



# Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.6:532.57

© 2019

## АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗА ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ТА ЕКОНОМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

О.О. Дехтяр<sup>1</sup>, Н.Д. Брюзгіна<sup>2</sup>, А.В. Антонюк<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>кандидати технічних наук

<sup>1,2</sup>Інститут водних проблем і меліорації НААН  
вул. Васильківська, 37, м. Київ, 03022, Україна

<sup>3</sup>Кам'янсько-Дніпровська дослідна станція Інституту водних проблем і меліорації НААН  
пров. Олега Кошового, 14, м. Кам'янка-Дніпровська Запорізької обл., 71301, Україна  
e-mail: <sup>1</sup>oksana.dehtiar@gmail.com, <sup>2</sup>Natalya-51@i.ua, <sup>3</sup>kdds@meta.ua

Надійшла 6.09.2018

**Мета.** Дослідження основних техніко-технологічних та економічних показників функціонування зрошувальних систем на сучасному етапі для визначення заходів з їх відновлення та сталого розвитку. **Методи.** Аналітичні, методи системного аналізу, експертних оцінок, порівнянь і аналогів, статистичні. **Результати.** В умовах прогресуючої посушливості клімату достатня кількість вологи, особливо у вегетаційний період, є найвагомим чинником отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур. Аналіз функціонування зрошувальних систем за техніко-технологічними та економічними показниками проводили в умовах посушливої степової зони півдня України на Кам'янсько-Дніпровській дослідній станції Інституту водних проблем і меліорації НААН у зоні обслуговування Кам'янського міжрайонного управління водного господарства. Здійснений аналіз багаторічних статистичних характеристик функціонування зрошувальних систем свідчить, що гарантована врожайність сільськогосподарських культур можлива лише за умови сталого використання зрошуваних земель та ефективного управління процесами на меліоративних системах. У результаті проведених досліджень встановлено, що на ефективність зрошувального землеробства найбільше впливають надійність роботи меліоративних систем та енергоємність водоподачі. **Висновки.** Висока енергоємність процесів водоподачі та водорозподілу в умовах постійного підвищення тарифів на електроенергію водночас з великими втратами води під час транспортування зумовлюють підвищення вартості води для сільгоспвиробника. І в результаті збільшується собівартість сільськогосподарської продукції та стримується сталий розвиток зрошувального землеробства. Зростання енергоємності водоспоживання потребує розробки технічних рішень з підвищення енергоефективності процесів водоподачі та водорозподілу, проведення модернізаційних заходів із відновлення зрошувальних систем.

**Ключові слова:** зрошувальні системи,  
функціонування, техніко-технологічні показники, відновлення.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201903-08>

Зрошувальні системи (ЗС) України, створені ще наприкінці минулого століття, працюють на ресурсі, закладеному під час їх проектування та будівництва. На жаль, нині на тлі змін клімату та господарської діяльності водогосподарсько-меліоративний комплекс функціонує неефективно, а нинішній стан ЗС не гарантує сільгоспвиробникам отримання належних урожаїв [1, 2]. Отже, сучасна ситуація у меліоративному секторі потребує детального аналізу та оцінки для визначення основних заходів з відновлення наявного потенціалу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Різні аспекти функціонування ЗС, питання підвищення їх експлуатаційної надійності, довговічності, енергоефективності, еколого-економічні проблеми водокористування досліджували відомі вітчизняні та зарубіжні вчені: О.М. Костяков, Ю.О. Бакшесв, В.В. Колпаков, Ц.Е. Мірцхулава, Н.А. Гаркуша, В.Б. Резнік, І.М. Єлшин, В.А. Гурін, М.І. Ромащенко, Ю.О. Михайлов, П.І. Коваленко, В.С. Сніговий, Г.С. Грінь, А.І. Левченко, В.М. Попов, Л.Ю. Чернишевська, В.Д. Крученко, С.В. Коковіхін, М.Ф. Натальчук, П.І. Ковальчук, А.М. Рокочинський, С.А. Балюк, О.І. Жовтоног, М.А. Хвесик, Д.П. Савчук, А.В. Яцик, Garsez C. Restrepo, D. Munoz, Sam H. Johnson, M. Firing, Jaubert De Passá та ін. [1–16].

Останніми роками особливу увагу приділяють питанням функціонування ЗС у зв'язку з глобальними кліматичними змінами та підвищенням ролі меліоративних систем для сталого розвитку аграрного сектору економіки. Проте, незважаючи на численні роботи в цій сфері, залишається ще багато невирішених питань.

