

konturi aparativ napirnoyi flotaciyi. *Problemy vodopostachannya, vodovidvedennya ta gidravliky*. K: KNUBA, 2017. Nr. 28. P. 227- 235.

28. Movchan S. Obrabotka parametrov chastic vodnih rastvorov pri identifikacii raboty oborotnih sistem vodosnabzheniya. *Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture*.

Lublin-Rzeszow, 2014. Vol. 16, № 6. P. 141- 150.

29. Epoyan S., Movchan S., Shilin V. Issledovanie processa dvizheniya chastic primesej v vodnih rastvorah. *Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture*. Lublin-Rzeszow, 2016. Vol. 18. №5. P. 91-101.

Epoyan S., Sizova N., Movchan S. SIMULATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES FOR INTENSIFICATION RECYCLING WATER SUPPLY SYSTEMS. This article is shown the developments for intensification recycling water supply systems. The issues of modeling the process of wastewater treatment during the intensification of the work of recycling water supply systems are considered. Mathematical model of individual elements (constituent units) in recycling water supply systems investigates the processes of wastewater treatment in galvanic production. It allows assessing the quality of wastewater treatment and dehydration of rare waste that are formed from previous industrial water supply processes. The purpose of this work is to develop mathematical and simulation models for the study of wastewater treatment processes in industrial enterprises, definition, optimal parameters that determine effective work in individual areas and throughout the technological equipment of recycling water supply systems. In the work, the methods of physical and mathematical modeling of the processes of processing, purification and disinfection of wastewater from heavy metals in industrial water supply systems, optical methods of laser interferometry, numerical and analytical methods for optimizing the main parameters of the work of water treatment equipment. Intensification of recycling water supply systems using simulation modeling is taken and the logical-simulation filling is taken into account to determine the optimization modes and parameters of wastewater treatment. The quality of their treatment and dehydration of sludge that are formed from the previous processes during wastewater treatment is shown. The developed simulation model determines the hydrodynamic characteristics of wastewater in three interrelated areas of research: wastewater treatment, determination of the quality of wastewater treatment and sludge dehydration due to the previous processes. The simulation model is based on a logical-simulation content, which uses the constructed mathematical model and algorithms for the operation mode of a technological object and takes into account the conditions for the formation and course of processes in the operation of both components of industrial water supply systems and the entire recycling water supply system. The use of modern information technologies and computational tools allows obtaining numerical and analytical relationships for determining hydromechanical parameters in recycling water supply systems.

Keywords: recycling water supply, intensification, wastewater, physical modeling, mathematical modeling, wastewater treatment, rare waste treatment.

doi.org/10.29295/2311-7257-2018-101-3-212-221

УДК 621.31, 628.12, 330.13

Епоян С.М.¹, Славута О.І.², Жук В.М.³

¹Харківський національний університет будівництва та архітектури

(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна, e-mail: vkgnuca@ukr.net, orcid.org/0000-0003-4551-1309)

²Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

(вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002, e-mail: boderad@ukr.net, orcid.org/0000-0002-3597-9816)

³Державне агентство водних ресурсів України

(вул. Вел. Васильківська, 8, Київ, 01004, e-mail: hark.to@davr.gov.ua, orcid.org/0000-0003-3132-9661)

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ СИСТЕМ ПО ПРОВЕДЕННЮ ВОДООБМІНУ КРАСНОПАВЛІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Краснопавлівське водосховище є складовою частиною водогосподарської системи Східної України та призначене для господарсько-питного водозабезпечення Харкова та населених пунктів Харківщини, а також підтримання водності річки Сіверський Донець. Водосховище має сезонний вид регулювання стоку, та служить для забезпечення безперебійної роботи каналу в разі аварії, а також як резервуар прісної води для водопостачання населених пунктів. Робота передбачає розроблення заходів щодо оптимізації затрат на проведення водообміну у Краснопавлівському водосховищі. Економічне обґрунтування функціонування

водогосподарського комплексу та визначення перспективних напрямків розвитку водогосподарського комплексу на прикладі Харківської області. Розроблено пропозиції по залученню інвестиційних ресурсів для забезпечення функціонування водогосподарського комплексу. Запропонований інвестиційний проект може бути використаний державними органами та комунальними підприємствами при розробленні заходів із розвитку водогосподарського комплексу.

