

---

# МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

---

УДК 631.6:631.6.03:631.95

---

## ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ПОЛИВНОЇ ВОДИ ІНГУЛЕЦЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

---

*Морозов В.В. – к.с.-г.н., професор, Херсонський ДАУ*

*Козленко Є.В. - к.с.-г.н., головний інженер Управління каналів Інгулецької зрошувальної системи*

**Постановка проблеми.** Основна проблема Інгулецької зрошувальної системи (ІЗС) – низька якість поливної води, а саме – підвищена мінералізація та несприятливий хімічний склад. Причиною є забруднення джерела зрошення – річки Інгулець промисловими підприємствами міста Кривий Ріг. Від початку експлуатації системи (1956 рік) якість води ІЗС формувалася шляхом змішування води річки Інгулець та води річки Дніпро і за допомогою насосів Головної насосної станції (ГНС) подавалася по руслу Інгульця «антирічкою». Внаслідок суттєвих змін умов функціонування ІЗС, в першу чергу змінення площ поливу, з 2006 року фактичне змішування інгулецької та дніпровської води не відповідає проектним вимогам.

З метою вирішення даної проблеми керівництвом Управління каналів (УК) ІЗС, Держводагентства України та проблемною лабораторією еколого-меліоративного моніторингу агроєкосистем сухостепової зони імені професора Д.Г.Шапошникова Херсонського ДАУ було запропоновано та науково обґрунтовано новий варіант формування якості води на ІЗС – забезпечення стабільної задовільної якості води в Інгулецькому магістральному каналі (ІМК) за рахунок здійснення попусків води з Карачунівського водосховища впродовж всього поливного періоду (з квітня по серпень) витратами, які забезпечать необхідну якість води [5,7]. В 2010 р. проведено науково-виробничий експеримент щодо впровадження нового варіанту, а з 2011 року формування якості води на ІЗС здійснюється за новою схемою, що вже враховується в діючих регламентах промивки русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець за 2013-2014 рр. [3,4].

**Завдання і методика дослідження.** Мета – дослідно-виробнича перевірка нового варіанту покращення якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи в сучасних еколого-економічних умовах землекористування.

Основні завдання дослідження:

- виконати оцінювання якості води Інгулецької зрошувальної системи, визначити придатність води для зрошення за агрономічними та екологічними критеріями в новому та базовому варіантах формування її якості;

---

- визначити ефект від впровадження нового варіанту формування якості води.

Основний метод дослідження – польовий багаторічний виробничий експеримент, який включає сільськогосподарські і водогосподарські дослідження в типових ґрунтово-гідрогеологічних і водогосподарських умовах Інгулецького масиву. Дослідження якості поливної води проведені у відповідності з ДСТУ 2730-94; еколого-меліоративного стану (ЕМС) земель і ґрунтів у відповідності з ВБН 33-5,5-01-97 (М.І. Ромащенко, Е.С. Драчинська, А.М. Шевченко та ін.). Використані загально визнані методи і методики наукових сільськогосподарських досліджень (Е.В. Аринушкіна, 1970; Н.І. Базилевич, Є.І. Панкова, 1968; Г.В. Новікова, 1976; В.О. Ушкаренко, А.Я. Скрипніков, 1988; С.А. Балюк та ін., 2008, 2009); методи системного підходу і аналізу (В.В. Морозов, 2008), порівняння і статистичних досліджень [1, 2, 5, 6].

**Результати дослідження.** У попередніх наукових роботах авторів [5, 7] на дану тему була виконана оцінка та порівняння якості зрошувальної води ІЗС при різних варіантах її формування:

1 варіант (базовий): «антирічка» з промивкою впродовж 30 діб (2006-2010рр.);

2 варіант (новий): промивка зверху впродовж всього поливного періоду (2011-2012рр.).

В результаті досліджень встановлено, що при застосуванні 2-го (нового) варіанту мінералізація поливної води, знижується в середньому, на 15%, вміст хлоридів зменшився на 42%, натрію - на 15%, показник SAR зменшився майже на 11%, коефіцієнт Кадера зменшився на 6% [5]. Тобто, якість води ІЗС при впровадженні запропонованого нового варіанту її формування (промивка зверху впродовж всього поливного періоду) значно покращилася, в порівнянні з 1-м (базовим) варіантом, відрізняється стабільністю (взагалі відсутні різні небажані коливання якості води впродовж поливного періоду на відміну від 1-го варіанту, при якому якість води змінювалась постійно впродовж доби).

