

УДК 504.064.54

Лозовіцький П. С.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, Київ

МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ВОДИ ОЗЕРА КУГУРЛУЙ

Приведено результати хімічного складу води озера Кугурлуй за період 1950-2013 рр. і результати екологічної й іригаційної оцінки якості за багаторічний період.

Ключові слова: вода, хімічний склад, мінералізація зрошувальної води, важкі метали, елементи.

Вступ. На лівому березі Кілійського рукава Дунаю на ділянці від м. Рені до узбережжя Чорного моря утворилося декілька великих прісноводних озер. Найбільш великими серед них є Кагул, Ялпуг, Катлабуг, Китай, Кугурлуй. Усі вони знаходяться в межах долини р. Дунаю і є продовженням долин річок, які колись впадали в естуарії древнього Дунаю. Нині ці річки маловодні. Інтенсивне наростання дельти річки Дунаю призвело до віддалення придунайських озер від моря.

Кугурлуй – озеро заплавного типу. Територіально поділене між Ренійським та Ізмаїльським районами Одеської області. Озеро приблизно круглої форми, діаметр близько 20 км, площа 82 км², середня глибина 0,8-1 м, максимальна – 2,5 м (рис. 1). Береги низовинні, звивисті, заболочені. Все дно від центра до берегів заповнене муловими масами. Сірий тонкий мул покриває поверхню дна всього лише на 6%; інша поверхня дна (94%) покрита виключно чорним мулом з великою кількістю рослинних решток. Температура води влітку до +28° – +30°. Взимку озеро замерзає. Мінералізація води 0,8 – 1,5 г/л. При штильовій погоді вода настільки прозора, що ясно видно дно (0,8-1,0 м), при вітровому хвилюванні видимість понижується майже в 2 рази (до 0,5 м).

Раніше зв'язок між озерами й річкою був безпосереднім, і режим рівнів води озер визначався рівнями води у Дунаї. Накопичення протягом тривалого часу у заплаві Дунаю алювіальних відкладів і обміління протоків призвело до поступового

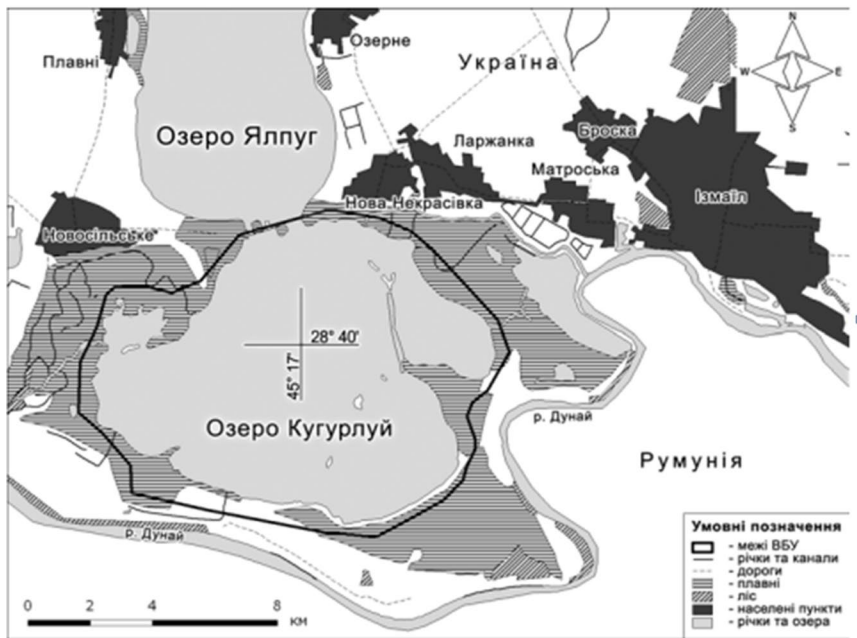


Рис. 1. Схема оз. Кугурлуй

відгородження озер від річки. Зв'язок перетворився в епізодичний і односторонній – озера поповнюються водою Дунаєм лише при високих рівнях води у річці [4].

У 1960-1965 рр. для активізації водообміну в озерах були побудовані штучні канали й шлюзи, що з'єднали річку Дунай з озерами. Тепер озеро Кугурлуй на півночі сполучається з озером Ялпуг протокою. Після прокладання дамби водообмін між озерами Ялпуг та Кугурлуй скоротився майже на третину, що підвищило ступінь забруднення Ялпуга. В повінь, особливо при найвищих рівнях води, межа між ними майже зовсім зникає. На сході протоками Велика та Мала Репіда, а на півдні протокою Скунда оз. Кугурлуй сполучається з Дунаєм. В межень течія в протоці Репіда доволі швидка, а під час весняної повені спостерігається зворотна течія із р. Дунай в оз. Кугурлуй. Протока Скунда шлюзована. Водообмін з Дунаєм відбувається також кількома невеликими протоками для пропуску риби.

Озеро Кагул через протоку Російська, яка згодом розділяється на протоки Зарзи й Лузарса, з'єднується з озером Картал,

пов'язаного з озером Ялпуг-Кугурлуй протокою Тобачелло (рис. 1). Канал Тобачелло в своєму витокі представляє протоку в масиві очерету шириною близько 10 м і глибинами – біля 1,5 м, на своєму основному протязі ширина каналу досягає 30 м, а глибина – 2,5-3,0 м. Таким чином, позначка дна в витокі каналу Тобачелло також складає 1,5 мБС і є лімітуючою при здійсненні водообміну. Таким чином, озера Кагул, Картал і Ялпуг-Кугурлуй утворюють єдину гідравлічну зв'язану систему – Західну групу Придунайських озер. Результати дослідження якості води в Дунаї та сполучених озерах приведено в наступних роботах [5, 10, 12].

Шлюзи виконують захисну рибогосподарську функцію, а також забезпечують захист прилеглих земель від підтоплення і регулюють в озерах накопичення води для зрошення. Щорічно з лютого до квітня відбувається наповнення озер дунайською водою (максимальні рівні в оз. Кугурлуй біля 304 смБС, що відповідає наповненню озер Кугурлуй-Ялпуг до 959,4 млн. м³), а з червня-липня до вересня їх спрацювання до 180 см БС (наповнення 596,8 млн. м³) і менше, пов'язане з випаровуванням з водної поверхні і водозабором на зрошення (рис. 2). У осінньо-зимовий період рівень води в озерах коливається незначно, але спостерігаються його найнижчі відмітки (в оз. Кугурлуй 75 см 4.09.2007 р.). Необхідно відмітити, що об'єм водосховищ-озер при нормальному підпертому рівні (НПР 280 смБС) складає 888,0 млн. м³. Рівень мертвого об'єму (РМО) 160 см або 540,28 млн. м³[8]. Об'єм самого озера Кугурлуй складає лише 71,5 млн. м³ води. Висота нуля графіка становить -2,89 мБС.

Мета досліджень. Мета досліджень – установити хімічний склад води озера та виявити закономірності його зміни у часі. Досягається при вирішенні наступних задач: 1) виявлення динаміки зміни складу головних іонів, їх концентрації й мінералізації води в часі; 2) виявлення тенденції до зміни хімічного складу природної води у часі [1] і її придатності для зрошення [3, 7, 9, 11, 17, 18], 3) оцінювання забруднення води різними речовинами за методикою [6, 14, 15].

Методика досліджень. На основі результатів хімічних аналізів води [13] протягом 1950-2012 рр. було складено банк даних за наступними показниками: рівень води (см), уміст головних іонів (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, CO₃²⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻), загальна мінералізація води, величина рН, уміст біогенних речовин (N-NH₄⁺,

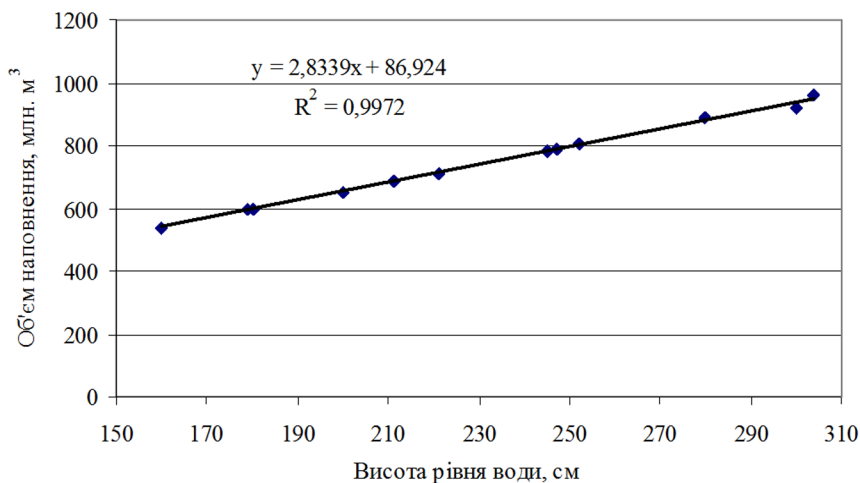


Рис. 2. Об'єм наповнення озер Кугурлуй-Ялпуг в залежності від рівня води в пункті спостережень Кугурлуй – с. Нова Некрасівка

N-NO₂, N-NO₃, уміст загального азоту й фосфору, мінерального фосфору), уміст зважених речовин, насиченість киснем (O₂, мг/дм³), кольоровість води, перманганатна й біхроматна окислюваність (ПО, БО), біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК₅), уміст важких металів (Fe²⁺, Cr⁶⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, Pb²⁺, Ni²⁺, Mn²⁺, Cr, заг., Co²⁺, F⁻), уміст фенолів, уміст нафтопродуктів (НП), уміст синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР). Паралельні статистичні ряди даних хімічних аналізів містять до 258 значень.

Математико-статистичний аналіз зроблено на персональному комп'ютері з використанням стандартних обчислювальних програм «Excel», «Costat».

Результати досліджень і їх обговорення. Сольовий склад та мінералізація води. Основні статистичні характеристики кількісної мінливості варіаційних рядів свідчать про значну мінливість майже всіх компонентів хімічного складу й загальної мінералізації природної води оз. Кугурлуй (табл. 1). Уміст головних іонів у воді оз. Кугурлуй з 1950 р. до 2013 р. змінювався в таких межах: кальцію від 22,3 мг/дм³ (20.01.1993) до 75,0 (14.06.1974), магнію від 7,9 (08.03.1954) до 111,5 (13.08.1973), суми натрію і калію від 6,2 (01.10.1955) до 545,0 (21.01.1987), гідрокарбонатів

від 96,4 (27.01.1999) до 411 (19.01.2007), сульфатів від 24,7 (20.01.1993) до 900,0 (10.07.1984), хлоридів від 14,0 (01.05.1952) до 390 (21.01.1987) мг/дм³. За 1951-2013 рр. мінералізація води оз. Кугурлуй змінювалась від 242 (20.01.93) до 2026 (10.07.84) мг/дм³.

