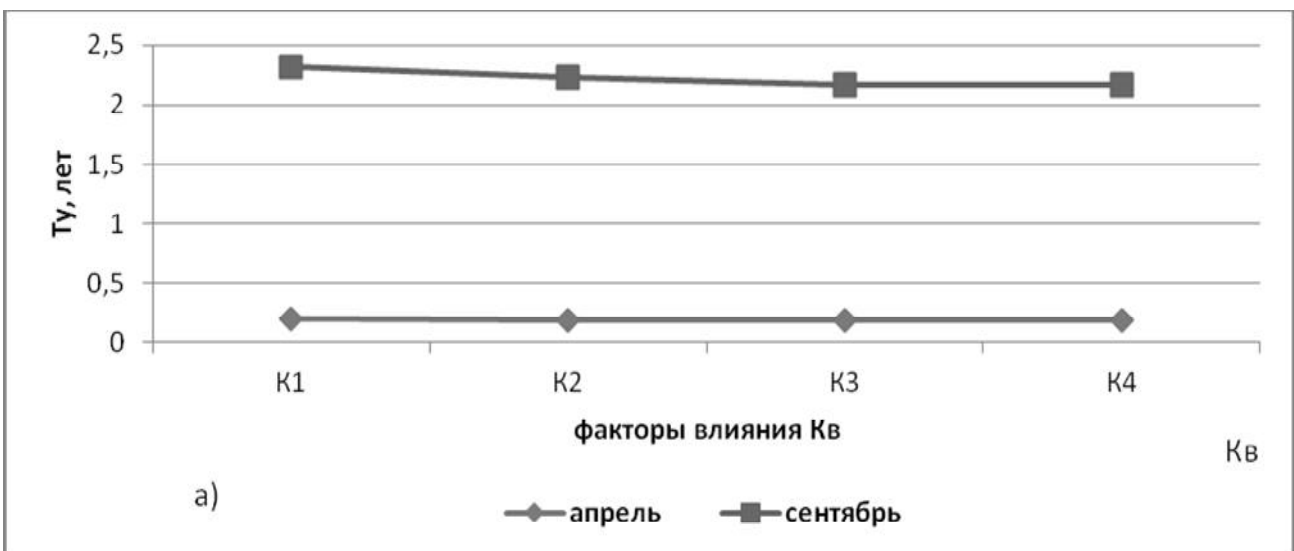


Рис. 1. График $Tu = f(t)$ показателей внешнего водообмена на Киевском водохранилище.

