

3. Косенко І. С. Фундук: Прикладна генетика, селекція, технологія розмноження і виробництво / І. С. Косенко, А. І. Опалко, О.А. Опалко // – К.: Наукова думка, 2008. – С. 70–72.
4. Методические указания по семеноведению древесных интродуцентов в условиях засушливой зоны / А.В. Семенютина [и др.]. – М.: Россельхозакадемия, 2010. – С. 49–50.
5. Научно-методические рекомендации по выращиванию фундука в засушливых условиях Нижнего Поволжья / А.В. Семенютина, А.В. Рындин, В.Г. Махно, А.Ш. Хужахметова, И.А. Кравцов. – Сочи: ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии, ГНУ ВНИАЛМИ Россельхозакадемии, 2011. – С. 50–51.
6. Хужахметова А.Ш. Адаптационные возможности и эколого-хозяйственная перспектива применения орехоплодных культур в Нижнем Поволжье / А.Ш. Хужахметова, А.В. Богданов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 2 (26). – С. 74–79.
7. Хужахметова А.Ш. Модели развития крон видов и сортов лещины в возрастном аспекте // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. – С. 22-26.
8. Retounard D. Rozmnaianie 250 gońlin przez sadzonki / D. Retounard. — Warszawa: «Wydawca Delta», 2005. — 320 P. (P. 171).

УДК 631.671: 631.674.6: 635.11

## ОСОБЛИВОСТІ СУМАРНОГО ВОДОСПОЖИВАННЯ БУРЯКА СТОЛОВОГО ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ В ПІВДЕННОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

**Васюта В.В.** – к.с.-г.н., с.н.с., Інститут водних проблем і меліорації НААН

*У статті висвітлено особливості сумарного випаровування та водоспоживання буряку столового сорту Бордо харківський за весняного і літнього строків посіву за краплинного зрошення. Встановлений зв'язок сумарного випаровування з сумою активних температур періоду вегетації та запропоновані залежності для апроксимації середньодобового випаровування для весняного і літнього строків посів, визначені біофізичні коефіцієнти буряку столового за краплинного зрошення. Проаналізовано сумарне водоспоживання за різних методів контролю водного режиму ґрунту, встановлено, що метод Д.А. Штойка в Південному Степу України за точністю є тотожний методу Пенмана-Монтейта.*

**Ключові слова:** сумарне водоспоживання, сумарне випаровування, буряк столовий, краплинне зрошення.

### **Васюта В.В. Особенности водопотребления столовой свеклы при капельном орошении в Южной Степи Украины**

*В статье освещены особенности суммарного испарения и водопотребления свеклы столовой сорта Бордо харьковский при весеннем и летнем сроках посева при капельном орошении. Установлена связь суммарного испарения с суммой активных температур периода вегетации, предложены зависимости аппроксимации среднесуточного испарения в весенних и летних сроках посева, определены биофизические коэффициенты свеклы*

столовой при капельном орошении. Проанализировано суммарное водопотребление при различных методах контроля водного режима почвы, установлено, что метод Д.А. Штойко в Южной Степи Украины по точности равнозначный методу Пенмана-Монтейта.

**Ключевые слова:** суммарное водопотребление, суммарное испарение, свекла столовая, капельное орошение

**Vasiuta V. V. Features of total water consumption by table beet under drip irrigation in the Southern Steppe of Ukraine**

The article highlights the features of evapotranspiration and water consumption by table beet varieties Bordeaux Kharkov under spring and summer seeding and drip irrigation. It establishes a relationship between evapotranspiration and a sum of active temperatures of the growing season; proposes dependences of the approximation of average daily evaporation under spring and summer seeding; determines biophysical coefficients of beets under drip irrigation. The study analyzes total water consumption under different methods of soil water regime monitoring, and shows that the method of D.A. Shtoyko in the Southern Steppe of Ukraine has equivalent accuracy to the method of Penman-Monteith.