Ключові слова: водогосподарський комплекс, водопостачання, водообмін, інвестиції, енергозбереження, зниження витрат.

Вступ. Краснопавлівське водосховище є складовою частиною водогосподарської системи Східної України та призначене для господарсько-питного водозабезпечення міста Харкова та населених пунктів Харківської області, а також підтримання водності річки Сіверський Донець [3].

Водосховище розташоване біля смт Краснопавлівка Лозівського району Харківської області, є наливним та веде сезонний вид регулювання стоку та використовується для водопостачання, зрошення, риборозведення і рекреаційних потреб. Загальний об'єм води водосховища складає 410 млн.м³, площа водного дзеркала – 34 км², максимальна глибина – 24 м.

Основні морфометричні характеристики водосховища представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні морфометричні характеристики Краснопавлівського водосховища

Характеристика	Величина
1. Нормальний підпірний рівень (НПР), м	120
2. Максимальний підпірний рівень (МПР), м	121
3. Рівень робочого спрацювання (РРС), м	106,6
4. Рівень мертвого об'єму (РМО), м	100
5. Об'єм водосховища при НПР, млн.м ³	412
6. Об'єм водосховища при МПР, млн.м ³	100
7. Об'єм водосховища при РРС, млн.м ³	34
8. Корисний об'єм, млн.м ³ в тому числі: - робочий (між НПР і МПР), млн.м ³ - резервний (між МПР і РРС), млн.м ³	312 66
9. Площа дзеркала водосховища при НПР, км ²	34
10. Площа дзеркала водосховища при МПР, км ²	13,5
11. Площа дзеркала водосховища при РРС, км ²	6,7
12. Довжина, км	13,7
13. Середня ширина, км	2,48
14. Середня глибина, м	12,1

Матеріали і методи досліджень. Водні ресурси Краснопавлівського водосховища формуються, в основному, за рахунок притоку, що надходить по каналу Дніпро-Донбас, і частково, в незначному обсязі, за рахунок стоку р.Попільна. Канал Дніпро-Донбас 1-ої черги, по якому надходить вода в Краснопавлівське водосховище, обладнаний 12-ма насосними станціями, здатними подавати по каналу в умовах нормальної експлуатації 120 м³/с води. При форсованому режимі подача води може досягати 144 м³/с. У зимовий час (грудень-лютий) у зв'язку з умовами льодового режиму пропускна здатність каналу

знижується до 55 м³/с. Щорічно в період з лютого по березень відбувається зупинка каналу на ремонт.

Водогосподарська система каналу Дніпро-Донбас, складовою частиною якої є Краснопавлівське водосховище, яке повинно забезпечувати дніпровською водою споживачів Дніпропетровської, Харківської, Донецької, Луганської областей. До складу споживачів входять: комунальне господарство, промисловість, зрошення, рибне господарство, сільські населені пункти, сільськогосподарські підприємства [12].

Комунальне господарство представлено водоспоживанням міст і селищ міського типу Харківської та Донецької областей відповідно до демографічного прогнозу зростання міського населення, перспективним рівнем благоустрою та середньодобовими нормами водоспоживання. Основу промислового розвитку становлять такі галузі: енергетична, паливна, хімічна та машинобудівна, а також металургійна, будівельна, легка, харчова [4, 6].

Схема зрошення в зоні впливу каналу Дніпро-Донбас розроблена інститутом «Укрдіпроводгосп» в ув'язці з існуючим становищем. Зрошуване землеробство представлено, як державними зрошувальними системами, так і внутрішньогосподарськими ділянками. Окремо побудовані зрошувальні системи по трасі каналу Дніпро-Донбас і 2-ої черги [14]. Перспективне водоспоживання рибного господарства, розроблене Київським інститутом «Південрибпроект» представлено заповненням спрацювання рибних ставків і безповоротними втратами на випаровування.

Сільськогосподарське водопостачання на розглянутій території представлено сільськими населеними пунктами, тваринницькими та сільськогосподарськими підприємствами, які забезпечуються водою із шахтних колодязів, джерел, річок та магістральних водоводів, що проходять по їх території. У перспективі передбачається підвищення рівня благоустрою сільських населених пунктів, організації централізованого водопостачання і каналізації [2].