З метою перевірки результатів впровадження нового варіанту формування якості води виробничі дослідження було продовжено у 2013-2014 рр. Державний контроль якості поливної води ІЗС здійснювався Миколаївським регіональним управлінням водних ресурсів.

У 2013 році якість води в ІЗС формувалась тільки за 2-м варіантом. Згідно Регламенту промивки русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець, поліпшення якості води у Карачунівському водосховищі та на водозаборі Інгулецької зрошувальної системи у 2013 році [3], попуски води з Карачунівського водосховища було розпочато 15 квітня витратами 20 м<sup>3</sup>/с. З 1 квітня витрати зменшені до 11 м<sup>3</sup>/с, з 27.06. – до 9 м<sup>3</sup>/с, з 8.07. по 18.07. витрати попусків склали 12 м<sup>3</sup>/с, з 18.07. по 13.08. 2013 р. – 9 м<sup>3</sup>/с.

Загальний обсяг води, поданої з Карачунівського водосховища в 2013 р., складає 120,2 млн.м<sup>3</sup>. Вищеописаний режим забезпечив в цілому задовільну якість води в джерелі зрошення – річці Інгулець, та відповідно, в Інгулецькому магістральному каналі з другої половини квітня до другої половини вересня 2013 р. Показники якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи у 2013 році відображені у таблиці 1.

**Таблиця 1 - Показники якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи у 2013 році (за даними Миколаївського регіонального управління водних ресурсів)**

№ п/п	Показники	06.2013р.	07.2013р.	08.2013р.	09.2013р.	Середнє
1	p Н	8,25	8,17	8,29	8,26	8,24
2	Сухий залишок мг/дм <sup>3</sup>	1416	1634	1537	1390	1494
3	Гідрокарбонати мг/дм <sup>3</sup>	262,3	237,9	183,0	201,3	221,13
4	Сульфати мг/дм <sup>3</sup>	473,6	467,2	486,4	465,6	473,20
5	Хлориди мг/дм <sup>3</sup>	311,96	326,14	355,92	342,8	334,21
6	Кальцій мг/дм <sup>3</sup>	100	109	92	158	114,75
7	Магній мг/дм <sup>3</sup>	92,42	94,24	87,55	37,69	77,98
8	Натрій мг/дм <sup>3</sup>	225,14	265,9	261,7	231,5	246,06
9	Калій мг/дм <sup>3</sup>	22,87	12,67	12,64	10,65	14,71
10	Залізо загальне мг/дм <sup>3</sup>	0,137	0,192	0,119	0,179	0,157
11	Цинк мг/дм <sup>3</sup>	0,050	0,042	0,036	0,030	0,040
12	Марганець мг/дм <sup>3</sup>	0,067	0,198	0,100	0,056	0,105
13	Хром (III) мг/дм <sup>3</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	Нікель мг/дм <sup>3</sup>	0,041	0,026	0,046	0,025	0,035
15	Мідь мг/дм <sup>3</sup>	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003
16	Хром (VI) мг/дм <sup>3</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17	Кадмій мг/дм <sup>3</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
18	Нафтопродукти мг/дм <sup>3</sup>	0,002	0,003	0,004	0,004	0,003
19	Цезій-137 А, пКи/л	1,26	1,22	1,28	3,03	1,70
20	Стронцій-90 А, пКи/л	6,89	6,49	7,16	6,67	6,80

У 2014 році якість води в ІЗС формується також за новим 2-м варіантом. Згідно відповідного Регламенту промивки русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець ... у 2014 році [4], попуски води з Карачунівського водосховища розпочато раніше, ніж у минулі роки - 3 квітня витратами 20 м<sup>3</sup>/с. Ранній початок промивки пов'язаний з раннім пуском ГНС відповідно до замовлень сільгосптоваровиробників-водокористувачів. З 6 травня витрати зменшено до 10 м<sup>3</sup>/с, а з 01.07. – до 9 м<sup>3</sup>/с, 13.08. – попуски завершено. Загальний обсяг води, поданої з Карачунівського водосховища, складає 128 млн.м<sup>3</sup>. Показники якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи у 2014 році відображені у таблиці 4.