Розподіл варіант варіаційних рядів загальної мінералізації, хлору, суми натрію та калію хімічного складу води має не нормальний, а зрізаний від'ємний ексцесивний розподіл, коли в центрі не вершина, а впадина і варіаційна крива стає двохвершинною (рис. 3). Такий розподіл варіант підтверджує той факт, що у вибірку потрапили представники декількох сукупностей з різними середніми для вод гідрокарбонатного кальцієвого (1951-1955 рр.) та хлоридного натрієвого складу (1971-2012 рр.). При аналізі кривої розподілу загальної мінералізації спостерігаємо трьохвершинну криву з максимальними значеннями в діапазонах 240-403 (18,88% проб), 729-892 (20,08% проб), 1707-1870 мг/дм³ (2,41% проб). Емпіричні криві розподілу вибіркової сукупності мають переважно позитивну помірну асиметрію.

Варіанта вибірки загальної мінералізації води розподілилися в такий спосіб: 240-403 мг/дм³ – 47 значень; 403-566 – 29, 566-729 – 48; 739-892 – 50; 892-1055 – 30; 1055-1218 – 19; 1218-1381 – 18, 1381-1544 мг/л – 3; 1544-1707 – 2, 1707-1870 – 6; 1870-2033 мг/дм³ – 2 значення (рис. 3). Необхідно відмітити, що 24,49% проб води озера мали мінералізацію меншу 500 мг/дм³, 79,92% проб – меншу 1000, і лише 4,02% проб мали концентрацію солей вищу 1500 мг/дм³, тобто непридатну для водопостачання.

Аналогічним чином розподілений переважаючий катіон натрій: 0-50 мг/дм³ – 46 значень; 50-100 – 39; 100-150 – 57; 150-200 – 46; 200-250 – 25; 250-300 – 22; 300-350 – 4; 350-400 – 2; 400-450 – 5; 450-500 – 1; 500-550 мг/дм³ – 2 значення. Концентрацію Na⁺ нижчу за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (≤ 120 мг/дм³) мали 43,47% проб води, меншу за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (≤ 200 мг/дм³) – 75,5% проб води.

Зрізаний від'ємний ексцесивний розподіл варіанти має й аніон хлорид: 10,0-45 мг/дм³ – 47 значень; 45-80 – 33; 80-115 – 54; 115-150 – 47; 150-185 – 40; 185-220 – 13; 220-255 – 9; 255-290 – 3; 290-325, 325-360, 360-395 мг/дм³ – по 1 значенню. Концентрацію Cl⁻ нижчу за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (≤ 300 мг/дм³) мали 99,2% проб води, меншу за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (≤ 350 мг/дм³) – 99,6% проб води.

Статистичні характеристики кількісної і якісної мінливості природної води оз. Кугурлуй за 1950-2013 рр.

Показники	Середнє значення	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Мінімальне значення	Максим. значення	Рівень надійності, (95 %)
CO_3^{2-} , мг/дм ³	2,37	0,23	3,60	0	15,8	0,45
HCO_3^- , мг/дм ³	201,01	2,74	44,03	96,4	411,0	5,40
Cl ⁻ , мг/дм ³	112,97	4,01	64,35	14,0	390,0	7,89
SO_4^{2-} , мг/дм ³	222,47	9,96	159,92	24,7	900,0	19,61
Ca ²⁺ , мг/дм ³	44,2	0,57	9,08	22,3	75,0	1,11
Mg ²⁺ , мг/дм ³	35,3	1,04	16,85	7,9	111,5	2,07
Na ⁺ +K ⁺ , мг/дм ³	147,5	6,06	97,34	6,2	545,0	11,94
K ⁺ , мг/дм ³	-	-	-	-	-	-
Заг. мін., мг/дм ³	764,9	21,92	352,03	242,0	2026,1	43,16
pH, од.	8,19	0,02	0,25	7,00	8,85	0,03
Жорсткість, мг-екв/дм ³	5,01	0,10	1,62	1,99	12,05	1,99

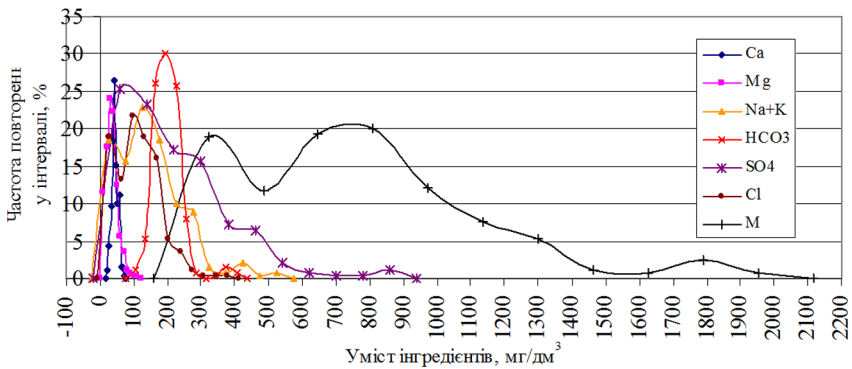


Рис. 3. Гістограми розподілу й частота повторень вибірок інгредієнтів хімічного складу води оз. Кугурлуй – с. Нова Некрасівка за 1951-2012 рр.

Емпіричні криві розподілу перерахованих вище варіант мають позитивну помірну асиметрію.

Умови нормальності розподілу підтверджуються для Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} правилом трьох сигм, коли потроєне стандартне відхилення середньоарифметичної завжди більше асиметрії (показник скошеності кривої вибіркового розподілу) і ексцесу (показник гостровершинності кривої вибіркового розподілу), а 99,73% усіх варіант знаходяться в довірчому інтервалі від -3δ до $+3\delta$ [11].

За вмістом найменш значимого катіона Ca^{2+} вибірка розподіляється так: 20-25 мг/дм^3 – 3 значення; 25-30 – 11; 30-35 – 24; 35-40 – 46; 40-45 – 66; 45-50 – 38; 50-55 – 25; 55-60 – 28; 60-65 – 4; 65-70 – 4; 70-75 мг/дм^3 – 1 значення. Жодна з проб води оз. Кугурлуй не перевищувала ГДК для водойм рибогосподарського призначення за вмістом кальцію.

Вибірка Mg^{2+} має наступний розподіл: 5-15 мг/дм^3 – 29 значень; 15-25 – 44; 25-35 – 60; 35-45 – 56; 45-55 – 31; 55-65 – 14; 65-75 – 9; 75-85 – 3; 85-95 – 2; 95-105 – 1; 105-115 мг/дм^3 – 1 значення (рис. 3). Концентрацію магнію нижчу за ГДК для водойм рибогосподарського призначення ($\leq 40 \text{ мг/дм}^3$) мали 67,47% проб води, меншу за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення ($\leq 50 \text{ мг/дм}^3$) – 82,33% проб води.

При близькому до нормального розподілі найменш значимого

аніона HCO_3^- ; частота повторення значень концентрації є наступною: 90-120 мг/дм³ – 3; 120-150 – 13; 150-180 – 65; 180-210 – 75; 210-240 – 64; 240-270 – 20; 270-300 – 2; 300-330 – 0; 330-360 – 1; 360-390 – 4; 390-420 мг/дм³ 2 значення.

Уміст переважаючих аніонів сульфатів у вибірці розподілений так: 20-100 мг/дм³ – 63 значення; 100-180 – 58; 180-260 – 43; 260-340 – 39; 340-420 – 18; 420-500 – 16; 500-580 – 5; 580-660 – 2; 660-740 – 1; 740-820 – 1; 820-900 мг/дм³ – 3 значення. Концентрацію SO_4^{2-} нижчу за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (≤ 100 мг/дм³) мали 25,3% проб води, меншу за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (≤ 500 мг/дм³) – 95,18% проб води.

Динаміку зміни мінералізації і головних іонів оз. Кугурлуй у часі показано на рис. 4.

Аналізуючи приведений рисунок, необхідно виділити декілька періодів у розвитку гідрохімічного режиму озера: 1) 1950-1960 рр. – період коли загальна мінералізація води в озері не перевищувала 400 мг/дм³ і майже не відрізнялась від мінералізації води р. Дунай; 2) 1963-1985 рр. – період постійного зростання мінералізації води й головних іонів в озері; 3) 1986-1990 рр. – період значного зниження й стабілізації мінералізації води в озері; 4) 1991-2013 рр. – період стабільно підвищеної мінералізації води озера Катлабуг, коливання якої залежить від водообміну з Дунаєм.

В середині минулого століття почалося активне освоєння заплави нижнього Дунаю. Від м. Рені до м. Вилкове була побудована протипаводкова дамба. Величезні ділянки заплави, розташовані між річкою і придунайськими озерами, були осушені і перетворені в сільгоспугіддя, а озера стали використовувати як водосховища для питного водопостачання, зрошення та рибництва, для захисту прилеглих заплавлених земель від затоплення та регулювання накопичення у водосховищах води для зрошення. Саме це призвело до багаторазового зменшення водообміну між Дунаєм і озерами та поступового зростання мінералізації води в озерах. Побудовані в 1960-1965 рр. штучні канали і шлюзи між річкою й озерами не забезпечили необхідного водообміну.