**Мета роботи** — дослідження основних техніко-технологічних та економічних показників функціонування ЗС на сучасному етапі для визначення заходів з їх відновлення та сталого розвитку.

**Методи досліджень.** У роботі використано аналітичні, експериментальні методи, методи експертних оцінок, порівнянь і аналогів, статистичні.

Дослідження напірно-витратних характеристик насосних станцій (НС) виконували із застосуванням мобільних ультразвукових витратомірів УВР-011, а витрати електроенергії та тиску заміряли за допомогою установлених на НС електродіалізаторів і манометрів. Статистичні характеристики процесів водоподачі та водорозподілу визначали за фактичними графіками водоподачі та графіками зміни рівнів води в розподільчих каналах із урахуванням метеорологічних спостережень.

**Результати та методи досліджень.** В умовах прогресуючої посушливості клімату достатня кількість вологи, особливо у вегетаційний період, є найвагомим чинником отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур. Терміни поповнення вологості ґрунту в період вегетації рослин безпосередньо залежать від надійного функціонування ЗС. Загалом ефективність роботи меліоративної мережі залежить від якісного виконання функцій водоподачі, водовідведення та розподілу води. Оптимізація цих процесів потребує узгодженості в роботі всього комплексу технологічно пов'язаних між собою гідротехнічних споруд, водних об'єктів, зрошувальної мережі, технічних засобів, дощувальної техніки.

Аналіз функціонування ЗС за техніко-технологічними та економічними показниками проводили в Запорізькій обл. на Кам'янсько-Дніпровській дослідній станції ІВПІМ НААН у зоні обслуговування Кам'янського міжрайонного управління водного господарства. Джерелом зрошення земель цього району є Каховське водосховище та озеро Білозерський лиман. подача зрошувальної води на полив сільськогосподарських культур здійснюється системою внутрішньогосподарських і міжгосподарських каналів.

За кліматичними умовами ця територія належить до посушливої степової зони півдня України, для якої характерна невисока кількість опадів та їх нерівномірний розподіл протягом року, високі температури та низька відносна вологість повітря в літній період.

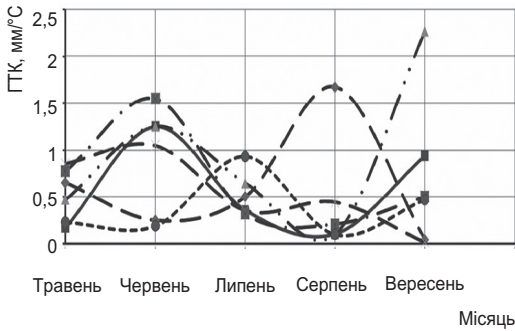


Рис. 1. Динаміка зміни місячного ГТК за вегетаційний період за роками: — 2012; — 2013; — 2014; — 2015; — 2016; - - - 2017

За рік випадає близько 380–460 мм опадів, а в теплий період — усього 250–310 мм, в основному у вигляді злив. Бездощовий період — більше 30-ти днів, що призводить до ґрунтової посухи. Середньорічна температура повітря становить +8,9°C. Середньобогаторічний коефіцієнт зволоження не перевищує 0,5. Ґрунтові умови цього регіону цілком задовільні, різноманітні за своїми властивостями і продуктивністю та сприятливі для ефективного ведення землеробства.

Визначено динаміку зміни кліматичних умов у 2012–2017 рр., наведених зміною значення гідротермічного коефіцієнта (ГТК) за вказаний період спостережень (рис. 1). Найвологішим роком виявився 2014 р. (середній показник за вегетаційний період ГТК=0,85), а найпосушливішим — 2017 р. (ГТК=0,39).

Збір статистичних характеристик процесів

### 1. Зведені дані поливів на базі господарств

Господарство (НС)	Фізично полито, га	га/пол	Сільськогосподарські культури, га					
			Зернові		Кормові		Технічні	
			пшениця озима	кукурудза	люцерна	кукурудза (силос)	соя	соняшник
ПАТ «Племзавод «Степной» (НСП-10)	2062	9335	197	782	304	—	745	—
СВК «Россия» (НСП-9)	1184	7792	140	145	154	270	305	70
			360	1695	234	1753	3165	195

Примітка. У чисельнику — засіяно, га; у знаменнику — гектарополиви за сезон.