Згідно з проектними даними, нормальний підпірний рівень води Краснопавлівського водосховища (НПР) складає 120,00 мБС. Максимальний підпірний рівень (МПП) – 121,00 мБС. Рівень робочого спрацювання (або рівень гарантованої водовіддачі) (РРС) – 106,60 мБС. Рівень мертвого об'єму водосховища (РМО) – 100,00 мБС. До позначки НПР Краснопавлівське водосховище жодного разу не наповнювалось з початку завершення його будівництва та прийняття в експлуатацію із 1984 року. Причинами такого положення справ слід рахувати особливості геологічних та гідрогеологічних умов рельєфу місцевості, в результаті чого при високих позначках рівнів води здійснюється вилуговування ґрунтів поверхні прибережної смуги водосховища, що спричиняє різке погіршення якості води по жорсткості.

Другим стримуючим фактором нерегулярного водообміну та відповідного достатнього наповнення водосховища слід відмітити недостатній рівень фінансування з державного бюджету на подачу води каналом Дніпро-Донбас, що вимагає значних енергетичних затрат на роботу групи дванадцяти насосних станцій для перекачування води із Дніпродзержинського водосховища та підймання її до Краснопавлівського водосховища на абсолютну висоту близько 65 метрів. В зв'язку з цим рівень води Краснопавлівського водосховища коливається в діапазоні від 106,6 м (рівень робочого спрацювання, або рівень гарантованої водовіддачі) до 118,0 м.

В зв'язку з тим, що Краснопавлівське водосховище відноситься до наливного типу, режим рівнів води водосховища залежить від своєчасного здійснення заходів по водообміну.

Згідно з графіком проектного режиму роботи водосховища, а також з урахуванням з Правилами його експлуатації, водообмін у Краснопавлівському водосховищі повинен відбуватися двічі на рік – навесні та восени. Керуючись проектними та науковими розробками [13], розрахунки режиму роботи каналу Дніпро-Донбас і Краснопавлівського водосховища необхідно виконувати на основі таких умов:

- обсягів річного водоспоживання із русла каналу та Краснопавлівського водосховища (згідно заявок водоспоживачів);
- проведення наповнення (водообміну) Краснопавлівського водосховища в терміни з 1 квітня по 1 травня, а також з 1 жовтня по 1 грудня кожного року до позначок робочих рівнів води і обсягів заповнення в залежності від обсягів водоспоживання;
- перед наповненням Краснопавлівського водосховища обов'язково необхідно проводити попередній водообмін в Орільському водосховищі по доведенню якості води до значно нижчої жорсткості, ніж нормативних показників якості води (жорсткість повинна бути – 4,5-5,0 мг-екв/дм³);
- при неможливості попередньої промивки Орільського водосховища доцільно підтримувати якість води в Краснопавлівському водосховищі в межах нормативної (при цьому рівень води необхідно підтримувати в межах 110,0-115,0 мБС);
- при неможливості підтримки якості води в Краснопавлівському водосховищі в межах нормативної (перед початком подачі води необхідно знизити рівень води до позначок, які дозволяють забезпечити доведення якості води до нормативної).

При більш високих позначках (вище 115,0 мБС) і обсягах наповнення Краснопавлівського водосховища, спостерігається більш значне погіршення якості води. Це викликано природними геологічними умовами поверхні та ґрунтів. Аналізуючи фактичні матеріали по змінам якості води в Краснопавлівському водосховищі за періоди відсутності подачі із р. Дніпро необхідно зазначити наступне: при рівнях і наповненнях від 114,24 мБС до 116,37 мБС – зміни (збільшення) жорсткості складала – 0,3 мг-екв/дм³ в місяць (період 2004-2005 роки); від 113,10 мБС до 115,60 мБС – зміни жорсткості складала – 0,15 мг-екв/дм³ в місяць (період 2006-2007 роки); від 110,25 мБС до 115,62 мБС – зміни жорсткості складала – 0,12 мг-екв/дм³ в місяць (період 2007-2009 роки) [8].

Виходячи з вищевикладеного необхідно зауважити, що чим нижче позначка та обсяг наповнення Краснопавлівського водосховища, тим менша трансформація якості вод в період відсутності водообміну. Вибір рівнів наповнення та спрацювання Краснопавлівського водосховища проводиться згідно допустимих величин рівнів води, можливої трансформації якості води та обсягів водоспоживання. В нормальних умовах експлуатації не допускається спрацювання водосховища нижче позначки 106,6 мБС (обсяг – 99,08 млн. м³) – рівня робочого спрацювання (РРС), або рівня гарантованої водовіддачі.

