

УДК 631.67:63.001.05;63.001.57

Поліщук В. В. (Інститут водних проблем і меліорації НААН)

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ ЗРОШЕННЯ «ГІС ПОЛИВ»

У статті наведено методику оцінки ефективності впровадження інформаційної системи оперативного планування зрошення ІС «ГІС-Полив». Розрахунки ефективності проведено для двох варіантів затрат: перший варіант - передбачає врахування надлишкових опадів, як можливі поливи; другий варіант - для полів, на яких інформаційна система не впроваджена проведено імітаційні розрахунки впровадження системи. Порівняно обсяги фактичних та імітаційних величин зрошувальних норм, величини затрат на водоподачу та електроенергію, затрат на впровадження системи та визначено ефективність впровадження інформаційної системи.

Ключові слова: інформаційна система, режим зрошення, оперативне планування поливів, ефективність, економічний ефект.

1. Вступ

В останні десятиліття для господарств, які працюють на зрошуваних землях, актуальним стає питання зменшення витрат на проведення поливів. Адже з року в рік зростають витрати на оплату спожитої електроенергії для насосних станцій, які подають воду у господарства, збільшуються витрати на експлуатацію внутрішньогосподарської мережі та на підтримку роботи дощувальної техніки. Як свідчить вітчизняний та закордонний досвід, розв'язати проблему зменшення витрат на проведення зрошення можна за рахунок більш ефективного використання водних, енергетичних та інших видів ресурсів шляхом впровадження у господарствах сучасних інформаційних систем оперативного планування зрошення. В Україні подібні системи, були створені науковцями Інституту водних проблем і меліорації та широко впроваджувались у минулі роки [1-3]. Зараз в Інституті розроблено нове покоління таких систем, що пристосовані до вимог сучасного виробництва та відповідають найкращим закордонним аналогам. Так, для вирішення задач оперативного планування зрошення у господарствах, розроблено інформаційну систему "ГІС Полив" [4], що дозволяє прогнозувати строки та норми поливу на кожному окремому полі господарства у відповідності з поточними кліматичними умовами, біологічними властивостями сільськогосподарських культур, ґрунтовими характеристиками, параметрами техніки поливу, екологічними та економічними умовами за оптимальних або недостатніх природних та інших ресурсах. При впровадженні інформаційних систем досить гостро стоїть питання визначення ефективності від їх впровадження та доведення економічного ефекту.

2. Оцінка економічної ефективності дослідно-виробничого впровадження ІС «ГІС Полив»

2.1. Методика розрахунків

Економічний ефект від впровадження ІС «ГІС Полив» може бути лише непрямим, оскільки впровадження системи не є прямим джерелом доходу, а є або допоміжним засобом організації отримання прибутку, або допомагає мінімізувати витрати на ведення зрошувального землеробства.

Оцінити економічний ефект від використання інформаційної системи можна двома способами:

- 1-й спосіб – це спрощення складного способу з урахуванням різних «застережень».

Наприклад, якщо матеріальні витрати не змінюються після впровадження системи, то їх

можна виключити з розрахунку, тим самим його спростивши.

- 2-й спосіб являє собою повну оцінку за складним алгоритмом і проводиться кваліфікованими фахівцями за підсумками обстеження бізнес-процесів господарства.

Головний економічний ефект від впровадження полягає у поліпшенні економічних і господарських показників роботи господарства, в першу чергу за рахунок підвищення оперативності управління зрошенням та зниження трудовитрат на реалізацію процесу управління, тобто скорочення витрат на управління.

Для більшості підприємств економічний ефект – це економія трудових і фінансових ресурсів, одержана від: зниження трудомісткості розрахунків; трудовитрат на пошук і підготовку документів; затрат на заробітну плату, а також економії водних та енергетичних ресурсів.

Порядок розрахунків ефективності впровадження інформаційної системи оперативного планування зрошення «ГІС-Полив»).

