

УДК 556.53:631.67

DOI: 10.18524/2303-9914.2022.2(41).268698

П. С. Лозовіцький, к. т. н., доцент кафедри екологічної безпеки, с. н. с.
Київ, Україна
Lozovitskii@gmail.com

ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ Р. САРАТА

У статті наведено результати досліджень мінералізації, хімічного складу, наявності забруднювачів за трофо-сапробіологічними критеріями, умісту специфічних речовин токсичної дії у воді річки Сарата – с. Сарата з перервами за 1953–2018 роки, в пункті спостережень с. Міняйлівка (на кордоні з Молдовою) – за 2006–2018 р. Обраховано й узагальнено багаторічні дані морфометричних параметрів русла річки, що залежать від рівнів води та впливають на динаміку витрат. За середньоарифметичними значеннями мінералізації води р. Сарата – с. Сарата (с. Білолісся) у 1953–2018 рр. відносилася до солонуватої β-мезогаліної 2 класу, 3 категорії якості. За даними екологічної оцінки, вода Сарати забруднена компонентами сольового складу хлоридами і сульфатами, біогенними сполуками азоту й фосфору, органічними речовинами, важкими металами (залізом, марганцем, міддю, цинком, нікелем, свинцем та ін.), нафтопродукти, СПАР, фенолами. Розрахований індекс забруднення річкової води за трофо-сапробіологічними показниками за період 2011–2018 років відповідає 6 класу дуже брудна. За більшістю методів іригаційної оцінки та державного стандарту України на поливну вода річки Сарата непридатна для зрошення ґрунтів, потребує зниження лужності, насичення солями кальцію та розбавлення прісною водою.

Ключові слова: мінералізація, хімічний склад, забруднюючі речовини, специфічні речовини токсичної дії, методи оцінювання, категорії якості, екологічний стан.

ВСТУП

Сарата бере початок біля с. Опач у Молдові, тече на південний схід, потім на південь Причорноморською низовиною і впадає в озеро Сасик (Кундук). Річка має довжину 120 км, площу водозбору 1250 км², з них в Україні відповідно 112 км і 1230 км². Середня багаторічна витрата води в с. Сарата Нова 0,4 м³/с, середній багаторічний модуль стоку 0,69 л/с/км². Вздовж берегової смуги річки розміщено 5 населених пунктів. Річище частково розчищене й спрямлене. Вода річки зрегульована 4 шлюзами з водосховищами й 8 ставками. Загальний об'єм водосховищ 53,4 м³, корисний 23,8 млн. м³, площа дзеркала води 2,1 тис га. Об'єм води у ставках 1,11 млн. га, площа водного дзеркала 140 га. Використовується для промислового й сільськогосподарського водопостачання та зрошення 1710 га земель (Гидрологический ежегодник, 1936–1990; Перехрест, 1962; Природа Одесской области, 1979).

Основні притоки: праві – річка без назви (довжина 14 км), р. Кантемир (довжина 22 км); ліві – руч. Сарата (довжина 19 км), р. Копчак (довжина 27 км),

р. Бабей (довжина 38 км), р. Джалаїр (довжина 35 км), б. Холодна (довжина 11 км), р. Плахтіївка (довжина 25 км) (Гидрологический ежегодник).

Водозбір асиметричний; верхня частина – на відрогах Бессарабського неогенового плато, середня й нижня – у межах Причорноморської низовини. Довжина водозбору 92 км, середня ширина 14 км, коефіцієнт ширини 0,15. Довжина вододільної лінії 220 км, коефіцієнт її розвитку рівний 1,76.

У верхній частині рельєф водозбору хвилястий, сильно пересічений ярами й балками (густота мережі 0,25–0,50 км/км), у середній – слабо хвилястий, у нижній – рівнинний, мало еродований. Середній ухил водозбору 38‰.

При підготовці статті автором опрацьовано велику кількість бібліографічного матеріалу: усі гідрологічні й гідрохімічні щорічники за 1936–2018 роки, які містяться у архіві Обсерваторії ім. Б. Б. Срезневського, перечитано всі річні звіти Дунайської (м. Ізмаїл) обсерваторії за 1960–2018 роки, знайдено опрацьовані матеріали стоку й дані хімічного складу води річки Сарати у працях Буркзера Є. С., Воронкова П. П., Коненко А. Д., Перехреста С. М., Амброза Ю. А., Тимченко О. В., Гопченко Є. Д., Тучковенко Ю. С., Кузніченко С. Д., Медведєва О. Ю., Тригуб В. І., Харченко Т. А. та ін.

Якості води річок Причорномор'я (в тому числі Сарати) присвячені дисертаційні роботи Світличної О. М. (2013 р.), Ковальчук Л. Й. (2016 р.). У дисертаціях комплексно розглядаються питання водопостачання населених пунктів і впливу забруднених поверхневих і підземних вод у басейнах річок на здоров'я людини (у тому числі на розвиток зубних захворювань у дітей) та навколишнє середовище при їх використанні. Автор регулярно відвідує сайт Басейнового управління «Річок Причорномор'я» й черпає інформацію про їх екологічний стан.

На основі офіційних аналізів гідрометслужби України, поодиноких результатів перерахованих вище авторів і власних досліджень (1981–2014 рр.) створена електронна база даних хімічного складу води й екологічного стану річки, що містить 128 аналізів за 76 показниками для пункту р. Сарата – с. Сарата, 50 аналізів за тими самими показниками у с. Міняйлівка на кордоні з Молдовою та 60 аналізів за пунктом р. Сарата – с. Білолісся (ці дані доповнюють результати досліджень з пункту с. Сарата. Спостереження проводяться з 2003 року). Усі ці матеріали математично оброблені, результати опрацьовані відповідно до методики екологічної оцінки (Методика, 1998) й наведені у статті.

Протягом 1987–1993 років автором проведено морфометричні дослідження русла й потоку води у річці Сарата при різних витратах. Ті дані параметрів русла доповнені даними з гідрологічних щорічників (1952–1956, 1978–1986 років) і звітів Дунайської обсерваторії (2016 р.) опрацьовані, узагальнені та наведені у цій роботі.

Мета досліджень: установити витрати, хімічний склад, мінералізацію та стан забруднення води малої річки Сарата за еколого-санітарними критеріями (ДСТУ 2730–94, 1994; ДСанПіН 2.2.4–171–10, 2010; КНД 211.1.4.010.94, 1994; Дунайське басейнове управління, 2015), специфічними речовинами токсичної дії, оцінити придатність води для зрошення за іригаційними показниками (Буданов, 1970; ДСТУ 2730–94; Лозовіцький, 2010; Лозовіцький, 2014; Можейко А. М., Воротник Т. К., 1958; Циркуляр № 969, 1955).

Методи досліджень базуються на системному аналізі та загальних принципах об'єктивності, причинності, актуальності й еволюційності. З традиційних загальнонаукових методів застосовано спостереження, аналіз і синтез, порівняння й аналогію, узагальнення та абстрагування, методи математичної статистики та теорії ймовірностей. Формування баз даних екологічної інформації та математичну обробку результатів досліджень здійснювали в середовищі Microsoft Excel, Costat, Statistic шляхом систематизації й оцінки одержаної інформації (Гидрология, 1963; Воронков, 1955; Гидробиологические, 1987; Лозовицкий, Билай, 2001; Перехрест, 1962; Природа, 1979; Регіональна доповідь, 2009, 2011; Тимченко, 1990; Тригуб, 2006) методами табличного й графічного зображення, дисперсійного аналізу, виконаного на ПЕОМ із застосуванням стандартного пакета програм.

