

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ ІНГУЛЕЦЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ В РАЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОМИВКИ РІЧКИ ІНГУЛЕЦЬ УПРОДОВЖ КВІТНЯ – СЕРПНЯ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

КОЗЛЕНКО Є.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-3001-8220

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

МОРОЗОВ О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-5617-0813

Херсонський державний аграрно-економічний університет

МОРОЗОВ В.В. – кандидат сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-2594-883X

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Інгулецька зрошувальна система (далі – ІЗС) розташована на території Миколаївської та Херсонської областей, має низку унікальних технічних і технологічних особливостей, головна з яких – різні варіанти формування якості зрошувальної води. Основна проблема – забруднення джерела зрошення – річки Інгулець промисловими стоками гірничорудних підприємств міста Кривий Ріг. За весь період експлуатації ІЗС наслідки вищезазначеної проблеми вирішувалися різними шляхами із змінним успіхом. Натепер питання забезпечення ІЗС зрошувальною водою стабільної задовільної якості на практиці остаточно не вирішено.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упродовж майже 65-річної експлуатації ІЗС застосовувалися різні варіанти формування якості води: 1. Проектний «Відкачка з «антирічкою»» (1957–1987 рр.). 2. «Промивка замість відкачки впродовж 30 діб з «антирічкою»» (1988–2010 рр.). 3. «Промивка зверху на весь поливний період» (із 2011 р. дотепер) [4; 5].

Проблеми формування якості зрошувальної води в Інгулецькому магістральному каналі досліджували О.М. Алмазов, В.Г. Ткачук, В.В. Морозов, В.М. Нежлукченко, Є.Г. Волочнюк, О.В. Морозов, Є.В. Козленко, П.І. Ковальчук, Р.Ю. Коваленко, В.К. Хільчевський, Р.Л. Кравчинський, О.В. Чунарьов та інші [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9].

Мета статті. Дослідити фактичний стан процесу формування якості води на ІЗС шляхом здійснення промивок річки Інгулець за останні 10 років (2011–2020 рр.), визначити наявні проблеми та шляхи їх вирішення.

Матеріали та методика досліджень. У дослідженнях використані матеріали Управління каналів Інгулецької зрошувальної системи (нині – Управління каналів річки Інгулець), Дніпропетровського облводгоспу (нині – Регіональний офіс водних ресурсів у Дніпропетровській області), Каховської і Одеської гідрогеолого-меліоративних експедицій, Інституту зрошувального землеробства НААН, проблемної науково-дослідної лабораторії еколого-меліоративного моніторингу агроєкосистем Сухостепової зони ім. проф. Д.Г. Шапошникова Херсонського ДАУ, матеріали власних досліджень авторів та інші [3; 4; 5; 6; 7]. Методи досліджень: системний підхід і системний аналіз даних,

узагальнення, порівняння, зворотний зв'язок, польові та лабораторні дослідження.

Результати досліджень. Із 2011 р. дотепер на Інгулецькій зрошувальній системі застосовується варіант формування якості води «Промивка зверху на весь поливний період». Вищезазначений варіант науково обґрунтовано В.В. Морозовим і Є.В. Козленком. Сутність його полягає в тому, що задовільна для зрошення якість води формується у джерелі зрошення – річці Інгулець шляхом здійснення постійних попусків води з Карачунівського водосховища із квітня по серпень витратами 20,0–9,0 м³/с загальним обсягом не менш ніж 120 млн м³ [4]. Карачунівське водосховище поповнюється дніпровською водою із Кременчуцького водосховища за допомогою каналу Дніпро – Інгулець (рис. 1).

Режим подачі води з Карачунівського водосховища визначається відповідним регламентом, який у 2011–2018 рр. мав назву «Регламент промивки русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець, поліпшення якості води в Карачунівському водосховищі та на водозаборі Інгулецької зрошувальної системи» [10]. У 2019–2020 рр. назва змінилася – «Регламент промивання русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець» (далі – Регламент) [11].