водоподачі, водорозподілу та водовідведення проводили на базі насосних станцій підкачки НСП-9 і НСП-10, які входять до складу Північно-Рогачинської ЗС і є типовими для цього регіону. Основними критеріями оцінки функціонування ЗС вибрано: об'єм перекачаної води НС; спожита електроенергія на перекачування води насосними агрегатами; питомі витрати електроенергії на перекачування води; площа зрошення; кількість дощувальних машин (ДМ); кількість водокористувачів.

НСП-9 і НСП-10 обслуговують господарства ПАТ «Племзавод Степной», СВК «Россия» та кілька менших господарств. На зрошуваних площах цих господарств вирощують переважно кукурудзу, сою та люцерну (табл. 1).

НСП-10, уведена в експлуатацію в 1973 р. (табл. 2–4), має такі характеристики: продуктивність — 1,39 м<sup>3</sup>/с; напір — 44 м; потужність — 832 кВт; площа зрошуваних земель — 2034 га; джерело зрошення — 13К.

Установлено, що внаслідок розпаювання зрошуваних масивів, збільшення кількості дрібних землекористувачів, у яких немає коштів на придбання дощувальної техніки, належну експлуатацію та обслуговування внутрішньогосподарської зрошувальної мережі, а також на оплату електроенергії, за призначенням не використовується близько 40% закріплених за НСП-9 та 23% за НСП-10 площ зрошення.

Визначено динаміку зміни обсягів водоподачі, спожитої електроенергії та питомих витрат електроенергії НСП-9 та НСП-10 за період спостережень (рис. 2). Так,

## 2. Типи агрегатів на насосних станціях і кількість дощувальних машин

№ НС	Тип агрегатів	Рік					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
НСП-9	10Д-6А						
	350Д-90						
НСП-10	30Д-90Б (3 од.)	4	5	6	9	11	14
	200Д-60А						
	350Д-90 (2 од.)						
	350Д-90А (2 од.)	4	5	6	7	14	14

## 3. Закріплені площа зрошення та дощувальна техніка

Канал	№ НС	Закріплена площа, га	Кількість ДМ, фірма	Не використовується, га/%
1-й зональний канал Північно-Рогачинської ЗС	НСП-9	1815	9, «Zimmatic»	695/38
			5, «Valley»	
	НСП-10	2034	14, «Zimmatic»	474/23

## 4. Обсяг перекачаної води, спожитої електроенергії та їх вартість

Рік	НСП-9				НСП-10			
	Електроенергія, тис. кВт·год	Вартість електроенергії, грн	Обсяг води, тис. м <sup>3</sup>	Вартість води, грн	Електроенергія, тис. кВт·год	Вартість електроенергії, грн	Обсяг води, тис. м <sup>3</sup>	Вартість води, грн
2012	273	333,5	1914,1	165,6	265,6	330,8	1521,1	131,6
2013	235	306,4	1500,4	136,5	551	710,4	2089,7	190,2
2014	276,9	411,5	1850,5	168,4	565,9	836,5	2225,4	202,5
2015	251,5	490,5	1764,4	211,7	335,8	837	1961,3	235,4
2016	345,8	791,1	2315,9	324,2	639,7	1527,2	3029,3	424,1
2017	414,754	947,213	2845,338	569,067	873,713	2196,008	3354,163	670,832

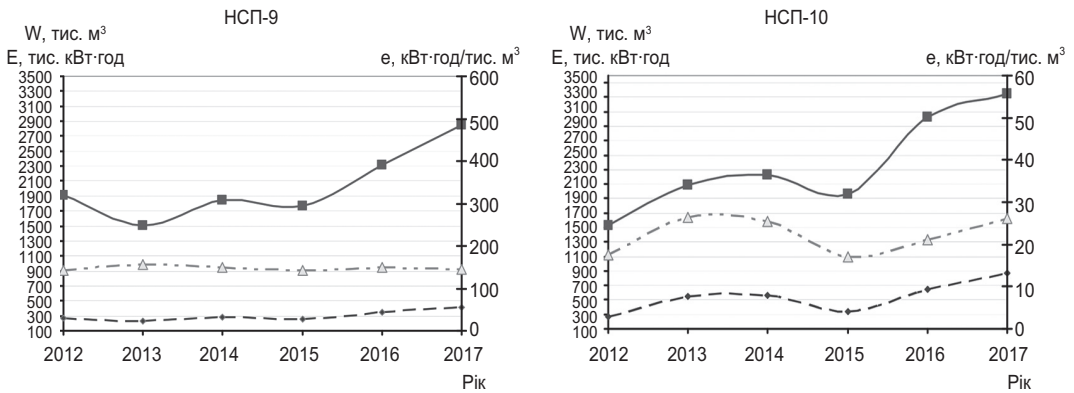
з 2012 по 2017 р. об'єм води, перекачаної НС, збільшився з 3,44 до 6,2 млн м<sup>3</sup>, а обсяг спожитої електроенергії — з 0,54 до 1,3 млн кВт·год. Вартість послуг з подачі води за цей період зросла з 0,09 до 0,20 грн/м<sup>3</sup>, а вартість електроенергії — з 1,22 до 2,28 грн/кВт·год (рис. 3).