**Keywords:** total water consumption, evapotranspiration, red beet, drip irrigation

**Постановка проблеми.** Біологічною основою правильного режиму зрошення є сумарне водоспоживання - кількість води, яка витрачається на випаровування з ґрунту та транспірацію в процесі вегетації. Основна задача регулювання водного режиму ґрунту - планомірне забезпечення оптимального водоспоживання рослин з метою формування високих врожаїв [1,4,7]. За краплинного зрошення, через локальний характер поливу формуються контури зволоження, які істотно різняться від тих, що спостерігаються за інших способів. Через це використання розрахункових методів регулювання водного режиму ґрунту за краплинного зрошення потребує визначення додаткових параметрів, які враховують біологічні особливості культури та ступінь локалізації поливу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз зарубіжних і вітчизняних досліджень показує, що розрахункові методи доволі широко використовуються для обґрунтування режиму зрошення та оцінки мінливості біологічних коефіцієнтів сільськогосподарських культур на основі визначення сумарного випаровування за метеорологічними показниками періоду вегетації [8,9,10,11]. Визначення сумарних витрат води як за окремі відрізки вегетаційного періоду, так і в цілому за весь період необхідні для забезпечення потреб рослин у воді, шляхом регулювання режиму вологості ґрунту. Регулювання водного режимом ґрунту в процесі вегетації можливо здійснювати різними методами, але найбільш доступними і мінімально затратними є розрахункові за метеоданими [6]. Цьому напряму досліджень присвячені роботи багатьох авторів С.М. і А.М. Алпатьєвих, В.С.Мезенцева, М.М. Іванова, Д.А. Штойка, Г. К. Льгова та ін. У світовій практиці для регулювання водоспоживання сільськогосподарських культур широко використовується метод Пенмана-Монтейта, рекомендований ФАО (Організація з питань продовольства і сільського господарства ООН). Незважаючи на простоту застосування розрахункових методів останніми часом їм приділяється доволі мало уваги, хоча вони, як показують зарубіжні публікації, дозволяють виконувати не тільки функцію регулювання водного режиму ґрунту, а і його моделювання на основі експериментальних даних, що спрощує задачу вибору оптимального режиму зро-

шення.

**Постановка завдання.** Завдання роботи передбачало за краплинного зрошення визначити сумарне випаровування та водоспоживання буряка столового та біофізичні коефіцієнти культури, враховуючи комплексний вплив метеорологічних факторів та оцінити ефективність регулювання водного режиму ґрунту методами Д.А. Штойко та Пенмана-Монтейта на основі співставлення результатів з термостатно-ваговим методом. Польові дослідження проведені протягом 2008-2010 рр. в ІЗПР НААН (нині Інституті зрошуваного землеробства) згідно методики дослідної справи [2,5], імітаційне моделювання випаровування в Інституті водних проблем і меліорації НААН в оболонці Microsoft Office Excel 2003 у 2014 році.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Одним з напрямів обґрунтування режиму краплинного зрошення овочевих культур є визначення показників сумарного випаровування за окремі періоди вегетації, сумарного водоспоживання та встановлення біофізичних коефіцієнтів культур на основі метеорологічних даних.

Із аналізу середньодобового випаровування за весняного і літнього строків посіву видно, що його величина протягом вегетації мінлива, залежить від погодних умов, темпів росту і розвитку рослин та досить істотно різниться за строками посіву. Порівняння середньодобових витрати вологи на дату масових сходів показує, що за весняного строку посіву середня величина сумарного випаровування не перевищує  $9,7 \text{ м}^3/\text{га}$  на фоні суми активних температур  $223,1^\circ\text{C}$ . У посівах літнього строку середня величина сумарних середньодобових витрат вологи в цю фазу розвитку досягає  $47 \text{ м}^3/\text{га}$ , а сума активних температур -  $343,4^\circ\text{C}$ . Тобто збільшення суми активних температур 1,5 рази на початку вегетації збільшує середньодобові витрати вологи в літніх посівах в 4,8 рази. Це співвідношення в подальшому докорінно змінюється та під час найбільших витрат вологи: в липні - серпні, різниця між середньодобовими витрати вологи у посівах весняного і літнього строків не перевищує 5,6%, а сума активних температур - 35,8% (рис. 1).