Регламент розробляється щорічно і, після обговорення на відповідній міжвідомчій нараді, затверджується Держводагентством України.

Якість води на ІЗС формується за новим варіантом уже одинадцятий рік поспіль (із 2011 р. дотепер). Із часом у регламенті, який складається та затверджується щорічно, відбувалися деякі зміни.

У Регламенті 2013 р. режим подачі води з Карачунівського водосховища був прописаний із можливістю оперативного регулювання витрат (15–30 квітня – 20 м³/с; 1–31 травня – 11–15 м³/с; 1 червня – 10 серпня – 9–12 м³/с), із загальним обсягом 120 млн м³. У регламентах 2014–2015 рр. уже цього не було. Витрати попусків із Карачунівського водосховища вже були чітко прописані без можливості оперативного їх регулювання: 6–10 квітня – 4–8 травня – 20 м³/с; 5–7 травня – 27–30 червня – 10 м³/с; 28 червня – 1 липня – 7–10 серпня – 9 (8) м³/с, із загальним обсягом 125–125,5 млн м³ (табл. 1).



Рис. 1. Схема розташування основних водогосподарських об'єктів, які задіяні у формуванні якості води в Інгuleцькому магістральному каналі

Дослідження формування якості води на Інгулецькій зрошувальній системі за 2011–2020 рр.

Роки	Обсяг скидання надлишків зворотних вод із балки Свистунова, млн м ³	Початок промивки	Добігання промивної води до створу ГНС	Пуск ГНС	Закінчення промивки	Період проведення промивки, дб	Обсяг промивної води, млн м ³	Добігання «солоні» води до ГНС (слідом за промивною)	Зупинка ГНС
2011 р.	10,2	17 квітня	30 квітня	1 травня	15 серпня	120	130	25 вересня	23 вересня
2012 р.	10,2	11 квітня	24 квітня	25 квітня	5 серпня	116	120	5 вересня	17 вересня
2013 р.	10,2	15 квітня	30 квітня	30 квітня	14 серпня	121	119	4 вересня	3 жовтня
2014 р.	10,1	8 квітня	21 квітня	21 квітня	13 серпня	127	128	29 серпня	26 вересня
2015 р.	10,2	6 квітня	21 квітня	27 квітня	12 серпня	128	125	5 вересня	27 жовтня
2016 р.	9,8	5 квітня	19 квітня	21 квітня	11 серпня	128	143	5 вересня	13 жовтня
2017 р.	9,6	5 квітня	19 квітня	24 квітня	6 серпня	123	121	7 жовтня	23 жовтня
2018 р.	4,7	5 квітня	19 квітня	23 квітня	6 серпня	123	129	20 серпня	16 жовтня
2019 р.	4,7	1 квітня	16 квітня	19 квітня	10 серпня	131	143	2 вересня	10 жовтня
2020 р.	4,2	6 квітня	30 квітня	18 квітня	15 вересня	162	147	13 серпня	22 жовтня

У 2016–2018 рр. у регламентах було прописано, що режим подачі води з Карачунівського водосховища (після завершення скиду промивними витратами 20 м³/с) може коригуватися залежно від режиму роботи Інгулецької зрошувальної системи, виходячи з необхідності забезпечення нормативної якості води у створі Інгулецької головної насосної станції (ГНС), у межах загального обсягу скиду. Зазначена умова є дуже актуальною, тому що надає можливість оперативного корегувати ситуацію в разі погіршення якості води, що може відбуватися за різних причин та має місце майже кожен рік.

