

## ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОЛИВНОЇ ВОДИ І ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ ІНГУЛЕЦЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

МОРОЗОВ В.В. – к.с.-г.н., професор, Херсонський ДАУ,  
КОЗЛЕНКО С.В. – начальник відділу водокористування,  
Управління каналів Інгулецької зрошувальної системи,  
МОРОЗОВ О.В. - к.с.-г.н., директор Херсонського обласного  
державного проектно-технологічного центру охорони  
родючості ґрунтів і якості продукції «Облдержродючість».

**Постановка проблеми.** Інгулецька зрошувально-обводнювальна система (ІЗС) є першою з крупних водогосподарських об'єктів на півдні України і працює з 1957 року. Основною сучасною проблемою Інгулецької зрошувальної системи є низька якість поливної води, що проявляється у підвищенні її мінералізації та несприятливому хімічному складі іонів, негативно впливає на показники родючості ґрунтів і урожайність сільськогосподарських культур. Якість води в Інгулецькому магістральному каналі формувалася в період 1957-2009рр. шляхом змішування води р.Інгулець та р.Дніпро. Вода Інгульця високомінералізована внаслідок забруднення її промисловими підприємствами Кривбасу. Внаслідок тривалого зрошення водою незадовільної якості на Інгулецькому зрошуваному масиві відбувається погіршення еколого-меліоративного стану зрошуваних земель, процеси вторинного засолення та осолонцювання і деградації ґрунтів.

За останні роки умови функціонування ІЗС суттєво змінилися: значно зменшився водорозбір, обмежено фінансування з державного бюджету та ін. Внаслідок цього сучасне фактичне змішування дніпровської та інгулецької води в Інгулецькому магістральному каналі (ІМК) не відповідає проектним вимогам. Наукові рекомендації щодо вирішення проблеми якості води, які були розроблені у попередніх дослідженнях, на даний час з об'єктивних економічних причин не можуть бути виконаними. Тому необхідні нові шляхи, методи і технології вирішення проблеми якості води ІЗС.

**Мета, завдання і методика досліджень.** **Мета** – розробити і впровадити нову технологію формування якості поливної Інгулецької зрошувальної системи в умовах ресурсо- та енергозбереження.

### **Завдання досліджень:**

1. визначити умови формування якості зрошувальної води на ІЗС

- при можливих альтернативних варіантах;
2. визначити техніко-економічні показники роботи ІЗС при різних варіантах формування якості зрошувальної води;
  3. визначити шляхи подальшої роботи ІЗС.

**Методи досліджень.** Основний метод досліджень - польовий водогосподарський дослід у виробничих умовах: використані методи польових досліджень гідрогеолого-меліоративної служби (ВБН 33-5,5-01-97), методи лабораторних досліджень і хімічних аналізів - ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського» НААНУ, методологічний апарат системного аналізу.

**Результати досліджень.** Розглянуті три альтернативні варіанти формування якості зрошувальної води на Інгулецькій зрошувальній системі.

**Перший варіант** – проектний: перед початком подачі води на зрошення здійснюється відкачка так званої «солоні призми» від ГНС до гирла Інгульця через аварійний скид по балці Вірьовчина в р. Дніпро. Тобто дніпровська вода підтягується до ГНС перед початком вегетаційного періоду. Після цього якість води в Інгулецькому магістральному каналі (ІМК) формується шляхом змішування інгулецької води з дніпровською у співвідношенні відповідно не менш ніж 1 до 3, що забезпечується роботою не менш ніж чотирьох агрегатів на ГНС (Табл. 1). За такою технологією система працювала в період 1957-1987 рр.

При розрахунках варіантів прийняті фактичні техніко-економічні показники Управління каналів Інгулецької зрошувальної системи (УКІЗС): середня за останні 10 років площа поливу на ІЗС – 21,78 тис. га, середня зрошувальна норма - 1780 м<sup>3</sup>/га, середній (за поливний період) тариф на оплату електроенергії у 2010 році – 0,82 грн. за 1 кВт-год., фактична питома витрата ГНС – 0,2193 кВт-год/м<sup>3</sup>.

Середньорозрахунковий водозабір при застосуванні першого варіанту (Табл.2) дорівнює 181852 тис.м<sup>3</sup> ( в тому числі, технологічний скид, який здійснюється при відкачці – 42000 тис.м<sup>3</sup> та технологічний скид для підтримки якості води, середній за останні 10 років – 33837 тис.м<sup>3</sup>).

