

## ІРИГАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ МАЛИХ І СЕРЕДНІХ РІЧОК БАСЕЙНУ ПРИЧОРНОМОР'Я В МЕЖАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**В.Д. Караулов**

аспірант

Одеський державний екологічний університет (м. Одеса, Україна)

e-mail: vitdmdpss@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0151-3196>

**С.М. Юрасов**

кандидат технічних наук, доцент

Одеський державний екологічний університет (м. Одеса, Україна)

e-mail: urasen54@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4312-249X>

**О.В. Мудрак**

доктор сільськогосподарських наук, професор

КЗВО "Вінницька академія безперервної освіти" (м. Вінниця, Україна)

e-mail: ov\_mudrak@ukr.net;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1776-6120>

**Г.В. Мудрак**

кандидат географічних наук, доцент

Вінницький національний аграрний університет

e-mail: galinal70971@ukr.net;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1319-9189>

Метою роботи є визначення можливості використання вод річок Причорномор'я для покриття потреб зрошувального землеробства в цьому регіоні. У статті висвітлено актуальність розглянутої проблеми та обґрунтування вибору напряму дослідження, обрані показники іригаційної оцінки якості вод для розв'язання поставленого завдання. До іригаційного потенціалу річок Причорномор'я в межах Одеської області віднесено стік річок за теплий період року, середнього за водністю та маловодних років із забезпеченістю 75% і 95% за відрахуванням екологічного стоку (75% стоку в найгірший за водністю місяць року з 95% забезпеченістю). В іригаційний потенціал не входять води, непридатні для зрошення за мінералізацією. Використання середніх значень показників при оцінці якості іригаційних вод призводить до того, що впродовж теплої періоду року з великою імовірністю можливі поливи некондиційною водою. У зв'язку із цим у статті запропоновано оцінку ризику погіршення якості вод за окремими показниками. При виконанні роботи встановлено, що води частини річок басейну Причорномор'я мають мінералізацію від 1 до 3 г/дм<sup>3</sup> і належать до класу 3 (підвищено небезпечні для рослин), друга частина — більше 3 г/дм<sup>3</sup> (непридатні для зрошення води). Середній багаторічний потенціал річкових вод басейну протягом теплої періоду року складає 56,3 млн м<sup>3</sup>/ТПР. Це дуже малий об'єм вод. Його вистачить для поливу лише 16,1 тис. га земель за умови хімічної меліорації цих вод і розбавлення водою з малою мінералізацією. Отже, зрошення сільгоспугідь у басейні річок Причорномор'я можливе лише за використання вод Дунаю і Дністра.

**Ключові слова:** зрошення, стік річок, якість вод, найгірший за водністю, ризик погіршення.

### ВСТУП

Більша частина Одеської області розташована в Степовій зоні, яка характеризується дуже посушливими кліматичними умовами. Посилення посушливості кліматичних умов зумовлює поширення іригації земель як способу інтенсифікації землеробства і зменшення його залежності від наслідків глобального потеплення.

У другій половині минулого століття в Одеській області відбувався бурний розвиток іригаційного будівництва. За цей період були побудовані зрошувальні системи на площі 227 тис. га. У 1991 році полив становив 157 тис. га. Але за останні роки площі регулярно зрошуваних земель скоротилися до 40 тис. га. Тому проблема іригації сільгоспугідь області залишається дуже актуальною.

Водні ресурси Одещини вкрай нерівномірно розташовані на її території. Найкращими джерелами іригаційних вод є річки Дунай і Дністер, однак ці джерела іригаційних вод віддалені одне від одного та від масивів зрошення. Наявна іригаційна система зношена на 80% і потребує відновлення. Сьогодні обласною адміністрацією вже приймаються рішення про реконструкцію мереж деяких радянських зрошувальних систем (наприклад, Нижньо-Дністровської і Дунай-Дністровської).

У перспективі, після відновлення наявних зрошувальних систем, постане проблема поширення зрошувального землеробства на інші території області. Крім річок Дунай і Дністер, її іригаційний потенціал складає велика кількість малих і середніх річок, ставків і водосховищ, а також запаси підземних вод. У зв'язку з вищенаведеним оцінка іригаційних можливостей водних об'єктів Одеської області є актуальною задачею.