У Регламенті 2019 р. визначено режим витрат із Карачунівського вдсх.: 1–4 квітня – 20 м³/с; 25 квітня–23 травня – 14 м³/с; 24 травня–1 липня – 12 м³/с; 2 липня–12 серпня – 11 м³/с; 13 серпня–12 вересня – 9 м³/с; 13 вересня – 18 жовтня – 5 м³/с. Регламентом встановлено, що концентрація хлоридів у воді річки Інгулець (за контрольним створом – гідропостом Андріївкою) у період із 25 квітня по 18 жовтня не повинна перевищувати 350 мг/дм³. Дотримання зазначеної умови покладено на ДПП «Кривбаспромводопостачання», яке, у разі збільшення вмісту хлоридів у воді річки Інгулець (гідропост Андріївка) вище 350 мг/дм³, повинно забезпечити скиди з Карачунівського водосховища власними резервами. Підтримка стабільної нормативної якості води в річці Інгулець є, безумовно, правильною вимогою, але виконання її зазначеним шляхом не є реальним, що отримало підтвердження на практиці.

У Регламенті 2020 р. визначено режим витрат із Карачунівського вдсх. (1–24 квітня – 20 м³/с; 25 квітня – 11 вересня – 11 м³/с; 12 вересня – 4 жовтня – 9 м³/с; 5 жовтня – 8 листопада – 5 м³/с),

зазначено, що концентрація хлоридів у створі гідропоста Андріївки станом на 2 квітня не повинна перевищувати 350 мг/дм³. Обсяг для промивання – 190 млн м³; для оздоровлення – 15 млн м³; загальний обсяг – 205 млн м³. Тобто вже в Регламенті не зафіксовано, якою повинна бути якість води, та не передбачено шляхів до покращення ситуації в разі погіршення якості (шляхом збільшення витрат із Карачунівського водосховища, як це було визначено в регламентах попередніх років).

У результаті проведеного аналізу регламентів за 2011–2020 рр. можна зробити висновок, що в регламенті треба обов'язково передбачати реальну можливість оперативного регулювання витрат попусків із Карачунівського вдсх. в разі погіршення якості води по гідропосту Андріївці, виходячи з необхідності забезпечення нормативної якості води у створі Інгулецької ГНС; або вказувати граничну концентрацію хлоридів у воді р. Інгулець (350 мг/дм³) упродовж усього поливного періоду, чітко визначати реальний механізм дотримання та контролю за дотриманням зазначеної вимоги.

Гідропост Андріївка – стаціонарний гідропост Регіонального офісу водних ресурсів у Дніпропетровській області, який має оптимальне розташування з погляду спостереження за здійсненням скиду шахтних вод із балки Свистунова та проведення промивки / екологічного оздоровлення р. Інгулець шляхом здійснення попусків із Карачунівського вдсх., тому що розташований на 48 км нижче Карачунівського вдсх (по руслу річки Інгулець), нижче скиду балки Свистунова, на 182 км вище створу Інгулецької ГНС. Гідропост обладнаний для визначення витрат води,

лаборантом здійснюється відбір проб води для визначення вмісту хлоридів. Спостереження здійснюються щоденно впродовж року.

Виконано дослідження якості води за вмістом хлоридів по гідропосту Андріївці. На рис. 2 відображено динаміку вмісту хлоридів у воді річки Інгулець по гідропосту Андріївці за 2011–2020 рр. Якщо проаналізувати графіки, то чітко простежується майже в усі роки краща якість води в початковий період проведення промивки, коли витрати попусків із Карачунівського вдсх. становлять 20 м³/с, згодом, зі зменшенням витрат відповідно погіршується якість води. Але у 2011–2017 рр. якість води за вмістом хлоридів упродовж майже всього періоду проведення промивки залишається в межах до 350 мг/дм³, лише інколи виходить за вказану межу. У період 2018–2020 рр. ситуація погіршується.

У результаті досліджень визначено відсоток діб, у які вміст хлоридів у воді річки Інгулець перевищував значення 350, 400, 450, 500 мг/дм³ (з урахуванням термінів початку та закінчення промивок та з урахуванням термінів добігання води з Карачунівського вдсх. до гідропоста Андріївки). Відсоткове середньорічне співвідношення діб, у які якість води за вмістом хлоридів перевищує 350 мг/дм³, у 2018–2020 рр. становить 68,71%, у 2011–2017 рр. – 17,37%; вище 400 мг/дм³ – відповідно 33,28 та 2,86%; вище 450 мг/дм³ – відповідно 20,47 та 0,88%; вище 500 мг/дм³ – відповідно 14,38 та 0,55% (табл. 2).