За відсутності бюджетного фінансування господарства намагаються власними силами модернізувати систему для використання низьконапірних ДМ фірм «Zimmatic» та «Valley». Проте під час експлуатації ДМ виникають проблеми (часті пориви) і як наслідок — тимчасове припинення зрошення.

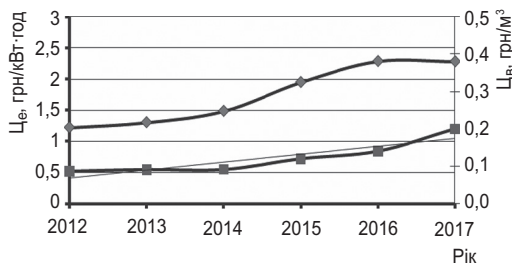
Для розв'язання цієї проблеми потрібно витримувати оптимальний режим запуску та роботи НС і ДМ.

Функціональні можливості ЗС знижуються внаслідок застарілого насосно-силового обладнання, що періодично виходить з ладу. Так, у період з 7 по 17 липня 2017 р. на НСП-10 подачу води на полив сільськогосподарських культур було припинено через потребу проведення термінових ремонтно-відновлювальних робіт на НСП.

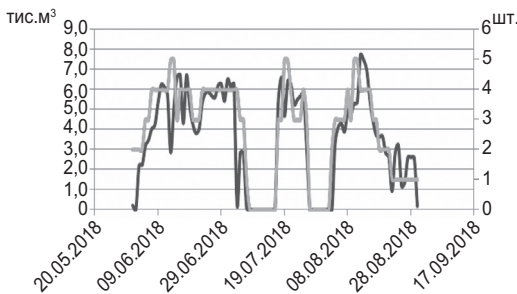
Важливою проблемою є великі фільтраційні втрати та слабка пропускна спроможність



**Рис. 2. Динаміка водоподачі, електроспоживання та питомих витрат електроенергії: —■— W, тыс. м³; —●— E, тыс. кВт·год; —▲— e, кВт·год/тыс. м³**



**Рис. 3. Зміна вартості послуг з подачі води та вартості електроенергії на перекачування води НС: —◆— Цв, грн/кВт·год; —■— Це, грн/м³**



**Рис. 4. Залежність об'єму води, що перекачується, від кількості працюючих насосних агрегатів НСП-10: — W, тыс. м³; — Шт.**

води в зрошувальних каналах через забруднення, замулення, руйнування проти-фільтраційного облицювання, заростання водоростями і як наслідок не забезпечення в достатньому обсязі господарств водою.

За поливний сезон 2017 р. НСП-10 подано води 3354163 м<sup>3</sup>, на перекачування води було витрачено 873713 кВт·год електроенергії, а на НСП-9 подано 2845338 м<sup>3</sup> води та витрачено 414754 кВт·год електроенергії. Визначено навантаження НСП-10 протягом поливного сезону 2018 р. (рис. 4).

Як видно з графіка, протягом сезону навантаження НС становить 3,5 насосних агрегати, які в повному обсязі забезпечували потреби водокористувачів. Максимальне навантаження НС спостерігалось у критичні періоди (3 дні протягом поливного сезону), використовувалося 5 насосних агрегатів, які працювали по 3–4 год за добу. Використання ЗС протягом поливного сезону — 72%, решту часу її робота припинялася через опади, пориви та ін.

Крім цього, через високу вартість електроенергії господарства були змушені зменшувати кількість поливів, що, безумовно, позначилося на врожайності сільськогосподарських культур. Поліпшити ситуацію можна за проведення заходів з модернізації меліоративних систем, спрямованих на зниження фільтраційних втрат води із зрошувальних каналів, заміни застарілого насосно-силового обладнання, використання низьконапірних модифікацій ДМ і систем краплинного зрошення, обладнання меліоративних систем приладами моніторингу та обліку витрат води, а також системами диспетчеризації з автоматичним управлінням процесами на всіх рівнях транспортування і споживання.