У цьому дослідженні розглядаються іригаційні можливості вод малих і середніх річок Причорномор'я, великого регіону Одещини.

**Метою дослідження** є визначення можливості покриття потреб зрошувального землеробства водами малих і середніх річок басейну Причорномор'я в межах Одеської області.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У цей час не знайдено публікацій щодо оцінки іригаційного потенціалу будь-яких територій.

Під потенціалом природних ресурсів території розуміють здатність її фізичних складових (клімату, атмосферного повітря, ґрунтово-рослинного покриву, надр, водних ресурсів тощо) задовольняти потреби суспільства в сировині, енергії, продуктах харчування, рекреації, у здійсненні різних видів виробничої діяльності тощо. Розгляду цього питання присвячені роботи І. Башірова [1], В. Вацеби [2], Г. Завадських [3], В. Кліменко [1], Ю. Прасула [1], В. Руденко [2] та Т. Солов'я [2]. Водні ресурси території є складовою потенціалу її природних ресурсів, інформацію про яких подано в багатьох літературних джерелах, зокрема в роботах В. Вишневського [4], І. Головинського [5], В. Гребеня [6], С. Дорогунцова [5], М. Хвесика [5], В. Хільчевського [6], М. Хорева [7], А. Яцика [8] та інші.

На основі аналізу літературних джерел іригаційний потенціал водних об'єктів території можна визначити як можливість (здатність) покриття потреб сільського господарства в зрошувальних водах на цій території.

До іригаційного потенціалу водних об'єктів території входять: річковий стік, води, акумульовані в озерах, водосховищах, ставках і в підземних водоносних горизонтах. Іригаційний потенціал водних об'єктів не включає води, непридатні для зрошення. Він змінюється в часі залежно від водного режиму поверхневих водних об'єктів і ґрунтових вод. Як і водний режим поверхневих водних об'єктів, він може бути представлений середньо багаторічними характеристиками, а також характеристиками з деякою забезпеченістю.

До іригаційного потенціалу річок Причорномор'я у межах Одеської області віднесено стік річок за теплий період року (далі — ТПР), середнього за водністю та маловодних років із забезпеченістю 75% і 95% за відрахуванням екологічного стоку (75% стоку в найгірший за водністю місяць року з 95% забезпеченістю).

В іригаційний потенціал не увійшли об'єми вод, непридатних для зрошення за мінералізацією.

Розрахунок основних іригаційних співвідношень головних катіонів виконують за наступними формулами:

$$k_{Na1} = rNa^+ / rCa^{2+} < 1,0, \quad (1)$$

$$k_{Na2} = rNa^+ / (rCa^{2+} + rMg^{2+}) < 0,70, \quad (2)$$

$$k_{4-6} = r\sum\hat{e} / (rCa^{2+} + rMg^{2+}) \leq B, \quad (3)$$

$$k_{Na3} = Na^+ / \sum(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+) < 0,65, \quad (4)$$

$$k_{Mg} = rMg^{2+} / (rCa^{2+} + rMg^{2+}) < 0,50. \quad (5)$$

Докладний аналіз методик оцінки якості іригаційних вод наведено в [9]. Для дослідження обрано такі показники: мінералізація; рН; співвідношення (1)–(5).

Ризик засолення ґрунтів унаслідок використання поливних вод із різною мінералізацією за О.М. Костяковим оцінюється в такий спосіб:

- клас 1 — хороша вода, придатна для зрошення — до 0,4 г/дм<sup>3</sup>;
- клас 2 — обмежене застосування — від 0,4 до 1,0 г/дм<sup>3</sup>;
- клас 3 — підвищена небезпека для рослин — від 1,0 до 3,0 г/дм<sup>3</sup>;
- клас 4 — вторинне засолення при довгому використанні — більше 3 г/дм<sup>3</sup>.

При рН≤6,5 вода має кислу реакцію, при 6,5<рН≤7,5 — нейтральну, при рН>7,5 — лужну.