Тобто у 2018–2020 рр. спостерігається значне погіршення якості води річки Інгулець по гідропосту Андріївці, отже, і в Інгулецькому магістральному каналі, порівняно із 2013–2017 рр.

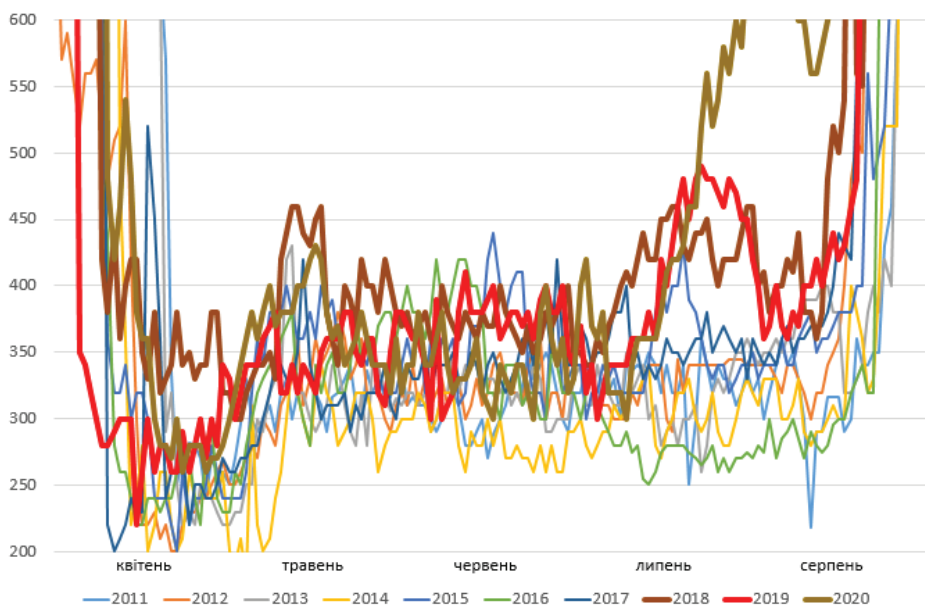


Рисунок 2. Графіки динаміки вмісту хлоридів у воді річки Інгулець по гідропосту Андріївці

Таблиця 2

Аналіз вмісту хлоридів у воді р. Інгулець за гідропостом Андріївкою

Роки	Відсоток діб, у які вміст хлоридів перевищує:			
	350 мг/дм³	400 мг/дм³	450 мг/дм³	500 мг/дм³
2011 р.	5,51	3,15	2,36	1,58
2012 р.	7,44	0	0	0
2013 р.	15,08	2,38	0	0
2014 р.	4,55	0,76	0,76	0,76
2015 р.	42,11	6,02	2,26	0,75
2016 р.	18,8	3,01	0	0
2017 р.	28,13	4,69	0,78	0,78
Середнє за 2011–2017 рр.	17,37	2,86	0,88	0,55
2018 р.	78,13	32,81	8,59	1,56
2019 р.	57,35	19,12	10,29	1,47
2020 р.	70,66	47,9	42,52	40,12
Середнє за 2018–2020 рр.	68,71	33,28	20,47	14,38

Як наслідок, здійснення поливів високомінералізованою водою призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур, відбуваються процеси деградації ґрунтів, їх вторинне засолення й осолонцювання [3].

Прогнозний розрахунок на 2021 р. показує, що в разі порушення термінів та витрат води під час проведення промивання Інгульця варто очікувати погіршення якості води в Інгулецькому магістральному каналі.

Дослідження показали, що на практиці регламенти останніх років (2018–2020 рр.) цілком не дотримуються. Цей факт є головною причиною погіршення іригаційних показників якості води в річці Інгулець, отже, і в Інгулецькому магістральному каналі.

