

DOI: 10.21122/1029-7448-2017-60-4-380-388

УДК 556.552

Исследование влияния водности года на внешний водообмен Днепродзержинского водохранилища в условиях изменения климата

Е. В. Обухов¹⁾

¹⁾Одесский государственный экологический университет (Одесса, Украина)

© Белорусский национальный технический университет, 2017
Belarusian National Technical University, 2017

Реферат. Проблемой водохранилищ в настоящее время является их функционирование в условиях меняющегося климата. Управление водными ресурсами водных объектов, оценка состояния и происходящих в них процессов требуют постоянного мониторинга и анализа. Цель работы автора – исследование интенсивности внешнего водообмена на Днепродзержинском водохранилище, горизонтальной и вертикальной составляющих водообмена, а также хозяйственного использования объекта. На основе водобалансовых составляющих исследования интенсивность внешнего водообмена водохранилища с учетом водности года за весь период его эксплуатации: многоводный 1970 г., маловодный 1972 г. и очень маловодный 2015 г. Определены коэффициенты интенсивности и показатели внешнего водообмена по каждому месяцу года, месяцы с максимальной и минимальной интенсивностями внешнего водообмена во временных единицах и основной фактор влияния на него – боковая приточность в водохранилище. Максимальная интенсивность внешнего водообмена в водохранилище в очень маловодном году в весенний и осенний периоды его эксплуатации ухудшилась по отношению к многоводному году в четыре раза. Установлено, что чем больше коэффициент интенсивности внешнего водообмена, тем меньше показатель внешнего водообмена во временных единицах и интенсивнее происходят смена и самоочищение воды в водохранилище. Если показатель внешнего водообмена меньше единицы, то смена нормативных водных ресурсов водохранилища будет происходить меньше чем за год. Результаты исследований могут быть полезны при разработке режимов эксплуатации водохранилища в условиях изменения климата.

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

Для цитирования: Обухов, Е. В. Исследование влияния водности года на внешний водообмен Днепродзержинского водохранилища в условиях изменения климата / Е. В. Обухов // *Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ*. 2017. Т. 60. № 4. С. 380–388. DOI: 10.21122/1029-7448-2017-60-4-380-388

A Study of the Influence of the Yearlong Water Content on the External Water Exchange in Dneprodzerzhinsk Reservoir under Conditions of Climate Change

E. V. Obukhov¹⁾

¹⁾Odesa State Environmental University (Odessa, Ukraine)

Abstract. A current problem of reservoirs is their functioning in conditions of a changing climate. In such conditions, water resources management of water bodies as well as assessment their state

Адрес для переписки

Обухов Евгений Васильевич
Одесский государственный экологический университет
ул. Львовская, 15,
65016, г. Одесса, Украина
Тел.: +38048 785-27-13
economy@odeku.edu.ua

Address for correspondence

Obukhov Evgenii V.
Odessa State Environmental University
15 Lvivska str.,
65016, Odessa, Ukraine
Tel.: +38048 785-27-13
economy@odeku.edu.ua

and ongoing processes require permanent monitoring and analysis. The aim of the author of the present work was to study the intensity of external water exchange in Dneprodzerzhinsk reservoir, the horizontal and vertical components of the water cycle and the economic use of the water body. On the basis of the components of the water balance the external water exchange in the reservoir has been studied taking into account the yearlong water content during the whole period of the reservoir operation, viz. during the water-abundant year 1970, the low-water year 1972 and the very much low-water year 2015. Intensity factors and indicators of external water exchange for each month of the year, and for the months of the maximum and minimum intensity of the external water exchange during a unit of time, as well as the main factor influencing on the water exchange, viz. the lateral inflow in the reservoir have been determined. The maximum intensity of the external water exchange in the reservoir during a very dry year has deteriorated in the spring and autumn periods of its operation fourfold as compared with the one of the high-water year. It is determined that the higher the intensity of the external water exchange is, the less the indicator of the external water exchange during a unit of time is and the more intensively an exchange and self-purification of the water in the reservoir are being fulfilled. If the rate of external water exchange is less than one, then the shift of regulatory water resources of the reservoir will take place in less than a year. The results of the study can be useful in developing modes of reservoir operation in conditions of a climate change.