Додатковий економічний ефект [5], що може бути отримано при впровадженні інноваційних технологій (ІС «ГІС-Полив») в порівнянні з використанням традиційних методів, розраховується за формулою 1:

$$E_d = (Ц - C_{гic}) * U_{гic} - (Ц - C_{п}) * U_{п}, \text{ грн./га}, \quad (1)$$

де E_d — додатковий економічний ефект, що досягається за рахунок економії води, матеріальних ресурсів на проведення зрошення та підвищення врожаю, га, грн;

$Ц$ — ціна реалізації 1 т продукції, грн;

$C_{гic}$ і $C_{п}$ — собівартість 1 т продукції при впровадженні ІС «ГІС-Полив» і традиційного планування зрошення, грн/т;

$U_{гic}$ і $U_{п}$ – врожайність культур при впровадженні ІС «ГІС-Полив» і традиційного планування зрошення, т/га;

Собівартість 1 т продукції визначають як суму прямих та непрямих витрат, віднесену до величини отриманого врожаю:

$$C_{гic} = (З_{п.гic} + З_{н.гic}) / U_{гic}, \text{ грн./ц} \quad (2)$$

$$C_{п} = (З_{п.п} + З_{н.п}) / U_{п}, \text{ грн./ц},$$

$З_{п.гic}$, $З_{н.гic}$ – прямі витрати та витрати на впровадження ІС «ГІС Полив»

$З_{п.}$, $З_{н.}$ – те ж саме при традиційному плануванні.

Розрахунок прямих витрат виконують за технологічними картами с-г культури, що враховують:

- витрати на заробітну плату працівників, що оцінюють за тарифною сіткою оплати праці різних категорій, люд./год або в люд./днях;

- придбання добрив, гербіцидів, пестицидів і отрутохімікатів, грн;

- витрати на експлуатацію техніки, дощувальних машин і інших засобів, що використовують у виробництві (амортизація, поточний ремонт), грн;

- загальна вартість електроенергії на подачу води з водозаборів, а також виконаних поливів, грн;

- вартість загальних обсягів поливної води, грн;

- витрати на придбання паливно-мастильних матеріалів (ГСМ) тощо, грн;

- непрямі витрати (страхування, податки, платежі, тощо), грн.

Для оцінки ефективності впровадження системи можна користуватися наступними припущеннями. Прямі затрати включають затрати на проведення агротехнологічних операцій ($З_а$) та затрати на виконання поливів дощуванням ($З_д$):

$$З_п = З_а + З_д, \text{ грн./га}. \quad (3)$$

1. Затрати на проведення агротехнологічних операцій ($З_а$) є однаковими на полях, де впроваджується ІС «ГІС-Полив» або використовується традиційний метод призначення поливів. Затрати на проведення поливів слід враховувати за фактичними даними для кожної культури, для полів, що порівнюються.

2. Непрямі затрати є також однаковими для полів, на яких впроваджена інформаційна система та для тих полів, на яких виконують традиційне планування поливів (при можливості отримання даних вказуються реальні затрати по полях, що порівнюються) для кожної культури.

3. Затрати на проведення поливів при використанні традиційних способів складаються залежно від величини зрошувальної норми (кількості поливів):

$$Зд.п = Зп.п. + Зп.в. + Зел, \text{ грн. /га}, \quad (4)$$

де Зп.п – затрати на проведення поливу (заробітна плата поливальника, що складає 120 грн/га)

$$Зп.п = C * N, \text{ грн.}, \quad (5)$$

де С – затрати на проведення одного поливу;

N – кількість поливів;

Зп.в – затрати на послуги з подачі води, грн/га. $Зп.в = Wп * A$,

Wп – об'єм поданої води, (зрошувальна норма, м³/га);

A – вартість послуг з подачі води грн/м³,

Зел – затрати на електроенергію:

$$Зел = Wп * В, \text{ грн.} \quad (6)$$

В – вартість електроенергії на подачу 1 м³ води.