Представники гірничорудних підприємств, які фінансують проведення промивки річки Інгулець, в останні роки ігнорують належне дотримання Регламенту, мотивують тим, що не мають змогу здійснити скид шахтних вод у повному обсязі, тому що Кабінет Міністрів України (далі – КМУ) своєчасно не дає на це відповідного дозволу.

Крім цього, є підстави припускати, що підприємство «Кривбаспромводопостачання» (яке саме регулює витрати попусків із Карачунівського вдсх.) не завжди дотримується витрат, які визначені Регламентом. Про це свідчить значна різниця у витратах попусків води з Карачунівського водосховища та витратами, які визначаються на гідропосту Андріївці, які іноді майже вдвічі менше.

Спостерігається офіційне порушення Регламенту шляхом зменшення витрат попусків промивної води. Також робота ГНС у 2020 р. була розпочата, коли ще не було досягнуто нормативної якості води в річці Інгулець, отже, з 18 по 30 квітня в Інгулецький магістральний канал подавалася вода ненормативної якості. Крім цього, унаслідок ухвалення вищевказаного управлінського рішення «солоня призма» не була цілком виштовхнута в р. Дніпро, а була підтягнута назад до ГНС, що і спричинило ще одне значне погіршення якості води в ІМК із 18 липня по 7 серпня. А необґрунтоване зменшення із 29 липня промивних витрат з 11 до 5 м³/с (усупереч Регламенту) узагалі погіршило ситуацію, тому що внаслідок цієї дії вже 13 серпня зверху до ГНС підійшла вода із вмістом хлоридів 670 мг/дм³.

Варто звернути увагу на те, що саме у 2018–2020 рр. відбувається зменшення обсягів зимового скиду шахтних вод більш ніж удвічі порівняно з попередніми роками (причина – несвоєчасне надання дозволів на здійснення скидів із боку КМУ): 2013–2017 рр. – 9,6–10,2 млн м³; 2018–2020 рр. – 4,7 млн м³. Можна допустити, що внаслідок неповного спорожнення акумулюючої ємності – шламонакопичувача балки Свистунова, у якому накопичуються шахтні води впродовж всього року, в останні 3 роки відбувається його переповнення. Вірогідно, унаслідок вищезазначеного факту відбувається підвищена фільтрація шахтних вод через ґрунтові води в річку Інгулець, що також спричиняє погіршення якості води в р. Інгулець.

Висновки. Дослідженнями доведено, що у 2018–2020 рр. спостерігається значне погіршення

якості води річки Інгулець по гідропосту Андріївці, отже, і зрошувальної води в Інгулецькому магістральному каналі, порівняно із 2011–2017 рр., що може призвести до негативного впливу на сільськогосподарські культури й активувати процеси деградації ґрунтів.

Головною причиною погіршення якості води в поливний період 2018–2020 рр. в Інгулецькому магістральному каналі є неповне дотримання Регламенту промивання русла й екологічного оздоровлення р. Інгулець, а саме зменшення витрат попусків промивної води з Карачунівського водосховища та пуск у роботу ГНС у 2020 р. в період, коли ще не було досягнуто нормативної якості води в річці Інгулець.

Надалі в Регламенті обов'язково треба вказувати граничну концентрацію хлоридів у воді р. Інгулець (350 мг/дм³) упродовж усього поливного періоду, чітко визначити реальний дієвий механізм дотримання та контролю за дотриманням зазначеної вимоги.