## Висновки

Здійснений аналіз функціонування ЗС свідчить, що гарантована врожайність сільськогосподарських культур можлива тільки за умови сталого використання зрошуваних земель та ефективного управління процесами на меліоративних системах. У результаті проведених досліджень установлено, що на ефективність зрошувального землеробства найбільше впливають надійність роботи меліоративних систем та енергоємність водоподачі.

Висока енергоємність процесів водоподачі та водорозподілу в умовах постійного

підвищення тарифів на електроенергію водночас з великими втратами води під час транспортування зумовлюють підвищення вартості води для сільгоспвиробника. У результаті збільшується собівартість сільськогосподарської продукції та стримується сталий розвиток зрошувального землеробства. Зростання енергоємності водоспоживання потребує розробки технічних рішень з підвищення енергоефективності процесів водоподачі та водорозподілу, проведення модернізаційних заходів з відновлення зрошувальних систем.

**Дехтяр О.А.<sup>1</sup>, Брюзгіна Н.Д.<sup>2</sup>, Антонюк А.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Інститут водних проблем і меліорації НААН, ул. Васильковская, 37, г. Київ, 03022, Україна, <sup>2</sup>Каменско-Дніпровська опытная станция Института водных проблем и меліорації НААН, пер. Олега Кошевого, 14, г. Каменка-Дніпровська Запорізької обл., 71301, Україна; e-mail: <sup>1</sup>oksana.dehtiar@gmail.com, <sup>2</sup>Natalya-51@i.ua, <sup>3</sup>kdds@meta.ua

### **Анализ функционирования оросительных систем по технико-технологическим и экономическим показателям**

**Цель.** Исследование основных технико-технологических и экономических показателей функционирования оросительных систем на современном этапе для определения мер по их восстановлению и устойчивому развитию. **Методы.** Аналитические, методы системного анализа, экспертных оценок, сравнений и аналогов, статистические. **Результаты.** В условиях прогрессирующей засухливости климата достаточное количество влаги, особенно в вегетационный период, является наиболее весомым фактором получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Анализ функционирования оросительных систем по технико-технологическим и экономическим показателям проводили в условиях засушливой степной зоны юга Украины на Каменско-Дніпровской опытной станции Института водных проблем и меліорації НААН в зоне обслуживания Каменского межрайонного управления водного хозяйства. Проведенный анализ многолетних статистических характеристик функционирования оросительных систем свидетельствует, что гарантированная урожайность сельскохозяйственных культур возможна лишь при условии стабильного использования орошаемых земель и эффективного управления процессами на меліоративных

системах. В результате проведенных исследований установлено, что на эффективность орошаемого земледелия наиболее влияют надежность работы меліоративных систем и энергоёмкость водоподачи. **Выводы.** Высокая энергоёмкость процессов водоподачи и водораспределения в условиях постоянного повышения тарифов на электроэнергию вместе с большими потерями воды при транспортировке обуславливают повышение стоимости воды для сельхозпроизводителя. И в результате увеличивается себестоимость сельскохозяйственной продукции и сдерживается устойчивое развитие орошаемого земледелия. Рост энергоёмкости водопотребления требует разработки технических решений по повышению энергоэффективности процессов водоподачи и водораспределения, проведения модернизационных мероприятий по восстановлению оросительных систем.

**Ключевые слова:** оросительные системы, функционирование, технико-технологические показатели, восстановление.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovivnyk201903-08>

**Dekhtiar O.<sup>1</sup>, Briuzghina N.<sup>2</sup>, Antoniuik A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Institute of water problems and land improvement of NAAS, Vasylkivska Str., 37, Kyiv, 03022, Ukraine, <sup>2</sup>Kamenka-Dniprovskaya experimental station of Institute of water problems and land improvement of NAAS, Oleg Koshevyi lane, 14, Kamenka-Dniprovskaya, Zaporizhzhia oblast, 71301, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>oksana.dehtiar@gmail.com, <sup>2</sup>Natalya-51@i.ua, <sup>3</sup>kdds@meta.ua