За таких умов на перекачку 181852 тис.м<sup>3</sup> води буде витрачено 39 880144 кВт-год електроенергії на суму 32 701 718 грн. Витрати на подачу води до точки водовиділу (за електроенергією) будуть складати 1501 грн. на 1 га (32 701 718 грн. / 21 780 га).

**Таблиця 1. – Умови формування якості зрошувальної води на ІЗС при різних варіантах**

Варіанти	Характеристика варіантів та їх періодів	Опис умов формування якості зрошувальної води (з основними характеристиками якості води)
1	2	3
I	<p><b>Проектний (відкачка)</b></p> <p>Перед початком подачі води на полив здійснюється відкачка високомінералізованої води на ділянці ГНС-гірло через аварійний скид в балку Віршовчина, тобто до початку поливів дніпровська вода "антирічкою" вже підтягнута до ГНС</p>	<p>Якість води формується шляхом змішування інгулецької води (яка знаходиться вище ГНС) з дніпровською (яка знаходиться нижче ГНС) у співвідношенні щонайменше 1 до 3. Середня кількість працюючих агрегатів ГНС - 6-8. Чим більше кількість працюючих агрегатів ГНС, тим краще якість води в ІМК.</p>
II	<p><b>Промивка замість відкачки впродовж 30 діб.</b></p> <p>1. Перший період роботи ГНС (від початку роботи ГНС до підходу зверху "солоні" води "на хвості" у промивної).</p> <p>2. Другий період роботи ГНС (від дати підходу зверху "солоні" води "на хвості" у промивної до дати підтягування "антирічкою" дніпровської води до ГНС).</p> <p>3. Третій період роботи ГНС (від дати підтягування "антирічкою" дніпровської води до ГНС до зупинки ГНС).</p>	<p>Якість води формується за рахунок попусків води з Карачунівського вдсх. (якість не залежить від кількості працюючих агрегатів ГНС). Якість залежить від витрат попусків з Карачунівського вдсх., чим більше витрати, тим краще якість води в р.Інгулець нижче водосховища, відповідно, краще якість води в ІМК.</p> <p>Якість води формується шляхом змішування інгулецької води (яка знаходиться вище ГНС) з промивною (яка знаходиться нижче ГНС). Формування якості води відбувається аналогічно I варіанту, але якість буде гірше ніж у ньому, так як знизу ГНС знаходиться промивна вода, якість якої гірше за дніпровську.</p> <p>Якість води формується шляхом аналогічно I варіанту, тобто шляхом змішування інгулецької води (яка знаходиться вище ГНС) з дніпровською (яка знаходиться нижче ГНС) у співвідношенні щонайменше 1 до 3. Чим більше кількість працюючих агрегатів ГНС, тим краще якість води в ІМК.</p>

Продовження таблиці 1

1	2	3
III	<b>Промивка зверху на весь поливний період</b>	
	Забезпечення стабільної задовільної якості води в джерелі зрошення р.Інгулець впродовж всього вегетаційного періоду шляхом здійснення попусків води задовільної якості з Карачунівського водосховища в період з 15 квітня до 1 серпня з незначним корегуванням в залежності від погодних умов року витратами не менш ніж 12 м <sup>3</sup> /с	Якість води формується аналогічно варіанту II.1., тобто формується за рахунок попусків води з Карачунівського вдсх. (якість не залежить від кількості працюючих агрегатів ГНС). Якість залежить від витрат попусків з Карачунівського вдсх., чим більше витрати, тим краще якість води в р.Інгулець нижче водосховища, відповідно, краще якість води в ІМК.

Крім цього, при здійсненні відкачки необхідна пропускна спроможність скидного тракту 22 м<sup>3</sup>/с (проектна та фактична до кінця 80-х років пропускна спроможність аварійного скиду з ІМК). Але, на даний час, внаслідок несанкціонованої забудівлі, пропускна спроможність б.Вірвовчина зменшена до 2-2,5 м<sup>3</sup>/с, що фактично в 10 разів менше необхідної. Тобто, аварійний скид з ІМК пропустить воду витратами 22 м<sup>3</sup>/с, але це призведе до підтоплення розташованих впродовж б.Вірвовчина сільських населених пунктів.