За 1951-1955 рр. мінералізація води озера змінювалася від 273,2 (1.05.1952) до 394,4 мг/дм³ (31.12.1953) і не перевищувала мінералізації води у річці Дунай – м. Ізмаїл за цей самий період (табл. 2) [5]. Незважаючи на малу мінералізацію вода озера

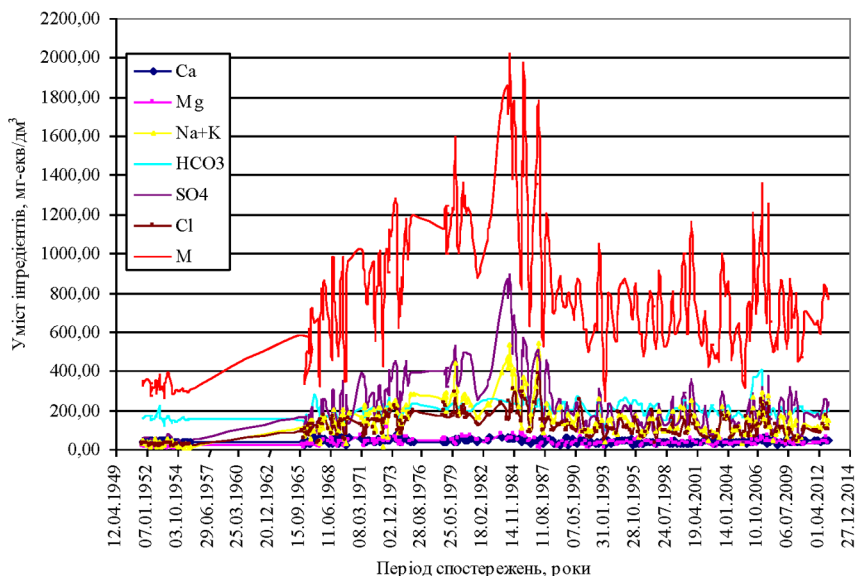


Рис. 4 Динаміка зміни в часі загальної мінералізації води й головних іонів у воді оз. Кугурлуй – с. Нова Некрасівка

мала дуже строкатий хімічний склад, але тільки за катіонами і цим відрізнялася від складу дунайської води (у Дунаї постійний гідрокарбонатний кальцієвий склад) [1]. У всіх відібраних пробах води оз. Кугурлуй (43) серед аніонів переважав гідрокарбонат з умістом 50,4-73%-екв від їх суми. Серед катіонів кальцій переважав у 35,9% проб, магній – одній, натрій – в жодній. Отже, 35,9% проб мали гідрокарбонатний кальцієвий склад, 2,56% – гідрокарбонатний магнієвий, по 10,25% – гідрокарбонатний кальцієво-натрієвий і гідрокарбонатний натрієво-кальцієвий, 23,07% – гідрокарбонатний кальцієво-натрієво-магнієвий, 12,8% – гідрокарбонатний кальцієво-магнієво-натрієвий і по 5,1% проб – гідрокарбонатний кальцієво-магнієвий та гідрокарбонатний магнієво-кальцієвий склад. Це пояснюється тим, що Придунайські озера є природними дренами й водоприймачами навколишніх ґрунтових і підземних мінералізованих вод (до 20 г/дм³ і більше) які просочуються через товсті мулисті засолені осади (до 12 м) і навіть при достатньому природному водообміні сильно впливають на зміну катіонного складу води.

Зміна сольового складу води озера Кугурлуй у часі

Інгредієнти	Середньорифметичний уміст, мг/дм ³											
	1950-1955	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2012		
Кугурлуй – Нова Некрасівка												
CO ₃ ²⁻	1,06	2,87	6,31	1,91	3,79	1,57	0,73	1,33	1,93	0,67		
HCO ₃ ⁻	159,7	180,8	201,59	210,82	232,56	217,75	214,25	204,52	192,47	243,07		
SO ₄ ²⁻	51,9	179,8	296,80	438,19	569,70	275,27	168,31	166,01	137,41	178,77		
Cl ⁻	23,4	111,1	138,03	197,98	203,14	155,73	105,06	105,37	98,91	97,68		
Ca ²⁺	40,2	46,9	49,95	47,16	52,55	43,16	39,62	35,68	38,84	45,02		
Mg ²⁺	14,7	32,3	44,11	54,13	61,36	37,28	30,25	33,57	29,91	35,29		
Na ⁺ + K ⁺	28,8	121,5	178,23	273,59	330,5	192,62	132,25	131,78	111,82	137,58		
Мінералізація	319,4	672,4	908,71	1221,9	1449,8	901,02	689,83	676,92	609,35	747,36		
pH	8,17	8,21	8,42	8,23	8,3	8,21	8,09	8,14	8,06	8,00		
Жорсткість	3,22	5,00	6,13	6,81	7,68	5,22	4,41	4,55	4,40	5,16		
Середньорифметичний уміст, %-екв/дм³												
HCO ₃ ⁻	59,4	32,6	25,0	19,1	18,9	28,6	36,1	35,8	37,3	34,9		
SO ₄ ²⁻	24,5	35,4	45,0	50,0	53,2	40,0	34,0	34,3	31,2	37,4		
Cl ⁻	15,0	31,0	28,4	30,6	27,3	31,1	29,7	29,5	30,8	27,0		
Ca ²⁺	45,8	24,6	18,8	13,0	12,8	17,6	20,9	19,0	23,6	23,8		
Mg ²⁺	27,5	27,0	26,7	24,7	25,1	24,1	25,1	28,1	28,2	26,8		
Na ⁺ + K ⁺	26,7	48,4	54,5	62,3	62,1	58,3	54,0	52,9	48,2	49,4		

Вже в 1966-1970 рр. середня мінералізація води в оз. Кугурлуй зросла більш ніж у 2 рази в порівнянні з 1951-1955 рр. (відповідно 672,4 та 319,4 мг/дм³) й змінювалася від 334,2 (27.07.1967) до 979,2 мг/дм³ (12.08.1969). А хімічний склад в середньому змінився на сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатний натрієво-магнієвий (табл. 2).

В подальшому кожні п'ять років аж до 1981-1985 рр. спостерігали поступове зростання мінералізації води в оз. Кугурлуй. Найвищу мінералізацію води в оз. Кугурлуй спостерігали в літню межень 1984 та 1985 рр.

Середньоарифметичні значення за кожні 5-річні проміжки часу становили: 1971-1975 – 908,7, 1976-1980 – 1221,9; 1981-1985 – 1449,8 мг/дм³ (табл. 2). Середня мінералізація води оз. Кугурлуй за 1981-1985 рр. перевищувала аналогічну за 1951-1955 рр. в 4,54 рази.

При цьому найбільш швидкими темпами з 1955 по 1985 рр. зростав у воді оз. Кугурлуй уміст натрію + калію – 11,48 раз, сульфатів – 10,97, хлоридів – 8,68, магнію – 4,17, гідрокарбонатів – 1,46, кальцію – 1,31 раз.

В подальшому з 1986 по 1990 рр. відмічали значне зниження мінералізації води в озері, в середньому, більше ніж на 500 мг/дм³ у порівнянні з попереднім періодом 1981-1985 рр. (табл. 2). В наступні роки до 2005 р. відмічали поступове зниження загальної мінералізації води озера й концентрації таких головних іонів, як натрій та сульфати. А в 2006-2007 рр. – відмічали чергове підвищення мінералізації води у зв'язку з малою водністю та високими температурами повітря.

За ступенем мінералізації вода оз. Кугурлуй в період 1950-1955 рр. вона належала до прісної гіпогалинної 1 категорії якості, у 1966-1975 та 1986-2013 рр. – до прісної олігогалинної 2 категорії якості, у 1976-1985 рр. вода озера належала до солонуватої β-мезогалинної 3 категорії якості. За усередненим іонним складом вода озера в 1950-1955 рр. належала до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи, у 1966-1990 рр. – до сульфатного класу, натрієвої групи, в 1991-2013 рр. – до гідрокарбонатного класу натрієвої групи, другого типу, що відповідає співвідношенню катіонів: $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ [1].

За критеріями забруднення компонентами сольового складу воду озера Кугурлуй класифікуємо так. За умістом хлоридів вода у

1950-1955 рр. належала до 2 категорії якості (чиста), у 1966-1975, 1991-2013 рр. – до 4 категорії якості (слабо забруднена), у 1976-1980 та 1986-1990 рр. – до 5 категорії якості (помірно забруднена), у 1981-1986 рр. – до 6 категорії якості (брудна). За умістом сульфатів забруднення води змінювалося так: 1950-1955 рр. – 2 категорія якості; 1966-1970, 1991-2000 та 2006-2013 рр. – 5 категорія якості; 1971-1975, 1986-1990 рр. – 6 категорія якості; 1976-1985 рр. – 7 категорія якості [6].

Значної зміни мінералізації й головних іонів води оз. Кугурлуй за фазами водного режиму особливо у 1950-1955 рр. не виявлено (табл. 3).

Необхідно відмітити, що в останні 13 років найбільш високою мінералізація води була в літню межень, а найменшою – у весняну повінь. Мінералізація води озера у літній період підвищувалася за рахунок умісту натрію, сульфатів, хлоридів, гідрокарбонатів.

Жорсткість води оз. *Кугурлуй* за період спостережень змінювалась від 2 (20.01.1993 р.) до 12,05 (13.08.1973 р.) мг-екв/дм³ (рис. 5). В 13,3% проб води жорсткість перевищувала ГДК для вод теплопостачання (7 мг-екв/дм³). Середньоарифметичні значення жорсткості води за менш короткі періоди досліджень змінювались від 3,22 (1950-1955 рр.) до 7,68 (1981-1985 рр.) мг-екв/дм³ (табл. 2). У всі інші періоди досліджень крім 1981-1985 рр. середньоарифметичні значення жорсткості були нижчими за 7 мг-екв/дм³.

Оцінювання якості води за еколого-санітарними показниками. У воді озера *Кугурлуй* уміст завислих речовин змінювався від 1,4 (29.01.90) до 163 (11.06.86) мг/дм³. В 13,59% проб води уміст завислих речовин був нижчим граничного рівня 3 категорії якості (<20 мг/дм³), в 14,56% проб мали значення вищі граничного рівня 7 категорії якості (101-698 мг/дм³), тобто дуже брудні [6, 15]. За середньоарифметичними умістом зважених речовин вода озера у періоди 1981-1985, 1996-2005 рр. відносилася до 5-тої категорії якості (помірно забруднена); у 1986-1995, 2006-2013 рр. – до 6-ї категорії якості (сильно забруднена) (табл. 4). Якщо оцінювати уміст зважених часток за фазами водного режиму, то найвища їх концентрація спостерігається в літню межень, а найнижча у зимову межень (табл. 5).