Fig.1 Schedule $Tu=f(t)$ indicators of external water exchange in Kiev reservoir



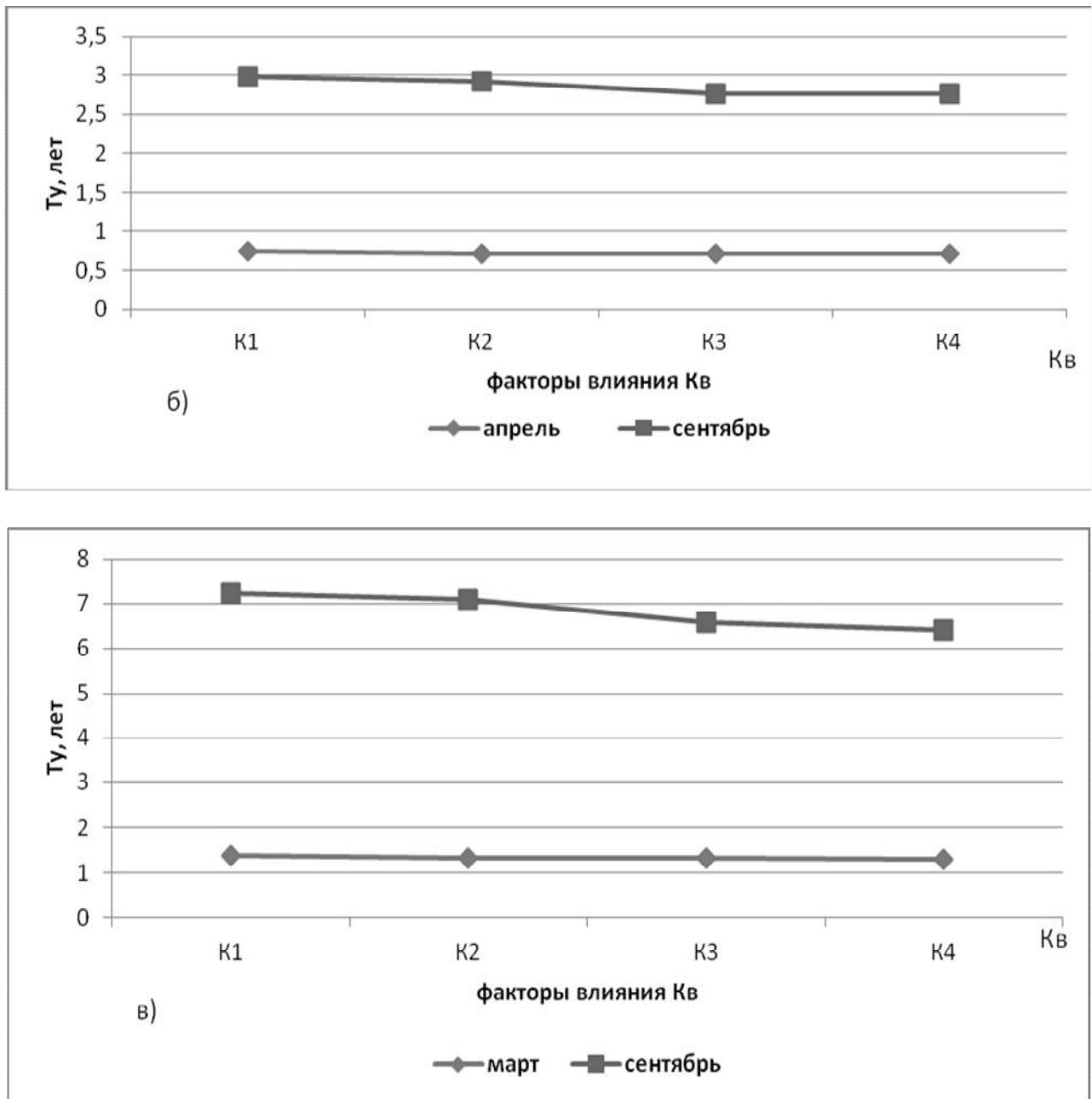


Рис. 2. Графики зависимости характерных показателей внешнего водообмена на Киевском водохранилище от факторов влияния Кв по годам: а) – 1970 г.; б) – 1972 г.; в) – 2015 г.

Fig.2. Schedules of dependence of characteristic parameters of external water exchange in Kiev reservoir from influencers Kv to the years: а) 1970; б) 1972; в) 2015.

Сопоставляя показатели интенсивности внешнего водообмена на Киевском водохранилище в многоводном и маловодных годах его эксплуатации, отметим идентично возрастающий характер кривых $T_y = f(t)$ с апреля до сентября со значительным превышением временных значений 2015 года.

Показатель внешнего водообмена в единицах времени в годовом аспекте для Киевского водохранилища в многоводном 1970 году равен

0,062 лет или 23 дня, в маловодном 1972 г. – 0,136 лет или 50 дней, а в очень маловодном 2015 г. – 0,203 лет или 74 дня.

Для сравнения аналогичный показатель для многоводного года на Кременчугском водохранилище – 0,13 лет, Днепродзержинском – 0,031, Днепровском – 0,039, Каховском – 0,21 или 77 дней; для маловодного 1972 года – на Кременчугском водохранилище – 0,29, Днепродзержинском – 0,072, Днепровском – 0,099, Каховском –

0,59 лет или 215 дней; для *очень маловодного* 2015 года – на Каневском водохранилище – 0,117, Кременчугском – 0,502, Днепродзержинском – 0,113, Днепровском – 0,144, Каховском – 0,770 лет или 281 день.

Выводы. Проведенные исследования показали значимость учета влияния водности года и всех составляющих водного баланса при определении показателей интенсивности внешнего водообмена в водохранилище в разные периоды его эксплуатации и при разработке режимов его эксплуатации в условиях изменения климата, которые приведут к усилению самоочищения водоема и к улучшению качества его воды.