На основі результатів хімічних аналізів води, виконаних за методиками (Аринушкина, 1970; Руководство, 1995; Унифицированные методы, 1973), було складено банк даних за наступними показниками якості: вміст головних іонів (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-), загальна мінералізація води, величина рН, вміст біогенних речовин (N-NH_4^+ , N-NO_2^- , N-NO_3^-), загального азоту й фосфору, мінерального фосфору (P-PO_4^{3+}), зважених речовин, умісту кисню (O_2 , мг/дм³), біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК₅), вміст важких металів (Fe^{3+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Cr^{6+}), фенолів, нафтопродуктів (НП), синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР), залишків деяких пестицидів. Паралельні статистичні ряди даних хімічних аналізів містили до 120 значень за 1953–2018 рр.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Параметри русла. Протягом 1970–1999 рр. проводилися виміри витрат води річки Сарата – с. Сарата (Гидрологический ежегодник). За результатами цих досліджень ширина річки змінювалася від 0,6 до 31,9 м при середній 11,35 м. Середня глибина води від 3 до 279 см при найбільшій – від 7 до 346 см. Площа поперечного перерізу водного потоку річки від 0,02 до 72,9 м² при середній 8,26 м². Середня швидкість потоку води від 0,01 до 0,92 м/с при середній 0,25 м/с. Максимальні швидкості потоку води від 0,01 до 1,29 м/с. Виміряні витрати води від 0,002 (7.03.1974 р.) до 66,9 (20.03.1985 р.) м³/с. Середня виміряна багаторічна витрата води 3,32 м³/с (табл. 1).

Режим рівнів води. Основна фаза водного режиму (весняне водопілля) характеризується швидким зростанням рівнів (0,2–0,3 м/добу, при дуже теплій весні – до 1,5 м/добу). Висота найвищого рівня весняного водопілля над умовним нулем в різні роки досягає 1,65 м (Гидрологический ежегодник).

Витрати води. Середні річні витрати води в річці Сарата становили 0,008 (1946 р.) – 2,53 (1947 р.) м³/с. Найбільші місячні витрати води характерні для березня – 2,08 м³/с, найменші – листопада 0,17 м³/с. Максимальні витрати води річки 107 м³/с (27.02.1947 р.), 105 (3.03.1945 р.) (Гидрологический ежегодник).

Модуль поверхневого стоку від 0,007 (1946 р.) до 2,28 (1947 р.) л/с/км². Шар стоку з території басейну р. Сарата 0,22 (1946 р.) – 71,9 мм (1947 р.), а об'єм стоку від 1,36 до 48,6 (1985 р.), 79,81 (1947 р.) млн. м³ за рік.

Таблиця 1

Параметри русла річки Сарата – с. Білолісся

Значення	Рівень води, см	Витрата води, м ³ /с	Площа перерізу, м ²	Швидкість течії, м/с		Ширина річки, м	Глибина річки, м	
				середня	максим.		середня	максим.
Середнє	99,4	3,32	8,26	0,25	0,37	11,35	0,49	0,71
Максимальне	296	66,9	72,9	0,92	1,29	31,90	2,29	3,46
Мінімальне	51	0,002	0,02	0,01	0,01	0,60	0,03	0,07
Стандартна похибка	3,50	0,65	0,98	0,01	0,02	0,58	0,03	0,05
Стандартне відхилення	46,32	8,62	12,77	0,18	0,28	7,67	0,44	0,67
Рівень надійності,%	6,91	1,28	1,93	0,03	0,04	1,15	0,07	0,10

Хімічний склад води. Якість води Сарати контролюється у двох пунктах спостережень: перший – у с. Міняйлівка на кордоні з Республікою Молдова; другий – у с. Білолісся. Вода Сарати, як і всіх річок Причорномор'я, має високу й дуже мінливу протягом року мінералізацію з дуже несприятливим хімічним складом для використання у господарських цілях та питних потребах (рис. 1).

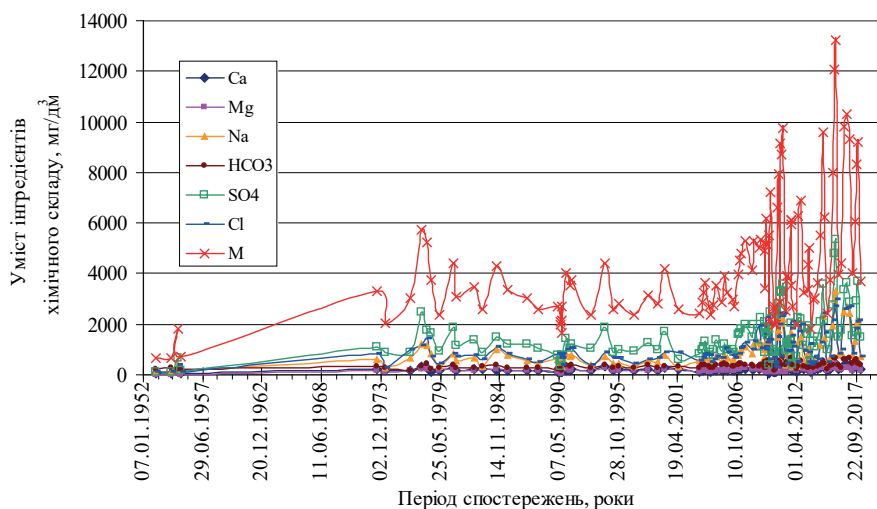


Рис. 1. Динаміка зміни мінералізації й хімічного складу води р. Сарата – с. Білолісся в часі

Загальна мінералізація води річки в с. Білолісся за 1953–2017 роки змінювалася в межах 643–13250 мг/дм³, у с. Міняйлівка за 2007–2017 рр. – 2034,4–4433,8 мг/дм³ (рис. 2).

З наближенням річки Сарати до Сасику мінералізація води зростає. Середня мінералізація води річки на кордоні з Молдовою 3150,6 мг/дм³, в с. Білолісся за

цей самий період – 5372,5 мг/дм³ або в 1,7 рази вища. Зростання мінералізації відбувається за рахунок концентрації натрію в 2,19 рази, хлоридів – 2,04, потім сульфатів – 1,54, магнію й гідрокарбонатів – 1,32 та кальцію – 1,22 рази.

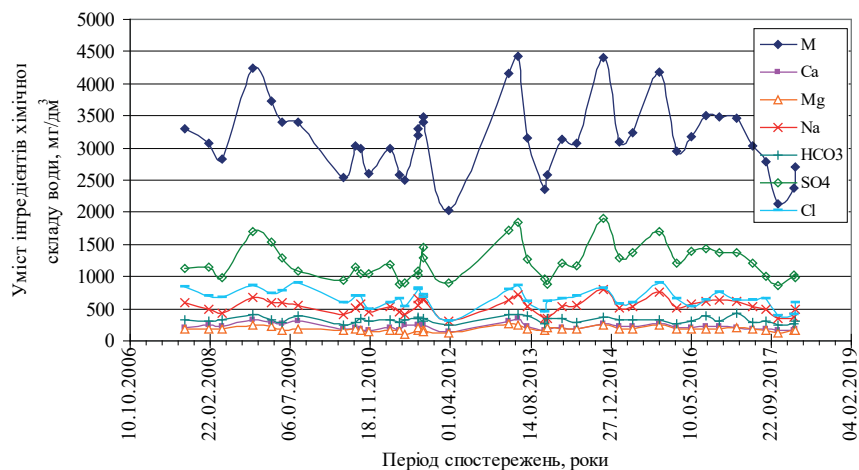


Рис. 2. Динаміка зміни мінералізації й хімічного складу води р. Сарата – с. Міняйлівка на кордоні з Молдовою в часі

Уміст кальцію (найменш вагомий катіон після калію) у воді річки від 61,5 (12.07.1955) до 464 (23.10.2015 р.) мг/дм³ при середньому 227,9 мг/дм³. У 66,7% проб води перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення (180 мг/дм³).