Keywords: water reservoir, water balance, water exchange, intensity, ratio

For citation: Obukhov E. V. (2017) A Study of the Influence of the Yearlong Water Content on the External Water Exchange in Dneprodzerzhinsk Reservoir under Conditions of Climate Change. *Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc.* 60 (4), 380–388. DOI: 10.21122/1029-7448-2017-60-4-380-388 (in Russian)

В условиях меняющегося климата управление водными ресурсами водных объектов, оценка их состояния и происходящих в них процессов требуют постоянного мониторинга и анализа. Интенсивность водообмена в водохранилищах – одна из важнейших характеристик их состояния [1–13]. Взаимодействие гидрологических и гидродинамических процессов влияет на внешний и внутренний водообмен, на содержание растворенных веществ в водоемах, на качество и 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.

Цель работы автора – исследование интенсивности внешнего водообмена на работающем в каскаде Днепродзержинском водохранилище с учетом водности года эксплуатации, горизонтальной и вертикальной составляющих водообмена, а также его хозяйственного использования. Основными материалами исследования были реальные водобалансовые показатели по Днепродзержинскому водохранилищу за многоводный 1970 г. (объем годового руслового притока $75,55 \text{ км}^3$), маловодный 1972 г. ($32,67 \text{ км}^3$) и очень маловодный 2015 г. ($19,5 \text{ км}^3$).

Днепродзержинское водохранилище – четвертая ступень в составе Днепровского каскада, на которой осуществляется суточное и недельное регулирование стока. Расположено оно на территории Кировоградской, Полтавской и Днепропетровской областей. Площадь водосбора 434000 км^2 , среднемноголетний сток 52 км^3 . Полная и полезная емкость водохранилища соответственно $2,46$ и $0,30 \text{ км}^3$, площадь при отметке нормального

подпертого уровня и при уровне мертвого объема 567 и 471 км², площадь мелководий 182 км². Длина водохранилища 149 км, максимальная и средняя ширина соответственно 8,0 и 5,1 км, максимальная и средняя глубина 16,1 и 4,3 м. Максимальный статический напор 15,50 м, минимальный 8,40 м, расчетный 9,85 м. Расчетный расход водосбросной плотины 20100 м³/с, расчетный максимальный сбросной расход через сооружения ($p = 0,1 \%$) 23300 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 составляющая иногда существенно влияет на показатели внешнего водообмена во внутригодовом аспекте. Кроме того, при оценке внешнего водообмена предлагается также учитывать и другие составляющие водного баланса водоема – сброс в водохранилище сточных и бытовых вод, забор воды на хозяйственные нужды и др.

С использованием изложенной в [1, 7, 8, 10] методики по формулам В. Н. Штефана, А. С. Литвинова, Г. П. Калинина и А. В. Караушева для Днепродзержинского водохранилища в характерные по водности годы были рассчитаны коэффициенты интенсивности K_v как отношение суммы прихода и расхода воды из водохранилища к удвоенному среднему его объему за расчетный период, а также показатели внешнего водообмена T_y во временных единицах как величина, обратная коэффициенту интенсивности (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Коэффициенты интенсивности и показатели внешнего водообмена
Днепродзержинского водохранилища
Intensity factors and indicators of external water exchange
of Dneprodzerzhinsk water storage reservoir

Месяц	K_{v1}	T_{y1} , лет	K_{v2}	T_{y2} , лет	$K_{v2} > K_{v1}$, %	K_{v3}	T_{y3} , лет	$K_{v3} > K_{v1}$, %	K_{v4}	$K_{v4} > K_{v1}$, %	T_{y4} , лет
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Многоводный 1970 г.											
I	1,964	0,51	1,998	0,50	1,70	2,006	0,50	2,09	2,008	2,19	0,50
II	1,740	0,58	1,769	0,57	1,64	1,777	0,56	2,08	1,779	2,19	0,56
III	2,588	0,39	2,796	0,36	7,44	2,802	0,36	7,64	2,804	7,70	0,36
IV	5,787	0,17	6,236	0,16	7,20	6,240	0,16	7,26	6,242	7,29	0,16
V	6,677	0,15	6,766	0,15	1,32	6,785	0,15	1,59	6,787	1,62	0,15
VI	2,656	0,38	2,686	0,37	1,12	2,705	0,37	1,81	2,707	1,88	0,37
VII	1,400	0,71	1,421	0,70	1,45	1,443	0,69	2,98	1,445	3,11	0,69
VIII	1,034	0,97	1,051	0,95	1,61	1,078	0,93	4,08	1,080	4,26	0,93