4. Затрати на проведення поливів при використанні ІС «ГІС ПОЛИВ» складаються залежно від величини зрошувальної норми та затрат на впровадження системи:

$$Зд.гіс = Зп.п. + Зп.в. + Зел + Зобл + Зобс \quad (7)$$

Зп.в – затрати послуги по подачі води, грн/м³

$$Зп.в = Wп * A, \quad (8)$$

Wп – об'єм поданої води, зрошувальна норма м³/га

A – вартість послуг по подачі води грн/м³

Зел – затрати за електроенергію

$$Зел = Wп * В, \text{ грн.}, \quad (9)$$

В – вартість електроенергії на подачу 1 м³ води

Зобл – затрати на додаткове обладнання (метеостанція, аналізи ґрунту) грн/га.

$$Зобл = (Зобл1 + Зобл2 + \dots + Зоблп) / Fобс \quad (10)$$

Зобл1 – затрати на придбання та встановлення метеостанції, грн.

Зобл1 – затрати на аналізи ґрунту, грн.

Зоблп – інші затрати на обладнання, грн.

Fобс – площа обслуговування, га

Зобс – затрати на обслуговування системи, грн./га

Виходячи з наших припущень (1-4) прямі затрати будуть мати вигляд:

$$Зп.гіс = За + Зд. Гіс, \text{ грн}$$

$$Зп.п = За + Зд.п, \text{ грн.} \quad (11)$$

Собівартість складає:

$$Сгіс = (За + Зд. гіс + Зп) / Угіс, \text{ грн./ц}; \quad (12)$$

$$Сп = (За + Зд.п. + Зп) / Уп, \text{ грн./ц.}$$

Підставивши отримані формули в формулу 1 отримаємо що економічний ефект, отриманий в результаті впровадження інноваційних технологій при плагуванні зрошення, а саме ІС «ГІС ПОЛИВ», в порівнянні зі стандартними (традиційними) способами призначення поливів с.-г. культур, можна розрахувати по наступній спрощеній формулі:

$$Ед = Ц (Угіс - Уп) - (Зд.п - Зд. гіс). \quad (13)$$

Особливості проведення розрахунків при використанні полів для порівняння, на яких були відмінні ґрунтово-кліматичні умови.

В випадку коли не можливо провести порівняння економічної ефективності на полях одного масиву, допускається проводити порівняння з полями, на яких вирощуються

сільськогосподарські культури однакової групи стиглості (короткостиглі-короткостиглі, середньостиглі-середньостиглі, пізньостиглі-пізньостиглі).

1. При цьому за відмінності кліматичних умов (особливе значення мають опади R_p , $R_{гис}$, мм на ділянці з традиційною системою призначення поливів та на полях впровадження ІС «ГІС-Полив», порівняння виконується з виконанням наступних вимог:

Затрати на проведення поливів повинні враховувати можливе збільшення чи зменшення зрошувальної норми **завдяки** природним опадам:

- при більшій кількості опадів при традиційній системі (частина опадів оцінюється, як проведений полив ($R_p - R_{гис}$))

$$W_{п} = W_{гис} + (R_p - R_{гис}) * k_p \quad (18)$$

- k_p – коефіцієнт використання опадів, визначається в залежності від інтенсивності опадів ($k_p < 1$)
- при меншій кількості опадів при традиційній системі ($R_{гис} - R_p$) використовуємо наступну ф-лу:

$$W_{гис} = W_{п} + (R_{гис} - R_p) * k_p \quad (19)$$

При цьому якщо ($R_p - R_{гис}$) більше величини поливної норми додаткова кількість поливів визначається за формулою $n_d = (R_p - R_{гис}) / m_{п}$, та округлюється до цілих значень.

Подальші розрахунки виконуються згідно наведеної методики.

2.2. Ефективність дослідно-виробничого впровадження ІС «ГІС Полив»

Дослідно-виробниче впровадження ІС «ГІС Полив» було проведено в 2014 році в господарстві Херсонської обл. на площі 1700 га., на всіх полях вирощувалась соя. Проведення оцінки ефективності при дослідно-виробничому впровадженні ІС «ГІС Полив» було ускладнено тим, що не вдалося підібрати поля для порівняння, на яких вирощувались культури однакової групи стиглості, були ідентичні кліматичні умови (особливо це стосується величини та динаміки випадання опадів), які характеризувались однаковими ґрунтовими умовами. Тому згідно приведеної вище методики оцінки ефективності впровадження системи (що наведена вище) для даних умов було опрацьовано наступні варіанти:

а) варіант – умовно було прийнято, що надлишкові опади враховуються як можливі поливи;

б) – варіант – на полях, на яких інформаційна система не впроваджена проведено імітаційні розрахунки впровадження системи (при цьому не допускалось проведення ранніх поливів та не допускалось зниження вологості ґрунту в розрахунковому шарі нижче критичного рівня) та порівняно обсяги фактичних та імітаційних величин зрошувальних норм, величини затрат на водоподачу та електроенергію, затрат на впровадження системи та визначено ефективність впровадження.

а) Аналіз виконаний лише на основі різниці водоспоживання сої на даних масивах за різницею опадів (фактичні поливи та імітаційні розрахунки за даними 2014 року) наведено у табл. 1-2.

На полях де система не впроваджувалась випало 540 м³/га ефективних опадів, які враховані як проведений полив, що призвело до перевитрати коштів на проведення поливів в порівнянні з полями де впроваджена система в середньому на 196 грн/га .

б). Іншим варіантом проведення порівняння при різних ґрунтово-кліматичних умовах є проведення імітаційних розрахунків за допомогою ІС «ГІС-Полив» на полях де система не впроваджувалась.

Аналіз виконаний на полях, де інформаційна система «ГІС-Полив» не впроваджувалась на основі аналізу різниці водоспоживання сої на даних масивах приведено у табл. 3-4. На рис. 1-3 наведено графіки фактичних поливів та імітаційні розрахунки графіків поливів проведені за допомогою ІС «ГІС-Полив» (червоними еліпсами виділено випадки неоптимального призначення поливів).

На полях, де система не була впроваджена, декілька поливів було проведено при дуже

високій вологості ґрунту (вище 80% від НВ), що обумовило нераціональні витрати води на вирощування одиниці врожаю. В інших випадках було допущено недополиви сільськогосподарських культур, тобто зниження вологозапасів ґрунту нижче оптимального діапазону (нижче 70%), що може негативно впливати на рівень врожаю сільськогосподарських культур. На полях, де впроваджувалась система ІС «ГІС Полив», протягом вегетаційного періоду підтримувався оптимальний режим вологості ґрунту.

Таблиця 1

Аналіз водоспоживання сої, та втрати від не оптимальності призначення строків та норм поливів (за різницею опадів)

Впровадження системи ГІС ПОЛИВ	Назва поля	Умови вологозабезпечення сої на полях								Затрати на проведення поливів		Затрати на впровадження системи		Затрати на проведення поливів (включаючи затрати ГІС ПОЛИВ), грн/га	Перевищення коштів на проведення поливів в порівнянні з полями де впроваджена система, грн/га
		Виліта зрошувальна норма, м ³ /га	Фактична кількість поливів	Різниця в опадах зрошувальних масивів, м ³ /га	КПД опадів	Додаткові фективні опади (враховані як полив), м ³ /га	Зрошувальна норма+ додаткові ефективні опади, м ³ /га	Умовні додаткові поливи (опради враховані як поливи)	Загальна умовка кількість поливів для аналізу	Вартість водоподачі та ел .енерг (0,69 грн/м ³), грн	Зарплата поливальника (10 грн/га 1 полив), грн	Затрати на додаткове обладнанн 1 рік, грн/га	Затрати на обслуговування ІС ГІС Полив, грн/га		
Система не впроваджувалась	1-15	3950	10	720	0,75	540	4490	2	12	3098	120	-	-	3218	265
	1-16	3950	10	720	0,75	540	4490	2	12	3098	120	-	-	3218	265
	2-5	3650	10	720	0,75	540	4190	2	12	2891	120	-	-	3011	58
	2-6	3850	10	720	0,75	540	4390	2	12	3029	120	-	-	3149	196
ІС ГІС Полив	1-9	3950	11	-	-	-	3950	-	11	2726	110	54	64	2954	
														Сер. знач.	196

Таблиця 2

Аналіз затрат та можливих прибутків від впровадження ІС «ГІС Полив» (за різницею опадів)