Прозорість води озера змінювалася від 3,0 (19.04.2005 р.), 4,0 (19.01.2007 р.) до 60 (19.08.1967 р., 20.10.1967 р.) см. Загалом

Хімічний склад води оз. Кугурлуй – с. Нова Некрасівка за фазами гідрологічного режиму, мг/дм³

Період	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Сума
1950-1955									
Весняна повінь	8,08	43,3	12,5	24,2	0,2	159,2	46,1	20,9	305,1
Літня межень	8,23	39,2	13,5	30,4	1,7	152,6	52,6	23,0	312,4
Осінь	8,21	37,6	16,6	32,8	0,8	159,2	57,1	26,4	330,2
Зимова межень	8,17	42,8	18,0	29,3	1,7	179,4	54,3	24,8	350,3
1966-1970									
Весняна повінь	8,13	52,0	30,7	118,9	2,7	200,0	166,8	110,8	650,6
Літня межень	8,21	46,1	31,8	113,5	3,0	178,4	167,8	105,6	642,3
Осінь	8,25	45,0	34,1	133,4	2,9	171,5	203,2	118,3	705,6
Зимова межень	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971-1980									
Весняна повінь	8,36	51,9	56,7	200,0	5,9	214,9	360,8	157,3	1041,9
Літня межень	8,38	47,6	46,3	194,6	5,6	193,0	331,3	143,7	956,3
Осінь	8,34	48,1	42,7	224,4	5,0	209,8	336,0	168,3	1028,6
Зимова межень	8,18	46,6	40,8	201,3	0,7	192,5	313,0	148,7	949,4

Період	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Сума
1981-1990									
Весняна повінь	8,21	49,5	39,5	213,2	1,8	219,9	349,2	131,3	1004,0
Літня межень	8,23	46,0	51,4	252,9	2,6	220,0	427,1	160,2	1157,2
Осінь	8,32	46,6	55,5	269,8	3,4	229,5	411,5	204,6	1259,8
Зимова межень	8,20	47,4	40,7	276,2	1,7	228,0	374,9	201,7	1170,7
1991-2000									
Весняна повінь	8,05	40,8	28,8	120,2	0,9	207,8	152,8	107,9	660,8
Літня межень	8,15	33,9	26,9	131,6	1,3	216,0	153,3	89,3	653,9
Осінь	8,17	36,4	36,6	154,3	1,2	216,6	193,8	113,6	756,0
Зимова межень	8,12	39,3	36,0	122,3	0,8	195,9	170,4	110,3	700,7
2001-2012									
Весняна повінь	8,21	43,6	32,3	78,5	2,1	186,8	125,5	79,9	546,4
Літня межень	8,06	39,6	35,1	157,2	1,2	234,3	194,5	114,2	755,6
Осінь	7,96	46,4	34,4	138,4	0,6	217,1	206,2	100,7	743,2
Зимова межень	7,97	42,3	32,0	130,7	0,9	230,6	156,1	104,0	698,3
1950-2012									
Весняна повінь	8,19	46,7	34,8	127,9	2,3	198,5	206,5	103,4	715,1
Літня межень	8,23	42,8	35,0	148,1	2,8	196,4	228,1	108,0	755,9
Осінь	8,07	44,4	33,6	142,2	0,9	207,1	206,0	109,0	749,1
Зимова межень	8,21	43,6	37,2	167,3	2,7	205,5	240,6	129,5	830,2

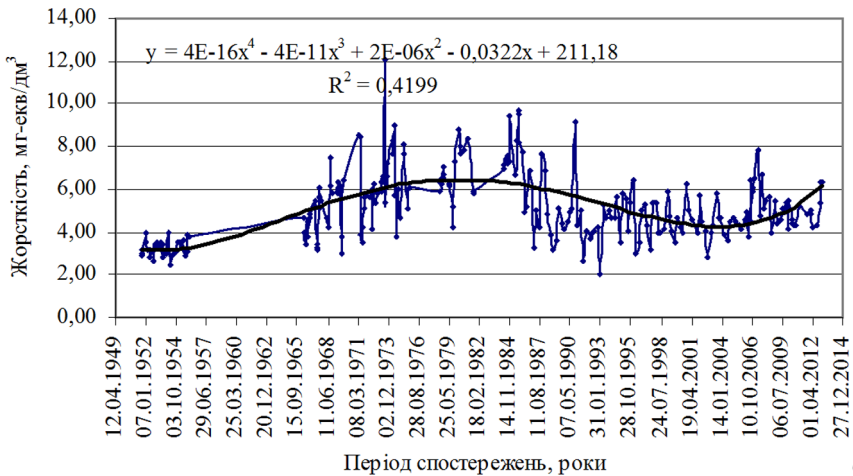


Рис. 5. Динаміка зміни жорсткості води оз. Кугурлуй у часі

50,2% проб води мали значення прозорості нижчі за 7 категорію екологічної оцінки (<20 см) і лише 8,1% проб води були кращими граничної межі 3 категорії якості, тобто досить чисті з добрим екологічним станом. За середніми значеннями *прозорості* (9,25-17,96 см) вода оз. *Кугурлуй* у 1966-1985 та 2006-2013 рр. відносилася до 7 категорії якості і була дуже брудною у 1986-2005 рр. – до 6 категорії якості. Усереднені значення прозорості води за фазами водного режиму за 1950-2013 рр. є такими: у весняну повінь 18,95 см, у літню межень – 16,97 см, у зимову межень – 21,48 см і восени – 18,02 см.

Величина рН у воді озера Кугурлуй змінювалася від 7,0 (20.10.2007) до 8,85 (10.05.1972, 20.05.1972 р.) од. (рис. 6). *За середньоарифметичною величиною рН* вода в озері у 2001-2013 рр. належала до 3-ї категорії якості, у 1950-1955, 1966-1970, 1976-1980, 1986-1990, 1996-2000 рр. – до 4-ї, у 1971-1975, 1981-1985 рр. – до 5 категорії якості (загалом середньо лужна), що свідчить про наявність у пробах води соди. Загалом 59,6% проб води озера Кугурлуй містили соду.

Концентрація NO_2^- у воді озера Кугурлуй змінювалась від 0 (14,87% проб) до 0,203 (16.01.96) мг/дм³. В 21,39% проб концентрація нітритного азоту перевищувала ГДК для водійм рибогосподарського призначення (0,02 мг/дм³), а в 33,16% проб – граничну межу 3 категорії екологічної оцінки (0,01 мг/дм³), тобто

Зміна еколого-санітарних показників води оз. Кугурлуй у часі

Інгредієнти	Період досліджень											
	1950-1955	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2012		
рН, од	8,17	8,21	8,42	8,29	8,35	8,22	8,09	8,15	8,06	8,00		
N-NO ₂ , мг/дм ³	0,003	0,0056	0,0027	0,01	0,06	0,03	0,03	0,03	0,01	0,011		
N-NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	0,378	0,462	0,283	0,02	0,047	0,361	1,00	0,31	0,31	0,253		
N-NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	0,05	0,055	0,12	0,44	0,03	0,03	0,17	0,17	0,24	0,197		
N заг, мг/дм ³	0,433	0,5226	0,4057	0,47	0,13	0,30	1,30	0,51	0,56	0,461		
O ₂ , мгO ₂ /дм ³	9,84	9,78	10,21	8,97	8,48	9,73	8,89	8,75	9,04	9,07		
O ₂ , % насичення	-	-	98,07	-	83,43	83,77	80,16	80,32	-	83,53		
CO ₂ , мг/дм ³	0,23	0,67	0,88	1,32	2,73	4,27	6,57	3,35	3,09	4,75		
Прозорість, см	-	17,96	9,62	9,25	9,33	26,33	29,75	24,90	20,00	10,3		
Кольоровість, град	12,44	14,36	15,75	15,25	18,38	18,00	18,1	18,2	19,2	10,76		
Зваж. реч., мг/дм ³	-	-	-	-	42,30	56,68	85,20	40,47	38,52	82,50		
ПО, мгO/дм ³	3,83	6,67	6,31	7,40	-	-	5,70	5,44	7,50	6,79		
БО, мгO/дм ³	-	-	-	-	16,80	14,19	16,50	14,60	26,30	19,82		
БСК ₅ , мгO ₂ /дм ³	-	-	-	-	2,87	3,07	3,52	2,20	3,30	3,32		
PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³	-	0,018	0,023	0,033	0,076	0,066	0,092	0,025	0,038	0,036		
P, заг. мг/дм ³	-	-	-	0,041	0,135	0,152	0,158	0,097	0,109	0,105		

Зміна еколого-санітарних показників води оз. Кугурлуй за фазами водного режиму

Інгредієнти	Період досліджень																							
	Весняна повінь							Літня межень							Зимова межень									
	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2012	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2012	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2012	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2012								
рН, од	8,37	8,21	8,05	8,21	8,38	8,23	8,15	8,07	8,18	8,20	8,12	7,96	0,0027	0,025	0,023	0,012	0,0025	0,040	0,029	0,009	0,001	0,064	0,050	0,018
N-NO ₂ , мг/дм ³	-	0,45	0,79	0,35	0,010	0,342	0,44	0,14	-	0,088	0,90	0,36	0,50	0,027	0,19	0,16	0,525	0,04	0,13	0,25	-	0,014	0,15	0,25
N-NO ₃ , мг/дм ³	10,79	9,19	9,39	9,31	9,13	7,97	7,12	7,80	7,71	11,65	9,47	10,43	102,5	82,1	84,91	89,4	101,0	89,0	82,66	89,50	63,0	83,83	68,11	77,20
% насичення	-	3,25	4,55	2,16	-	-	3,51	3,84	-	4,98	4,23	6,11	10,0	22,7	27,82	14,8	10,75	21,83	27,89	16,44	-	27,75	24,56	21,48
Прозорість, см	15,36	18,2	18,44	12,27	16,11	18,25	17,83	15,56	16,5	18,4	20,50	17,70	-	43,25	62,01	56,18	-	84,30	126,74	66,05	-	38,02	61,04	54,52
Зваж. реч., мг/дм ³	6,58	6,28	6,10	6,50	6,17	-	5,42	6,38	5,6	3,08	3,79	7,50	-	15,83	13,37	18,96	-	15,7	17,56	25,10	-	11,4	14,50	28,40
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	-	2,95	2,74	2,44	-	3,66	2,98	4,47	4,00	2,50	2,75	4,11	0,027	0,065	0,074	0,030	0,035	0,066	0,088	0,040	0,040	0,060	0,068	0,054
Р ₄ ³⁻ , мг/дм ³	0,038	0,166	0,113	0,106	0,058	0,142	0,132	0,170	0,061	0,124	0,141	0,093	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примітка: – достовірні дані відсутні.