**Другий варіант** – замість відкачки, перед пуском ГНС здійснюється промивка русла р. Інгулець попусками води задовільної якості з Карачунівського водосховища витратами 20-30 м<sup>3</sup>/с впродовж ≈ 30 діб. Зазвичай за цей період «солоня призма» виштовхується з Інгульця у Дніпро.

Приблизно через ще 30 діб (в залежності від витрат р.Інгулець) після закінчення промивки, до ГНС зверху підходить високомінералізована вода Інгульця, тому відразу після виходу «солоня призми» слід якомога швидше підтягнути «антирічкою» дніпровську воду до ГНС. Тобто, з цього моменту якість води формується аналогічно першому варіанту. Другий варіант застосовувався на системі в період 1988-2009 рр.

Загальний водозабір при застосуванні другого варіанту дорівнює 139852 тис.м<sup>3</sup> (всі складові аналогічні I варіанту, за винятком технологічного скиду, який здійснюється при відкачці – 42000 тис.м<sup>3</sup>). На перекачку 139 852 тис.м<sup>3</sup> води буде витрачено 30 669 544 кВт-год електроенергії на суму 25 149 026 грн. (Табл.2). Витрати на подачу води до точки водовиділу (за електроенергією) будуть складати 1155 грн. на 1 га (25 149 026 грн. / 21 780 га).

**Таблиця 2. – Техніко-економічні показники роботи ІЗС при різних варіантах формування якості зрошувальної води.**

Техніко-економічні показники	Одиниці виміру	Варіанти формування якості зрошувальної води і функціонування ІЗС				
		I. Проектний (перед початком поливів відкачка солоної води в б.Вірвовчина)	II. Промивка замість відкачки впродовж 30 діб			III. Промивка зверху на весь поливний період
			I період роботи ГНС	II період роботи ГНС	III період роботи ГНС	
1	2	3	4	5	6	7
1. Кількість працюючих агрегатів ГНС	шт	≥ 4	0-3	≥ 4	≥ 4	0-3
2. Витрати ГНС	м3/с	≥ 22	0-16,5	≥ 22	≥ 22	0-16,5
3. Подача води в систему за період роботи ГНС	тис.м <sup>3</sup>	181 852	139 852			106 015
4. Витрати електроенергії на подачу води	тис. кВт/год.	39 880,144	30 669,544			23 249,090
5. Вартість електроенергії за період роботи ГНС	тис. грн.	32 701,718	25 149,026			19064,253
6. Середня мінералізація поливної води	мг/л	1278	1235	1679	1278	1235
7. Максимальні значення середньодобової мінералізації поливної води	мг/л	4510	1517-1850	3198	4510	1517-1850
8. Середній вміст іонів хлору у поливній воді	мг/л	312	301	410	312	301
9. Максимальні значення середньодобового вмісту іонів хлору у поливній воді	мг/л	1100	370	780	1100	370
10. Площа поливу	тис. га	21,78	21,78			21,78
11. Витрати на електроенергію для подачі води	грн/га	1501	1155			875

**Третій варіант** - забезпечення стабільної задовільної якості води в джерелі зрошення р. Інгулець впродовж всього вегетаційного періоду шляхом здійснення попусків води задовільної якості з Карачунівського водосховища в період з 15 квітня до 1 серпня з незначним корегуванням в залежності від погодних умов року витратами не менш ніж 12 м<sup>3</sup>/с. Карачунівське водосховище при цьому поповнюється дніпровською водою за допомогою каналу Дніпро-Інгулець.

Середньорозрахунковий загальний водозабір при застосуванні третього варіанту дорівнює 106 015 тис.м<sup>3</sup> (всі складові аналогічно I варіанту, за винятком технологічного скиду, який здійснюється при відкачці – 42000 тис.м<sup>3</sup> та за винятком технологічного скиду для підтримки якості води – 33837 тис.м<sup>3</sup>). На перекачку 106 015 тис.м<sup>3</sup> води буде витрачено 23 249 090 кВт-год електроенергії на суму 19 064 253 грн. (Табл.2). Витрати на подачу води до точки водовиділу (за електроенергією) будуть складати 875 грн. на 1 га (19 064 253 грн. / 21 780 га).