Концентрація магнію у воді річки змінювалась від 17,1 (3.08.1954 р.) до 468 (23.10.2015 р.) при середній 203 мг/дм³. 96,9% проб води мали Mg²⁺ вищий за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (40 мг/дм³) і ГДК господарсько-побутового (50 мг/дм³) призначення (ДСанПіН 2.2.4–171–10, 2010; КНД 211.1.4.010.94, 1994; Сніжко, 2001).

Уміст натрію (найбільш вагомий катіон) у воді річки коливався від 104,2 (2.08.1953 р.) до 3305,0 (23.10.2015 р.) при середньому 905,9 мг/дм³. У 98% проб води уміст натрію перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення (120 мг/дм³), а в 97% проб – ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (200 мг/дм³). Уміст натрію у воді р. Сарата значно вищий ніж у воді оз. Сасик (Лозовицький, Білай, 2001; Лозовицький, 2013) і суттєво забруднює її та погіршує іригаційні показники.

Уміст калію у воді р. Сарата – с. Білолісся змінювався від 3,0 (3.03.1976 р.) до 28,0 (5.10.2010 р.) мг/дм³.

Концентрація HCO₃⁻ (найменш вагомий аніон) у воді річки змінювалась від 152,5 (3.09.1976 р.) до 723,0 (13.12.2010 р.) при середній 373,1 мг/дм³.

Вода річки дуже забруднена компонентами сольового складу – сульфатами й хлоридами. Уміст SO₄²⁻ у воді від 129,6 (2.08.1953 р.) до 5342,2 (23.10.2015 р.) мг/дм³. У всіх пробах води SO₄²⁻ вищий за ГДК для водойм рибогосподарського

призначення (100 мг/дм³) а в 93,8% проб – за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (500 мг/дм³).

Концентрація хлоридів у воді р. Сарата – с. Білолісся змінювалася від 83,4 (2.08.1953 р.) до 2960,8 (23.10.2015 р.) мг/дм³ при середній 1061,5 мг/дм³ (табл. 3). 95,8% проб води мали уміст хлоридів вищий за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (300 мг/дм³), а 94,48% проб – за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (350 мг/дм³).

У 61,9% (с. Мінйялівка) та 39,6% (с. Білолісся) проб води р. Сарати серед аніонів переважали сульфати з умістом ($\geq 50,0\%$ -екв від їх суми) при середньому значенні відповідно 51,32 та 45,95%-екв/дм³. Уміст хлоридів і гідрокарбонатів не переважав в жодній пробі на кордоні з Молдовою. У с. Сарата (Білолісся) переважаючого аніону гідрокарбонату не виявлено, а хлориди переважали в 21,88% проб.

Серед катіонів у 16,7% проб (с. Мінйялівка) та в 86,45% (с. Білолісся) проб води річки переважав натрій. Кальцій і магній не переважали в жодній з проб води річки Сарата. Лише в 3,1% проб води р. Сарата – с. Білолісся, де не було переважаючого катіона, найбільший уміст мав магній. Виходячи з цього вода річки Сарата – с. Мінйялівка у середньому має сульфатний магнієво-натрієвий склад, у с. Білолісся – хлоридно-сульфатний натрієвий який у певні періоди досліджень змінювався від хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатного магнієво-кальцієво-натрієвого, до сульфатного натрієвого, хлоридно-сульфатного натрієво-магнієво-кальцієвого, й ін. типів (Алекин, 1946).

Лише 3,1% проб води річки в с. Білолісся мали мінералізацію менше 1000 мг/дм³ (ГДК для водойм рибогосподарського призначення), 3,1% – менше 1500 мг/дм³ (ГДК для водойм питного водопостачання) і 31,25% – менше 3000 мг/дм³ (гранична межа придатності води для зрошення при її хімічній меліорації). 66,6% проб води мали мінералізацію до 5000 мг/дм³, 14,6% проб – мали мінералізацію води більше 7000 мг/дм³. Все це свідчить, що мінералізація води у річці Сарата має значно вищу мінералізацію ніж вода оз. Сасик, яке було джерелом зрошення земель Дунай-Дністровської ЗС.

На кордоні з Молдовою (с. Мінйялівка) проб води Сарати з мінералізацією менше 2000 мг/дм³ у 2007–2017 рр. не відмічали. Проби води з мінералізацією менше 3000 мг/дм³ складала 37,5%.

За середніми значеннями мінералізації вода р. Сарата – с. Білолісся у 1953–2017 рр. належала до солонуватої β -мезогалинної 2 класу, 3 категорії якості. За іонним складом – до сульфатного класу, натрієвої групи, першого типу, відповідає співвідношенню: $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ (Алекин, 1946).

Загальна мінералізація води річки поступово зростала з 1954 до 1982 року від 956,6 мг/дм³ за 1953–1955 рр. до 3658,7 за 1973–1980 рр. В подальшому спостерігали зниження концентрації головних іонів до 2719,6 мг/дм³ в 1982–1990 рр. що пов'язано з введенням в експлуатацію Дунай-Дністровської ЗС та формуванням підземного стоку з навколишній зрошуваних земель з меншою мінералізацією ніж природний стік річки Сарати. Після припинення зрошення земель Дунай-Дністровської ЗС мінералізація стоку Сарати почала зростати і в 2011–2018 рр. становила 5600,8 мг/дм³ (табл. 2).

Таблиця 2

Зміна мінералізації й інгредієнтів хімічного складу води р. Сарата – с. Білолісся у часі

Інгредієнти	Уміст мг/дм ³						
	1953–55	1973–80	1982–90	1991–2000	2001–10	2011–18	Оз. Сасик
Ca ²⁺	82,9	207,7	154,3	207,2	226,8	279,6	80,51
Mg ²⁺	29,3	190,8	140,7	190,2	198,7	253,5	89,79
Na ⁺	181,6	719,8	645,3	587,8	918,5	1227,1	490,57
K ⁺	-	11,8	9,5	12,2	13,5	16,4	9,56
CO ₃ ^{»-}	0	5,2	1,0	2,2	3,0	4,0	3,04
HCO ₃ ⁻	228,8	294,6	261,2	326,4	390,4	438,7	220,44
SO ₄ ⁻	273,9	1423,4	904,1	1215,8	1485,0	1981,2	652,62
Cl ⁻	160,1	817,4	712,9	749,6	1082,7	1400,5	521,38
M	956,6	3658,7	2719,6	3272,0	4303,5	5600,5	2060,25
pH, од.	7,8	8,17	7,58	8,06	8,14	8,3	8,18

Зростання мінералізації води річки Сарати відбувалося за рахунок зростання сульфатів, хлоридів, натрію та магнію. Зважаючи на поступову й значну зміну у часі хімічного складу води, було важливим встановити кореляційну залежність між умістом головних іонів та мінералізацією.

Аналізуючи отримані результати парної кореляції (рис. 3) між виділеними перемінними, приходимо до висновку, що вона має деякі розбіжності в межах тісної й дуже тісної (Лозовицький, 2003).