Перелік затрат та прибутків	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Обладнання та прилади			
Бюкс алюмінієвий № 5	шт	100	1291,67
Кальцій хлористий гранульований	кг	3	43,75
Ексикатор 1-300	шт	3	1140
метеостанція	шт	1	52111
опадорміри Третьякова	шт	2	7600
переносний вологомір	шт	1	14000
пробовідбірник	шт	1	2600
аналізи ґрунту			13144
Сума			91930
Приведені затрати на обладнання на площу 1700 га, грн./га	грн/га		54
Обслуговування системою			
Обслуговування системою "ГІС ПОЛИВ".	тис. грн		196
Приведені затрати на обладнання на площу 1700 га, грн./га	грн/га		64
Можлива економія коштів при впровадженні системи, грн/га (1 рік)	грн/га		253
Можлива економія коштів при впровадженні системи на площу 1700 га	тис. грн		430,1

Таблиця 3

Результати оцінки ефективності впровадження інформаційної системи «ГІС Полив» (імітаційні розрахунки)

Впровадження системи ГІС ПОЛИВ	Назва масиву та номер поля	Умови вологозабезпечення сої на полях			Перевищення фактичних затрат на проведення поливів в порівнянні з імітаційними розрахунками. Вартість водоподачі та ел.енерг (0,69 грн/м ³), грн/га	Затрати на впровадження системи		Економія коштів при впровадженні системи, грн/га (1 рік)	Економія коштів при впровадженні системи, грн/га (наступні)
		Вилита зрошувальна норма, м ³ /га?	Зрошувальна норма отримана в результаті імітаційних розрахунків, м ³ /га	Різниця в зрошувальних нормах (фактична-імітація), м ³ /га		Затрати на додаткове обладнання 1 рік, грн/га	Затрати на обслуговування ІС ГІС Полив, грн/га		
Система не впроваджувалась	1-15	3950	3300	650	449	54	64	331	385
	1-16	3950	3300	650	449	54	64	331	385
	2-6	3850	3300	550	380	54	64	262	316
Сер. знач.				617	425,5			308	362