Незважаючи на різний характер зв'язку динаміки випаровування з сумою активних температур, за строками посіву, величина середньодобового випаровування в зоні оптимуму знаходяться в межах відносно стабільного температурного інтервалу, про що свідчить характер середньодобових витрат вологи найбільш напруженого періоду вегетації. Так, у посівах весняних строків зона оптимуму середньодобових витрати вологи спостерігаються в інтервалі суми активних температур 1551- 2567, а літніх: 588-1576  $^\circ\text{C}$ . Різниця суми активних температур в цей період засвідчує, що вона є величиною відносно стабільною за обох строків посіву та знаходиться в межах 951-1016  $^\circ\text{C}$ . Дослідженнями зв'язку середньодобових витрат вологи з сумою активних температур встановлені апроксимуючі залежності середньодобового випаровування за строками посіву (А, В рис. 1) з достовірністю апроксимації 92% ( $R^2=0,9174$ ) за весняного та 98% ( $R^2=0,9783$ ) - за літнього строків посіву.

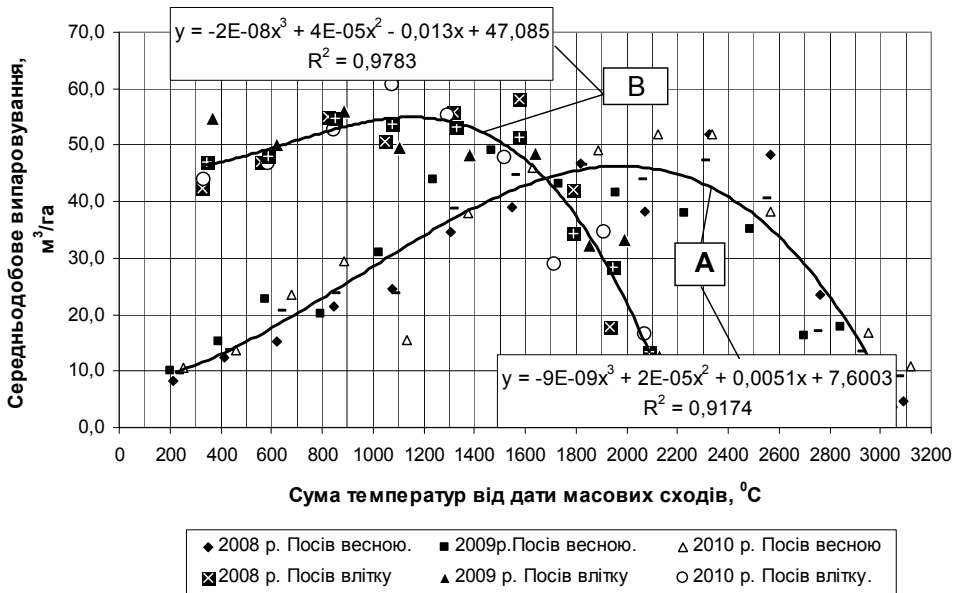


Рис. 1. Залежність середньодобового випаровування від суми активних температур за весняного (A) і літнього (B) строків посіву.

Отримані експериментальні показники сумарного випаровування в роки різної вологозабезпеченості дозволили виявити особливості витрат води та встановити зв'язок витрат води з сумою активних температур протягом вегетаційного періоду, що стало підґрунтям для визначення біофізичних коефіцієнтів культури - витрати води на 1 °С сумарної активної температури (табл.1).

Біофізичні коефіцієнти, які за сутністю є характеристикою інтенсивності випаровування, показують, що за літнього строку посіву інтенсивність сумарного випаровування вища, ніж за весняного. Так, у період найбільш інтенсивного випаровування витрати води на 1 °С активної температури в посівах літнього строку в 2,0-3,3 рази вища, ніж у весняних. Очевидно, що за однакових метеорологічних умов ця різниця виникає в результаті різного ступеня розвитку рослин, що безумовно впливає на інтенсивність середньодобових витрат води. Оцінка біофізичних коефіцієнтів у кінці вегетації підтверджує цю тезу, так як інтенсивність витрати води в посівах літнього строку на 64,7% вища, ніж у посівах весняного строку, що є результатом різного фізіологічного стану рослин в посівах.

Виявлені відмінності - це реакцією на комплексний вплив метеорологічних факторів, серед яких температура повітря є досить вагомим. Беручи до уваги, що між температурою та відносною вологістю повітря існує тісний кореляційний зв'язок, а витрати води визначаються за комплексного впливу метеорологічних факторів, то визначені біофізичні коефіцієнти дозволяють контролювати витрати води буряка столового за краплинного зрошення на основі залежності:

$$E_{\text{сер.доб.}} = \kappa \sum T_{\text{сер.доб.}}$$

де  $E_{сер.доб.}$  - середньодобове випаровування,  $m^3/га$ ;  $k$  - біофізичний коефіцієнт,  $m^3/1^0C$  га;  $\sum T_{сер.доб.}$  - сума середньодобових температур від масових сходів до дати визначення,  $^0C$ .