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IX	1,296	0,77	1,317	0,76	1,59	1,330	0,75	2,56	1,332	2,70	0,75
X	1,523	0,66	1,600	0,63	4,81	1,623	0,62	6,16	1,626	6,33	0,61
XI	1,716	0,58	1,772	0,56	3,16	1,776	0,56	3,38	1,778	3,49	0,56
XII	2,271	0,44	2,303	0,43	1,39	2,309	0,43	1,65	2,311	1,73	0,43
Маловодный 1972 г.											
I	2,164	0,46	2,183	0,46	0,87	2,185	0,46	0,96	2,187	1,05	0,46
II	1,725	0,58	1,734	0,58	0,52	1,734	0,58	0,52	1,736	0,63	0,58
III	0,628	1,59	0,645	1,55	2,64	0,651	1,53	3,53	0,653	3,83	1,53
IV	0,724	1,38	0,784	1,28	7,65	0,790	1,27	8,35	0,792	8,59	1,26
V	0,942	1,06	0,977	1,02	3,58	0,990	1,01	4,85	0,992	5,04	1,01
VI	0,999	1,00	1,017	0,98	1,77	1,037	0,96	3,66	1,038	3,75	0,96
VII	0,960	1,04	0,985	1,02	2,54	1,006	0,99	4,57	1,008	4,76	0,99
VIII	1,019	0,98	1,032	0,97	1,26	1,055	0,95	3,41	1,058	3,69	0,94
IX	0,994	1,01	1,002	1,00	0,80	1,023	0,98	2,83	1,025	3,02	0,97
X	0,979	1,02	0,994	1,01	1,51	1,004	1,00	2,49	1,006	2,68	0,99
XI	0,989	1,01	1,017	1,00	2,75	1,025	0,98	3,51	1,027	3,70	0,97
XII	1,174	0,85	1,204	0,83	2,49	1,206	0,83	2,65	1,208	2,81	0,83
Очень маловодный 2015 г.											
I	0,874	1,14	0,893	1,12	2,13	0,897	1,11	2,56	0,901	3,00	1,11
II	1,074	0,93	1,105	0,91	2,81	1,111	0,90	3,33	1,117	3,85	0,89
III	0,802	1,25	0,851	1,18	5,76	0,863	1,16	7,07	0,869	7,71	1,15
IV	0,491	2,04	0,538	1,86	8,74	0,552	1,81	11,05	0,561	12,48	1,78
V	0,665	1,50	0,695	1,44	4,32	0,709	1,41	6,21	0,716	7,12	1,40
VI	0,523	1,91	0,539	1,86	2,97	0,569	1,76	8,26	0,575	9,04	1,74
VII	0,792	1,26	0,806	1,24	1,74	0,824	1,21	3,88	0,828	4,35	1,21
VIII	0,714	1,40	0,724	1,38	1,38	0,746	1,34	4,29	0,750	4,80	1,33
IX	0,566	1,77	0,574	1,74	1,39	0,590	1,69	4,07	0,595	4,87	1,68
X	0,468	2,14	0,481	2,08	2,70	0,491	2,04	4,68	0,497	5,83	2,01
XI	0,578	1,73	0,593	1,69	2,53	0,602	1,66	3,99	0,607	4,78	1,65
XII	0,815	1,23	0,836	1,20	2,51	0,841	1,19	3,09	0,847	3,78	1,18