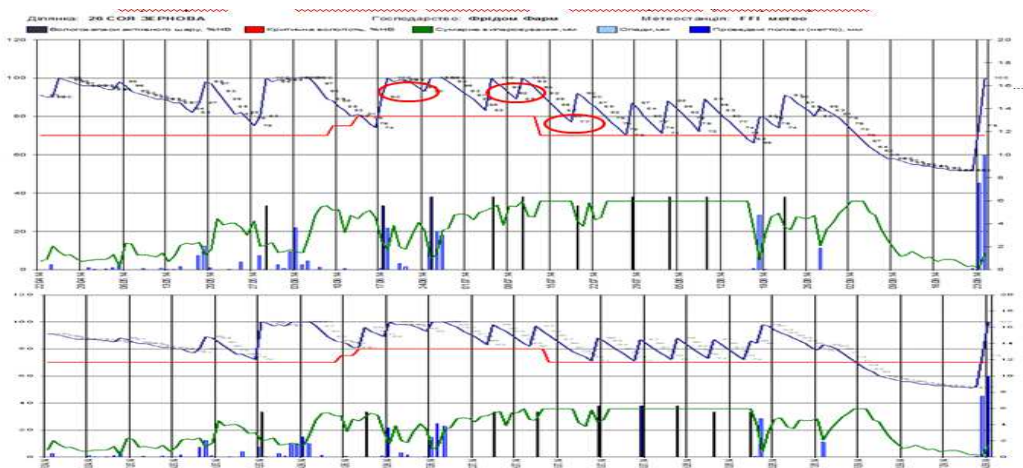


Рис. 1. Поле 2-6 Фактичні поливи та імітаційні розрахунки

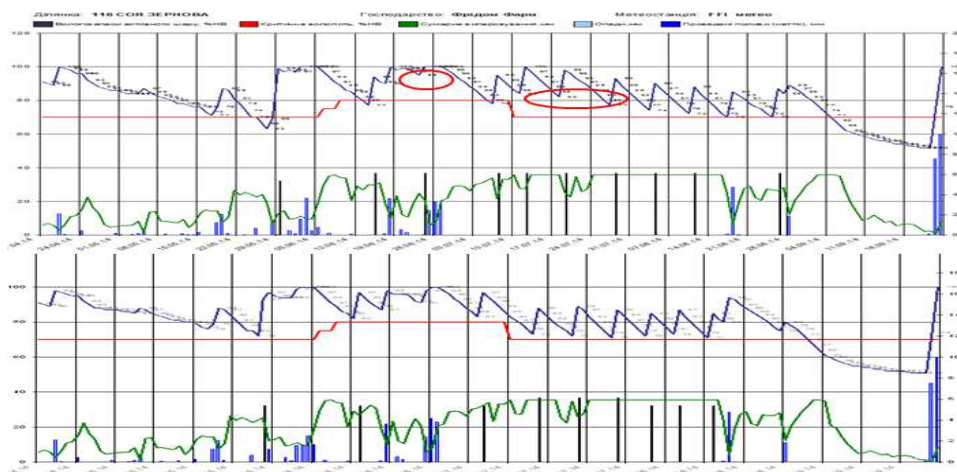


Рис. 2. Поле 1-16 Фактичні поливи та імітаційні розрахунки

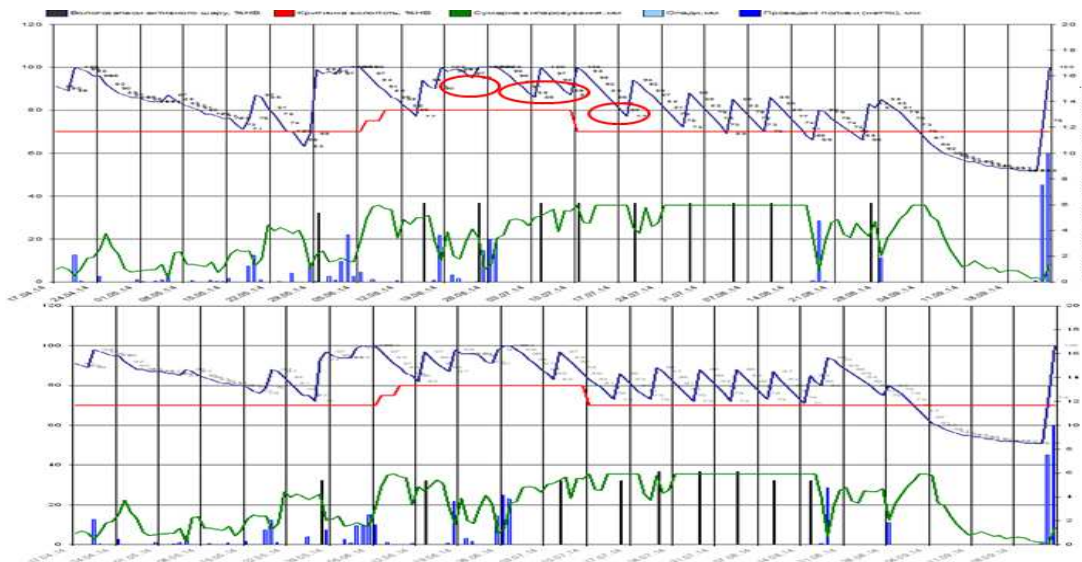


Рис. 3. Поле 1-15 Фактичні поливи та імітаційні розрахунки

Таблиця 4

Аналіз затрат та можливих прибутків від впровадження системи (імітаційні розрахунки)

Перелік затрат та прибутків	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Обладнання та прилади (дані таблиці 2)			91930
Приведені затрати на обладнання на площу 1700 га	грн/га		54
Обслуговування системою			
Обслуговування системою "ГІС ПОЛИВ".	тис. грн		108
Приведені затрати на обладнання на площу 1700га	грн/га		64
Економія коштів при впровадженні системи, грн/га (1 рік)	грн/га		308
Можлива економія коштів при впровадженні системи на площу 1700 га	тис. грн		523,6

Так, на полі 1-9, де була впроваджена інформаційна система, питомі витрати води на одиницю врожаю склали 149 м³/ц, тоді як на полях, де інформаційна система не впроваджувалась, цей показник складав 155-165 м³/га, що свідчить про більш раціональне використання водних ресурсів. Після врахування витрат на впровадження системи величина прибутку від впровадження системи на площі 1700 га становить від 430,1 тис. грн (для першого варіанту) до 523 тис. грн. (для другого варіанту імітаційних розрахунків).