У вітчизняній практиці при оцінці якості вод за деякий період часу, як правило, використовують середні значення показників. Такий

підхід може призвести до того, що протягом ТПР поливи будуть достатньо часто проводитися водою з недопустимим співвідношення катіонів. Це буде відбуватися тому, що протягом ТПР склад і властивості вод можуть дуже сильно змінюватися (у тому числі і вміст катіонів). Якщо співвідношення концентрацій катіонів буде наближатися до граничного значення (нормативу), то частота поливів некондиційною водою буде наближатися до 50%, що не є допустимим. Але у вітчизняних нормах відсутнє обмеження частоти перевищення нормативів. Це зроблено в країнах ЄС при оцінці якості вод за санітарними чи рибогосподарськими нормами. У директивах ЄС [10] надається не тільки норматив показника, а також і допустима частота його перевищення. Наприклад, за деяким показником якість вод відповідає вимогам санітарних норм, якщо кількість перевищень нормативу за минулий період не перевищувала 10% від загальної кількості спостережень за розглянутий період. Це обмеження можна трактувати таким чином: у країнах ЄС ризик забруднення (погіршення якості) вод за окремим показником не повинен перевищувати 10%.

У наявних методиках, наприклад [11–13] та інших, ризики являють собою інтегральні узагальнені характеристики та не підходять для оцінювання ризиків погіршення якості вод для якихось практичних потреб. Оцінку такого ризику необхідно виконувати за окремими показниками.

Ризик погіршення якості вод за окремим іригаційним показником можна розглядати як імовірність перевищення (забезпеченість) нормативу цього показника:

$$R_{Hi} = 1 - P_i(H_i), \quad (6)$$

де  $R_{Hi}$  — ризик погіршення якості (забруднення) вод за  $i$ -им показником;  $P_i(H_i)$  — ймовірність того, що значення показника буде не більш за норматив, оцінюється за емпіричними даними;  $H_i$  — норматив  $i$ -го показника.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Під час роботи над статтею використані матеріали регіональних доповідей про стан навколишнього середовища та екологічних паспортів Одеського регіону [14], а також дані спостережень Басейнового управління водних ресурсів (далі — БУВР) річок Причорномор'я та Нижнього Дунаю за 2009–2019 роки.

Під час дослідження були використані такі методи: первинної і вторинної статистичної обробки вихідних даних, лінійного регресійного аналізу, інтерпретації отриманих результатів та їх картографічного відображення, ГІС-

технологій (при обробці супутникової інформації).

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Басейн річок Причорномор'я є найбільшим водним басейном Одеської області, площа якого займає 21,0 тис. км<sup>2</sup>, що складає 62% від усієї її площі (рис. 1). Дністровський лиман ділить цей басейн на дві частини: північно-східну (ПнС) та південно-західну (ПдЗ). Частина ПдЗ розташована між басейнами Дністра та Дунаю. На рис. 1 пункти державного моніторингу вод помічені білими крапками.

Води всіх річок басейну сприяють натрієвому та магнієвому осолонцюванню. У табл. 1 значення показників, що перевищують норматив, виділені напівжирним шрифтом. Ризик (%) погіршення якості води міститься в знаменнику.

Мінералізація вод річки Барабой становить 2443 мг/дм<sup>3</sup>, ризик перевищення 3000 мг/дм<sup>3</sup>