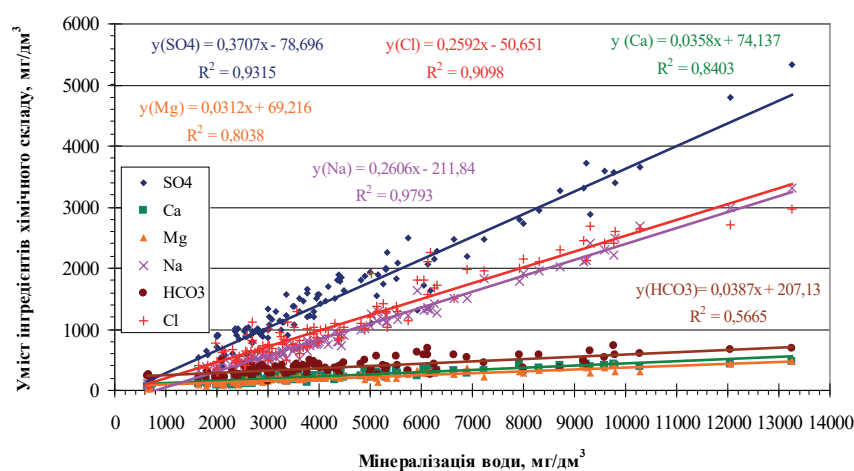


Рис. 3. Крапкові графіки та теоретичні лінії регресії при прямолінійному кореляційному зв'язку між загальною мінералізацією води р. Сарата та умістом головних іонів

Кореляційний зв'язок між вмістом іонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- і мінералізацією має відповідні коефіцієнти кореляції: 0,917, 0,896, 0,989, 0,751, 0,965, 0,953 що відповідає сильному ступеню прямого прямолінійного зв'язку. Наведені на рис. 3 коефіцієнти детермінації, тобто взаємний вплив у варіації двох величин, найвищі для загальної мінералізації та вмісту натрію Na^{2+} й становлять 0,958, тобто зміна одного показника зумовлена зміною іншого в 95,8% випадків і лише в 4,2% – іншими причинами. На вміст інших іонів взаємний вплив загальної мінералізації становить для: Ca^{2+} – 70,5%; SO_4^{2-} – 86,7%; Cl^- – 82,77%; HCO_3^- – 32,09; Mg^{2+} – 64,6%.

Установлені в рівняннях коефіцієнти регресії (0,37 – SO_4^{2+} , 0,26 – Na^+ , 0,259 – Cl^- , 0,0387 – HCO_3^- , 0,0312 – Mg^{2+} , 0,0358 – Ca^{2+}) свідчать, що при збільшенні загальної мінералізації води на 100 мг/дм³ головні іони в середньому відповідно зростають на 37, 26, 25,9, 6,3, 3,12 та 3,58 мг/дм³, що в сумі складає 99,47 мг/дм³. Отже, математично встановлено закономірність, чим вища загальна мінералізація води р. Сарати, тим більше зростає у її складі вміст сульфатів, потім натрію, хлоридів, гідрокарбонатів, кальцію, магнію й найменше калію (Лозовицький, 2003; Лозовицький, 2014).

Оцінювання якості води за еколого-санітарними показниками (Методика, 1998; Сніжко, 2001). До трофо-сапробіологічних показників якості води відносяться: температура, жорсткість, зважені частки, рН, вміст кисню й насичення ним води, концентрація NH_4 , NO_2 , NO_3 , PO_4 , перманганатна й біхроматна окиснюваність, біологічне споживання кисню протягом п'яти діб, хімічне споживання кисню.

Уміст зважених речовин р. Сарата змінювався від 12 (18.08.2010 р.) до 287,0 (1.11.2016 р.) мг/дм³. За середнім умістом зважених часток (63,5 мг/дм³) вода належала до 6-ї категорії якості (к.я., брудна). Розподіл умісту зважених часток у воді Сарати змінювалась від 89,0 мг/дм³ у 1953–1955 рр. до 54,7 мг/дм³ у 1973–1980 рр. (табл. 3). Середній уміст зважених часток у озери Сасик – с. Борисівка за 1987–2018 рр. складав 87,36 мг/дм. Загалом мутність води в р. Сарата значно нижча ніж в річці Дунай, яка в Сулинському гирлі в середньому за рік становить 325 мг/дм³ (Лозовицький, 2011).

Величина рН води р. Сарати за період досліджень змінювалась від 7,2 (27.08.1980 р.) до 8,8 (18.08.2010 р.). **За середньою величиною рН** 8,13 вода належить до 4-ї к.я. – середньо лужна (Методика, 1998; Сніжко, 2001).

У воді Сарати концентрація азоту аміаку змінювалась від 0 (26.02.2014 р. й ін.) до 22,5 (3.09.1976 р.) мг/дм³. За середнім умістом ($\text{NH}_4 = 1,361$ мг/дм³) вода належала до 6-ї к.я. 88,0% проб води мали NH_4 вищі за ГДК для водойм рибогосподарського призначення і 95,3% проб – за граничний рівень 3 к.я. екологічної оцінки (0,3 мг/дм³). Забруднення води р. Сарати NH_4 у 6,97 рази вище ніж оз. Сасик (0,195 мг/дм³) – стік річки забруднює водоприймач.

Концентрація NO_2 у воді Сарати змінювалась від 0 (7.05.2008 р.) до 2,1 мг/дм³ (14.11.2008 р.) при середній (0,099 мг/дм³), що відповідає 6 к.я. (брудна) (Сніжко, 2001). 98% проб води мали NO_2 вищі за ГДК для водойм рибогосподарського призначення і вищі за граничний рівень 3 к.я. екологічної оцінки. Нітритний азот є найбільш токсичним із сполук азоту й може шкідливо

позначатися на життєдіяльності живих організмів. Забруднення води Сарати в 3 рази вище ніж води Сасику ($0,0315 \text{ мг/дм}^3$).

Уміст азоту нітратного у воді річки змінювався від 0 (9.11.2009 р.) до $53,7 \text{ мг/дм}^3$ (21.03.1978 р.). За середнім умістом азоту нітратного ($5,56 \text{ мг/дм}^3$) вода відносилася до 7 к.я. – дуже брудна. Забруднення води Сасику азотом аміаку $1,01 \text{ мг/дм}^3$, що у 5 разів нижче забруднення води Сарати (Лозовіцький, 2013).

Уміст фосфатів у воді річки Сарата змінювався від 0,02 (21.03.1978 р.) до $2,5 \text{ мг/дм}^3$ (20.08.2005 р.) при середньому $0,635 \text{ мг/дм}^3$, що відповідає найгіршій категорії якості – 7 (дуже забруднена). Забруднення води Сасику фосфатами у 5,62 рази нижче ніж у річці Сарата ($0,113 \text{ мг/дм}^3$) (Лозовіцький, 2013).

У воді р. Сарати уміст кисню коливався від 0,3 (7.09.2015 р.) до $16,4$ (21.03.1978 р.) $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ при середньому $5,42 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, що відповідає 5 к.я. Насичення води Сарати киснем змінювалося від 2,09 до 147%.

Біологічне споживання кисню протягом п'яти діб для окислення органічних речовин, що містяться у воді р. Сарата в аеробних умовах змінювалось від 1,4 (20.03.2013 р.) до $77,0$ (19.08.2007 р.) $\text{мгO}/\text{дм}^3$ (табл. 3). Гранічнодопустимий рівень БСК₅ у водоймах рибогосподарського призначення $2,25 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, для водойм господарсько-побутового й питного призначення – 3, гранична межа 3 категорії екологічної оцінки – $2,1 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. В 92% проб води БСК₅ перевищувало ГДК для водойм господарсько-побутового, питного призначення й граничну межу 3 категорії екологічної оцінки.

За середнім показником біологічного споживання кисню протягом 5 діб ($5,19 \text{ мгO}/\text{дм}^3$) вода річки в 2006–2014 рр. належала до 5 к.я. (помірно забруднена) (КНД 211.1.4.010.94, 1994). Середнє значення БСК₅ у воді Сасику складало $3,7 \text{ мгO}/\text{дм}^3$, що відповідає 4 к.я. (Лозовіцький, 2013).