Висновки

1. Розроблена методика оцінки ефективності впровадження ІС «ГІС Полив» дозволяє провести оцінку ресурсного ефекту від впровадження системи при різних варіантах порівняльної бази.

2. Доведено ефективність використання інформаційної системи «ГІС Полив» у порівнянні з методами експертного планування поливів за рахунок підвищення оперативності управління зрошенням та зниження трудовитрат на реалізацію процесу управління. Прибуток від дослідно-виробничого впровадження системи на площі 1700 га залежно від обраного варіанту розрахунків становить: від 430,1 тис. грн (для першого варіанту (за різницею опадів)) до 523 тис. грн. (для другого варіанту (імітаційні розрахунки)).

1. Остапчик В. П. Информационно-советующая система управления орошением / В. П. Остапчик, В. А. Костромич, Коваль А. М. и др. // – К. : «Урожай», 1989. – 245 с.
2. Остапчик В. П. Водопотреба, режими зрошення сільськогосподарських культур та техніко-економічне обґрунтування водозабезпеченості меліоративних систем / В. П. Остапчик, Л. А. Філіпенко // Посібник до ДБН В.2.4-1-99 "Меліоративні системи та споруди". – Київ, 2001.
3. Жовтоног О. І. Планування адаптивного екологічно безпечного зрошення / О. І. Жовтоног // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 12. – С. 62.
4. «Комп'ютерна програма «Інформаційна система оперативного планування зрошення ІС «ГІС Полив» («ІС «ГІС Полив»))», автори: Жовтоног О. І., Філіпенко Л. А., Деменкова Т. Ф., Бабич В. А., Поліщук В. В. (Свідоцтво про реєстрацію авторських прав на твір № 54650 від 07.05.2014).
5. Гарасим М. П. Необхідність інформаційних систем і технологій в управлінні під-приємством [Текст] / М. П. Гарасим, Л. Я. Сайко // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія „Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку”. – 2012. – № 722. – С. 327–332.

Рецензент: д.т.н., професор Гурин В. А. (НУБГП)

Polishchuk V. V. (Institute of Water Problems and Land Reclamation NAAS)

METHOD OF EFFECTIVENESS ASSESSMENT OF INFORMATION SYSTEM IMPLEMENTATION FOR OPERATIONAL PLANNING IRRIGATION “GIS IRRIGATION”

The article presents a methodology for evaluating the effectiveness of implementation of information system operational planning of irrigation IS "GIS Irrigation". The calculations of effectiveness given for two options of costs: the first option – involves consideration of excessive rainfall, as possible watering; the second option – for fields where no information system introduced conducted simulation calculations implementation. Compared to actual volumes and values of simulation irrigation norms, values vodopodachiu costs and electricity costs for the introduction of the efficacy and implementation of information systems.

Keywords: information system, the mode of irrigation, watering operational planning, efficiency, economic benefit.

Полищук В. В. (Институт водных проблем и мелиорации НААН)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ОРОШЕНИЯ «ГИС-ПОЛИВ»

В статье приведена методика оценки эффективности внедрения информационной системы оперативного планирования орошения ИС «ГИС-Полив». Расчеты эффективности проведения для двух вариантов затрат: первый вариант – предусматривает учет избыточных осадков, как возможных поливов; второй вариант – для полей, на которых информационная система не внедрена проведения имитационных расчетов внедрения системы. Проведено сравнение объемов фактических и имитационных величин оросительных норм, величины затрат на водоподачу и электроэнергию, затрат на внедрение системы и определена эффективность внедрения информационной системы.

Ключевые слова: информационная система, режим орошения, оперативное планирование поливов, эффективность, экономический эффект.