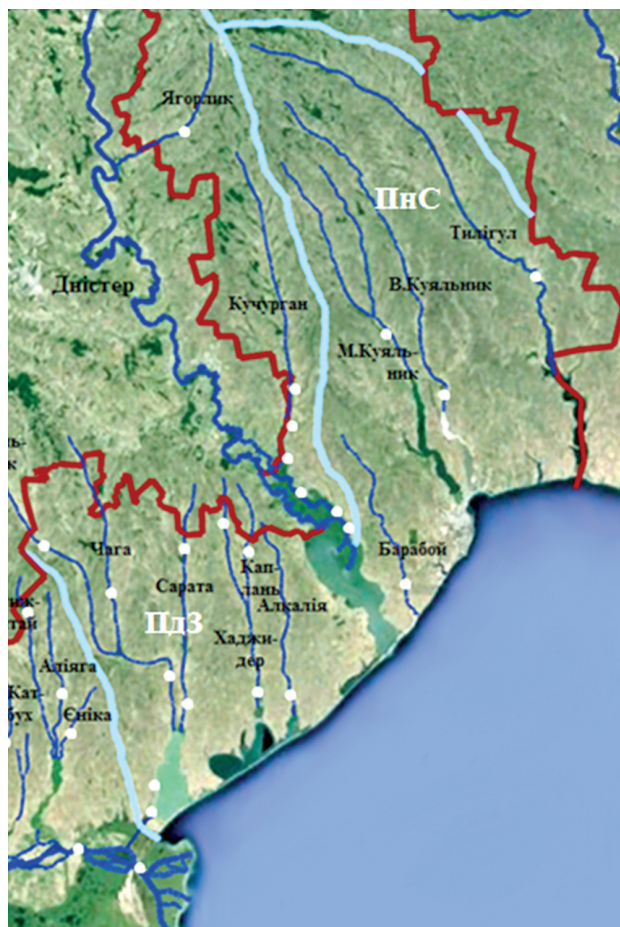


Рис. 1. Басейн річок Причорномор'я в межах Одеської області

Джерело: дані власних досліджень, сформовані на супутниковому знімку.



Таблиця 1

## Іригаційні характеристики вод річок Одеського Причорномор'я (у знаменнику міститься ризик погіршення якості води, %)

Місце спостереження за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	рН	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1}<1,0$	$k_{Na2}<0,7$	$k_{4-6}(<6, 5, 4)$	$k_{Na3}<0,65$	$k_{Mg}<0,5$
<b>Басейн річок Причорномор'я</b>							
р. Тилігул, смт Березівка	$\frac{1529}{0\%}$	7,8	<b>1,59</b>	$\frac{0,63}{18\%}$	$\frac{3,29}{9\%}$	$\frac{0,57}{9\%}$	<b>0,60</b>
р. М. Куяльник, с. Баранове	$\frac{1999}{6\%}$	7,9	<b>1,54</b>	$\frac{0,47}{0\%}$	$\frac{2,97}{0\%}$	$\frac{0,50}{0\%}$	<b>0,69</b>
р. Хаджидер, с. Чистоводне	$\frac{2114}{13\%}$	8,0	<b>2,93</b>	<b>1,35</b>	$\frac{4,71}{17\%}$	<b>0,73</b>	<b>0,54</b>
р. Хаджидер, с. Сергіївка	<b>6356</b>	7,8	<b>2,66</b>	<b>0,97</b>	$\frac{3,94}{43\%}$	<b>0,66</b>	<b>0,64</b>
р. Каплань, с. Крутоярівка	$\frac{2266}{4\%}$	8,1	<b>2,60</b>	<b>1,07</b>	$\frac{4,15}{57\%}$	<b>0,68</b>	<b>0,59</b>
р. Барабой, с. Барабой	$\frac{2443}{20\%}$	$\frac{7,4}{40\%}$	<b>1,51</b>	<b>0,76</b>	$\frac{3,53}{8\%}$	$\frac{0,61}{12\%}$	$\frac{0,50}{56\%}$
р. Чага, с. Петрівка	$\frac{2970}{38\%}$	7,9	<b>3,84</b>	<b>1,80</b>	$\frac{5,61}{25\%}$	<b>0,78</b>	<b>0,53</b>
р. Когильник, с. Серпневе	$\frac{2674}{32\%}$	8,1	<b>4,53</b>	<b>1,83</b>	$\frac{5,68}{44\%}$	$\frac{0,65}{48\%}$	<b>0,60</b>
р. Когильник, с. Новоолексіївка	<b>3770</b>	7,9	<b>4,78</b>	<b>1,91</b>	$\frac{5,85}{36\%}$	<b>0,80</b>	<b>0,60</b>
р. Алкалія, с. Широке	<b>3360</b>	7,8	<b>1,75</b>	<b>0,88</b>	$\frac{3,77}{15\%}$	$\frac{0,64}{14\%}$	$\frac{0,50}{50\%}$
р. Сарата, с. Міняйлівка	<b>3362</b>	7,9	<b>3,01</b>	<b>1,25</b>	$\frac{4,51}{17\%}$	<b>0,72</b>	<b>0,58</b>
р. Сарата, с. Білолісся	<b>6259</b>	7,8	<b>4,17</b>	<b>1,59</b>	$\frac{5,19}{55\%}$	<b>0,76</b>	<b>0,62</b>
р. В. Куяльник, с. Слобідка	3988	7,7	<b>2,86</b>	<b>0,78</b>	$\frac{3,58}{12\%}$	$\frac{0,62}{6\%}$	<b>0,73</b>