Виконано оцінку якості води згідно ДСТУ 2730-94[3] за агрономічними критеріями та згідно ВНД 33-5,5-02-97 [2] за екологічними критеріями (табл. 5, 6).

Порівняння окремих показників якості води ІЗС при різних варіантах її формування (таблиця 7) свідчить про стабільне забезпечення покращення якості води впродовж вегетаційного періоду в 2013-2014 роках.

Виконано оцінку якості води згідно ДСТУ 2730-94 [1] за агрономічними критеріями та згідно ВНД 33-5,5-02-97 [2] за екологічними критеріями (табл. 2, 3).

**Таблиця 2 - Оцінювання якості води ІЗС у 2013р. за агрономічними критеріями ( згідно ДСТУ 2730-94 [1])**

Дати відбору проб води	За небезпекою вторинного засолення ґрунту		За небезпекою піддушення ґрунту				За небезпекою її токсичного впливу на рослини					За небезпекою осолонцювання ґрунту	
	концентрація токсичних іонів, мекв/л	клас якості води	рН	CO <sup>2-</sup> <sub>3</sub>	HCO <sup>-</sup> <sub>3</sub> -Ca <sup>2+</sup>	клас якості води	HCO <sup>-</sup> <sub>3</sub>	HCO <sup>-</sup> <sub>3</sub> -Ca <sup>2+</sup>	CO <sup>2-</sup> <sub>3</sub>	Cl	клас якості води	відношення суми лужних катіонів натрію і калію (мекв/л) до суми всіх катіонів, %	клас якості води
				мекв/л	мекв/л		мекв/л	мекв/л	мекв/л				
червень 2013	11,14	II	8,25	-	-	II	4,3	-	-	8,80	II	50,37	II
липень 2013	11,27	II	8,17	-	-	II	3,9	-	-	9,20	II	51,59	II
серпень 2013	12,00	II	8,29	-	-	II	3	-	-	10,04	II	55,44	II
вересень 2013	11,00	II	8,26	-	-	II	3,30	-	-	9,67	II	48,45	II
середнє за 2013р.	11,35	II	8,24	-	-	II	3,63	-	-	9,43	II	51,46	II

**Таблиця 3 - Оцінювання якості зрошувальної води ІЗС у 2013р. за екологічними критеріями (згідно ВНД 33-5,5-02-97 [2])**

Показники	Червень 2013	Липень 2013	Серпень 2013	Вересень 2013	Середнє	I клас	II клас
Залізо загальне мг/дм <sup>3</sup>	0,137	0,192	0,119	0,179	0,157	< 2,0	2,0-5,0
Цинк мг/дм <sup>3</sup>	0,050	0,042	0,036	0,030	0,040	< 0,5	0,5-1,0
Марганець мг/дм <sup>3</sup>	0,067	0,198	0,100	0,056	0,105	< 0,5	0,5-1,0
Хром (III) мг/дм <sup>3</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	< 0,2	0,2-0,5
Нікель мг/дм <sup>3</sup>	0,041	0,026	0,046	0,025	0,035	< 0,08	0,08-0,2
Мідь мг/дм <sup>3</sup>	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	< 0,08	0,08-0,2
Хром (VI) мг/дм <sup>3</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	< 0,05	0,05-0,1
Кадмій мг/дм <sup>3</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	< 0,005	0,005-0,01
Нафтопродукти мг/дм <sup>3</sup>	0,002	0,003	0,004	0,004	0,003	0,3	

**Таблиця 4 - Показники якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи у 2014 році  
(за даними Миколаївського регіонального управління водних ресурсів)**