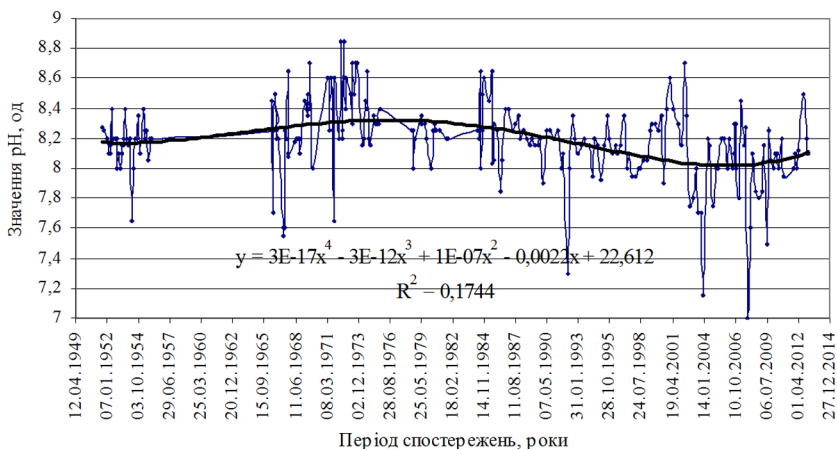


Рис. 6. Динаміка коливання величини рН у воді оз. Кугурлуй

66,84% проб води озера були досить чистими й мали добрий екологічний стан за цим показником. За середньоарифметичними значеннями NO_2^- вода озера в 1950-1955, 1971-1975 рр. належала до 2 категорії якості (чиста), у 1966-1970, 1976-1980, 2001-2005 рр. – до 3 категорії якості (досить чиста), у 2006-2013 рр. – до 4 категорії якості, у 1986-2000 рр. – до 5 категорії якості, у 1981-1985 рр. – до найгіршої 6 категорії якості. Середньоарифметична концентрація азоту нітритів у воді озера у період 1950-2013 рр. за фазами водного режиму є наступною: у весняну повінь – $0,0129 \text{ мг/дм}^3$ (4 категорія якості), у літню межень – $0,0114$ (4 категорія якості), у зимову межень – $0,0359$ (5 категорія якості), восени – $0,316 \text{ мг/дм}^3$ (5 категорія якості) [6]. За менш короткі періоди досліджень забруднення води нітритами мало значні коливання у кожній із фаз водного режиму (табл. 5). Але найвищими ці показники були в період зимової межені.

Концентрація нітратів у воді оз. Кугурлуй змінювалась від 0 (21.09.1954 р., 1.11.1954 р., 1.10.1955 р.) до $5,57$ (21.01.91) мг/дм^3 . У жодній з проб води озера уміст NO_3^- не перевищував ГДК для водойм рибогосподарського й господарсько-побутового призначення. При цьому 76,06% проб води мали значення нижчі граничного рівня 3 категорії екологічної оцінки (добрий екологічний стан), а 49,57% проб води відносилися до 1 категорії якості й були дуже чистими. За середньоарифметичними показниками в

періоди 1976-1985 рр. вода за цим показником відносилася до 1 категорії якості й була дуже чистою, у 1971-1975, 2006-2013 рр. – до 2 категорії якості, у 1950-1955, 1966-1970, 1986-1990, 1996-2005 рр. – до 3 категорії якості (досить чиста), у 1991-1995 рр. – до 5 категорії якості (помірно забруднена). Середньоарифметична концентрація азоту нітратів у воді озера у період 1950-2013 рр. за фазами водного режиму є наступною: у весняну повінь – 0,548 мг/дм³ (4 категорія якості), у літню межень – 0,329 (3 категорія якості), у зимову межень – 0,499 (3 категорія якості), восени – 0,264 мг/дм³ (2 категорія якості). В останні 40 років концентрація нітратів найнижчою була у літню межень (табл. 5).

Концентрація NH_4^+ у воді озера *Кугурлуй* змінювалась від 0 (10,1% проб) до 1,0 (12.06.79) мг/дм³. В 14,14% проб води концентрація амонійного азоту перевищувала значення ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,39 мг/дм³), а в 19,44% проб – граничну межу 3 категорії екологічної оцінки. За середньоарифметичним значеннями вода характеризувалась таким чином: у період 1950-1955, 1966-1970, 1981-1990 рр. – 1 категорія якості; 1971-1975, 1991-2000, 2006-2013 рр. – 2 категорія якості; 2001-2005 рр. – 3 категорія якості; у 1976-1980 рр. – 4-та категорія якості. Середньоарифметичні значення NH_4^+ за фазами водного режиму за період досліджень становили: весняна повінь – 0,149 мг/дм³, літня межень – 0,185, зимова межень – 0,168, осінь – 0,185 мг/дм³. Отже, забруднення азотом аміаку води *Кугурлуй* було найвищим в літню межень й восени, найнижчим – у весняну повінь.

Уміст фосфатів у воді озера змінювався від 0 (21.04.1966, 11.10.1971, 13.08.1975 й ін.) до 0,21 (10.10.1986 р.) мг/дм³. Загалом лише 4,44% проб води перевищували граничну межу 3 категорії екологічної оцінки. Середньоарифметичні значення за всі періоди досліджень були в 2 і більше раз нижчими значень 3 категорії якості. За середньоарифметичними значеннями вмісту фосфатів у воді оз. *Кугурлуй* вода у 1966-1975, 1996-2000 рр. відносилася до 2 категорії якості, у 1976-1980, 2001-2013 рр. – до 3 категорії якості, у 1981-1995 рр. – до 4 категорії якості. За фазами водного режиму середньоарифметична концентрація фосфатів у воді оз. *Кугурлуй* у 1950-2013 рр. була наступною: весняна повінь – 0,046 мг/дм³, літня межень – 0,130, зимова межень – 0,56, осінь – 0,036 мг/дм³. Отже, найвищою є концентрація фосфатів у воді озера в літню межень,

що перевищує їх уміст восени в 3,6 рази.

Уміст кисню у воді оз. *Кугурлуй* змінювався від 3,92 (21.01.91) до 15,06 (31.12.53) мгО₂/дм³. Проб води з умістом кисню нижче ГДК для водойм господарсько-побутового призначення мало, лише 0,6%, а з концентрацією вищою за граничний рівень 3 категорії екологічної оцінки (> 7,5 мгО/дм³) – 81,29%, тобто з добрим екологічним станом. За середньоарифметичними значеннями умісту кисню вода у всі періоди досліджень відносилася до 1 категорії якості й була дуже чистою. Середньоарифметичний уміст кисню за фазами водного режиму протягом усього періоду досліджень наступний: весняна повінь – 9,51 мгО/дм³ або 87,2% насичення, літня межень – 7,99 мгО/дм³ або 90,77%, зимова межень – 10,42 мгО/дм³ або 74,52%, осінь – 9,05 мгО/дм³ або 85,79% насичення.

Перманганатна окиснюваність води оз. *Кугурлуй* змінювалась від 2,1 (12.05.71 р., 20.04.1999 р.) до 14,5 (19.04.2005) мгО/дм³. В 9,66% проб перманганатна окиснюваність була нижчою за рівень 1 категорії якості, в 42,61% проб – за рівень 2 категорії, а 84,09% проб – за рівень 3 категорії якості (добрий екологічний стан). Проб води з окиснюваністю вищою за граничний рівень 5 категорії якості не відмічено. За середньоарифметичними показниками ПО вода у 1950-1955 рр. відносилася до 2 категорії якості (чиста за забрудненням органічними речовинами), у 1966-1980, 1991-2013 рр. – до 3 категорія якості (досить чиста). Середньоарифметичні значення ПО за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 5,89 мгО/дм³, літня межень – 5,57, зимова межень – 5,47, осінь – 6,30 мгО/дм³. Значення близькі. Але найнижчими були у зимову межень.

Біхроматна окиснюваність води змінювалась від 4,8 (15.01.88) до 53,1 (21.10.2004) мгО/дм³. 12,36% проб води мали значення БО нижчі граничного рівня 1 категорії якості, 47,19% проб – нижчі рівня 2 категорії якості, а 80,99% проб – нижчі граничного рівня 3 категорії якості. Треба відмітити, що 4,49% проб води мали забруднення органічними речовинами за БО на рівні 6 категорії якості – брудні. За середньоарифметичними показниками БО вода у 1986-1990, 1996-2000 рр. відносилася до 2 категорії якості, у 1981-1985, 1991-1995, 2006-2013 рр. – до 3 категорії якості, а в 2001-2005 рр. – до 4 категорії якості. Середньоарифметичні значення БО за фазами водного режиму за період досліджень (1981-2013 рр.) становили: весняна повінь – 15,31 мгО/дм³, літня межень – 18,72,

зимова межень – 17,44, осінь – 19,83 мгО/дм³. Отже, забруднення органічними речовинами води Кугурлуу за БО було найвищим восени, найнижчим – у весняну повінь.

Біологічне споживання кисню протягом п'яти діб у воді оз. Кугурлуу змінювалось від 0,59 (20.04.99) до 13,5 (22.12.2012) мгО/дм³. Середньоарифметичне значення за весь період досліджень становить 3,22 мгО/дм³. В 50,46% проб БСК₀₅ перевищувало ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (3 мгО/дм³), а в 77,57% проб – граничний рівень 3 категорії екологічної оцінки. За середньоарифметичними значеннями БСК₀₅ вода у всі періоди досліджень відносилася до 4 категорії якості (слабо забруднена). Середньоарифметичні значення БСК₀₅ за фазами водного режиму за період досліджень (1978-2013 рр.) становили: весняна повінь – 2,67 мгО/дм³, літня межень – 3,77, зимова межень – 3,33, осінь – 3,21 мгО/дм³. Отже, за приведеними вище значеннями БСК₀₅, забруднення води оз. Кугурлуу органічними речовинами відповідало 4 категорії якості у всі фази водного режиму [6].

Оцінювання якості води за специфічними показниками токсичної дії. Уміст **нафтопродуктів** у воді оз. Кугурлуу змінювався від 0 (36,6% проб) до 1,25 (20.07.90) мг/дм³ при середньоарифметичному значенні 0,082 мг/дм³ (4 категорія якості, вода слабо забруднена). В 60,71% проб уміст НП перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення й граничний рівень 3 категорії екологічної оцінки (0,05 мг/дм³), а в 7,1% проб – ГДК для водойм господарсько-побутового призначення й граничний рівень 7 категорії екологічної оцінки (0,3 мг/дм³). За середньоарифметичними показниками вода озера в період 2006-2013 рр. відносилася до 1 категорії якості, в 1976-1980 рр. – до 2, в 2001-2005 рр. – до 3, в 1981-1985, 1996-2000 рр. – до 4, в 1986-1990 рр. – до 5, в 1991-1995 рр. – до 6 категорії якості, тобто сильно забруднена (табл. 6). Середньоарифметичні значення НП за фазами водного режиму за період досліджень (1978-2013 рр.) становили: весняна повінь – 0,106 мг/дм³ (5 категорія якості), літня межень – 0,116 (5 категорія якості), зимова межень – 0,053 (4 категорія якості), осінь – 0,053 мгО/дм³.

Уміст фенолів у воді оз. Кугурлуу змінювався від 0 (18.09.2009) до 0,009 (17.01.1989, 21.01.1998) мг/дм³ при середньоарифметичному значенні 0,0041 мг/дм³ (5 категорія якості, вода помірно забруднена). В 89,3% проб уміст фенолів

перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення й граничний рівень 3 категорії екологічної оцінки (0,001 мг/дм³). За середньоарифметичними показниками умісту фенолів, вода озера в період 1981-1985 рр. відносилася до 3 категорії якості, 2006-2013 рр. – до 4 категорії якості, в 1986-2005 рр. – до 5 категорії якості, тобто вода брудна (табл. 6). Середньоарифметичні значення фенолів за фазами водного режиму за період досліджень (1978-2013 рр.) становили: весняна повінь – 0,0057 мг/дм³ (6 категорія якості), літня межень – 0,0059 (6 категорія якості), зимова межень – 0,0042 (5 категорія якості), осінь – 0,003 мг/дм³ (6 категорія якості) [14].