В аварійних ситуаціях на каналі або екологічних і других загроз в басейні річки Сіверський Донець може проводитись спрацювання резервного обсягу водосховища – 66 млн. м³ нижче позначки 106,6 мБС (обсяг – 99,08 млн. м³) до рівня мертвого обсягу (РМО) 100,0 мБС (обсяг – 33,95 млн. м³).

Проточність Краснопавлівського водосховища для підтримання якості води в ньому протягом року повинна бути в співвідношенні обсягів 1,00-1,14, а повний водообмін 1-10. Наприклад, якщо на початок року водосховище наповнене обсягом 100 млн.м³, то потрібно прокачати через нього протягом року 114 млн. м³ дніпровської води (частковий водообмін), і тоді якість води не зміниться. Тому, виконуючі вимоги вищезазначених документів раціональний режим роботи Краснопавлівського водосховища розраховується виходячи з

обсягів водоспоживання із нього для м. Харкова і запланованих попусків в р. Сіверський Донець та рівня робочого спрацювання 106,6 мБс і початкового обсягу спрацювання перед наповненням 99,0 млн. м³.

Наприклад, річна потреба на м. Харків складає 60 млн. м³, скиди в р. Сіверський Донець – 100 млн. м³ в рік для потреб басейну р. Сіверський Донець. Тоді, максимальний обсяг наповнення повинен бути 99 (РРС) +100 (скиди) + 60 (потреба на м. Харків) = 260 млн. м³, а рівень води після водообміну – 115,0 мБс при умові одноразового короткотермінового водообміну.

Слід зазначити, що науковцями різних країн світу доведено, що негативно впливають на організм людини води з підвищеною мінералізацією, високою жорсткістю та інше. На рівень захворюваності населення регіону може впливати також зміна характеру питного водопостачання, наприклад, зміна артезіанських вод річною водою, або навпаки. При умові щорічної подачі води по каналу Дніпро-Донбас була б можливість підтримувати нормативну якість в руслі каналу, водосховищ, в р. Сіверський Донець і як наслідок, населення Харкову і Харківської області, а також в басейні р. Сіверський Донець споживало б значно кращу по якості воду [5].

Результати дослідження. Для вирішення питання компенсації витрат по подачі води в Краснопавлівське водосховище та р. Сіверський Донець, необхідно:

1. При формуванні програми роботи насосних станцій каналу Дніпро-Донбас і Краснопавлівського водосховища виходячи з потреб водо споживачів, дотримуватись вимог, зазначених в розробках інститутів «Укргідропроєкт» та «Укрводпроєкт», основні із яких: спрацювання до кінця року до рівня 106,60 мБс і наповнення до позначки 115,00 мБс, при якій спостерігається стабілізація якісного стану води.
2. Вирішити питання обов'язкового щорічного фінансування з державного бюджету послуг Держводагентства по подачі води в Краснопавлівське водосховище як для мешканців м. Харкова і Харківської області, так і для р. Сіверський Донець для підтримання нормального екологічного стану в цьому річковому басейні [7, 8].
3. Розглянути можливість здійснення компенсаційних затрат на проведення водообміну Краснопавлівського водосховища за рахунок інших водоспоживачів із каналу Дніпро-Донбас і Краснопавлівського водосховища.
4. Впровадити укладання угод про державно-приватне партнерство та залучення інвестиційних і кредитних ресурсів, а також допомоги донорів, що забезпечить фінансування заходів по проведенню водообміну у Краснопавлівському водосховищі.

Виконаємо розрахунок витрат для проведення водообміну у Краснопавлівському водосховищі із попереднім водообміном у Орільському водосховищі. Початкові дані з урахуванням виконання екологічних попусків в річці Сіверський Донець та щомісячного водозабору КП «Харківводоканал» наступні:

Краснопавлівське водосховище: рівень – 108,25 мБс; обсяг – 123,3 млн.м³; жорсткість – 7,6-7,8 мг-екв/дм³.

Орільське водосховище: рівень – 103,00 мБс; обсяг – 13,886 млн.м³; жорсткість – 15- 16 мг-екв/дм³.

Кам'янське водосховище: жорсткість – 3,8-4,1 мг-екв/дм³.