Хімічне споживання кисню (характеризує забруднення води органічними речовинами й визначає кількість кисню, що витрачається на окислення як легко так і важко окиснюваних органічних і неорганічних речовин, які містяться у воді сильним окисником – біхроматом калію). ХСК у воді р. Сарата змінювався від 16 (2.09.2014 р.) до $918,7$ (7.08.2015 р.) $\text{мгO}/\text{дм}^3$, при середньому значенні $120,4 \text{ мгO}/\text{дм}^3$, що у 8 разів вище за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення ($15 \text{ мгO}/\text{дм}^3$). Отже, 100% проб води річки мають значення ХСК вищі за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення, а 96,0% проб – вищі за граничну межу 3 категорії екологічної оцінки – $25 \text{ мгO}/\text{дм}^3$. Вода річки Сарата відносилася до 7 к.я. (дуже брудна) (КНД 211.1.4.010.94, 1994).

Оцінювання якості води за специфічними речовинами токсичної дії. Уміст у природній воді нафтопродуктів (НП), фенолів, СПАР, фторидів, ціанідів, пестицидів, важких металів та радіоактивності відноситься до специфічних показників токсичної й радіаційної дії.

Уміст НП у воді р. Сарата змінювався від 0 (12.02.2010 р. й ін.) до $0,3$ (1.05.2009 р.) при середньому $0,087 \text{ мг/дм}^3$. 80,0% проб води за умістом НП перевищували ГДК для водойм рибогосподарського призначення та граничну межу 3 к.я. ($0,05 \text{ мг/дм}^3$). За середнім умістом НП вода у 2006–2014 рр. відносилася до 4 к.я. (слабо забрудненою) (табл. 4) (КНД 211.1.4.010.94, 1994).

Уміст синтетичних поверхнево-активних речовин у воді р. Сарати мав коливання від 0 (30.09.2003 р. й ін.) до 1,37 (26.07.2013 р.) при середньому 0,233 мг/дм³ що відповідає 6 к.я. (брудна) (табл. 4). Середній уміст СПАР у воді Сасику за 1987–2018 рр. становив 0,027 мг/дм³, що у 8,6 рази нижче ніж у воді річки Сарати, яка є забруднювачем (Лозовіцький, 2013).

Таблиця 4

Статистична характеристика хімічного складу води річки Сарата за специфічними речовинами токсичної дії

Показники	Середнє значення	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Мінімальне значення	Максим. значення	Рівень надійності
НП	0,087	0,006	0,057	0,00	0,3	0,013
СПАР	0,233	0,031	0,286	0,00	1,37	0,062
Феноли	0,005	0,001	0,01	0	0,06	0,002
Fe, заг	0,304	0,012	0,085	0,14	0,50	0,024
Cu ²⁺	0,011	0,001	0,008	0	0,11	0,003
Zn ²⁺	0,046	0,008	0,052	0	0,24	0,016
Ag ²⁺	0,00138	0,0002	0,0006	0	0,003	0,0004
Ti	0,037	0,008	0,027	0	0,105	0,018
Mo	0,0072	0,0027	0,0086	0	0,03	0,0062
Co	0	0	0	0	0	0
V	0,0018	0,0002	0,0005	0,0012	0,003	0,0004
Pb	0,0181	0,002	0,0088	0	0,032	0,0043
Ni	0,0141	0,0014	0,0069	0	0,028	0,0029
Mn ²⁺	0,0305	0,0047	0,0227	0,005	0,084	0,0098
Cr ⁶⁺	0,0058	0,0006	0,0030	0,001	0,014	0,0013
F	0,577	0,0164	0,0974	0,38	0,84	0,034
ІЗВ	6,446	0,853	7,962	1,167	50,526	1,697

Концентрація фенолів у воді річки змінювалась від 0 (5.05.2003 р., 25.11.2005 р.) до 0,06 (16.02.2017 р.) при середній 0,005 мг/дм³. Переважаюча більшість проб (63,0%) мали значення вищі від ГДК для водойм рибогосподарського призначення (Сніжко, 2001) й граничний рівень 3 к.я. Вода Сарати за умістом фенолів відносилася до 5 к.я. (помірно забруднена).

Уміст заліза у воді р. Сарата змінювався від 0,14 (7.05.1955 р.) до 0,50 (13.07.1990 р., 18.10.2017 р.) при середньому 0,304 мг/дм³. Усі 100,0% проб води перевищували ГДК для водойм рибогосподарського призначення, а 57,0% – для водойм господарсько-побутового призначення ($\geq 0,3$ мг/дм³). За умістом *заліза* вода річки. відносилася до 4 категорії якості (слабо забруднена, табл. 4). Для

порівняння уміст двохвалентного заліза у воді Сасику за період 1987–2018 рр. складав 0,145 мг/дм³. За окремі коротші періоди досліджень концентрація загального заліза у воді Сарати була на одному й тому ж рівні.

Уміст міді у воді річки змінювався від 0 (12.09.2003 р., 25.05.2006 р.) до 0,032 (12.08.2009 р.) та 0,11 (18.10.2017 р.) при середньому 0,011 мг/дм³. 46,0% проб води мали уміст міді вищий за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (Сніжко, 2001). За середнім умістом міді вода належала до 5 к.я. (Методика, 1998). Уміст міді у воді Сасику менший – 0,006 мг/дм³. Протягом періоду досліджень концентрація міді у воді річки поступово зростала.

Концентрація цинку у воді р. Сарати за період 1973–2018 рр. змінювалася від 0 (30.09.2003 р.) до 0,24 (25.05.2006 р.) при середній 0,0459 мг/дм³. В 80% проб уміст цинку вищий за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (>0,01 мг/дм³), а в 64% проб вищі за граничну межу 3 категорії екологічної оцінки (0,02 мг/дм³). За середнім вмістом **цинку** вода в річці належала до 4 к.я., у Сасику – до 1 к.я. (0,00501 мг/дм³) (Лозовіцький, 2013).

Уміст Cr⁶⁺ у воді річки змінювався від 0,001 (18.08.2012 р.) до 0,014 (17.12.2012 р.) при середньому забрудненні 0,00587 мг/дм³. 96% проб води мали уміст хрому вищий за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,001 мг/дм³) і всі значно нижчі за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (0,05 мг/дм³) (Сніжко, 2001).

Уміст **марганцю** у воді р. Сарати змінювався від 0,005 (18.03.2012 р.) до 0,084 мг/дм³ (18.10.2017 р.) при середньоарифметичному значенні 0,0305 мг/дм³ (табл. 4). За середнім умістом марганцю вода відносилася до 3 категорії якості.

Уміст фторидів у воді Сарати змінювався від 0,28 (10.11.2007 р.) до 0,84 (21.03.2007 р.) мг/дм³ і був присутнім у всіх проаналізованих пробах. За середньоарифметичним показником умісту фторидів (0,577 мг/дм³, табл. 4) вода річки у період досліджень відносилася до 6 категорії якості (брудна). Наші дослідження підтверджують висновки аналогічних досліджень проведених раніше вченими ОДУ (Тригуб, 2006).

У різні роки води річки Сарата містили різну але незначну кількість хлор – та фосфорорганічних пестицидів. Найбільш часто фіксували такі пестициди або їх метаболіти як α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДЄ, ДДТ, трефлан, ліндан, гексахлоран, гексахлорбензол, формальдегід в дозах від слідів до 0,000337 мг/дм³ (γ -ГХЦГ). То ж за умістом залишків пестицидів вода річки в найгірших одиничних пробах належала до 3-ї категорії якості (досить чистої), в інших переважно – до чистої.

Розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ) (Сніжко, 2001) р. Сарати за обмеженим числом інгредієнтів (відношення середньоарифметичного значення до гранично допустимих концентрацій амонійного й нітратного азоту, НП, фенолів, БСК₅, розчиненого кисню – тут ГДК ділиться на середнє) дав наступні результати. ІЗВ змінювався від 1,16 (24.08.1977 р.) до 50,53 (7.08.2015 р.), тобто якість води змінювалася від 3 категорії (помірно забруднена) до 7 (дуже брудна). При цьому 70% проб води мали рівень забруднення вищий 3 категорії якості (>2,5). Середнє забруднення води р. Сарата за ІЗВ становило 6,45, що відповідає 6 к.я. (брудна) за трофо-сапробіологічними показниками.

Іригаційна оцінка якості води. Величина загальної мінералізації, відсотковий вміст головних іонів, наявність токсикантів, забруднювачів – це ті головні показники, які визначають можливість використання води для зрошення. Саме на загальній мінералізації й співвідношенні катіонів, а в Стеблера й аніонів базується більшість методик оцінки якості поливної води.

За виконаною іригаційною оцінкою *за методикою* (Буданов, 1970) сума всіх речовин хімічного складу мг-екв/дм³ поділена на величину жорсткості ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) у воді р. Сарата змінювалася від 2,91 (28.10.2011 р.) до 7,38 (22.10.2013 р.) при середньому 4,64 (табл. 5). 74,4% проб води це значення перевищувало 4, тобто граничний рівень придатності води для зрошення.

Таблиця 5

Статистична характеристика іригаційної оцінки води річки Сарата за весь період досліджень, мг-екв/дм³

Показники	Середнє значення	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Мінімальне значення	Максим. значення	Рівень надійності
Na/Ca	3,24	0,15	1,48	1,14	6,19	0,31
Na/Ca+Mg	1,31	0,05	0,49	0,45	2,68	0,10
Сума I/Ca+Mg	4,63	0,10	0,97	2,91	7,38	0,20
(Mg/Ca+Mg) 100	58,77	0,89	8,62	27,45	71,17	1,77
SAR	13,95	0,74	7,13	3,76	36,58	1,47
HCO ₃ ⁻ -Ca	-4,81	0,46	4,45	-16,97	9,48	0,92
Na/Сума катіонів	56,51	0,82	7,91	30,78	75,73	1,63
CO ₃ ²⁻	0,050	0,008	0,080	0	0,347	0,016
Cl ⁻	31,266	1,996	10,246	2,353	102,115	3,964
Екв. Cl ⁻	38,063	2,053	19,794	3,437	103,611	4,077

У воді р. *Сарати* співвідношення $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ змінювалось від 1,14 (3.08.1954 р.) до 6,19 мг/дм³ (23.10.2015 р.), при тому, що мало б бути не більше одиниці. Проб води зі співвідношенням $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ менше 1 нема. Середньозважене значення співвідношенням $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ за весь період досліджень становить 3,24 (табл. 5) (Буданов, 1970).

Середнє співвідношення $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ у воді річки перевищувало допустиму величину (0,7) й становило 1,31. Отже, за методикою іригаційної оцінки (Буданов, 1970) вода річки Сарата непридатна для зрошення – може викликати засолення, натрієве осолонцювання ґрунтів і вимагає поліпшення складу перед поливом (Лозовицький, Билай, 2001; Лозовицький, 2010; Лозовицький, 2014).

Важливим критерієм оцінювання якості води для зрошення є вміст у ній магнію за методикою Сабољч й Дараб, який негативно діє на ґрунти при його вмісті в поливній воді понад 50% від суми кальцію й магнію (Буданов, 1970). Уміст магнію до суми кальцію та магнію змінювався від 27,45 (3.08.1954 р.) до

71,17% (30.09.2009 р.). 99,2% проб води містять магнію більше ніж дозволяє дана методика (Лозовіцький, 2014; Лозовіцький, Молочко, 2017).

За методикою Департаменту сільського господарства США поливна вода з коефіцієнтом SAR, вищим за 8, є небезпечною, яка призводить до натрієвого осолонцювання ґрунтів (Циркуляр, 1955). У воді р. Сарата коефіцієнт SAR змінювався від 3,76 (3.08.1954 р.) до 36,58 (23.10.2015 р.) при середньоарифметичному значенні 13,95. Вода річки є сильно лужною з високою небезпечкою натрієвого осолонцювання зрошуваних ґрунтів.

За методикою (Можейко й Воротнік, 1958), вода придунайських озер та річок, що в них впадають за співвідношенням суми натрію та калію до суми всіх катіонів переважно придатна для зрошення. Але ця методика мало придатна для умов України й може застосовуватись при зрошенні піщаних ґрунтів (Лозовіцький, 2010; Лозовіцький, 2014).

За іншими нормами закладеними в державний стандарт України на поливну воду (ДСТУ 2730–94, 1994) вода річки Сарата також непридатна для зрошення.

ВИСНОВКИ

Ширина річки Сарата – с. Сарата змінювалася від 0,6 до 31,9 м при середній 11,35 м. Середня глибина води від 3 до 279 см при найбільшій – від 7 до 346 см. Площа поперечного перерізу водного потоку річки від 0,02 до 72,9 м² при середній 8,26 м². Середня швидкість потоку води від 0,01 до 0,92 м/с при середній 0,25 м/с. Максимальні швидкості потоку води від 0,01 до 1,29 м/с. Вимірні витрати води від 0,002 до 107 м³/с.

Модуль поверхневого стоку в басейні річки Сарата змінювався від 0,007 до 2,28 л/с/км². Шар стоку з території басейну складав 0,22–71,9 мм, а об'єм стоку коливався від 1,36 до 79,81 млн. м³ за рік.

Уміст кальцію у воді річки коливався від 61,5 до 464 мг/дм³ при середньому значенні 227,9 мг/дм³. У 66,7% проб води перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення.

Концентрація магнію у воді річки змінювалась від 17,1 до 468 при середній 203,0 мг/дм³. В 96,9% проб води Mg²⁺ вищий за ГДК для водойм рибогосподарського і господарсько-побутового призначення.

Уміст натрію у воді річки коливався від 104,2 до 3305,0 при середньому 905,9 мг/дм³. У 98% проб води перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення, а в 97% проб – господарсько-побутового призначення. Уміст калію у воді змінювався від 3,0 до 28,0 мг/дм³.

Вода річки дуже забруднена сульфатами й хлоридами. Уміст SO₄²⁻ у воді річки змінювався від 129,6 до 5342,2 мг/дм³. Усі проби води мають значення SO₄²⁻ вищі за ГДК для водойм рибогосподарського призначення та 93,8% проб – вищі за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення.

Концентрація хлоридів у воді річки змінювалася від 83,4 до 2960,8 мг/дм³ при середній 1061,5 мг/дм³. 95,8% проб води мали уміст хлоридів вищий за ГДК для водойм рибогосподарського призначення, а 94,48% проб – для водойм господарсько-побутового призначення.

Мінералізація води річки Сарати – с. Сарата (Білолісся) змінювалася в межах 643–13250 мг/дм³, у с. Міняйлівка за 2007–2018 рр. – 2034,4–4433,8 мг/дм³.

За середньою мінералізацією вода р. Сарата – с. Сарата (с. Білолісся) у 1953–2018 рр. належала до солонуватої β -мезогалинної 2 класу, 3 категорії якості. За іонним складом – до сульфатного класу, натрієвої групи, першого типу.

Вода Сарати забруднена біогенними сполуками азоту, фосфору, органічними речовинами, важкими металами (залізо, марганець, мідь, цинк, нікель, свинець й ін.), нафтопродуктами, СПАР, фенолами. За індексом забруднення вода річки відноситься до 6 класу брудна.