У воді оз. *Кугурлуй* **уміст СПАР** змінювався від 0 (33,3% проб) до 0,12 (22.04.2009 р.) мг/дм³ при середньоарифметичному значенні 0,023 мг/дм³. У жодній з проб води озера не було перевищення ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,2 мг/дм³). В 58,06% проб концентрація СПАР була нижчою граничного рівня 3 категорії екологічної оцінки. За середньоарифметичними показниками СПАР вода озера в 1986-1990, 2001-2005 рр. відносилася до 3 категорії якості, в 1976-1985, 1991-2000, 2006-2013 рр. – до 4 категорії якості. Середньоарифметичні значення СПАР за фазами водного режиму за період досліджень (1978-2013 рр.) становили: весняна повінь – 0,032 мг/дм³ (4 категорія якості), літня межень – 0,029 (4 категорія якості), зимова межень – 0,011 (3 категорія якості), осінь – 0,019 мг/дм³ (3 категорія якості).

Уміст ртуті у воді оз. *Кугурлуй* змінювався від 0 (27.04.1987р., 31.10.1988 р.) до 0,01 (22.12.2012 р.) мг/дм³ при середньоарифметичному значенні 0,0014 мг/дм³, що відповідає 6 категорії забруднення води. За середньоарифметичними значеннями умісту ртуті у воді озера її оцінено наступним чином: 1986-1995, 2006-2013 рр. – 5 категорія якості (помірно забруднена), 1996-2005 рр. – 6 категорія якості (брудна) (табл. 6).

Уміст міді у воді озера змінювався від 0 (15.01.1988 р., 22.04.1988 р.) до 0,2 (10.04.1989 р.) мг/дм³ при середньоарифметичному значенні 0,00818 мг/дм³ (4 категорія якості). В 42,55% проб води уміст міді перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення, а в 38,3% проб – граничну межу 3 категорії екологічної оцінки.). За середньоарифметичними показниками умісту міді, вода озера в період 1981-1985 рр. 1991-2000 рр. відносилася до 3 категорії якості, 2001-2013 рр. – до 4 категорії якості, в 1986-1990 рр. – до 5 категорії якості, тобто вода

Таблиця 6

Зміна специфічних показників токсичної дії у воді оз. Кугурлуй у часі

Інгредієнти	1975-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2012
Феноли	-	0,001	0,0048	0,0048	0,0053	0,0046	0,0025
НП	0,025	0,053	0,167	0,221	0,051	0,036	0,006
СПАР	0,025	0,028	0,018	0,035	0,021	0,014	0,027
α -ГХЦГ	-	0,0000006	0,000000125	0,00000013	0,00	0,00	0,0048
γ -ГХЦГ	-	0,00000048	0	0,00000909	0	0	0
ДДТ	-	0,00011	0,00001025	0,00000018	0,00000034	0,000000023	0,0045
ДДЕ	-	0,00002	0,0000035	0,00000021	0	0	0
Si	-	3,03333	1,20625	0,68	1,63	2,29	3,00
Cu ²⁺	-	0,0012	0,0181	0,0018	0,00125	0,0032	0,0058
Zn ²⁺	-	0,00286	0,00302	0,00179	0,00333	0,0037	0,008
Fe ²⁺	0,055	0,086	0,172	0,073	0,101	0,095	0,113
Cr ⁶⁺	-	0,00076	0,000875	0,00107	0,00305	0,00201	0,0075
Mn ²⁺	-	0,00975	0,00975	0,012	0,016	0,034	0,014
Hg ²⁺	-	-	0,00052	0,00068	0,00115	0,00128	0,008
F ⁻	-	0,51	0,60	0,488	0,465	0,48	0,47

брудна (табл. 6). Середньоарифметичний уміст міді у воді озера за фазами водного режиму наступний: весняна повінь – 0,0167 мг/дм³ (5 категорія якості), літня межень – 0,0011 (3 категорія якості), зимова межень – 0,0015 (3 категорія якості), осінь – 0,0013 мг/дм³ (3 категорія якості).

Концентрація цинку у воді оз. Кугурлуй за період 1978-2012 рр. змінювалася від 0,00036 (29.01.1990 р.) до 0,01 (22.12.2012 р.) мг/дм³. Проб води з перевищенням ГДК для водойм рибогосподарського призначення не зафіксовано. За середньозваженим вмістом **цинку** вода в озері Кугурлуй у всі періоди досліджень належала до 1 категорії якості.

Уміст заліза у воді оз. Кугурлуй змінювався від 0 (22,28% проб) до 0,74 (21.01.1987 р.) мг/дм³. Середньоарифметична концентрація заліза у воді озера за період 1950-2013 рр. складає 0,078 мг/дм³. При цьому 27,1% проб води мали значення вищі від ГДК для водойм рибогосподарського призначення й граничного рівня 3 категорії екологічної оцінки, 3,0% – для водойм господарсько-побутового призначення, й 7,8% проб – за ГДК для води питного водопостачання. За вмістом **заліза** вода у 1950-1955, 1971-1975 рр. відносилася до 1 категорії якості, у 1976-1980, 1991-1995 рр. до 2 категорії якості, в 1966-1970, 1981-1985 і 2001-2005 рр. – до 3 категорії якості, в 1986-1990, 1996-2000, 2006-2013 рр. – до 4 категорії якості (слабко забруднена). Середньоарифметичний уміст заліза у воді озера за фазами водного режиму наступний: весняна повінь – 0,071 мг/дм³ (2 категорія якості), літня межень – 0,066 (2 категорія якості), зимова межень – 0,112 (4 категорія якості), осінь – 0,083 мг/дм³ (3 категорія якості). Найбільш високі концентрації заліза у воді озера за фазами водного режиму фіксували в зимову межень, найменші – у літню межень.

Уміст Cr⁶⁺ у воді озера змінювався від 0 (48,7% проб) до 0,017 мг/дм³ (20.10.2009). При цьому, 46,1% проб мали значення вищі за ГДК для водойм рибогосподарського призначення. За вмістом **хрому** шестивалентного вода в озері *Кугурлуй* за фазами водного режиму була такою: весняна повінь – 0,002 мг/дм³, літня межень – 0,0031, зимова межень – 0,0047, осінь – 0,0059 мг/дм³.

Уміст марганцю у воді озера змінювався від 0 (50,7% проб) до 0,039 мг/дм³ (29.01.1990 р.). При цьому, 21,05% проб мали значення вищі за ГДК для водойм рибогосподарського призначення. Середньоарифметичне значення концентрації марганцю у воді

озера Кугурлуй складає 0,0078 мг/дм³. Для більш повного аналізу концентрації марганцю у воді озера за фазами водного режиму та 5-річними періодами недостатньо даних.

Уміст **ртуті** у воді озера Кугурлуй змінювався від 0 (27.04.1987 р., 31.10.1988 р., 20.07.2007 р.) до 0,01 (22.12.2012 р.) мг/дм³ при середньоарифметичному значенні 0,00144 мг/дм³, що відповідає 5-й категорії якості. За середнім умістом ртуті вода Дунаю у 1986-1995 рр., 2006-2013 рр. відносилася до 5 категорії якості, у 1996-2005 рр. – до 6.

Уміст **фторидів** у воді оз. Сасик змінювався від 0,28 (10.01.1990, 11.07.1994 р.) до 0,62 (15.10.2009 р.) і 0,8 (10.04.1989р., 30.04.1991 р.) мг/дм³, тобто жодна з проб не перевищувала ГДК для водойм рибогосподарського призначення (1,5 мг/дм³), але в усіх пробах уміст був вищим за граничний рівень 3 категорії екологічної оцінки (0,15 мг/дм³). 27,6% проб води оз. Кугурлуй мали значення вищі за 0,5 мг/дм³ (брудні, 6 категорія якості), а ін. 72,4% проб відносилися до помірно брудних (5 категорія якості). За середнім умістом фторидів вода у всі періоди досліджень відносилася до 5 категорії якості (помірно забруднена).

Уміст пестицидів оз. *Кугурлуй* змінювався від 0 до 0,000349 мг/дм³. У найгіршому стані, за вмістом хлорорганічних пестицидів вода належала до 3-ї категорії, досить чиста, в інших випадках вода була чистою.

Розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ) проводиться за обмеженим числом інгредієнтів. Визначається середнє арифметичне значення результатів хімічних аналізів по кожному з таких показників: азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню. Знайдене середнє арифметичне значення кожного з показників порівнюється з гранично допустимими концентраціями. При цьому у випадку розчиненого кисню величина гранично допустимої концентрації ділиться на знайдене середнє арифметичне значення концентрації кисню, тоді як для інших показників це робиться навпаки.

За нашими розрахунками **ІЗВ** в оз. Кугурлуй змінювався від 0,64 (18.04.2008 р.) до 5,69 (20.07.1990 р.) при середньоарифметичному значенні за 1978-2013 рр. 1,54. Значення індексу забруднення води за більш короткі періоди досліджень приведено в табл. 7.

Отже, за розрахованими індексами забруднення вода

оз. Кугурлуй у всі періоди досліджень відносилася до 3 категорії якості – помірно забруднена під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистеми [15].

Загальне оцінювання води оз. Кугурлуй *за всією множиною показників* (26, за так званою функцією міри R, яка є середньозваженою величиною в шкалі рангів [15]) наведена у табл. 8 і свідчить, що вода у 1950-1955 рр. належала до 2 категорії якості, у 1966-1980 рр. – до 3, у 1981-2013 рр. – до 4 категорії якості.

Іригаційне оцінювання 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.

Виконана іригаційна оцінка води оз. Кугурлуй *за методикою Буданова* (співвідношення $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$) [3], свідчить про варіювання показника в межах від 0,15 (1.10.1955 р.) до 9,07 (21.01.1987 р.) при середньоарифметичному значенні 2,73 за весь період досліджень. У 83,72% проб води озера співвідношення $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ було більшим граничнодопустимого рівня ($< 1,0$).