Етапи проведення водообміну в Краснопавлівському водосховищі наступні:

1. Водообмін в Орільському водосховищі:

- протягом 7-8 діб спрацьовується до позначки 102,50 мБс (обсяг – 10,832 млн.м³), витратами 2÷5 м³/с.

- протягом 3-х діб наповнюється до позначки 103,25 мБс (обсяг – 15,8 млн.м³), насосними станціями № 1-10, витратами 20 м³/с.

Обсяг подачі води у Орільське водосховище – 4,968 млн.м³. Загальний термін водообміну – 10-11 діб. Витрати електроенергії – 1,4 млн.кВт*год. Витрати коштів – 2,37 млн. грн.

2. Подача води у Краснопавлівське водосховище:

Подача води здійснюється насосними станціями № 1-12 Управління каналу Дніпро-Донбас:

- протягом 7 діб цілодобово по одному насосному агрегату витратою 20 м³/с;

- протягом 32 діб цілодобово по два насосні агрегати витратою 40 м³/с.

За результатами водообміну загальний обсяг подачі води у Краснопавлівське водосховище повинен скласти – 120 млн.м³. Загальний обсяг води, який буде перекачаний насосними станціями, що розташовані вздовж каналу Дніпро-Донбас, складає – 1440 млн.м³.

Питома витрата електроенергії складає – 23,8 кВт-год/тис.м³. Загальні витрати електроенергії для водообміну в Орільському та Краснопавлівському водосховищах 34,2 млн.кВт*год. При тарифі на електроенергію 1,69 грн. за 1 кВт-год за I класом напруги, та 2,0 грн. за 1 кВт за II класом напруги електроспоживання відповідно, витрати коштів на проведення водообміну складуть – 58,2 млн. грн.

Загальний термін водообміну складатиме – 38-39 діб.

В результаті проведення водообміну буде покращено якість води по жорсткості у Краснопавлівському водосховищі до 6,3 мг-екв/дм³.

Загальні видатки на електроенергію та придбання необхідного обладнання для забезпечення проведення водообміну Краснопавлівського водосховища розраховуються наступним чином:

$$V_{ЗАГ} = V_0 + V_K + V_1 \quad (1)$$

де V_0 – видатки на водообмін в Орільському водосховищі, млн.грн.; V_K – видатки на проведення водообміну в Краснопавлівському водосховищі, млн.грн.; V_1 – інші видатки (паливно-мастильні матеріали, заходи з наладки насосних агрегатів, заходи з охорони праці тощо).

$$V_{ЗАГ} = 2,37 + 58,2 + 1,20 = 61,77 \text{ млн.грн.}$$

При цьому вартість перекачки 1 м³ води складатиме:

$$V_1 = V_{ЗАГ} / V_{ЗАГ} \quad (2)$$

де $V_{ЗАГ}$ – загальні видатки на проведення водообміну, млн.грн.; $V_{ЗАГ}$ – загальний об'єм води, млн.м³.

$$V_1 = 61,77 \text{ млн.грн.} / 120 \text{ млн.м}^3 = 0,51 \text{ грн./м}^3.$$

Розробимо заходи по оптимізації затрат, пов'язаних із водообміном Краснопавлівського водосховища. Наявні гідротехнічні споруди каналу Дніпро-Донбас та Краснопавлівського водосховища потребують технічного переоснащення внаслідок тривалого строку їх експлуатації з моменту будівництва, а також підвищення ефективності їх функціонування. З цією метою пропонується виконати заміну насосного обладнання каналу Дніпро-Донбас на більш енергоефективне.

По трасі каналу Дніпро-Донбас на насосних станціях № 1-11 наявне насосне обладнання представлено осьовими горизонтальними поворотно-лопастними насосами ОПГ-

220Г в кількості 6 шт. на кожній насосній станції. Продуктивність кожного насосу – 13-24 м³/с, напір – 4,7-7,2 м, встановлена потужність – 2100 кВт.

Насосна станція № 12, яка перекачує воду саме у Краснопавлівське водосховище, обладнана осьовими вертикальними поворотно-лопастними насосами ОПВ10-185Г в кількості 8 шт. Продуктивність кожного насосу – 13-21 м³/с, напір – 15-25 м, встановлена потужність – 5000 кВт.

Даним інвестиційним проектом пропонується замінити на кожній насосній станції в кількості 12 шт. по 1 сучасному енергоефективному насосному агрегату. За даними галузі питоми капітальні вкладення насосного обладнання продуктивністю 1 м³/с складають – 42,15 тис. грн.