Воду річки Сарати за іригаційними показниками та Державним стандартом України (ДСТУ 2730–94, 1994) неможливо рекомендувати для зрошення через неминуче засолення й осолонцювання ґрунтів. Вода перед поливом потребує зниження лужності, нейтралізації соди, поліпшення хімічного складу шляхом насичення кальцієвими солями та розведення прісною водою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Алѣкин О. А. К вопросу о химической классификации природных вод / Вопросы гидротехники. Ленинград: Гидрометиздат, 1946. 240 с.
- Гидрология устьевой области Дуная / А. М. Алмазов, К. Бондар, Н. Ф. Вагин и др. / М.: Гидрометеоздат, 1963. 382 с.
- Аринушкина Э. В. Руководство по химическому анализу почв / Изд. 2-е, переработанное и дополненное. М.: Изд-во МГУ, 1970. 630 с.
- Буданов М. Ф. Система и состав контроля за качеством природных и сточных вод при использовании их для орошения / Киев: Урожай, 1970. 48 с.
- Воронков П. П. Формирование химического состава поверхностных вод степной и лесостепной зоны Европейской территории СССР. Ленинград: Гидрометиздат, 1955. 352 с.
- Гидробиологические исследования Дуная и придунайских водоемов. К.: Наукова Думка, 1987. 148 с.
- Гидрологический ежегодник. 1936–1990 гг. т. 2. Вып. 0. Ленинград: Гидрометиздат.
- ДСТУ 2730–94. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. Введений з 1.01.1995 р. 14 с. (ДСанПін 2.2.4–171–10). Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Київ, 2010. 42 с.
- КНД 211.1.4.010.94. Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України: Методика. К., 1994. 37 с.
- Дунайське басейнове управління водних ресурсів. Протоколи засідання Міжвідомчої комісії по встановленню режиму роботи Придунайських водосховищ за 2007–2012 рр.
- Лозовицький П. С., Билай В. А. Влияние химических мелиорантов на изменение состава природных вод. М.: *Водные ресурсы*. 2001. № 4. С. 494–504.
- Лозовицький П. С. Опыт дисперсионного анализа химического состава оросительных вод юга Украины / М.: *Почвоведение*. 2003. № 12. С. 1491–1502.
- Лозовицький П. С. Водні та хімічні меліорації ґрунтів: навч. посіб. К. 2010. 276 р.
- Лозовицький П. С. Моніторинг якості води річки Дунай у м. Кілія. *Причорноморський екологічний бюлетень*. 2011. № 4. С. 158–182
- Лозовицький П. С. Гідрологічний режим та оцінювання якості води озера-водосховища Сасик у часі / *Часопис картографії*. 2013. Вип. 6. С. 146–170.
- Лозовицький П. С. Меліорація ґрунтів та оптимізація ґрунтових процесів: підручник / К. 2014. 516 с.
- Лозовицький П. С., Молочко А. М. Закономірності ступеня вторинного осолонцювання ґрунтів антропогенних природно-технічних систем півдня України // *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Географія*. 2017. № 3 (68). С. 18–25.
- Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. Н. Жукинський, О. П. Оксїюк та ін. / К.: СИМВОЛ-Т, 1998. 28 с.
- Можейко А. М., Воронник Т. К. Гипсование солонцеватых каштановых почв УССР, орошаемых минерализованными водами / *Тр. Укр. НИИ почвоведения*, т. 3, Харьков, 1958. С. 111–208.
- Перехрест С. М. Орошение земель юга Украины. Киев: Из-во АН УССР, 1962. 276 с.

- Природа Одесской области. Ресурсы, их рациональное использование и охрана / под ред. Г.И. Швбеца, Ю. А. Амброз. Киев – Одесса. Вища школа. 1979. 144 с.
- Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2008 р. / *Причорноморський екологічний бюлетень*. Одеса, 2009. № 3(33). С. 3–202.
- Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2010 році. Одеса. 2011. 252 с.
- Руководство по методам исследования качества вод. / *Гидрохимия. Радиология*. Киев, 1995. т. 1. 201 с.
- Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: підручник / Київ. “Ніка-Центр”. 2001. 262 с.
- Тимченко В.М. Эколого-гидрологические исследования водоемов северо-западного Причерноморья. Киев: Наукова Думка, 1990. 240 с.
- Тригуб В. Географічні особливості вмісту фтору в природних водах північно-західного Причорномор'я / *Вісник Львів. ун-ту. Серія географічна*. 2006. Вип. 33. С. 405–411
- Унифицированные методы анализа вод. М., Изд. Химия, 1973. 253 с.
- Циркуляр № 969 Департамента сельского хозяйства США. Классификация оросительной воды (сокр. пер. с англ.). 1955.

REFERENCES

- Alokin, O.A. (1946). K voprosu o khimicheskom razdelenii prirodnykh vod Voprosy gidrotekhniki. (To the question of the chemical classification of natural waters. (Problems of hydraulic engineering). Leningrad: Gidrometizdat. 240 p. [in Russian].
- Gidrologiya ust'yevoiy oblasti Dunaya. (1963). (Hydrology of the mouth area of the Danube). (A. M. Almazov, K. Bondar, N.F Vagin and others). M. : Gidrometeoizdat. 382 p. [in Russian].
- Arinushkina, E.V. (1970). Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv / Izd. 2-oye, pererabotannoye i dopolnennoye. (Guide to the chemical analysis of soils / Ed. 2nd, revised and expanded). M.: Publishing House of Moscow State University. 630 p. [in Russian].
- Budanov, M.F. (1970). Sistema i kontrol' sostava za kachestvom prirodnykh i stochnykh vod pri sbore ikh dlya orosheniya. (The system and composition of control over the quality of natural and wastewater when used for irrigation). Kyiv: Harvest. 48 p. [in Russian].
- Voronkov, P.P. (1955). Formirovaniye khimicheskogo sostava vodnykh stepnykh i lesostepnykh zon okhvatyvayet territoriyu SSSR. (Formation of the chemical composition of surface waters of the steppe and forest-steppe zone of the European territory of the USSR.). Leningrad: Hydrometizdat. 352 p. [in Russian].
- Gidrobiologicheskiye issledovaniya Dunaya i pridunayskikh vodoyemov. (1987). (Hydrobiological studies of the Danube and Danube reservoirs). K.: Scientific Thought. 148 p. [in Russian].
- Gidrologicheskiy yezhegodnik. (1936–1990). (Hydrological yearbook). Leningrad: Hydrometizdat. [in Russian].
- DSTU2730–94. Yakost' prirodnoy vody dlya zarozhdeniya. Agronomicheskiye kriterii. () Vvedeniy z 1.01.1995 r. 14 s. (1994). (DSTU2730–94. Quality of natural water for irrigation. Agronomic criteria. Introduced on January 1, 1995. 14 p.). [in Ukrainian].
- DSanPiN2.2.4–171–10 «Hihienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoї dlia spozhyvannia liudynoiu» [Chy' nny' j vid 2010–05–12] (2010). (DSanPiN2.2.4–171–10 «Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption»), [Valid from 2010–05–12]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452–10#Text>. [in Ukrainian].
- KND211.1.4.010.94. Ekologicheskaya otsenka yakostey poverkhnostnykh vod sushi i estuarov Ukrainy: Metodika. K., 1994. 37 s. (1994). (Ecological assessment of surface water quality of land and estuaries of Ukraine: Methodology). K. 37 p. [in Ukrainian].
- Dunayskoye basseynovoye upravleniye vodnymi resursami. Protokoly zasedaniya Mezhdomstvennoy komissii po ustanovleniyu rezhima roboty Pridunayskikh vodosborov za 2007–2012 rr. [in Ukrainian].
- Lozovitskiy, P.S., Bilay, V.A. (2001). Izmeneniye sostava prirodnykh vod. (The effect of chemical ameliorants on the change in the composition of natural waters). M.: *Water resources*. 4. S. 494–504.
- Lozovitskiy, P.S. (2003) Opyt dispersionnogo analiza khimicheskogo sostava orositel'nykh vod yuga Ukrainy. (Experience of dispersion analysis of the chemical composition of irrigation water in the south of Ukraine). M.: *Pochvovedenie*. 2003. No. 12. P. 1491–1502.
- Lozovitskiy, P.S. (2010) Vodnyye i khimicheskiye melioratsii gruntiv: navch. posib. (Water and chemical land reclamation: training. Manual). K. 2010. 276 p.