У 1950-1955 рр. співвідношення $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ у воді озера змінювалось від 0,15 до 1,1 (2.10.1952 р.) і перевищувало встановлені межі лише в 4 пробах з 40. При середньоарифметичному значенні співвідношення $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ 0,60 (табл. 9). Отже, прісна вода придунайських озер, ще до захисту заплави Дунаю від щорічного затоплення (до побудови дамби, 1962-1965 рр.) при використанні на зрошення в окремі періоди могла викликати натрієве осолонцювання ґрунтів, незважаючи на мінералізацію, що не перевищувала 500 мг/дм^3 . З 1966 р. до 1985 р. середньоарифметичне значення співвідношення $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ у воді озера зростало, пізніше зменшувалося, а вода до цього часу є не придатною для зрошення через загрозу натрієвого осолонцювання (табл. 9). Ця методика іригаційної оцінки не ввійшла до Державного стандарту на поливну воду, але є найбільш прийнятною для умов України при визначенні загрози натрієвого осолонцювання.

Сума всіх головних іонів хімічного складу мг-екв/дм^3 поділена на величину жорсткості ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) змінювалася від 2,13 (1.10.1955 р.) до 16,13 (21.01.1987 р.) при середньоарифметичному значенні 4,27, що перевищує граничну межу встановлену для

Розрахунок індексу забруднення води оз. Кугурлуй в часі

Роки	1978-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2013
ІЗВ	1,11	1,25	1,93	2,03	1,60	1,43	1,21

Загальне оцінювання якості води за всією множиною показників

Категорії якості води	Кількість показників відповідної категорії та загальна оцінка якості води													
	1950-1955	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2013				
1	5	3	3	4	6	4	2	2	2	3				
2	4	2	5	2	0	1	4	5	1	5				
3	3	6	3	4	5	5	4	5	12	4				
4	2	3	2	6	5	5	5	6	5	7				
5	-	1	1	2	4	8	8	5	3	5				
6	-	0	1	0	2	3	3	3	3	2				
7	-	1	1	2	2	0	0	0	0	1				
Загальна оцінка R	2,14	3,06	3,00	3,40	3,63	3,81	3,85	3,62	3,58	3,73				

Іригаційне оцінювання води оз. Кугурлуй у різні періоди

Показники оцінювання	Період досліджень, роки													
	1950-1955	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2013				
N^+/Ca^{2+}	0,60	2,15	3,06	4,87	5,11	3,89	2,88	3,10	2,39	2,39				
$Na^+/Ca^{2+}+Mg^{2+}$	0,38	0,99	1,30	1,75	1,81	1,71	1,25	1,20	1,01	1,05				
Сума $K^+A/Ca^{2+}+Mg^{2+}$	2,76	3,95	4,60	5,51	5,64	5,42	4,50	4,38	4,02	4,09				
$(Mg^{2+}/Ca^{2+}+Mg^{2+}) * 100$	37,12	52,69	57,77	64,64	65,07	56,28	54,80	59,55	55,11	55,74				
SAR	1,35	4,44	6,16	8,90	9,98	7,32	5,22	5,06	4,23	4,75				
$HCO_3^-Ca^{2+}$	0,61	0,62	0,82	1,10	1,19	1,38	1,53	1,57	1,21	1,51				
$Na/Ca+Mg+Na+K * 100$	26,66	48,43	54,50	62,25	62,12	58,31	53,99	52,91	48,16	49,34				
Екв. Cl	1,53	5,19	7,66	8,40	9,89	6,50	4,57	4,92	4,53	4,73				

цього показника при зрошенні середньо- і важкосуглинкових ґрунтів (≤ 4). В 55,04% проб води цей показник перевищував граничнодопустимий рівень. Це свідчить, що загальний уміст солей у озері є високим, а зрошувальна вода викликає засолення ґрунтів [3].

У воді оз. Кугурлуй співвідношення $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ у мг-екв/дм³ змінювалось від 0,07 (1.10.1955 р.) до 7,03, (21.01.1987 р.) при середньоарифметичному значенні 1,15. У різні періоди досліджень середньоарифметичні значення цього показника зростали від 0,38 за 1950-1955 рр. до 1,81 у 1981-1985 рр., при тому, що мало б бути не більше 0,7. В 76,75% проб води співвідношення $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ було вищим граничнодопустимого рівня. Отже, й за цією іригаційною методикою оцінювання (Буданов) вода оз. Кугурлуй викликала натрієве осолонцювання зрошуваних ґрунтів у всі періоди крім 1950-1955 рр.

Виконане іригаційне оцінювання води оз. Кугурлуй за фазами водного режиму свідчить, що найбільш придатна вода для зрошення у весняну повинь, найменш придатна – восени (табл. 10). Це стосується середньоарифметичних результатів отриманих за усіма методиками іригаційної оцінки поливної води.

Таблиця 10

**Іригаційне оцінювання води оз. Кугурлуй
за фазами водного режиму**

Показники оцінювання	Весняна повинь	Літня межень	Зимова межень	Осінь
$\text{N}^+/\text{Ca}^{2+}$	2,20	2,80	2,65	3,11
$\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$	0,94	1,15	1,19	1,27
Сума $\text{K}^+/\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$	3,90	4,30	4,38	4,54
$(\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+})*100$	52,60	54,11	53,25	56,46
SAR	4,41	5,23	5,20	5,87
$\text{HCO}_3^-/\text{Ca}^{2+}$	0,92	1,08	1,17	1,19
$\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}+\text{Na}^+/\text{K}^+*100$	45,24	49,63	48,64	52,77
Екв. Cl	4,90	5,41	4,85	6,15

Важливим критерієм оцінювання якості води для зрошення є вміст у ній магнію за методикою Саболяча й Дараб, який негативно

діє на ґрунти при його вмісті в поливній воді понад 50% від суми кальцію і магнію. Співвідношення магнію до кальцію у воді озера Кугурлуй змінювалося від 22,43 до 76,14%-екв. При цьому, в 70,06% проб уміст магнію перевищував граничний рівень (< 50%-екв). Отже, вода озера є загрозовою для магнієвого осолонцювання зрошуваних ґрунтів при використанні для поливів починаючи з 1966 р.

За методикою Департаменту сільського господарства США встановлюють загрозу засолення й підлугування ґрунтів за коефіцієнтом SAR. За період досліджень вода озера Кугурлуй мала SAR від 0,26 до 25,27, при середньоарифметичному 5,23. Загалом, лише 14,73% проб води озера мали значення SAR загрозові для підлучення зрошуваних ґрунтів. За середньоарифметичними показниками SAR вода є слабо лужною з невисокою небезпекою осолонцювання [7].

За методикою Можейка і Воротнік, вода придунайських озер мала співвідношення суми натрію та калію до суми всіх катіонів від 6,27 (1.10.1955 р.) до 87,55 (21.01.1987 р.) %-екв при середньоарифметичному значенні 49,47%-екв. При цьому, 90,70% проб води озера мали значення (г) нижчі за загрозовий рівень для осолонцювання ґрунтів. За цією методикою оцінки (яка закладена в державний стандарт на поливну воду) вода придатна для зрошення й не викликає осолонцювання у всі періоди досліджень. Та фактичні дані осолонцювання зрошуваних ґрунтів південно-західної частини Одеської обл. при поливі водою придунайських озер свідчать про протилежне. Тому ця методика іригаційної оцінки поливної води мало придатна для умов України.

Розрахунок кількості гіпотетичних солей у воді оз. Кугурлуй дав наступні результати. Вода у всі періоди досліджень містила найбільш токсичну сіль – соду (табл. 11), яка викликає підлучення й натрієве осолонцювання зрошуваних ґрунтів. Так, середньоарифметичний уміст токсичних хлоридів натрію змінювався від 0,68 до 5,64 мг-екв/дм³, сульфатів натрію – 0,483-8,004, сульфатів магнію – 0,499-3,238, гідрокарбонатів кальцію – 1,756-2,00, гідрокарбонатів магнію – 0,691-1,812, нетоксичних сульфатів кальцію – 0,027-0,628 мг-екв/дм³ (табл. 11).

Розрахунок *кількості токсичних солей в еквівалентах хлору* розраховано за кількістю гіпотетичних солей. За середньоарифметичним значенням цього показника вода озера у всі

Уміст гіпотетичних солей у воді оз. Кугурлуй, мг-екв/дм³

Показники оцінювання	Період досліджень, роки													
	1950-1955	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2013				
NaCO ₃	0,036	0,081	0,215	0,049	0,128	0,053	0,024	0,044	0,064	0,024				
Ca(HCO ₃) ₂	1,912	1,894	1,994	2,000	2,000	1,852	1,804	1,756	1,865	1,940				
Mg(HCO ₃) ₂	0,691	1,042	1,316	1,456	1,812	1,609	1,667	1,519	1,263	1,631				
NaHCO ₃	0,014	0,027	0	0	0	0,082	0,041	0,077	0,027	0,216				
CaSO ₄	0,098	0,452	0,492	0,358	0,628	0,306	0,177	0,027	0,077	0,341				
MgSO ₄	0,499	1,606	2,261	2,999	3,238	1,459	0,822	1,244	1,136	1,246				
NaSO ₄	0,483	1,698	3,435	5,772	8,004	3,710	2,507	2,187	1,649	2,418				
CaCl ₂	0	0,011	0	0	0	0	0	0	0	0				
MgCl ₂	0,017	0,011	0,057	0	0	0	0	0	0,062	0,036				
NaCl	0,680	3,285	3,785	5,578	5,640	4,264	2,983	3,152	2,760	2,987				

періоди досліджень відносилася до 1 класу й була придатною для зрошення усіх типів ґрунтів. Засолення ґрунту не викликала.

Висновки. У розвитку гідрохімічного режиму озера Кугурлуй виділено наступні періоди: 1) 1950-1960 рр. – період природного обміну з Дунаєм, коли загальна мінералізація води в озері не перевищувала 400 мг/дм³ і майже не відрізнялась від мінералізації води р. Дунай; 2) 1963-1985 рр. – період постійного зростання мінералізації води й головних іонів в озері через суттєве зниження водообміну з Дунаєм; 3) 1986-1990 рр. – період значного зниження й стабілізації мінералізації води в озері після часткового покращення водообміну; 4) 1991-2013 рр. – період стабільно підвищеної мінералізації води озера Катлабуг, коливання якої залежить від водообміну з Дунаєм.

За ступенем мінералізації вода оз. *Кугурлуй* в період 1950-1955 рр. належала до прісної гіпогалинної 1 категорії якості, у 1966-1975 та 1986-2013 рр. – до прісної олігогалинної 2 категорії якості, у 1976-1985 рр. вода озера належала до солонуватої β-мезогалинної 3 категорії якості. Найбільш високою мінералізація води була в літню межень, а найменшою – у весняну повінь. Мінералізація води озера у літній період підвищується за рахунок умісту натрію, сульфатів, хлоридів, гідрокарбонатів.