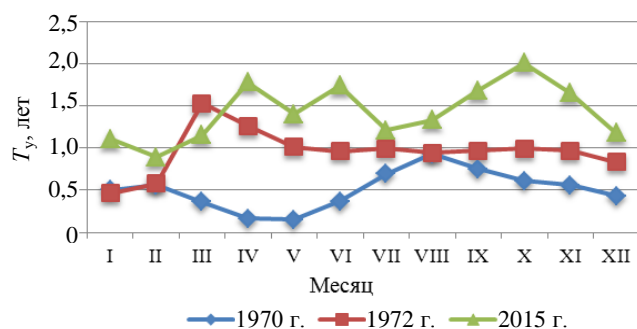


Рис. 1. Показатели внешнего водообмена на Днепродзержинском водохранилище в зависимости от месяца года

Fig. 1. Indicators of external water exchange in Dneprodzerzhinsk reservoir depending on a month of a year

Сравнительные характеристики коэффициентов интенсивности внешнего водообмена с постепенным учетом всех составляющих водного баланса водохранилищ приведены на рис. 2. Коэффициенты учитывают:

$K_{в1}$ – только основной приток и сток через гидроузел; $K_{в2}$ – боковую приточность и перекачку; $K_{в3}$ – осадки и испарение с водохранилища; $K_{в4}$ – 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_y уменьшался.

Для Днепродзержинского водохранилища максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена в многоводном 1970 г. наблюдаются в мае: $K_{в1} = 6,677$; $K_{в2} = 6,766$; $K_{в3} = 6,785$; $K_{в4} = 6,787$; минимальные – в августе: $K_{в1} = 1,034$; $K_{в2} = 1,051$; $K_{в3} = 1,078$; $K_{в4} = 1,080$. Соответствующие показатели внешнего водообмена в мае для всех факторов: $T_y = 0,15$ года, а в августе $T_y = 0,97$; $0,95$; $0,93$; $0,93$ года.

Влияние бокового притока в 1970 г. наибольшее (7,44 %) в марте, а наименьшее (1,12 %) в июне. Осадки и испарение оказывали максимальное влияние (более 2,40 %) на интенсивность внешнего водообмена в августе, минимальное (0,06 %) – в апреле. Влияние суммарных составляющих водного баланса $K_{в4}$ на внешний водообмен мало отличаются от влияния $K_{в3}$ (рис. 2а).

Для маловодного (1972-го) года эксплуатации Днепродзержинского водохранилища соответствующие максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена наблюдаются в январе: $K_{в1} = 2,164$; $K_{в2} = 2,183$; $K_{в3} = 2,185$; $K_{в4} = 2,187$; минимальные – в марте: $K_{в1} = 0,628$; $K_{в2} = 0,645$; $K_{в3} = 0,651$; $K_{в4} = 0,653$. Соответствующие показатели внешнего водообмена в январе для всех факторов: $T_y = 0,46$ года, а в марте $T_y = 1,59$; $1,55$; $1,53$; $1,53$ года (рис. 2б).

Влияние бокового притока в 1972 г. наибольшее (7,65 %) в апреле, а наименьшее (0,52 %) в феврале. Осадки и испарение оказывали максимальное влияние (около 2,15 %) на интенсивность внешнего водообмена в августе, минимальное (нулевое) – в феврале. Влияние суммарных составляющих водного баланса $K_{в4}$ на внешний водообмен практически отличается от $K_{в3}$ на 0,2 % (рис. 2б).

Для очень маловодного (2015-го) года эксплуатации Днепродзержинского водохранилища максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена наблюдаются в феврале: $K_{в1} = 1,074$; $K_{в2} = 1,105$; $K_{в3} = 1,111$; $K_{в4} = 1,117$; минимальные – в октябре: $K_{в1} = 0,468$; $K_{в2} = 0,481$; $K_{в3} = 0,491$; $K_{в4} = 0,497$. Соответствующие показатели внешнего водообмена в феврале для всех факторов: $T_y = 0,931$; $0,905$; $0,900$; $0,895$ года, а в октябре $T_y = 2,14$; $2,08$; $2,04$; $2,01$ года (рис. 2с).