№ п/п	Показники	05.2014р.	06.2014р.	07.2014р.	08.2014р.	Середнє
1	2	3	4	5	6	7
1	Р Н од.рН	8,35	8,20	8,46	8,29	8,33
2	Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	1463,00	1652,00	1456,00	1366,00	1484,25
3	Гідрокарбонати ,мг/дм <sup>3</sup>	244,00	366,00	225,70	213,50	262,30
4	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	486,40	448,00	428,80	454,40	454,40
5	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	255,24	326,14	304,87	326,14	303,10
6	Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>	96,00	104,00	100,00	98,00	99,50
7	Магній, мг/дм <sup>3</sup>	81,50	79,04	74,18	81,47	79,05
8	Натрій, мг/дм <sup>3</sup>	210,80	220,10	223,82	279,60	233,58
9	Калій, мг/дм <sup>3</sup>	9,153	9,59	9,86	8,15	9,19
10	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,300	0,246	0,678	0,152	0,344
11	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,019	0,016	0,028	0,016	0,020
12	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,051	0,037	0,073	0,071	0,058
13	Хром (III), мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	Нікель, мг/дм <sup>3</sup>	0,031	0,025	0,036	0,028	0,030
15	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,003	0,004	0,0015	0,003	0,003
16	Хром (VI), мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	Кадмій, мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,003	0,002	0,003	0,003
19	Цезій-137, пКи/л	1,86	3,54	4,22	3,80	3,36
20	Стронцій-90, пКи/л	6,43	6,57	8,43	7,16	7,15

**Таблиця 5. Оцінювання якості води ІЗС у 2014р. за агрономічними критеріями ( згідно ДСТУ 2730-94 [3])**

Дата відбору проб	За небезпекою вторинного засолення ґрунту		За небезпекою підлучення ґрунту				За небезпекою її токсичного впливу на рослини					За небезпекою осолонцювання ґрунту	
	Концентрація токсичних іонів, мекв/л	Класякості води	рН	CO <sup>-2</sup> <sub>3</sub> ,	HCO <sup>-</sup> <sub>3</sub> - '-Ca <sup>2+</sup> ,	Класякості води	HCO <sup>-</sup> <sub>3</sub>	HCO <sup>-</sup> <sub>3</sub> - '-Ca <sup>2+</sup>	CO <sup>-2</sup> <sub>3</sub>	Cl	Класякості води	Відношення суми лужних катіонів натрію і калію (мекв/л) до суми всіх катіонів, %	Класякості води
				мекв/л	мекв/л		мекв/л	мекв/л	мекв/л				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Травень 2014	9,68	II	8,35	-	-	II	4,0	-	-	7,2	II	49,42	II
червень 2014	12,08	II	8,20	-	-	II	6,0	-	-	9,2	II	48,58	II
липень 2014	10,52	II	8,46	-	-	II	3,7	-	-	8,6	II	50,01	II
серпень 2014	11,16	II	8,29	-	-	II	3,5	-	-	9,2	II	55,57	II
середнє за 2014р.	10,86	II	8,33	-	-	II	4,3	-	-	8,55	II	50,90	II

**Таблиця 6. Оцінювання якості зрошувальної води ІЗС у 2014р. за екологічними критеріями (згідно ВНД 33-5.5-02-97 [2])**

Показники	05.2014р.	06.2014р.	07.2014р.	08.2014р.	Середнє	I клас	II клас
1	2	3	4	5	6	7	8
Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,300	0,246	0,678	0,152	0,344	< 2,0	2,0-5,0
Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,019	0,016	0,028	0,016	0,020	< 0,5	0,5-1,0
Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,051	0,037	0,073	0,071	0,058	< 0,5	0,5-1,0
Хром (III), мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	< 0,2	0,2-0,5
Нікель, мг/дм <sup>3</sup>	0,031	0,025	0,036	0,028	0,030	< 0,08	0,08-0,2
Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,003	0,004	0,0015	0,003	0,003	< 0,08	0,08-0,2
Хром (VI), мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	< 0,05	0,05-0,1
Кадмій, мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	< 0,005	0,005-0,01
Нафтопро Дукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,003	0,002	0,003	0,003	0,3	

В цілому, дослідження, які проведені в 2013-2014 роках, на Інгулецькій зрошувальній системі, підтверджують ефективність формування якості води – промивка зверху на весь поливний період, що забезпечує стабільну задовільну якість води (II класу за ДСТУ 2730-94) в джерелі зрошення – р. Інгулець впродовж всього вегетаційного періоду шляхом здійснення постійних попусків води задовільної якості з Карачунівського водосховища в період з квітня по серпень обсягами 120-130 млн. м<sup>3</sup>.