Для проведення водообміну Краснопавлівського водосховища продуктивність насосного обладнання каналу Дніпро-Донбас повинна бути 20 м³/с.

Сума закупівлі розраховується за формулою:

$$C = V_1 * Q / 12 \quad 3)$$

де V_1 – вартість перекачки 1 м³ води, грн./м³; Q – продуктивність насосного обладнання.

Отже, необхідна сума закупівлі насосного обладнання складатиме:

$$42,15 \text{ тис. грн.} * 20 \text{ м}^3/\text{с} * 12 \text{ шт.} = 10116 \text{ тис. грн.}$$

Реалізація подібних проектів показує, що вартість обладнання складає 20-25 % від загальної суми інвестицій. Інші видатки можуть бути полягати у послугах енергосервісних компаній, транспортних та накладних витратах тощо.

Відповідно, на реалізацію проекту буде потрібно – 40464 тис. грн.

Встановлення нового обладнання дозволить зменшити витрати електроенергії, розрахунок яких представлено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Розрахунок застосування енергозберігаючого обладнання на каналі Дніпро-Донбас

Показники	Базовий варіант	Запропоноване насосне обладнання
Кількість насосів, шт.	12	12
Потужність електродвигунів, кВт	2100, 3000(№12)	1762,5
Встановлена потужність, кВт	28200	21150
Економія по встановленій потужності		7050
Кількість відпрацьованих годин насосами, год.	960	960
Витрати електроенергії, тис. кВт-год	27072	20304
Економія електроенергії, тис. кВт-год		6768
Вартість спожитої електроенергії, грн. за 1 кВт-год		1,69
Економія спожитої електроенергії у вартісному відношенні, тис. грн.		11438

Проведемо оцінку ефективності інвестицій. Розрахуємо значення чистого дисконтованого доходу (ЧДД). Основне призначення даного показника – дати чітке розуміння того,

чи варто вкладати гроші в той чи інший інвестиційний проект. Також розрахуємо індекс доходності та термін окупності.

Вихідні дані наступні:

1. Обсяг капіталовкладень: 40464 тис. грн.;
2. Інвестиційний період: 10 років;
3. Амортизація: $10116 * 10\% = 1012$ тис. грн.
4. Сума чистого грошового потоку (економія + амортизація): $11438 + 1012 = 12450$ тис. грн.
5. Ставка відсотка $E_k = 26\%$. Ставка відсотка E_k складається з облікової ставки банку (складає 13% в середньому за 2017 р), з рівня інфляції (на 2017 р складає 11%) та ризику (2%).

Результати розрахунку дійсної вартості чистого грошового потоку представлені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Дійсна вартість чистого грошового потоку

Рік	-ІВ, +ГП	$K dt$ при $E_k=26\%$	Σ ДГП _t , тис.грн.
0	-40464	1	-40464
1	12450	0,7937	9882
2	12450	0,6299	7842
3	12450	0,4999	6213
4	12450	0,3968	4940
5	12450	0,3149	3921
6	12450	0,2499	3111
7	12450	0,1983	2469
8	12450	0,1574	1960
9	12450	0,1249	1555
10	12450	0,0992	1235
Разом	12450	-	43128

Чистий дисконтований дохід розраховується наступним чином:

$$\text{ЧДД} = \Sigma \text{ДГП}_t - \text{ІВ} \quad (4)$$

де $\Sigma \text{ДГП}_t$ - Сума грошового потоку, тис. грн.; ІВ – Інвестиційні вкладення, тис. грн.

$$\text{ЧДД} = 43128 - 40464 = +2664 \text{ тис. грн.}$$

Інвестиційний проект, за яким показник чистого приведенного доходу є негативною величиною чи дорівнює нулю, повинен бути відкинтий, тому що не приносить інвестору додаткового доходу на вкладений капітал. Проекти з позитивним значенням показника ЧДД дозволяють збільшити капітал інвестора і вони економічно доцільні для реалізації [1, 10, 11].

Розрахуємо індекс доходності, який представляє собою відношення сум грошового потоку в дійсній вартості до суми інвестиційних засобів:

$$\text{ІД} = \Sigma \text{ДГП}_t / \text{ІВ} \quad (5)$$

В результаті індекс доходності складає: $\text{ІД} = 43128 / 40404 = 1,06$.