Влияние бокового притока в 2015 г. наибольшее (8,74 %) в апреле, а наименьшее (1,38 %) в августе. Осадки и испарение оказывали максимальное влияние (5,29 %) на интенсивность внешнего водообмена в июне, минимальное (0,43 %) в январе. Влияние суммарных составляющих водного баланса $K_{в4}$ на внешний водообмен максимальное (1,43 %) по отношению до $K_{в3}$ в апреле, а минимальное (0,44 %) в январе (рис. 2с).

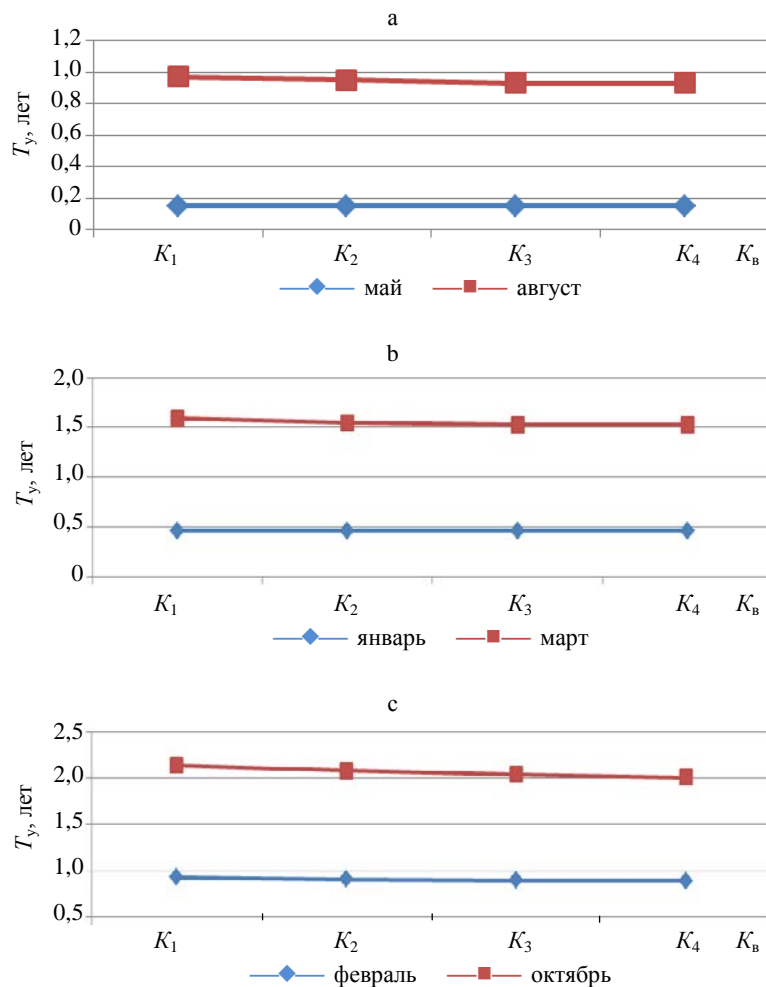


Рис. 2. Зависимость характерных показателей внешнего водообмена на Днепродзержинском водохранилище от коэффициентов интенсивности K_b по годам: а – 1970; б – 1972; в – 2015

Fig. 2. Dependencies of the characteristic indicators of external water exchange in Dneprodzerzhinsk reservoir from influencers K_b according to the years: а – 1970; б – 1972; в – 2015.

Сопоставляя показатели интенсивности внешнего водообмена на Днепродзержинском водохранилище в многоводном и маловодных годах его эксплуатации, отмечено заметное расхождение кривых $T_y = f(t)$ с марта по июль и с сентября по декабрь. Показатель внешнего водообмена в единицах времени в годовом аспекте для Днепродзержинского водохранилища в многоводном году составляет 0,031 года, в маловодном 1972 г. – 0,072 года, а в очень маловодном 2015 г. – 0,113 года, или 41 день. Для сравнения, аналогичный показатель для многоводного года на: Киевском водохранилище – 0,062 года, Кременчугском – 0,13, Днепровском – 0,039,

Каховском – 0,21 года; для маловодного 1972 г. на: Киевском – 0,135 года, Кременчугском – 0,29, Днепровском – 0,099, Каховском – 0,59 года; для очень маловодного 2015 г. на: Киевском – 0,203 года, Каневском – 0,117, Кременчугском – 0,502, Днепровском – 0,144, Каховском – 0,770 года.