**Таблиця 1- Біофізичні коефіцієнти буряка столового сорту  
Бордо харківський,  $m^3/1^0C$**

Місяць	Декада	Рік			Середнє за 2008-2010 рр.
		2008	2009	2010	
Весняний строк посіву					
Травень	II	0,047	0,053	0,048	0,049
	III	0,041	0,048	0,039	0,043
Червень	I	0,024	0,032	0,031	0,029
	II	0,025	0,022	0,029	0,025
	III	0,022	0,027	0,013	0,021
Липень	I	0,0265	0,0311	0,0262	0,028
	II	0,0254	0,0295	0,0271	0,027
	III	0,026	0,0225	0,0247	0,024
Серпень	I	0,0189	0,0193	0,0228	0,020
	II	0,0226	0,016	0,0204	0,020
	III	0,0188	0,0135	0,0137	0,015
Вересень	I	0,0085	0,0058	0,0038	0,006
	II	0,0018	0,0059	0,0053	0,004
	III	0,0016	0,0036	0,0033	0,003
Літній строк посіву					
Липень	I	0,129	0,150	0,131	0,136
	II	0,084	0,081	0,080	0,082
	III	0,067	0,064	0,062	0,064
Серпень	I	0,048	0,045	0,056	0,050
	II	0,042	0,035	0,043	0,040
	III	0,037	0,030	0,031	0,033
Вересень	I	0,024	0,017	0,017	0,019
	II	0,009	0,017	0,018	0,015
	III	0,005	0,006	0,003	0,005

У світовій практиці для контролю водного режиму агрофітоценозів широко застосовується метод Пенмана-Монтейта, який потребує цілого ряду метеорологічних показників, які не завжди доступні та доволі не простий алгоритм розрахунку. У південному регіоні України з достатнім ступенем надійності регулювати режиму вологості ґрунту можна за методом Д.А.Штойко [8, с.53; 9,с.102], який має значно простіший алгоритм розрахунку, через істотно меншу кількість вихідних параметрів. У зв'язку з цим виникла ідея порівняти величину сумарного водоспоживання за краплинного зрошення, визначену за методів Д.А. Штойка та методом Пенмана-Монтейта та визначити наскільки метод Д.А. Штойка відповідає еталонному методу ФАО.

Аналіз показників сумарного водоспоживання в роки спостережень, які різнилися за рівнем вологозабезпеченості, показав, що за весняного строку посіву в двох з трьох років за методу Пенмана-Монтейта вони на 3,2-4,5% вищі, ніж за методу Д.А. Штойка. Істотні відмінності за величиною сумарного водоспоживання спостерігалася у середньому за забезпеченістю вологою 2010 році, де за Д.А. Штойка воно на 13,9% було більшим, ніж за Пенмана-Монтейта. У середньому за роки досліджень різниця сумарних витрат води

за способами не перевищує  $131 \text{ м}^3/\text{га}$  або 2,2 %.

Порівняння сумарних витрат води за краплинного зрошення, визначених розрахунковими і термостатно-ваговими методами показало, що у середньому за роки досліджень фактичне сумарне водоспоживання за термостатно-вагового методу на 11,1-22,0% було меншим, ніж за розрахункових - Д.А. Штойка та Пенмана-Монтейта. Оцінка відмінності сумарних витрат води за  $t$  - критерієм підтверджує, що на 5% рівні достовірності за обох методів формується істотно вище сумарне водоспоживання. Це свідчить про те, що використання розрахункових методів за краплинного зрошення для визначення сумарного водоспоживання потребує визначення уточнюючих коефіцієнтів, так як за методу Пенмана-Монтейта визначають величину еталонного випаровування [3, с. 4], а за Д.А. Штойка - випаровування з суцільного контуру зволоження. І в першому, і в другому випадку необхідне визначення параметрів щодо застосування їх для локального способу поливу. Відповідно за методу Пенмана-Монтейта, для визначення витрат води, враховується коефіцієнт культури і площа зволоження, які необхідно уточнювати для кожної конкретної природно-кліматичної зони [10], а для методу Д.А. Штойка за краплинного зрошення їх необхідно визначити, що дасть можливість його застосовувати для визначення сумарного водоспоживання при локальних контурах зволоження.