При застосуванні на ІЗС III варіанту формування якості води (промивка зверху на весь поливний період) економічна ефективність у порівнянні з II варіантом складає 280 грн./га; 6 084,773 тис. грн. на рік; у порівнянні з I варіантом - 626 грн./га; 13 637,465 тис. грн. на рік (Табл.2).

Також при застосуванні III варіанту відпадає необхідність у постійній роботі ГНС не менш ніж трьома-чотирма агрегатами; відпадає необхідність у здійсненні технологічного скиду для підтримки якості води; з'являється можливість маневрувати роботою ГНС, у разі необхідності зменшувати кількість працюючих агрегатів та навіть, у разі потреби (при інтенсивних опадах), тимчасово зупиняти роботу ГНС; з'являється можливість здійснювати заходи енергозбереження за рахунок застосування багатотарифного обліку електроенергії.

Враховуючи проведений аналіз, можливо зробити висновок, що ефективне застосування I та II варіантів формування якості води в ІМК на сучасному етапі функціонування ІЗС проблематично за технічними причинами та набагато затратне за витратами на електроенергію у порівнянні з III варіантом.

Практичний досвід останніх років експлуатації ІЗС (2001-2009рр.) показав, що при застосуванні II варіанту формування якості води ІМК в сучасних умовах не досягається необхідна задовільна якість води в ІМК.

У II та III періоди роботи ГНС (після підходу зверху високомінералізованої води Інгульця «на хвості» у промивній) часто якість води в ІМК навіть виходить за межі 2 класу ДСТУ

2730-94, тобто інколи поливи здійснюються водою, яка непридатна для зрошення.

Це відбувається внаслідок недостатнього розбавлення високо-мінералізованої інгулецької води дніпровською, тобто недостатньої для цього кількості працюючих агрегатів ГНС та внаслідок впливу на рівень річки Інгулець режиму роботи Каховської ГЕС і вітро-нагонних явищ. Тому, слід зазначити, що нестабільність та непрогнозованість якості води в ІМК є однією із причин, через яку слід радикально змінювати існуючу технологію формування якості води в ІМК.

У 2011 році за ініціатииви Держводагентства України та Управління каналів Інгулецької зрошувальної системи здійснюється виробничий експеримент з впровадження нової технології формування якості води в ІМК (III варіант). Згідно «Регламенту екологічного оздоровлення р. Інгульця, поліпшення якості води у Карачунівському водосховищі та на водозаборі Інгулецької зрошувальної системи» з 17.04.2011р. розпочато попуски води з Карачунівського вдсх. витратами 20 м<sup>3</sup>/с з поступовим зменшенням до 12 м<sup>3</sup>/с (в залежності від отриманої якості води в р. Інгулець нижче водосховища).

Згідно ДСТУ 2730-94 "Якість води для зрошення. Агрономічні критерії" виконано оцінювання якості води ІМК (відбір проб здійснено впродовж вегетаційного періоду 2011р.). Мінералізація води досягає 1,850 г/дм<sup>3</sup>, хімічний склад гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатний, кальцієво-магнієво-натрієвий, величина рН до 8,34 – 8,50.

Визначено, що зрошувальна вода ІМК за агрономічними критеріями відноситься до води II класу «обмежена придатна». Тобто, вода цілком придатна для зрошення, але при її використанні слід застосовувати комплекс заходів попередження деградації ґрунтів. При цьому **якість води стабільна**, на її формування не впливає режим роботи ГНС (кількість працюючих агрегатів) та коливання рівня р.Інгулець внаслідок впливу роботи Каховської ГЕС і вітронегінних явищ.

При розробці технології формування якості поливної води необхідно враховувати, що в сучасних економічних умовах неможливо забезпечити на ІЗС якість води I класу.

### **Висновки**

1. Проектна технологія формування якості води на ІЗС розрахована на значні обсяги водоподачі, за рахунок яких забезпечується задовільна якість води в ІМК (високомінералізована інгулецька вода розбавляється дніпровською). Але впродовж останніх років відбулося значне

зменшення обсягів водоподачі та скорочення періоду роботи Головної насосної станції УКІЗС.