ВЫВОДЫ

1. На основе водобалансовых составляющих и постепенного их учета проведено исследование интенсивности внешнего водообмена на Днепро-дзержинском водохранилище с учетом водности года за весь период его эксплуатации – многоводный 1970, маловодный 1972 и очень маловодный 2015 годы. Вычислены коэффициенты интенсивности и показатели внешнего водообмена по каждому месяцу года, месяцы с максимальной и минимальной интенсивностью внешнего водообмена во временных единицах. Определена боковая приточность в водохранилище как основной фактор влияния на интенсивность его внешнего водообмена.

2. Максимальная интенсивность внешнего водообмена в водохранилище в очень маловодном году в весенний и осенний периоды его эксплуатации ухудшилась по отношению к многоводному году в четыре раза. 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, поэтому могут быть полезны при разработке режимов его эксплуатации в условиях изменения климата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обухов, Е. В. Оценка интенсивности внешнего водообмена в Кременчугском и Каховском водохранилищах / Е. В. Обухов // Український гідрометеорологічний журнал. 2014. № 15. С. 134–140.
2. Обухов, Є. В. Оцінка впливу вертикальної складової на інтенсивність зовнішнього водообміну на Кременчуцькому водосховищі / Є. В. Обухов // Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва: матеріали II міжнар. наук.-практ. інтерн.-конф., Тернопіль, 20–21 жовтня 2015 р. Тернопіль: Крок, 2016. С. 324–326.
3. Обухов, Є. В. Оцінка інтенсивності зовнішнього водообміну на Каховському водосховищі в умовах зміни клімату / Є. В. Обухов // Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції: зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. інтерн.-конф., Кам'янець-Подільський, 30 жовтня 2015 р. / Подільський держ. аграр.-техн. ун-т; редкол.: В. В. Іванішин [та інш.]. Тернопіль: Крок, 2015. С. 280–282.
4. Обухов, Е. В. Внешний водообмен водохранилищ Днепровского каскада / Е. В. Обухов // Чистый ГОРОД. Чистая РЕКА. Чистая ПЛАНЕТА: материалы 6 междунар. экологич. форума, Херсон, 19–20 листоп. 2015 р. Херсон: Херсонська Торгово-промислова палата, 2015. С. 140–146.
5. Обухов, Е. В. Внешний водообмен Днестровского водохранилища / Е. В. Обухов // Досягнення науки в 2015 році: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 19 грудня 2015 р. / Центр наук. публікацій «Велес». Київ, 2015. Ч. 2. С. 31–38.