Дослідженнями сумарного водоспоживання буряка столового методом Д.А. Штойка за краплинного зрошення було встановлено, що величина середнього поправочного коефіцієнту для весняного стоку посіву дорівнює 0,77, літнього – 0,74. За методу Пенмана-Монтейта - 0,80 та 0,89, відповідно (табл.2).

**Таблиця 2 - Сумарне водоспоживання буряка столового сорту Бордо харківський за різних строків посіву**

Рік	Сумарне водоспоживання за методами та строками посіву, $\text{м}^3/\text{га}$						Коефіцієнт витрат води за краплинного зрошення			
	Д.А. Штойка		Пенмана-Монтейта		ТМВ		навесні		влітку	
	весна	влітку	навесні	влітку	навесні	влітку	*	**	*	**
2008	5769	3869	6041	3795	4384	3127	0,76	0,81	0,73	0,82
2009	6086	4447	6289	3859	4702	3258	0,77	0,73	0,67	0,84
2010	6266	4342	5399	3773	4871	3760	0,78	0,87	0,81	1,00
Середнє	6040	4219	5910	3809	4652	3382	0,77	0,80	0,74	0,89
$t_{\text{факт}}$	5,45	3,72	3,27	1,68	$t_{0,5}=2,31$					

Примітка: ТМВ - термостатно-ваговий метод; \* - Д.А. Штойка ; \*\* - Пенмана-Монтейта.

Оцінка достовірності різниці досліджуваних показників за  $t$  – критерієм, визначених за методами Д.А. Штойка і Пенмана-Монтейта ( $t_{\text{факт}}=2,24 < t_{0,5}=2,31$ ) вказує на відсутність суттєвої різниці між їх величинами. Аналіз витрат води за літнього строку посіву за методу Д.А. Штойка показує, що сумарне водоспоживання, у середньому за роки досліджень, на 9,7% вище, ніж за методу Пенмана-Монтейта. Оцінка достовірності різниці величини сумарного водоспоживання в літніх посівах за  $t$  - критерієм ( $t_{\text{факт}}=1,74 < t_{0,5}=2,31$ ) засвідчує, що вона є несуттєвою. Це дає підстави стверджувати, що з на 5% рівні достовірності методи Пенмана-Монтейта і Д.А.

Штойка забезпечують в умовах Півдня України тотожні результати.

Враховуючи високу динамічність процесу випаровування у зрошуваному овочевому агрофітоценозі і те, що регулювання водного режиму ґрунту на основі розрахункових методів забезпечує потребу рослин у воді на рівні оптимальних параметрів [6], є підстави стверджувати, що метод Д.А. Штойка за урахування поправочних коефіцієнтів, з достатнім ступенем надійності дозволяє регулювати водний режим рослин буряка столового за краплинного зрошення.