2. Вода р. Інгулець високомінералізована і непридатна для зрошення внаслідок виробничої діяльності промислових підприємств Кривбасу. Промивка русла р. Інгулець, яка здійснюється щороку, навесні, водою Карачунівського водосховища, не забезпечує задовільну якість води в ІМК на весь вегетаційний період та не вирішує повністю питання екологічного оздоровлення Інгульця.

3. Дослідженнями встановлено, що проектний режим розбавлення води на сучасному етапі розвитку ІЗС не виконується, застосувати існуючі наукові рекомендації попередніх досліджень проблеми якості води немає можливості через: зменшення водорозбору; обмеження пропускної спроможності скидних трактів УКІЗС (внаслідок несанкціонованої їх забудови); недостатнє фінансування з державного бюджету на оплату електроенергії для перекачки води (забіру води ГНС). Як результат, в роки досліджень (2001-2009рр.) відбувається різке погіршення якості води в ІМК.

4. За весь багаторічний період експлуатації ІЗС (54 роки) відбулися значні зміни в умовах водокористування на Інгулецькому масиві. Необхідна розробка нової технології формування якості поливної води.

5. У водогосподарських і економічних умовах експлуатації ІЗС, які склалися на даний час, оптимальним варіантом забезпечення відповідної якості води в ІМК є забезпечення стабільної задовільної якості води в джерелі зрошення – р. Інгулець впродовж всього вегетаційного періоду шляхом здійснення постійних попусків води задовільної якості з Карачунівського водосховища в період з 15 квітня по 1 серпня витратами не менш ніж  $12 \text{ м}^3/\text{с}$  з незначним корегуванням в залежності від погодних умов року.

6. Виконання вищенаведеного інженерно-меліоративного заходу, при басейновому управлінні водогосподарським комплексом, забезпечить:

- покращення якості води для зрошення на водозаборі Інгулецької зрошувальної системи, незалежно від режиму роботи ГНС (кількості працюючих агрегатів) та забезпечить її стабільність;
- збільшення маневреності у роботі ГНС, що дасть можливість виконувати заходи енергозбереження впродовж всього поливного періоду та відмовитися від технологічного скиду для підтримки якості води;
- покращення екологічного стану р. Інгулець і агроландшафтів ІЗМ.



7. В сучасних умовах сформувати на ІЗС якість води, яка відповідає І класу придатності до зрошення, практично неможливо. При застосуванні нового варіанту формування якості зрошувальна вода на ІЗС визначена як вода ІІ класу «обмежена придатна» для зрошення, тому при її використанні слід обов'язково застосовувати комплекс меліоративних заходів щодо попередження деградації ґрунтів і підвищення їх родючості.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Землі Інгулецької зрошувальної системи: стан та ефективно використання: За наук. ред.: В.О.Ушкаренка, Р.А.Вожегової. – К.: Аграр. наука, 2010.–352 с.
2. Меліорація води і агроландшафтів в басейні р. Інгулець: Монографія /За наук. ред.: член.-кор. НААНУ В.А. Сташук, проф. В.В. Морозова, доц. М.М.Ладики. – Херсон: Вид-во «Айлант», 2010. – 329 с.
3. Волочнюк Є.Г., Пічура В.І., Козленко Є.В. Управління якістю води та станом ґрунтів Інгулецького зрошувального масиву. Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць ХДАУ. Вип. 49. – Херсон: Айлант, 2007. – 57-62 ст.
4. Морозов В.В., Братченко О.М., Козленко Є.В. Формування якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи: стан, проблеми, перспективи. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Вип. 73. – Херсон: Айлант. 2010. – 131-143 ст.
5. ДСТУ 2730-94. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. – К.; Держстандарт України, 1994. – 14 с.

**УДК: 333: 633.2: 631.6( 477.72 )**

### **ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА КОРМОВИХ АГРОЦЕНОЗІВ ПРИ ОДЕРЖАННІ ТРЬОХ ВРОЖАЇВ ЗА РІК В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ПІВДЕННОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ**

**М.Г. ГУСЄВ – д. с.-г. н., професор,  
Інститут землеробства південного регіону НААН**

**Постановка проблеми.** Проблема забезпечення населення України продуктами тваринного походження набуває все більшої актуальності, у вирішенні якої значна роль належить кормовиробництву. Підвищення його ефективності пов'язане із збільшенням виробництва якісних кормів і кормового білку, як основних чинників стабілізації і подальшого розвитку галузі