6. Обухов, Е. В. Внешний водообмен на украинских водохранилищах / Е. В. Обухов // Развитие науки в XXI в.: сб. статей IX междунар. науч.-практ. конф., Харьков, 30 дек. 2015 г. / Науч. информ. центр «Знание». Харьков, 2015. Ч. 2. Т. 2. С. 32–37.
7. Обухов, Е. В. Внешний водообмен на Днепродзержинском водохранилище / Е. В. Обухов, Е. П. Корецкий // Развитие науки в XXI в.: сб. статей X междунар. науч.-практ. конф., Харьков, 15 фев. 2016 г. / Науч. информ. центр «Знание». Харьков, 2016. Ч. 2. Т. 2. С. 99–104.
8. Обухов, Е. В. Внешний водообмен украинских водохранилищ / Е. В. Обухов. Одесса: Междунар. акад. наук экол., безопас. чел. и прир., 2016. 48 с. (Сер.: Экология, экономика, безопасность. Вып. 1).
9. Обухов, Е. В. Внешний водообмен на Киевском водохранилище / Е. В. Обухов // Стратегія збалансованого використання економічного, технологічного та ресурсного потенціалу країни: зб. наук. праць 11 міжнар. наук.-практ. конф., Кам'янець-Подільський, 1 червня 2016 р. / редкол.: В. В. Іванішин [та інш.]. Кам'янець-Подільський: Подільський держ. аграр.-техн. ун-т, 2016. С. 176–179.
10. Обухов, Е. В. Сравнительные показатели внешнего водообмена на водохранилищах Днепровского каскада в условиях изменения климата / Е. В. Обухов // Географический вестник. 2016. № 2 (37). С. 61–69. DOI: 10.17072/2079-7877-2016-2-61-69.
11. Обухов, Е. В. / Исследование влияния водности года на интенсивность внешнего водообмена днепровских водохранилищ / Е. В. Обухов, Е. П. Корецкий // Географический вестник = Geographical Bulletin. 2016. № 3 (38). С. 62–71. DOI: 10.17072/2079-7877-2016-3-62-71.
12. Обухов, Е. В. Экономико-экологический фактор влияния изменений климата на интенсивность внешнего водообмена Каховского водохранилища / Е. В. Обухов, Е. П. Корецкий // Економічні інновації: зб. наук. праць. Одеса: Ін-т проблем ринку та економ.-еколог. досліджень НАН України, 2016. Вип. 61. С. 275–284.
13. Обухов, Е. В. Внешний водообмен на Днепровском (Запорожском) водохранилище в условиях меняющегося климата / Е. В. Обухов // Проблемы экологической безопасности и развития народнохозяйственного комплекса: материалы X междунар. науч.-практ. конф., Одесса, 10 окт. 2016 г. / редкол.: М. Я. Постан [и др.]. Одесса: Междунар. акад. наук экол., безопас. чел. и прир., 2016. С. 29–35.

Поступила 05.01.2017 Подписана в печать 10.03.2017 Опубликовано онлайн 28.07.2017

REFERENCES

1. Obukhov E. V. (2014) Assessing the Intensity of External Water Exchange of the Kremenchug and Kakhovka Reservoirs; *Ukrains'kii Gidrometeorologichnii Zhurnal* [Ukrainian Hydrometeorological Journal], 15, 134–140 (in Ukrainian).
2. Obukhov E. V. (2016) Evaluation of the Effect of the Vertical Component on the Intensity of the External Water Exchange of the Kremenchug Reservoir. *Innovatsiini Tekhnologii ta Intensyfikatsiya Rozvitku Natsional'nogo Virobnitstva: Materiali II Mizhnar. Nauk.-Prakt. Intern.-Konf.* [Innovative Technologies and Intensification of National Production Development: Proceedings of the II International Scientific-and-Practical Conference, Ternopil, October 20–21, 2015]. Ternopil, Krok, 324–326 (in Ukrainian).
3. Obukhov E. V. (2015). Assessing the Intensity of External Water Exchange of the Kakhovka Reservoir in the Conditions of Climate Change. *Natsional'ne Virobnitstvo i Ekonomika v Umovakh Reformuvannya: Stan i Perspektivi Innovatsiinogo Rozvitku ta Mizhregional'noi Integratsii: Zb. Nauk. Prats' Mizhnar. Nauk.-Prakt. Intern.-Konf.* [National Production and Economy in the Conditions of Reforming: the State and Prospects of Innovative Development and Interregional Integration: Collected Research Papers of the International Scientific-and-Practical Conference, Kamyanets-Podilsky, October 30, 2015]. Ternopil, Krok, 280–282 (in Ukrainian).