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень.

складає 20%. Тобто 20% ТПР води Барабою мають мінералізацію більш 3000 мг/дм<sup>3</sup>. Реакція води цієї річки в середньому нейтральна (рН=7,4), але ризик появи лужної реакції (рН>7,5) дорівнює 40%.

За загальною мінералізацією (МЗ) води річок регіону можна поділити на дві частини: 1<МЗ<3 г/дм<sup>3</sup> та МЗ>3 г/дм<sup>3</sup>. Води річок Тилігул, Малий Куяльник, верхня частина Хаджидера (с. Чистоводне), Каплань, Барабой, Чага, верхня частина Когильника (с. Серпневе) і Великий Куяльник належать до класу 3 (підвищено небезпечні для рослин). Води останніх річок — непридатні для зрошення (МЗ>3 г/дм<sup>3</sup>).

Середньобагаторічний річковий стік середніх і малих річок басейну (табл. 2) дорівнює 236,1 млн м<sup>3</sup>/рік. До іригаційного потенціалу

належить стік річок із мінералізацією вод від 1 до 3 г/дм<sup>3</sup>. Річки з водами більш 3 г/дм<sup>3</sup> помічені напівжирним шрифтом.

Згідно із Б. І. Стрільцем, на ТПР припадає 66,3% річного стоку малих і середніх річок Одеської області, на найгірший за водністю місяць — 0,0%. Слід зазначити, що в маловодні роки внутрішньорічний розподіл стоку відрізняється від середньорічного, але за відсутності даних для розрахунків прийнятий розподіл стоку середнього за водністю року.

У такому разі середній багаторічний іригаційний потенціал річкового стоку басейну Причорномор'я (табл. 2) складає 56,3 млн м<sup>3</sup>/ТПР. На маловодні роки припадає: із забезпеченістю 75% — 18,8 млн м<sup>3</sup>/ТПР; із забезпеченістю 95% — 7,51 млн м<sup>3</sup>/ТПР. Такий потенціал вкрай малий.

**Стік та іригаційний потенціал річок басейну Причорномор'я за багаторічний період (річковий стік за даними БУВР)**

Басейн річки	Річний стік, млн м <sup>3</sup> /рік за багаторічний період			Іригаційний потенціал, млн м <sup>3</sup> /ТПР за багаторічний період		
	середній	маловодні роки		середній	маловодні роки	
		75 %	95 %		75 %	95 %
<b>Басейн річок Причорномор'я</b>						
Тилігул	41,7	16,1	9,15	27,6	10,7	6,07
В. Куяльник	26,4	7,6	1,35	17,5	5,04	0,895
М. Куяльник	<b>17,1</b>	<b>4,92</b>	<b>0,87</b>	0,0	0,0	0,0
Свина	7,3	2,1	0,37	4,84	1,39	0,245
Барабой	4,94	1,19	0,15	3,28	0,789	0,099
Алкалія	<b>6,82</b>	<b>1,98</b>	<b>0,36</b>	0,0	0,0	0,0
Хаджидер	<b>8,46</b>	<b>2,44</b>	<b>0,43</b>	0,0	0,0	0,0
Сарата	<b>15,2</b>	<b>4,37</b>	<b>0,77</b>	0,0	0,0	0,0
Когільник	<b>44,5</b>	<b>14,5</b>	<b>9,47</b>	0,0	0,0	0,0
М. Аджалик	2,78	0,8	0,14	1,84	0,530	0,093
Аджалик	1,77	0,59	0,16	1,17	0,391	0,106
річки б/н	<b>59,1</b>	<b>16,7</b>	<b>3,9</b>	0,0	0,0	0,0
Разом	236,07	73,29	27,12	<b>56,28</b>	<b>18,82</b>	<b>7,51</b>

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень.