Розрахуємо термін окупності проекту як кількість часу, яка необхідна для покриття витрат на той чи інший проект. Середньорічна сума чистого грошового потоку складає: $43128 / 10 \text{ років} = 4313 \text{ тис. грн.}$

Враховуючи це, термін окупності складе: $T_{\text{ок}} = 40464 / 4313 = 9,38 \text{ років}$

Розраховані показники ефективності представлені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Показники ефективності інвестицій

Показники	Символ	Одиниця вимір.	Значення
Сума інвестицій	СІ	тис. грн.	40464
Чистий дисконтований дохід	ЧДД	тис. грн.	2664
Індекс доходності	ІД	—	1,06
Період окупності	$T_{\text{ок}}$	років	9,38

Висновки. Виходячи з вищенаведених розрахунків, можемо зробити висновок, що даний проект є прибутковим, оскільки чистий дисконтований дохід має позитивне значення: + 2664 тис. грн., індекс доходності дорівнює $1,06 > 1$, а строк окупності складає 9,38 років.

Впровадження заходів по заміні встановленого насосного обладнання на сучасне енергоефективне дозволить зменшити загальні витрати електроенергії на 6768 тис. кВт-год, або на 25 %.

ЛІТЕРАТУРА:

- Бойчик І. М. Економіка підприємства: Навчальний посібник. Вид. 2-ге, доповн. і переробл. К.: Аттіка, 2006. 528 с.
- Водне господарство в Україні / За ред. А.В. Яцика, В.М. Хорева. К.: Генеза, 2000. 456 с.
- Вишневецький В.І., Сташук В.А., Сакевич А.М. Водогосподарський комплекс у басейні Дніпра. Наукове видання. К: Інтерпрес ЛТД, 2011. 188 с.
- Епоян С. М., Колотило В. Д., Друшляк О. Г., Сухоруков Г. І., Айрапетян Т. С. Водопостачання та очистка природних вод : навч. посіб. Харків: Харк. держ. техн. ун-т буд-ва та архіт, 2010. 183 с.
- Епоян С. М., Сухоруков Г. І., Яркін В. А. Існуючі споруди змішування природних вод і методи їх удосконалення. Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА ХОТВ АБУ, 2015. Вип. 80. С. 201-205.
- Епоян С. М., Пашкова С. П., Айрапетян Т.С., Волков В. М. Рациональне використання водних ресурсів: Навчальний посібник. Харків: ХНУБА, ТОВ «ТО Ексклюзив», 2016. 176 с.
- Жук В.М. Оцінка якості поверхневих вод Харківської області та інтенсивності їх використання. Науковий вісник будівництва.– Харків: ХНУБА, 2013. Вип. 73. С. 563-567.
- Закорко О. Економічні інструменти регулювання водокористування та фінансування водогосподарської діяльності з урахуванням вимог Водної Рамкової Директиви ЄС. Водне господарство України. К., 2015. № 2. С. 45-52.
- Каленіченко Л. Водогосподарський об'єкт як економічна структура водокористування. Водне господарство України. К., 2005. № 3. С. 23-26.
- Кіняк Г. В. Сучасні тенденції розвитку водопровідно-каналізаційного господарства України. Актуальні питання економіки. К., 2011. № 6. С. 81 – 85.
- Костюк В. О. Техніко-економічний аналіз діяльності підприємств міського господарства: .Навч. посібник. Харків: ХДАМГ, 2010. 245с.
- Левківський С. С., Падун М. М. Рациональне використання і охорона водних ресурсів: Підручник. К.: Либідь, 2006. 280 с.
- Правила експлуатації Краснопавлового водохранилища на р. Попельной, арх. № 1029-39-Т01. Всесоюзное проектно-изыскательское и научно-исследовательское объединение «Гидропроект» имени С.Я. Жука. Украинское отделение. Харьков, 1991, 109 с.
- Сташук В. А. Наукова політика щодо забезпечення ефективного функціонування

водогосподарсько-меліоративного комплексу. Меліорація і водне господарство. К., 2006, Вип. 93-94. – С. 3-12.