Шляхами подальших досліджень є більш повне дослідження зв'язку між наповненням балки Свистунова шахтними водами та якістю води в річці Інгулець, тому що вірогідно, що внаслідок переповнення названого накопичувача у 2018–2020 рр. відбувається підвищена фільтрація шахтних вод через ґрунтові води в річку Інгулець, що і спричиняє погіршення якості води в ній. Необхідні також створення експертної системи й організації цільового моніторингу формування відповідної якості води в р. Інгулець і в магістральному каналі Інгулецької зрошувальної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Алмазов А.М. Прогноз химического состава воды для орошения и обводнения правобережных ингулецких земельных массивов и водоснабжения г. Николаева. Киев, 1957. 32 с.
2. Изменение мелиоративно-гидрогеологических условий водораздельных массивов под влиянием орошения : монография / В.Г. Ткачук и др. Киев : Урожай, 1970. 248 с.
3. Землі Інгулецької зрошувальної системи: стан та ефективне використання / за наук. ред. В.О. Ушкаренко, Р.А. Вожегової. Київ : Аграр. наука, 2010. 352 с.
4. Морозов В.В., Козленко Є.В. Інгулецька зрошувальна система: покращення якості поливної води : монографія. Херсон : ПП «ЛТ-Офіс», 2015. 210 с.
5. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Новий варіант технології формування якості води Інгулецької зрошувальної системи при відновленні проектної площі зрошення. *Таверійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Херсон, 2021. № 119. С. 43–51.
6. Морозов В.В., Нежлукченко В.М., Волочнюк Є.Г. Формування якості зрошувальної води на Інгулецькому масиві. Херсон : Колос, 2004. 228 с.
7. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Інгулецька зрошувальна система: стан, проблеми та перспективи розвитку : монографія / за ред. О.В. Морозова. Херсон : Айлант, 2020. 204 с.
8. Коваленко Р.Ю., Ковальчук П.І. Аналіз методів управління якістю води для зрошення при промивках русла р. Інгулець дніпровською водою.

Індуктивне моделювання складних систем. Київ, 2014. Вип. 6. С. 90–96.

9. Хільчевський В.К., Кравчинський Р.Л., Чунар'ов О.В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. Київ : Ніка-Центр, 2012. 180 с.
10. Регламенти промивки русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець, поліпшення якості води у Карачунівському водосховищі та на водозаборі Інгулецької зрошувальної системи у 2011–2018 рр.
11. Регламенти промивання русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець у 2019–2020 рр.

References:

1. Almazov, A.M. (1957). Prognoz himicheskogo sostava vodyi dlya orosheniya i obvodneniya pravoberezhnih inguletskikh zemelnih massivov i vodosnabzheniya g. Nikolaeva [Forecast of the chemical composition of water for irrigation and watering of the right-bank Ingulets land massifs and water supply for the city of Nikolaev]. Kiev [in Russian].
2. Zmienie meliorativno-gidrogeologicheskikh usloviy vodorazdelnykh massivov pod vliyaniem orosheniya: monografiya [Change of meliorative-hydrogeological conditions of watersheds under the influence of irrigation: monograph] / V.G. Tkachuk et al. (1970). Kiev: Urozhay [in Russian].
3. Zemli Inhuletskoi zroshuvanoi systemy: stan ta efektyvne vykorystannia [Lands of the Ingulets irrigation system: condition and effective use] / for science. ed. V.O. Ushkarenka, R.A. Vozhehovo (2010). Kyiv: Ahrar. nauka [in Ukrainian].
4. Morozov, V.V., Kozlenko, Ye.V. (2015). Inhuletska zroshuvalna systema: pokrashchennia yakosti polyvnoi vody: monografiia [Ingulets irrigation system: improving the quality of irrigation water: monograph]. Kherson: PP "LT-Ofis" [in Ukrainian].
5. Kozlenko, Ye.V., Morozov, O.V., & Morozov, V.V. (2021). Novyi variant tekhnologii formuvannia yakosti vody Inhuletskoi zroshuvanoi systemy pry vidnovlenni proektnoi ploshchi zroshennia [A new variant of the technology of water quality formation of the Ingulets irrigation system during the restoration of the design area of irrigation]. *Tavriiskiyi naukoviyi visnyk. Silskohospodarski nauky – Taurian Scientific Bulletin. Agricultural sciences*, 119, 43–51 [in Ukrainian].
6. Morozov, V.V., Nezhlukchenko, V.M., & Volochniuk, Ye.H. (2004). Formuvannia yakosti zroshuvanoi vody na Inhuletskomu masyvi [Formation of irrigation water quality on the Ingulets massif]. Kherson: Kolos [in Ukrainian].
7. Kozlenko, Ye.V., Morozov, O.V., & Morozov, V.V. (2020). Inhuletska zroshuvalna systema: stan, problemy ta perspektyvy rozvytku: monografiia [Ingulets irrigation system: state, problems and prospects of development: monograph]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].
8. Kovalenko, R.Iu., Kovalchuk, P.I. (2014). Analiz metodiv upravlinnia yakistiu vody dlia zroshennia pry promyvkakh rusla r. Inhulets dniprovskoiu vodoiu [Analysis of water quality management methods for irrigation during washing of the Ingulets riverbed with Dnieper water]. *Induktyvne modeliuвання skladnykh system – Inductive modeling of complex systems*, 6, 90–96 [in Ukrainian].
9. Khilchevskiy, V.K., Kravchynskiy, R.L., & Chunarov, O.V. (2012). Hidrokhimichniy rezhym ta yakist vody Inhuletsia