Показники якості води Інгулецької зрошувальної системи у 2013-2014 роках впродовж всього поливного періоду були відносно стабільними та відповідали за агрономічними показниками II класу згідно ДСТУ 2730-94; за екологічними показниками I класу згідно ВНД 33-5.5-02-97. Тобто поливна вода є придатною для зрошення всіх сільськогосподарських культур.

У порівнянні з варіантом формування якості води («антирічка» з промивкою впродовж 30 діб), в новому варіанті мінералізація води покращилася, в середньому, на 28 - 30%, якість поливної води за вмістом солей хлору покращилася на 47 % натрію – на 40% (табл.7).

**Таблиця 7. Окремі показники якості води ІЗС при різних варіантах її формування**

Показники	Варіанти формування якості зрошувальної води		Досягнуто ефект	
	I (2007-2010рр.)	II (2013-2014рр.)	±Δ	%
1. Середня мінералізація поливної води, г/дм <sup>3</sup>	2,074	1,489	-0,585	28,21
2. Середня якість поливної води за вміст іонів хлору, мекв/дм <sup>3</sup>	17,03	8,99	-8,040	47,21
3. Середня якість поливної води за вміст іонів натрію, мекв/дм <sup>3</sup>	17,59	10,43	-7,16	40,71

Завдяки впровадженню нового варіанту формування якості поливної води забезпечується стабільна якість води в ІМК, що дає змогу працювати ГНС у нестабільному режимі, тобто з максимальним навантаженням у нічні часи з

пільговим тарифом на електроенергію. Завдяки цьому, працюючи у вищеописаному режимі та застосовуючи багатотарифний облік електроенергії, Управлінню каналів Інгулецької зрошувальної системи вдалося у 2013 р. зекономити 7,2 млн. грн., а в 2014 р. –9,7 млн. грн. державних коштів.

При формуванні якості води ІЗС спостерігається пряма залежність: при збільшенні попусків води з Карачунівського водосховища якість води в ІМК покращується (враховуючи терміни добігання води по руслу Інгульця до створу ГНС), та навпаки, при зменшенні витрат якість поливної води погіршується, але залишається при цьому придатною для зрошення, (II класу за ДСТУ 2730-94). У разі збільшення періоду водоподачі (здійснення більш ранньої подачі води на полив та (або) здійснення масової вологозарядки під озими зернові культури у вересні-жовтні) необхідно збільшувати період подачі води з Карачунівського водосховища та, відповідно, обсяги водоподачі до 150-180 млн. м<sup>3</sup>.

**Висновки.** Впровадження нового варіанту формування якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи за рахунок здійснення попусків води з Карачунівського водосховища впродовж поливного періоду (з квітня по серпень) забезпечує в сучасних умовах покращення показників якості води, в середньому на 30-45 %, дозволяє щорічно економити 7-10 млн.грн., що є основними факторами розширення площі зрошуваних земель на ІЗС.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії: ДСТУ 2730-94. – К.: Держстандарт України, 1994. – 14 с.
2. Якість води для зрошення. Екологічні критерії:ВНД 33-5.5-02-97. – Харків: Державний комітет України по водному господарству, 1998. – 15 с.
3. Регламент промивки русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець, поліпшення якості води у Карачунівському водосховищі та на водозаборі Інгулецької зрошувальної системи у 2013 році.
4. Регламент промивки русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець, поліпшення якості води у Карачунівському водосховищі та на водозаборі Інгулецької зрошувальної системи у 2014 році.
5. Козленко Є.В. Вплив умов формування якості поливної води на еколого-агромеліоративний стан ґрунтів Інгулецького зрошуваного масиву: дис. ... канд. с.-г. наук / Є.В. Козленко. – Херсон, 2013. – 203 с.
6. Морозов В.В. Основи системного аналізу в гідромеліорації. Навч. посібник – Херсон: Вид-во ХДУ, 2008. – 64 с.
7. Морозов В.В., Морозов О.В., Козленко Є.В., Сафонова О.П. Вплив умов формування якості поливної води на стан ґрунтів Інгулецького зрошуваного масиву. Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник (спеціальний випуск до ІХ з'їзду Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків 30 червня – 4 липня 2014 р., м. Миколаїв). Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України. Книга друга «Ґрунтознавство і меліорація ґрунтів». Харків, 2014. – С. 331-334.