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 украинских водохранилищ / Научно – технический бюллетень серии "Экология, экономика, безопасность". – Вып.1(37). – Одесса : УО МАНЭБ. – "Пассаж", 2016. – 48 с.

4. Обухов Е.В. Оценка интенсивности внешнего водообмена в Кременчугском и Каховском водохранилищах // Украинский гидрометеорологический журнал. – Одесса, 2014. – №15. – С.134–140.

5. Обухов Е.В. Оценка интенсивности внешнего водообмена на Кременчугском водохранилище в зависимости от водности года // Гидротехника. – СПб, 2017. – № 1 (46). – С.71–74.

6. Обухов Е.В. Оценка комплексного использования водных ресурсов Каховского водохранилища за 60 лет эксплуатации // Научный журнал "Экономика Украины". – 2017. – № 1 (654). – С. 31–40.

7. Обухов Е.В. Сравнительные показатели внешнего водообмена на водохранилищах Днепровского каскада в условиях изменения климата // Географический вестник. 2016. №2(37). – С. 61-69. doi 10.17072/2079-7877-2016-2-61-69.

8. 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.

9. Обухов Е.В., Корецкий Е.П. Оцінка інтенсивності зовнішнього водообміну водосховищ Дніпровського каскаду

в умовах зміни клімату // Відновлювана енергетика, 2017. – №1. – С. 62–69.

10. Обухов Е.В., Корецкий Е.П. Экономико-экологический фактор влияния изменений климата на интенсивность внешнего водообмена Каховского водохранилища / 36. наук. праць "Економічні інновації". – Одеса : НАНУ ІПРЕЕД, 2016. – №61. – С. 275–284.

ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ ЗОВНІШНЬОГО ВОДООБМІНУ НА КИЇВСЬКОМУ ВОДОСХОВИЩІ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВОДНОСТІ РОКУ

Є.В. Обухов, докт. екон. наук, канд. техн. наук, професор, академік МАНЕБ,

Україна, 65039, Одеса,

тел. +38-048-776-1-885. e-mail e.obukhov@ukr.net

Є.П. Корецький, зав. гідрологічним відділом Каховської гідрометеорологічної обсерваторії

Україна, 74344 Херсонська обл, Бериславський р-н, с.Веселе,

Тел. +38-05549-7-25-79; e-mail: gmonovayakahovka@yandex.ua

На основі складових водних балансів з врахуванням водності року проведено дослідження інтенсивності зовнішнього водообміну на Київському водосховищі за період його експлуатації до 2015 року. Проведений аналіз та порівняння показників інтенсивності зовнішнього водообміну водосховища за водністю року. Результати досліджень можуть бути корисними при формуванні гідрохімічного та експлуатаційного режиму водосховища в умовах зміни клімату. Бібл. 10, табл. 1 рис. 2.

Ключові слова: водосховище, водний баланс, водообмін, інтенсивність, показники.

REFERENCES

1. Obukhov E.V. (2015). Vneshnii vodoobmen vodokhranilishch Dneprovskogo kaskada [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 vodoobman 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. V. E.Obukhov (2016). Vneshnii vodoobmen ukrainskikh vodokhranilishch [Foreign exchange Ukrainian reservoirs]. *Nauchno-tekhnicheskii biulleten ser. "Ekologiya, ekonomika, bezopasnost"*, issue 1(37). – Odessa : EE MANEB. – Passage [in Russian].

4. Obukhov, E.V. (2014). Otsenka intensivnosti vneshnego vodoobmena v Kremenchugskom i Kakhovskom vodokhranilishchakh [Estimate external water exchange in Kremenchug and Kakhovka reservoirs]. *Ukrainskii gidrome-*

teorologicheskii zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal, 15, 134-140 [in Russian].

5. Obukhov, E.V. (2017). Otsenka intensivnosti vneshnego vodoobmena na Kremenchugskom vodokhranilishche v zavisimosti ot vodnosti goda [Evaluation of the intensity of the external water exchange at the Kremenchug reservoir depending on the water year]. *Gidrotekhnika*. 1 (46). 73-76 [in Russian].