- v umovakh tekhnogenezu [Hydrochemical regime and water quality of Ingulets in the conditions of technogenesis]. Kyiv: Nika-Tsentr [in Ukrainian].
10. Rehlyamenty promyvy rusla ta ekolohichnoho ozdorovlennia r. Inhulets, polipshennia yakosti vody u Karachunivskomu vodoskhovyshchi ta na vodozabori Inhuletskoi zroshuvanoi systemy u 2011–2018 rr. [Regulations for riverbed washing and ecological rehabilitation of the Ingulets River, improvement of water quality in the Karachunivsky Reservoir and at the water intake of the Ingulets Irrigation System in 2011–2018] [in Ukrainian].
11. Rehlyamenty promyvannia rusla ta ekolohichnoho ozdorovlennia r. Inhulets u 2019–2020 rr. [Regulations for riverbed washing and ecological rehabilitation of the Ingulets River in 2019–2020] [in Ukrainian].

Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Сучасні проблеми формування якості води Інгулецької зрошувальної системи в разі застосування промивки річки Інгулець упродовж квітня – серпня та шляхи їх вирішення

Мета. Дослідити фактичний стан процесу формування якості води на Інгулецькій зрошувальній системі шляхом здійснення промивок річки Інгулець за останні 10 років (2011–2020 роки), визначити наявні проблеми та шляхи їх вирішення. **Методи.** Системний підхід і системний аналіз даних, узагальнення, порівняння, зворотний зв'язок, польові та лабораторні дослідження. **Результати.** Із 2011 року дотепер на Інгулецькій зрошувальній системі застосовується варіант формування якості води «Промивка зверху на весь поливний період»: задовільна для зрошення якість води формується у джерелі зрошення – річці Інгулець шляхом здійснення постійних попусків води з Карачунівського водосховища із квітня по серпень витратами 20,0–9,0 м³/с загальним обсягом не менш ніж 120 млн м³. Виконано дослідження фактичного виконання регламентів промивання русла й екологічного оздоровлення річки Інгулець та дослідження якості води за вмістом хлоридів по гідропосту Андріївка. У результаті досліджень визначено відсоток діб, у які вміст хлоридів у воді річки Інгулець перевищував значення 350, 400, 450, 500 мг/дм³ (з урахуванням термінів початку та закінчення промивок та з урахуванням термінів добігання води). Відсоткове середньорічне співвідношення діб, у які якість води за вмістом хлоридів перевищує 350 мг/дм³, у 2018–2020 роки становить 68,71%, у 2011–2017 роки – 17,37%; вище 400 мг/дм³ – відповідно 33,28 та 2,86%; вище 450 мг/дм³ – відповідно 20,47 та 0,88%; вище 500 мг/дм³ – відповідно 14,38 та 0,55%. **Висновки.** Дослідженнями доведено, що у 2018–2020 роках спостерігається значне погіршення якості води річки Інгулець, отже, і зрошувальної води в Інгулецькому магістральному каналі, порівняно із 2011–2017 роками, що може призвести до негативного впливу на сільськогосподарські культури й активувати процеси деградації ґрунтів. Головною причиною є неповне дотримання Регламенту промивання русла та екологічного оздоровлення річки Інгулець, а саме зменшення витрат попусків промивної води з Карачунівського водосховища та пуск у роботу Головної насосної станції до моменту досягнення нормативної якості води в річці Інгулець (2020 рік). Рекомендовано надалі обов'язково фіксувати в Регламенті граничну концентрацію хлоридів у воді річки Інгулець (350 мг/дм³)