Зрошувальні норми для різних сільсько-господарських культур складають від 2000 до 5000 м<sup>3</sup>/га [14]. Орієнтуючись на зрошувальну норму 3500 м<sup>3</sup>/га, можна сказати, що в середній за водністю рік потенціалу басейну вистачило б для зрошення лише 16,1 тис. га земель, але полив цими водами можливий за їх хімічної меліорації та розбавленні маломінералізованою водою.

### ВИСНОВКИ

1. За мінералізацією води річок басейну Причорномор'я належать до 3 (підвищено небезпечні для рослин) і 4 (засолюють ґрунт) класів. Вони всі сприяють натрієвому та магнієвому осолонцюванню.

2. Іригаційний потенціал водних об'єктів території — це можливість (здатність) покриття потреб сільського господарства в зрошувальних водах на цій території. В іригаційний потенціал річок входить їх стік за теплий період року з відрахуванням екологічного стоку.

3. Іригаційний потенціал річок басейну Причорномор'я дуже малий: у середній за водністю рік він складає 56,3 млн м<sup>3</sup>/ТПР. Цього вистачить для поливу лише 16,1 тис. га сільгоспугідь за умови хімічної меліорації цих вод і розбавлення водами з малою мінералізацією.

4. Зрошення сільгоспугідь у басейні річок Причорномор'я можливе тільки за рахунок використання вод Дунаю і Дністра.

### ЛІТЕРАТУРА

- Кліменко В., Прасул Ю., Башіров І. Територіальні особливості водно-ресурсного потенціалу Київської області. *The problems of continuous geographical education and cartography*. 2019. № 30. С. 61–69.
- Руденко В.П., Вацеба В.Я., Соловей Т.В. Природно-ресурсний потенціал природних областей України. Чернівці: Рута, 2001. 268 с.
- Завадських Г.М. Природно-ресурсний потенціал України. Регіональна економіка: електронний посібник. URL: [https://elib.tsatu.edu.ua/dep/feb/ptbd\\_2/page8.html](https://elib.tsatu.edu.ua/dep/feb/ptbd_2/page8.html) (дата звернення: 10.02.2024).
- Вишневецький В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ: Віпол, 2000. 376 с.
- Дорогунцов С.І., Хвесик М.А., Головинський І.А. Водне господарство України: сучасний стан та перспективи розвитку. Київ: РВПС НАН України, 2002. 56 с.

6. Водний фонд України: Штучні водойми — водосховища і ставки: Довідник / За ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. Київ: Інтерпрес, 2014. 164 с.
7. Водний фонд України / за ред. В.М. Хорєва. Київ: Ніка-Центр, 2001. 392 с.
8. Водне господарство України / за ред. А.В. Яцика. Київ: Генеза, 2000. 456 с.
9. Yurasov S.M., Kuzmina V.A., Karaulov V.D. Irrigative Assessment of Sasyk Water Quality. *Journal Environmental problems*. 2021. Vol. 6. Issue 2. P. 69–77.
10. Concerning the quality required of surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States: Council Directive 75/440/EEC of 16 June 1975. The Council of the European Communities. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31975L0440&from=en> (дата звернення: 10.02.2024).
11. Балачук В.Ю., Мокін В.Б., Яцолт А.Р. Оцінювання екологічних ризиків природних екосистем, представлених інформаційною моделлю з геометричною мережею. *Наукові праці ВТУ*. 2013. С. 1–7.
12. Давибіда Л.І., Подголов В.М. Геоінформаційна оцінка ризику забруднення підземних вод Чернігівської області. *Екологічний моніторинг, прогнозування та оцінка стану довкілля*. 2019. № 1 (19). С. 59–68.
13. Мокієнко А.В., Ковальчук Л.Й., Крісілов А.Д. Якість води поверхневих водойм як фактор ризику для здоров'я населення: математична модель. *Вісн. НАН України: Статті та огляди*. 2017. Вип. 10. С. 42–52.
14. Алексеєва А.О. Екологічна оцінка способів зрошення сільськогосподарських культур. *Екологічні науки*. 2020. № 1 (28). С. 130–134.