REFERENCES:

1. Bojchik I. *Ekonomika pidpriyemstva: Navchalnij posibnik*. Vid. 2nd, dopovn. i peperobl. K.: Attika, 2006. 528 p.
2. *Vodne gospodarstvo v Ukraini / Za red. A. Yacika, V. Horyeva*. K.: Geneza, 2000. 456 p.
3. Vishnevskij V.I., Stashuk V.A., Sakevich A.M. *Vodogospodarskij kompleks u basejni Dnipra: Naukove vidannya*. K : Interpres LTD, 2011. 188 p.
4. Epoyan S., Kolotilo V., Drushlyak O., Suhorukov G., Ajrapetyan T. *Vodopostachannya ta ochistka prirodnihi vod: navch. posib.* Kharkiv: KhNUBA, 2010. 183 p.
5. Epoyan S., Suhorukov G., Yarkin V. *Isnuyuchi sporudi zmishuvannya prirodnihi vod i metodi yih udoskonalennya*. Scientific Bulletin of Civil Engineering. Kharkiv: KhNUBA, 2015. Vol. 80. P. 201-205.
6. Epoyan S. M., Pashkova S. P., Ajrapetyan T.S., Volkov V. M. *Racionalne vikoristannya vodnih resursiv: Navchalnij posibnik*. Kharkiv: KhNUBA, LTD «TO Eksklyuziv», 2016. 176 p.
7. Zhuk V. *Ocinka yakosti poverhnevihi vod Harkivskoyi oblasti ta intensivnosti yih vikoristannya*. Scientific Bulletin of Civil Engineering. Kharkiv: KhNUBA, 2013. Vol. 73. P. 563-567.
8. Zakorko O. *Ekonomichni instrumenti reguluvannya vodokoristuvannya ta finansuvannya vodogospodarskoyi diyalnosti z urahuvannyam vimog Vodnoyi Ramkovoyi Direktivi EU*. *Vodne gospodarstvo Ukraini*. K., 2015. Nr 2. P. 45-52.
9. Kalenichenko L. *Vodogospodarskij ob'ekt yak ekonomichna struktura vodokoristuvannya*. *Vodne gospodarstvo Ukraini*. K., 2005. Nr 3. P. 23-26.
10. Kinyak G. *Suchasni tendenciyi rozvitku vodoprovodno-kanalizacijnogo gospodarstva Ukraini. Aktualni pitannya ekonomiki*. K., 2011. Nr 6. P. 81 – 85.
11. Kostyuk V. *Tehniko-ekonomichnij analiz diyalnosti pidpriyemstv miskogo gospodarstva*. *Navch. posibnik* Kharkiv: KhDAMG, 2010. 245 p.
12. Levkivskij S., Padun M. *Racionalne vikoristannya i ohorona vodnih resursiv: Pidruchnik*. K.: Libid, 2006. 280 p.
13. *Pravila ekspluatatsii Krasnopavlovskogo vodohranilisha na r. Popelnoj, arh. № 1029-39-T01. Vsesoyuznoe proektno-izyskatelskoe i nauchno-issledovatel'skoe otdelenie «Gidroproekt» imeni S.Ya. Zhuka. Ukrain'skoe otdelenie*. Kharkov, 1991, 109 p.
14. Stashuk V. *Naukova politika shodo zabezpechennya efektyvnogo funkcionuvannya vodogospodarsko-meliorativnogo kompleksu. Melioraciya i vodne gospodarstvo*. K., 2006, Vol. 93-94. P. 3-12.

Epoyan S., Slavuta O., Zhuk V. INCREASING THE EFFICIENCY OF WATER MANAGEMENT SYSTEMS IN CONDUCTING THE WATER EXCHANGE OF THE KRASNOPAVLIVSKE RESERVOIR.

Krasnopavlivske reservoir is an integral part of the water management system of Eastern Ukraine and is intended for household and drinking water supply to Kharkiv and settlements in Kharkiv region, as well as maintaining the water content of the Siverskyi Donets River. The reservoir has a seasonal type of flow regulation, and serves to ensure uninterrupted operation of the canal in the event of an accident, as well as a fresh water reservoir for water supply to settlements. The aim of this work is to develop proposals for optimizing the costs of water exchange in the Krasnopavlivske reservoir. The functioning of the water management complex has been economically justified. The promising directions of development of the water management complex have been determined on the example of the Kharkov region. Proposals have been developed for attracting investment resources to ensure the functioning of the water management complex. The proposed investment project can be used by government agencies and utilities in the development of measures for the development of the water sector.

Key words: water management complex, water supply, water exchange, investments, energy saving, cost reduction.