6. Obukhov, E.V. (2017). Otsenka kompleksnogo ispolzovaniia vodnykh resursov Kakhovskogo vodokhranilishcha za 60 let ekspluatatsii [Estimation of the complex use of water resources of the Kakhovskoe water reservoir for 60 years of its exploitation]. *Ekonomika Ukrainy– Economy of Ukraine*. 1(654). 31–40 [in Ukraine, in Russian].

7. Obukhov, E.V. (2016). Sravnitelnye pokazateli vneshnego vodoobmena na vodokhranilishchakh Dneprovskogo kaskada v usloviakh izmeneniia klimata [Comparative indices of external water exchange in the Dnieper cascade reservoirs under climate change]. *Geographicheskii Vestnik*. 2016. 2(37). P. 61-69. doi. 10.17072/2079-7877-2016-2-61-69 [in Russian].

8. Obukhov, E.V., & Koretsky, E.P. (2016). Issledovanie vliianiia 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].

9. Obukhov, E.V., & Koretsky, E.P. (2017). Otsinka intensyvnosti zovnishnogo vodoobminu vodoskhorishch Dneprovskogo kaskadu v umovakh zminy klimatu [Evaluation of the intensity of the external water exchange reservoirs of the Dnieper cascade in a changing climate]. *Renewable energy*. 2017. 1. P. 62-69 [in Ukraine].

10. Obukhov, E.V., & Koretsky, E.P. (2016). Ekonomiko–ekologicheskii faktor vliianiia izmeneniia klimata na intensivnost vneshnego vodoobmena Kakhovskogo vodokhranilishcha [Economic and environmental factor impact of climate change on the intensity of foreign exchange in the Kakhovka reservoir]. *Economic innovations*. 2016. 61. P. 275-284 [in Russian].

SYNOPSIS

The problem of reservoirs is currently functioning in a changing climate. Under these conditions, the water resources management of water bodies, assess their condition and ongoing processes require constant monitoring and analysis.

The process intensity of water exchange in reservoirs are one of the most important characteristics of their condition. The interaction of hydrological and hydrodynamic processes affect

external and internal water exchange, the concentration of solutes in ponds, quality of water, the intensity of algal blooms in the reservoirs of the steppe zone in the accumulation of chemical or biological substances.

The aim of this work is the study of the intensity of the external water exchange at the Kiev reservoir, taking into account the water year for the period of its seexploitative 1968-2015, the horizontal and vertical components of the water cycle and its economic use.

The main materials of the study are real bodibalance indicators for the Kiev reservoir over the wet 1970 (inflows 50,32 km³) and shallow 1972 (of 23.32 km³) and 2015 (15.0 km³) years of its operation.

On the basis of the components of the water balance of the characteristic years and their gradual accounting a study of the external water exchange in the reservoir using the technique adopted by the formulas of Stefan V. N., Litvinov A. S., Kalinin, G. P. and A. V. Karaushev Defined intensity factors and 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 and the main factor of influence is the lateral inflow in the reservoir, or precipitation and evaporation, or economic use of water. A comparison of the intensity of the external water exchange in the Kiev reservoir by years of water availability. Indicators of external water exchange in the reservoir in time units in annual aspect in abounding 1970 – 0.062 (23 days) in dry years 1972 – 0,136 (50 days), very shallow, 2015 – 0,203 years (74 days). The maximum ratio of the intensity of external water exchange in the reservoir in wet 1970 equal 5,243 (April), and, accordingly, the rate of external water exchange $Tu = 0.19$ years, the minimum $KV = 0,461$ (September), $Tu = 2.17$ years. In the dry year 1972 maximum $KV = 1,41$ (April) and $Tu = 0.71$ years, the minimum $KV = 0,364$ (September) and $Tu = 2.75$ years. In the low-water year 2015, the maximum Square = 0,763 (March) and $Tu = 1.31$ years, the minimum $KV = 0,196$ (September) and $Tu = 5.10$ years. Note that the higher the intensity of the external water exchange of the KV , the lower the rate of external water exchange in time units Tu and intense change of water in reservoir and its purification. If That figure is less than one, then the shift of regulatory water resources of the reservoir will occur in less than a year. The main factor influencing the exchange of water of the Kiev reservoir is lateral inflow in March 1970, lateral inflow in March and rainfall evaporation, in August 1972, precipitation and evaporation in August 2015.

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 08.11.17

Остаточна версія 06.12.17