**Висновки.** Таким чином, узагальнення отриманих результатів засвідчило, що апроксимація середньодобового випаровування буряка столового за краплинного зрошення за сумою активних температур є достовірною ( $R^2 > 0,9174$ ) та дозволяє оперативно контролю витрат вологи та на їх основі приймати рішення щодо регулювання режиму вологості ґрунту у випадку невизначеності біофізичних коефіцієнтів. Встановлені біофізичні коефіцієнти для буряка столового за краплинного зрошення дозволяють контролювати середньодобового випаровування за сумою активних температур протягом періоду вегетації. Величина сумарного водоспоживання буряка столового визначена за методами Пенмана-Монтейта і Д.А. Штойка на 5% рівні достовірності є рівнозначною. Метод Д.А.Штойка з урахуванням коефіцієнту витрат вологи за краплинного зрошення з достатнім ступенем надійності дозволяє регулювати водний режим рослин буряка столового в Південному Степу України.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Белик В.Ф.,Беляков К.В. Оптимальные сроки и режимы полива арбуза дождеванием в дельте Волги. // Агротехника и физиология овощных и бахчевых культур.-М.: Колос,1975.-С.171-180.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [5-е изд., доп. и перераб.] / Б.А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.: ил.
3. Духовний В. А. Разработка простых алгоритмов для оценки контролируемых параметров и основанных на них показателей для климатического блока БД // В.А. Духовный, В.И. Соколов, М.Г. Хорст, И.В. Форкуца / Отчет Ташкент – 2009 г. 72 с.
4. Ильинская И. Н. Нормирование водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе / И.Н. Ильинская. – Новочеркасск : ЮРГТУ, 2001. – 163 с.
5. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за редакцією Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка. Х.: Основа, 2001.- 369 с.
6. Міхєєв Є.К. Система прийняття рішень при управлінні режимом зрошення сільськогосподарських культур / Є.К. Міхєєв // Зрошуване землеробство. – 2002. - № 42.- С. 29-36.
7. Писаренко В.А. Режимы орошения сельскохозяйственных культур/ В.А. Писаренко, Е.М. Горбатенко, Д.Р, Йокич.- К.: Урожай, 1988.- 96 с.
8. Скуртул А.Г. Применение математических методов в исследованиях по управлению солевым режимом пойменных почв при орошении / А.Г. Скуртул //Применение математических методов и ЭВМ в орошаемом земледелии (сб. статей): - Кишинев: Штиинца, 1979. –С. 5-89.
9. Штойко Д.А. Водопотребление и режим орошения сельскохозяйственных

- культур/ Д.А. Штойко, В.А. Писаренко// Мелиорация земель на Украине; под ред. Н.А. Гаркуши.-К.: Урожай, 1979. – С.100-108.
10. Bastos E. A. et al. (2012) Evapotranspiration and crop coefficient of drip irrigated watermelon in Piaui coastline, Brazil //Engenharia Agricola, 2012, – Т. 32. – №. 3. pp. 582-590.
  11. Otto R. F., Gimenez C., Castilla N. (1998) Evapotranspiration and dry matter production of horticultural crops under cover //XXV International Horticultural Congress, Part 6: Culture Techniques with Special Emphasis on Environmental Implications 516, 1998, pp. 23-30.

УДК 631.67:626.824(477.72)

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ВОДИ ПО КАХОВСЬКОМУ МАГІСТРАЛЬНОМУ КАНАЛУ

**Вердиш М.В.** – к.е.н.,  
**Булаєнко Л.М.** – к.с.-г.н., доцент,  
**Кузьменко В.Д.** – доцент,  
**Ващенко Ю.І.** – почесний професор, ДВНЗ «Херсонський ДАУ»

*Наведено техніко-експлуатаційні характеристики Каховського магістрального каналу, водогосподарських організацій у зоні його дії в 2010-2015 рр. Вивчено умови та проаналізовані показники водорозподілу по Каховському магістральному каналу. Встановлено кореляційний зв'язок між показниками водорозподілу і кількістю опадів в зоні досліджень.*

**Ключові слова:** зрошення, магістральний канал, показники, водогосподарські підприємства, водокористування, розподіл води, коефіцієнт кореляції.

**Verdysh M.V., Bulaienko L.M., Kuzmenko V.D., Vashchenko Yu.I. - Особенности распределения воды по Каховскому магистральному каналу**

*Приведены технико-эксплуатационные характеристики Каховского магистрального канала, водохозяйственных организаций в зоне его действия в 2010-2015 гг. Изучены условия и проанализированы показатели водораспределения по Каховскому магистральному каналу. Установлена корреляционная связь между показателями водораспределения и количеством осадков в зоне исследований.*

**Ключевые слова:** орошение, магистральный канал, показатели, водохозяйственные предприятия, водопользование, распределение воды, коэффициент корреляции.

**Verdysh M.V. Bulaienko L.M., Kuzmenko V.D., Vashchenko Yu.I. Specific features of water distribution in the main Kakhovka canal**

*The paper provides technical and operational characteristics of the Kakhovka main canal and water management organizations in the area of its operation in 2010-2015. It considers conditions and analyzes indicators of water distribution along the Kakhovka main canal. The study establishes a correlation between water distribution indicators and amount of precipitation in the area of research.*

**Keywords:** irrigation, main canal, indicators, water management organizations, water use, water distribution, correlation coefficient.

**Постановка проблеми.** Головний Каховський магістральний канал – це єдиний нерозривний водогосподарський комплекс, становий хребет найбіль-