4. Obukhov E. V. (2015) External Water Exchange of the Reservoirs of the Dnieper Cascade. *Chisty GOROD. Chistaya REKA. Chistaya PLANETA: Materialy 6 Mezhdunar. Ekolog. Forum* [Clean CITY. Clean RIVER. Clean PLANET: Proceedings of the 6th International Ecological Forum, Kherson, 19–20 Nov. 2015]. Kherson, The Kherson Chamber of Commerce, 140–146 (in Russian).
5. Obukhov E. V. (2015) External Water Exchange of the Dniester Reservoir. *Dosyagnennya Nauki v 2015 Rotsi: Materiali Mizhnar. Nauk.-Prakt. Konf.* T. 2 [Science Achievements in 2015: Proceedings of the International Scientific-and-Practical Conference, Kyiv, 19 Dec. 2015. Vol. 2]. Kyiv, “Veles” Center of Scientific Publications, 31–38 (in Russian).
6. Obukhov E. V. (2015) External Water Exchange of the Ukrainian Reservoirs. *Razvitie Nauki v XXI Veke: Sb. Statei IX Mezhdunar. Nauch.-Prakt. Konf.* T. 2 [Science Development in XXI Century: Collected Papers of the IX International Scientific-and-Practical Conference, Kharkov, 30 Dec. 2015. Vol. 2]. Kharkov, “Znanie” Scientific Information Center, 32–37 (in Russian).
7. Obukhov E. V., Koretskii E. P. (2016) External Water Exchange of the Dneprodzerzhinsk Reservoir. *Razvitie Nauki v XXI Veke: Sb. Statei X Mezhdunar. Nauch.-Prakt. Konf.* T. 2 [Science Development in XXI Century: Collected Papers of the X International Scientific-and-Practical Conference, Kharkov, 15 Feb. 2016. Vol. 2]. Kharkov, “Znanie” Scientific Information Center, 99–104 (in Russian).
8. Obukhov E. V. (2016) External Water Exchange of the Ukrainian Reservoirs. *Inform. Nauch.-Tekhn. Byul. Ser. “Ekologiya, Ekonomika, Bezopasnost”* [Information Scientific-and-Technical Bulletin Ser. “Ecology, Economy, Security”]. Odessa, International Academy of Sciences for Ecological Security of People and Nature, (1). 48 (in Russian).
9. Obukhov E. V. (2016) External Water Exchange of the Kiev Reservoir. *Strategiya Zbalansovanogo Viktorystannya Ekonomichnogo, Tekhnologichnogo ta Resursnogo Potentsialu Kraïni: Zb. Nauk. Prats' 11 Mizhnar. Nauk.-Prakt. Konf.* [Strategy of the Balanced Use of Economic, Technological and Resource Potential of the Country: Collected Research Works of the 11 International Scientific-and-Practical Conference, Kamianets-Podilskyi, 1 June 2016]. Kamianets-Podilskyi, State Agrarian and Engineering University in Podilya, 176–179 (in Russian).
10. Obukhov E. V. (2016) Comparative Indicators of the External Water Exchange of the Reservoirs of the Dnieper Cascade in the Context of the Climate Change. *Geograficheskii Vestnik = Geographical Bulletin*, 37 (2), 61–69 (in Russian). DOI: 10.17072/2079-7877-2016-2-61-69.
11. Obukhov E. V., Koretskii E. P. (2016) A Study of the Influence of the Rivers on the Intensity of the External Water Exchange of the Dnieper Reservoirs. *Geograficheskii Vestnik = Geographical Bulletin*, 38 (3), 62–71 (in Russian). DOI: 10.17072/2079-7877-2016-3-62-71.
12. Obukhov E. V., Koretskii E. P. (2016) Economic and Environmental Impact Factor of the Climate Change on the Intensity of the External Water Exchange of the Kakhovka Reservoir. *Ekonomichni Innovatsii: Zb. Nauk. Prats'* [Economic Innovations: Collection of Scientific Papers]. Odessa, Institute of Problems of Market and Economical-and-Ecological Studies of the NAS of Ukraine, (61), 275–284 (in Russian).
13. Obukhov E. V. (2016) External Water Exchange of the Dnieper (Zaporozhie) Reservoir in the Conditions of a Changing Climate. *Problemy Ekologicheskoi Bezopasnosti i Razvitiya Narodnokhozyaistvennogo Kompleksa: Materialy X Mezhdunar. Nauch.-Prakt. Konf.* [Problems of Ecological Security and Development of the Economic Complex: Proceedings of the X International Scientific-and-Practical Conference, Odessa, 10 Oct. 2016]. Odessa, International Academy of Sciences for Ecological Security of People and Nature, 29–35 (in Russian).