## IRRIGATION POTENTIAL OF SMALL AND MEDIUM-SIZED BLACK SEA RIVERS WITHIN ODESSA REGION

**Karaulov V.**

Postgraduate Student

Odesa State Environmental University (Odesa, Ukraine)

e-mail: vitdmdpss@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0151-3196>

**Yurasov S.**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Odesa State Environmental University (Odesa, Ukraine)

e-mail: urasen54@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4312-249X>

**Mudrak O.**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Public Higher Educational Establishment

“Vinnytsia Academy of Continuing Education” (Vinnytsia, Ukraine)

e-mail: ov\_mudrak@ukr.net;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1776-6120>

**Mudrak H.**

Candidate of Geographical Sciences, Docent

Vinnytsia National Agrarian University (Vinnytsia, Ukraine)

e-mail: galina170971@ukr.net;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1319-9189>

*The purpose of the work is to determine the possibility of using the waters of the rivers of the Black Sea region to cover the needs of irrigated agriculture in this region. The article highlights the relevance of the considered problem and the justification of the choice of research direction, selected indicators of irrigation water quality assessment to solve the task. The irrigation potential of the rivers of the Black Sea region within the Odesa region includes the flow of rivers during the warm period of the year, the average water level and low water years with 75% and 95% availability after deducting the ecological flow (75% of the flow in the worst month of the year with 95% availability). The irrigation potential does not include water unsuitable for irrigation due to mineralization. The use of average values of the indicators when assessing the quality of irrigation water leads to the fact that during the warm period of the year, irrigation with substandard water is highly likely. In this regard, the article proposes an assessment of the risk of water quality deterioration based on individual indicators. When performing the work, it was established that the waters of the Black Sea Basin rivers have a mineralization of 1 to 3 g/dm<sup>3</sup> and belong to class 3 (highly dangerous for plants), the second part — more than 3 g/dm<sup>3</sup> (unsuitable for irrigation water). The average long-term potential of river waters of the basin during the warm period of the year is 56.3 million m<sup>3</sup>/TPR. This is a very small volume of water. It will be enough to irrigate only 16,100 hectares of land under the condition of chemical melioration of these waters and dilution with water with low*

mineralization. Therefore, irrigation of agricultural lands in the Black Sea river basin is possible only by using the waters of the Danube and Dniester.