упродовж усього поливного періоду та чітко визначати реальний дієвий механізм дотримання та контролю за дотриманням зазначеної вимоги. Шляхами подальших досліджень є більш повне дослідження зв'язку між наповненням балки Свистунова шахтними водами та якістю води в річці Інгулець. Необхідні також створення експертної системи й організація цільового моніторингу формування відповідної якості води в річці Інгулець та в магістральному каналі Інгулецької зрошувальної системи.

Ключові слова: зрошення, річка Інгулець, промивка, регламент, формування якості води.

Kozlenko Ye.V., Morozov O.V., Morozov V.V. Modern problems of water quality forming of the Ingulets irrigation system while applying the Ingulets river washing during April-August) and ways to solve them

Purpose. To investigate the actual state of the process of water quality forming in the Ingulets irrigation system by washing the Ingulets River for the last 10 years (2011–2020), to identify existing problems and ways to solve them. **Methods.** System approach and system data analysis, generalization, comparison, feedback, field and laboratory researches. **Results.** From 2011 to the present times, the Ingulets irrigation system is using the option of forming water quality “Flushing from above for the entire irrigation period”: satisfactory irrigation water quality is forming in the irrigation source – the river Ingulets by making constant releases of water from the Karachunovsky reservoir from April to August expenses 20–9,0 m³/s with a total volume of not less than 120 million m³. A study of the actual implementation of the Regulations of riverbed washing and ecological rehabilitation of the Ingulets River and a study of water quality by chloride content at the Andriyivka hydropost was done. As a result of researches, the percentage of days in which the chloride content in the water of the Ingulets River

exceeded the volume of 350 mg/dm³ was determined; 400, 450, 500 mg/dm³ (taking into account the terms of the beginning and the end of washings and taking into account the terms of reaching the water). The percentage of the average annual ratio of days in which the water quality in terms of chloride content exceeds 350 mg/dm³ in 2018–2020 is 68,71%, in 2011–2017 – 17,37%; above 400 mg/dm³, accordingly 33,28 and 2,86%; above 450 mg/dm³, accordingly 20,47 and 0,88%; above 500 mg/dm³, accordingly 14,38 and 0,55%. **Conclusions.** Researches have shown that in 2018–2020 there was a significant deterioration of the quality of water of the Ingulets River, and consequently irrigation water in the Ingulets main canal compared to 2011–2017, which can lead to negative impact on agricultural products and activate processes of soil degradation. The main reason is the incomplete implementation of the Regulations for riverbed washing and ecological rehabilitation of the Ingulets River, namely the reduction of the costs of flushing water discharges from the Karachunivsky Reservoir and the commissioning of GNS until the moment of achievement of normative water quality in the Ingulets River was reached (2020). It is recommended in future to fix compulsory in the Regulations the maximum concentration of chlorides in the water of the Ingulets River (350 mg/dm³) during the whole irrigation period, to define clearly the real effective mechanism of fulfillment and to control over the fulfillment of the mentioned requirement. Ways of further researches are more complete study of the relationship between the filling of the Svistunov beam with mine waters and water quality in the Ingulets River. Also it is necessary to create an expert system and to organize targeted monitoring of the forming of appropriate water quality in the Ingulets River and in the main canal of the Ingulets Irrigation System.

Key words: irrigation, Ingulets river, washing, regulations, forming of water quality.