### **Analysis of functioning of irrigating systems on technical-technological and economic parameters**

**The purpose.** To study basic technical-technological and economic parameters of functioning of irrigating systems at the present stage for determination

of measures on their restoration and steady development. **Methods.** Analytical, methods of system analysis, expert assessment, comparison and analogues, statistical. **Results.** In conditions of progressing dryness of a climate enough of moisture, especially during vegetative period, is the most powerful factor of high crops of agricultural crops. Analysis is made of functioning of irrigating systems on technical-technological and economic parameters in conditions of droughty steppe zone of South of Ukraine on Kamenka-Dniprovka experimental station of the Institute of water problems and land improvement of NAAS in zone of service of Kamenka interdistrict department of water management. The lead analysis of long-term statistical characteristics of functioning of irrigating systems testifies to the following: guaranteed productivity of agricultural crops is possible only under condition of stable use of irrigated lands and efficient control over the processes on ameliorative systems.

As a result of that researches it is established that efficiency of irrigated agriculture is mostly influenced by reliability of work of ameliorative systems and power consumption of water-submission. **Conclusions.** High power consumption of processes of water-submission and water-distribution in conditions of constant increase of tariffs for the electric power together with big losses of water at transportation cause increase of cost of water for agriculture. And as a result the cost price of agricultural production increases and steady development of irrigated agriculture restrains. Growth of power consumption of water consumption demands development of technical decisions on increase of power-saving processes of water-submission and water-distribution, carrying out of improvement actions on restoration of irrigating systems.

**Key words:** irrigation systems, functioning, technical-technological parameters, restoration.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201903-08>

## Бібліографія

1. Балюк С.А., Ромащенко М.І., Сташук В.А. Наукові основи охорони і раціонального використання зрошуваних земель України. Київ: Аграрна наука, 2009. 624 с.
2. Концепція відновлення та розвитку зрошення у південному регіоні України; за ред. М.І. Ромащенко. Київ: ЦП «Компринт», 2014. 28 с.
3. Костяков А.Н. Основы мелиорации. Москва: Сельхозгиз, 1960. 862 с.
4. Мелиорация в Украине; под ред. Н.А. Гаркушы. Киев: Урожай, 1985. 365 с.
5. Коковихин С.В., Танклевська Н.С., Кириченко Н.В. Інноваційні підходи до розвитку зрошувальних меліорацій на локальному та регіональному рівнях. *Ефективна економіка*. 2013. № 6. 36 с.
6. Бакшеев Ю.О. Мелиорация на Украине. Київ: ТОВ «Знання», 1971. 48 с.
7. Балюк С. А., Ромащенко М.І., Трускавецький Р.С. та ін. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації). Гринь Д.С., 2015. 668 с.
8. Ромащенко М.І., Дехтяр О.О. Деякі питання реформування водогосподарської галузі України. *Меліорація і водне господарство*. 2016. Вип. 103. С. 3–8.
9. Яцик А.В., Хорев В.М. Водне господарство в Україні. Київ: Генеза, 2000. 456 с.
10. Крученюк В.Д., Дехтяр О.О., Брюзгіна Н.Д. та ін. Сучасний стан та перспективи відновлення ГТС водогосподарсько-меліоративного комплексу. *Водне господарство України*. 2013. № 3. С. 34–37.
11. Ромащенко М.І., Яцюк М.В., Демиденко А.О. та ін. Концептуальні засади інтегрованого реформування галузевої структури управління водними ресурсами України (бачення ГВП України). ГВП-Україна та ВЕГО «МАМА-86». Київ, 2017. 11 с.
12. Попов В.М., Гринь Ю.І., Внукова К.В. Методика визначення норм витрат електроенергії та палива на подачу води для зрошення. Київ: Мін. АП України, 2008. 25 с.
13. Ромащенко М.І., Сніговий В.С., Шевченко О.В., Балюк С.А. Техніко-технологічні засади відновлення зрошення в Україні. *Меліорація і водне господарство*. 2006. Вип. 93–94. С. 21–33.
14. Restrepo Garsez C., Munoz D. The Transfer of Management of Irrigation Systems. World Experience and Results. FAO Report on Water Issues. 2007. 63 p.
15. Romashchenko M., Dekhtiar O. Irrigation Reform in Ukraine: Organizational and Legal Aspects. 2nd World Irrigation Forum. W.1.3.01. Thailand. 2016. 11 p.
16. Sam H. Johnson, Mark Svendsen, Fernando Gonzalez. Institutional Reform Options in the Irrigation Sector. Agriculture and Rural Development Discussion Paper 5. 2004. The International Bank for Reconstruction and Development. *The World Bank Washington*. 45 p.