**Keywords:** irrigation, river runoff, water quality, worst for water quality, risk of deterioration.

## REFERENCES

1. Klimenko, V., Prasul, Yu., & Bashirov, I. (2019). Terytorialni osoblyvosti vodno-resursnoho potentsialu Kyivskoi oblasti [Territorial features of the water resource potential of the Kyiv region]. *The problems of continuous geographical education and cartography*, 30, 61–69 [in Ukrainian].
2. Rudenko, V.P., Vatsaba, V.Ya., & Solovei, T.V. (2001). *Pryrodno-resursnyi potentsial pryrodnykh oblasteri Ukrainy [Natural resource potential of natural regions of Ukraine]*. Chernivtsi: Ruta [in Ukrainian].
3. Zavadskykh, H.M. *Pryrodno-resursnyi potentsial Ukrainy [Natural resource potential of Ukraine]*. Regionalna ekonomika: elektronnyi posibnyk — Regional economics: electronic guide. URL: [https://elib.tsatu.edu.ua/dep/feb/ptbd\\_2/page8.html](https://elib.tsatu.edu.ua/dep/feb/ptbd_2/page8.html) [in Ukrainian].
4. Vyshnevskiy, V.I. (2000). *Richky i vodoimy Ukrainy. Stan i vykorystannia [Rivers and reservoirs of Ukraine. Condition and use]*. Kyiv: Vipol [in Ukrainian].
5. Dorohuntsov, S.I., Khvesyuk, M.A., & Holovynskiy, I.A. (2002). *Vodne hospodarstvo Ukrainy: suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku [Water management of Ukraine: current state and development prospects]*. Kyiv: CSPF of NAS of Ukraine [in Ukrainian].
6. Khilchevskiy, V.K., & Hreben, V.V. (Eds.). (2014). *Vodnyi fond Ukrainy: Shtuchni vodoimy — vodoskhovshcha i stavky [The Water Fund of Ukraine: Artificial reservoirs — reservoirs and ponds]*. Kyiv: Interpres [in Ukrainian].
7. Khoriev, V.M. (Ed.). (2001). *Vodnyi fond Ukrainy [Water Fund of Ukraine]*. Kyiv: Nika-Tsentr [in Ukrainian].
8. Yatsyk, A.V. (Ed.). (2000). *Vodne hospodarstvo Ukrainy [Water management of Ukraine]*. Kyiv: Heneza [in Ukrainian].
9. Yurasov, S.M., Kuzmina, V.A., & Karaulov, V.D. (2021). Irrigative Assessment of Sasyk Water Quality. *Journal Environmental problems*, 6, 2, 69–77 [in English].
10. Concerning the quality required of surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States: Council Directive 75/440/EEC of 16 June 1975. (1975). The Council of the European Communities. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31975L0440&from=en> [in English].
11. Balachuk, V.Yu., Mokin, V.B., & Yashcholt, A.R. (2013). Otsiniuvannia ekolohichnykh ryzykiv pryrodnykh ekosystem, predstavlenykh informatsiinoiu modelliu z heometrychnoiu merezheiu [Assessment of environmental risks of natural ecosystems represented by an information model with a geometric network]. *Naukovi pratsi VTU — Scientific works of VTU*, 1–7 [in Ukrainian].
12. Davybidia, L.I., & Podholov, V.M. (2019). Heoinformatsiina otsinka ryzyku zabrudnennia pidzemnykh vod Chernihivskoi oblasti [Geoinformation assessment of the risk of groundwater pollution in the Chernihiv region]. *Ekolohichniy monitoring, prohnozuvannia ta otsinka stanu dovkillia — Ecological monitoring, forecasting and assessment of the state of the environment*, 1 (19), 59–68 [in Ukrainian].
13. Mokiienko, A.V., Kovalchuk, L.I., & Krisilov, A.D. (2017). Yakist vody poverkhnevnykh vodoim yak faktor ryzyku dlia zdorovia naseleння: matematychna model [Water quality of surface reservoirs as a risk factor for public health: a mathematical model]. *Visnyk NAN Ukrainy: Staty ta ohliady — Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine: Articles and reviews*, 10, 42–52 [in Ukrainian].
14. Alekseieva, A.O. (2020). Ekolohichna otsinka sposobiv zroshennia silskohospodarskykh kultur [Ecological evaluation of methods of irrigation of agricultural crops]. *Ekolohichni nauky — Environmental sciences*, 1 (28), 130–134 [in Ukrainian].

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Караулов Віталій Дмитрович**, аспірант кафедри екології та охорони довкілля, Одеський державний екологічний університет (вул. Львівська 15, м. Одеса, 65016; e-mail: vitdmdpss@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0151-3196>)

**Юрасов Сергій Миколайович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони довкілля, Одеський державний екологічний університет (вул. Львівська 15, м. Одеса, 65016; e-mail: urasen54@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4312-249X>)

**Мудрак Олександр Васильович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, КЗВО “Вінницька академія безперервної освіти” (вул. Грушевського, 13, м. Вінниця, 21050; e-mail: ov\_mudrak@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1776-6120>)

**Мудрак Галина Василівна**, кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21000; e-mail: galina170971@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1319-9189>)