- Lozovitskiy, P.S. (2011). Monitoring yakosti Monitoring vod richki Dunay u m. Kiliya. (Monitoring the water quality of the Danube River in Kilia). *Black Sea Environmental Bulletin*. No. 4. P. 158–182. [in Ukrainian].
- Lozovitskiy, P.S. (2013). Gidrologicheskiiy rezhim i opredeleniye kolichestva vody v ozere-vodoskhovishcha Sasik u chasa. (Hydrological regime and assessment of the water quality of the lake-reservoir Sasyk in time). *Journal of cartography*. Issue 6. P. 146–170. [in Ukrainian].
- Lozovitskiy, P.S. (2014). Melioratsiya gruntiv i optimizatsiya gruntovikh protsessov: podruchnik. (Soil reclamation and optimization of soil processes: textbook). K. 516 p. [in Ukrainian].
- Lozovitskiy, P.S., Molochko, A.M. (2017). Zakonomirnost' stupenya vtorychnogo osolontsyuvannya gruntiv antropogennykh prirodno-tekhnichnykh sistem pivdnya Ukrainy. (Regularities of the degree of secondary salinization of soils of anthropogenic natural-technical systems of southern Ukraine). *Bulletin of Taras Shevchenko Kyiv National University. Geography*. No. 3 (68). P. 18–25. [in Ukrainian].
- Metodika ekologicheskikh otsenok yakostey poverkhnostnykh vod za vidpovidnimi kategoriyami / V.D. Romanenko, V.N. Zhukinskiy, O.P. Oksiyuk ta in. (1998). (Methodology of ecological assessment of surface water quality by relevant categories) / V.D. Romanenko, V.N. Zhukinsky, O.P. Oksiyuk et al. K.: SYMBOL-T. 28 p. [in Ukrainian].
- Mozheyko, A.M., Vorotnik, T.K. (1958). Gipsovaniye solontsevatykh kashtanovykh pochv SSSR, oroshayemykh mineralizovannymi vodami. (Plastering of salt-salted chestnut soils of the Ukrainian SSR irrigated with mineralized waters). *Tr. Ukraine Research Institute of Soil Science*, vol. 3, Kharkiv. P. 111–208. [in Russian].
- Perekhrest, S.M. (1962). Orosheniye zemel' yuga Ukrainy. (Irrigation of lands in the south of Ukraine). Kyiv: Institute of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 276 p. [in Russian].
- Priroda Odesskoy oblasti. Resursy, ikh bezopasnoye ispol'zovaniye i okhrana / pod red. G.I. Shvebsa, YU.A. Ambroz. (1979). (The nature of Odessa region. Resources, their rational use and protection). Ed. G.I. Shvebsa, Yu.A. Ambrose Kyiv – Odessa. High school. 144 p. [in Russian].
- Regional'naya dopovid' pro stan navkolishn'ogo prisposobleniya seredovishcha v Odesskoy oblasti v 2008 r. (2009). Regional report on the state of the natural environment in the Odesa region in 2008 / *Black Sea Environmental Bulletin*. Odesa, No. 3(33). P. 3–202.
- Regional'naya dopovid' pro stan navkolishn'ogo prisposobleniya seredovishcha v Odesskoy oblasti v 2010 godu. (2011). (Regional report on the state of the natural environment in Odesa region in 2010. Odesa). 252 p.
- Rukovodstvo po metodu issledovaniya kachestva vod. (1995). (Guide to water quality research methods). *Hydrochemistry. Radiology*. Kyiv. vol. 1. 201 p.
- Snizhko, S.I. (2001). Otsenka i prognoz yakostey prirodnykh vod: podruchnik. (Assessment and forecasting of the quality of natural waters: textbook). Kyiv. "Nika Center". 262 p. [in Ukrainian].
- Timchenko, V.M. (1990). Ekologo-gidrologicheskkiye issledovaniya vodoyemov severo-zapadnogo Prichernomor'ya. (Ecological and hydrological studies of reservoirs in the north-western Black Sea region). Kyiv: Naukova Dumka. 240 p. [in Russian].
- Trigub, V. (2006). Geografichni osoblivosti vmistu fluoru v prirodnykh vodakh pivnichno-zapadnogo Prichernomor'ya. (Geographical features of fluoride content in natural waters of the northwestern Black Sea region). *Visnyk Lviv. university The series is geographical*. Issue 33. P. 405–411. [in Ukrainian].
- Unifitsirovannyye metody analiza vod. (1973). (Unified methods of water analysis). M., Izd. Chemistry. 253 p. [in Russian].
- Tsirkulyar № 969 Departament sel'skogo khozyaystva SSHA. Klassifikatsiya orositel'noy vody (sokr. per. s angl.). (1955). (Circular No. 969 of the Department of Agriculture of the United States. Classification of irrigation water (short translation from English).

Надійшла 30.11.2022

P.S. Lozovitskii

Kyiv, Ukraine

Lozovitskii@gmail.com

WATER QUALITY ASSESSMENT OF SARATA

Abstract

The purpose of research: to determine the costs, chemical composition, mineralization and the state of water pollution of the small Sarata River according to ecological and sanitary criteria, specific substances of toxic action, to assess the suitability of water for irrigation according to irrigation indicators.

Data and Methods. Research methods are based on systemic analysis and general principles of objectivity, causality, relevance and evolution. Of the traditional general scientific methods, observation, analysis and synthesis, comparison and analogy, generalization and abstraction, methods of mathematical statistics and probability theory are used. Formation of environmental information databases and mathematical processing of research results were carried out in Microsoft Excel, Costat, Statistic. by systematization and evaluation of the received information by tabular and graphic methods, dispersion analysis performed on a personal computer using a standard program package.

Parallel statistical series of chemical analysis data contained up to 120 values for 1946–2018.

Results. According to research, the width of the river Sarata in the village. Sarata varied from 0.6 to 31.9 m with an average value of 11.35 m. The average depth of river water varied from 3 to 279 cm at the greatest depth – from 7 to 346 cm. The cross-sectional area of the river water flow varied from 0.02 up to 72.9 m² with an average value of 8.26 m². The average water flow rate varied from 0.01 to 0.92 m/s with an average long-term value of 0.25 m/s. The maximum water flow velocities of the river varied from 0.01 to 1.29 m/s. The measured water flow rates during this period varied from 0.002 to 107 m³/s.

According to the arithmetic mean values of the mineralization of the water of the Sarata river in 1953–2017 belonged to the brackish β -mesogaline 2nd class, 3 quality categories. According to the ecological quality assessment, the water of Sarata was polluted with components of salt composition chlorides and sulfates, biogenic compounds of nitrogen and phosphorus, organic substances, heavy metals (iron, manganese, copper, zinc, nickel, lead, etc.), oil products, SPAR, phenols. the calculated pollution index of river water belongs to the 6th class dirty in terms of tropho-saprobiological indicators. According to most irrigation assessment methods and the state standard of Ukraine for irrigation water, the river runoff is not suitable for soil irrigation, requires reduction of alkalinity, saturation with calcium salts and dilution with fresh water.

Key words: mineralization, chemical composition, pollutants, specific toxic substances, assessment methods, quality categories, ecological status.