За усередненим іонним складом вода озера в 1950-1955 рр. належала до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи, у 1966-1990 рр. – до сульфатного класу, натрієвої групи, в 1991-2013 рр. – до гідрокарбонатного класу натрієвої групи, другого типу, що відповідає співвідношенню катіонів: $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$.

За умістом сульфатів забруднення води змінювалося так: 1950-1955 рр. – 2 категорія якості; 1966-1970, 1991-2000 та 2006-2013 рр. – 5 категорія якості; 1971-1975, 1986-1990 рр. – 6 категорія якості; 1976-1985 рр. – 7 категорія якості.

За умістом хлоридів вода у 1950-1955 рр. належала до 2 категорії якості (чиста), у 1966-1975, 1991-2013 рр. – до 4 категорії якості (слабо забруднена), у 1976-1980 та 1986-1990 рр. – до 5 категорії якості (помірно забруднена), у 1981-1986 рр. – до 6 категорії якості (брудна).

За середньоарифметичними умістом зважених речовин вода озера у періоди 1981-1985, 1996-2005 рр. відносилася до 5-тої категорії якості; у 1986-1995, 2006-2013 рр. – до 6-ї категорії якості.

Найвища концентрація зважених часток за фазами водного режиму спостерігається в літню межень, найнижча – у зимову межень.

За середньоарифметичною величиною *pH* вода озера у 2001-2013 рр. належала до 3-ї категорії якості, у 1950-1955, 1966-1970, 1976-1980, 1986-1990, 1996-2000 рр. – до 4-ї, у 1971-1975, 1981-1985 рр. – до 5 категорії якості (загалом середньо лужна). Загалом 59,6% проб води озера Кугурлуй містили соду.

За середніми значеннями *прозорості* вода оз. Кугурлуй у 1966-1985 та 2006-2013 рр. відносилася до 7, у 1986-2005 рр. – до 6 категорії якості.

За середньоарифметичними значеннями *NO₂* вода озера в 1950-1955, 1971-1975 рр. належала до 2 категорії якості, у 1966-1970, 1976-1980, 2001-2005 рр. – до 3 категорії якості, у 2006-2013 рр. – до 4 категорії якості, у 1986-2000 рр. – до 5 категорії якості, у 1981-1985 рр. – до найгіршої 6 категорії якості. Забруднення води нітритами були найвищими в період зимової межені, найнижчими – літньої межені.

За забрудненням *нітратами* вода оз. Кугурлуй у 1976-1985 рр. відносилася до 1 категорії якості й була дуже чистою, у 1971-1975, 2006-2013 рр. – до 2 категорії якості, у 1950-1955, 1966-1970, 1986-1990, 1996-2005 рр. – до 3 категорії якості (досить чиста), у 1991-1995 рр. – до 5 категорії якості (помірно забруднена).

За забрудненням азотом аміаку вода у період 1950-1955, 1966-1970, 1981-1990 рр. відносилася до 1 категорія якості; 1971-1975, 1991-2000, 2006-2013 рр. – 2 категорія якості; 2001-2005 рр. – 3 категорія якості; у 1976-1980 рр. – 4-та категорія якості. Забруднення води Кугурлуй *азотом аміаку* було найвищим в літню межень й восени, найнижчим – у весняну повінь.

За середньоарифметичним умістом *фосфатів* вода оз. Кугурлуй у 1966-1975, 1996-2000 рр. відносилася до 2 категорії якості, у 1976-1980, 2001-2013 рр. – до 3 категорії якості, у 1981-1995 рр. – до 4 категорії якості. За фазами водного режиму концентрація фосфатів є найвищою в літню межень, найнижчою – восени.

За середньоарифметичними значеннями умісту *розчиненого кисню* вода у всі періоди досліджень відносилася до 1 категорії якості й була дуже чистою.

За середньоарифметичними показниками *ПО* вода у 1950-1955 рр. відносилася до 2 категорії якості (чиста за забрудненням органічними речовинами), у 1966-1980, 1991-2013 рр. – до 3

категорія якості (досить чиста).

Забруднення органічними речовинами води озера за показником **БО** оцінено наступним чином: у 1986-1990, 1996-2000 рр. вода відносилася до 2 категорії якості, у 1981-1985, 1991-1995, 2006-2013 рр. – до 3 категорії якості, а в 2001-2005 рр. – до 4 категорії якості.

За отриманими значеннями **БСК_{0,5}**, забруднення води оз. Кугурлуй органічними речовинами, відповідало 4 категорії якості у всі періоди досліджень і фази водного режиму.

За середньоарифметичними показниками забруднення **нафтопродуктами** вода озера в період 2006-2013 рр. відносилася до 1 категорії якості, в 1976-1980 рр. – до 2, в 2001-2005 рр. – до 3, в 1981-1985, 1996-2000 рр. – до 4, в 1986-1990 рр. – до 5, в 1991-1995 рр. – до 6 категорії якості.

За середньоарифметичними показниками умісту **фенолів**, вода озера в період 1981-1985 рр. відносилася до 3 категорії якості, 2006-2013 рр. – до 4 категорії якості, в 1986-2005 рр. – до 5 категорії якості.

За забрудненням **СПАР** вода озера в 1986-1990, 2001-2005 рр. відносилася до 3 категорії якості, в 1976-1985, 1991-2000, 2006-2013 рр. – до 4 категорії якості.

За середнім умістом **фторидів** вода у всі періоди досліджень відносилася до 5 категорії якості.

За забрудненням різними **важкими металами** вода озера відносилася до 3-6 категорії якості.

За розрахованими **індексами забруднення** вода оз. Кугурлуй у всі періоди досліджень відносилася до 3 категорії якості – помірно забруднена під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистеми.

Загальне оцінювання води оз. Кугурлуй **за всією множиною показників** (26, за так званою функцією міри R, яка є середньозваженою величиною в шкалі рангів) вода у 1950-1955 рр. належала до 2 категорії якості, у 1966-1980 рр. – до 3, у 1981-2013 рр. – до 4 категорії якості.

За Державним стандартом України на поливну воду (ДСТУ 2730-94) вода озера Кугурлуй у всі періоди досліджень придатна для зрошення ґрунтів усіх типів, засолення й осолонцювання не викликає. Але за найбільш придатними для умов України методами іригаційної оцінки (Буданова та Саболяч і Дарабі) вона з 1966 року загрозна для натрієвого й магнієвого осолонцювання та

хлоридного засолення зрошуваних ґрунтів і вимагає внесення кальцієвих солей та зниження лужності й ліквідації соди перед поливом.

**Рецензент – кандидат географічних наук, професор
А. М. Молочко**

Література:

1. Алёкин О. А. К вопросу о химической классификации природных вод [Текст] / О. А. Алёкин // Вопросы гидротехники. Ленинград : Гидрометиздат, 1946. – 240 с.

2. Батиметрическая съёмка озер Ялпуг и Кугурлуй [Текст] / [Сучков И. А., Федорончук Н. А., Золотарева И. Г. и др.] // Вісн. Одес. нац. ун-ту. – 2002. – Т. 7. – Вип. 2. Екологія. – С. 33-37.

3. Буданов М. Ф. Система и состав контроля за качеством природных и сточных вод при использовании их для орошения [Текст] / М. Ф. Буданов. – Киев : Урожай, 1970. – 48 с.

4. Водно-болотні угіддя України. Довідник [Текст] / Під ред. Марушевського Г. Б., Жарук І. С. – К. : Чорноморська програма Ветландс Інтернешнл, 2006. – 312 с.

5. Екологічна оцінка якості вод Дунаю [Текст] / [Лозовіцький П. С., Молочко А. М., Бібік В. М. та ін.] // Часопис картографії. – 2011. – Вип. 1. – С. 135-148.

6. Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України : Методика [Текст]. – [КНД 211.1.4.010.94]. – К. : 1994. – 37 с.

7. Классификация оросительной воды : Циркуляр № 969 Департамента сельского хозяйства США [Текст]. – [сокр. пер. с англ.]. – 1955.

8. Кузниченко С. Д. Об эксплуатационном режиме озера Кугурлуй-Ялпуг [Текст] / С. Д. Кузниченко // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2003. – Вип. 47. – С. 356-361.

9. Лозовіцький П. С. Водні та хімічні меліорації ґрунтів [Текст] / П. С. Лозовіцький. – К. : 2010. – 276 с.

10. Лозовицкий П. С. Мониторинг якості води озера Катлабуг [Текст] / П. С. Лозовицкий // Часопис картографії. – 2013. – Вип. 8. – С. 78-111.

11. Лозовіцький П. С. Статистичні закономірності результатів іригаційної оцінки природної води для зрошення [Текст] /

П. С. Лозовіцький // Аграрна наука і освіта. – 2008. – Том 9. – № 3-4. – С. 39-49.

12. Лозовіцький П. С. Хімічний склад води озера Кагул і її екологічна та іригаційна оцінка [Текст] / П. С. Лозовіцький, Ю. А. Лузовіцька // Картографія та вища школа. – 2009. – Вип. 15. – С. 85-91.

13. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод [Текст] / Ю. Ю. Лурье. – М. : Изд. Химия, 1973. – 253 с.

14. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [Текст] / [Романенко В. Д., Жукинський В. Н., Окснюк О. П. та ін.]. – К. : СИМВОЛ-Т, 1998. – 28 с.

15. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : Підручник [Текст] / С. І. Сніжко. – К. : Ніка-Центр, 2001. – 264 с.

16. Тучковенко Ю. С. Моделирование распространения загрязняющих веществ на акватории озер Ялпуг-Кугурлуй [Текст] / Ю. С. Тучковенко, Аль-Субари Али Ахмед Салех. – Український гідрометеорологічний журнал. – 2009. – № 5. – С. 15-26.

17. Якість води для зрошення. Екологічні критерії [Текст] : ВНД 33-5,5-02.97. – [Чинний від 1998-04-01]. – 8 с.

18. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії [Текст] : ДСТУ 2730-94. – [Чинний від 1995-01-01.]. – 14 с.

П. С. Лозовицкий

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОДИ ОЗЕРА КУГУРЛУЙ

Приведено результати хімічного складу води озера Кугурлуй за період 1978-2012 гг. и результати екологічної та іригаційної оцінки якості за багаторічний період.

Ключевые слова: вода, хімічний склад, мінералізація, оцінка, важкі метали, елементи.

P. Lozovitskyi

QUALITY MONITORING OF LAKE KATLABYD WATER

There are presented the chemical analysis results of lake Kygyrluj for period of 1978-2012 and results of ecological and irrigational quality estimation for multiyear period.

Key words: water, chemical composition, water mineralization, value, heavy metals, trace elements.

Надійшла до редакції 22 листопада 2013 р.