

УДК 504.064.54

**Лозовіцький П. С.**

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, Київ

## **ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ оз. ЯЛПУГ – м. БОЛГРАД ЗА ЕКОЛОГО-САНІТАРНИМИ КРИТЕРІЯМИ ТА СПЕЦИФІЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ ТОКСИЧНОЇ ДІЇ**

Наведено результати екологічної оцінки води оз. Ялпуг – м. Болград за трофо-сапробіологічними критеріями та специфічними речовинами токсичної дії за період 1951-2013 рр., розбитий на 11 коротких відрізків часу та за фазами водного режиму. Розраховано індекс забруднення води та загальне оцінювання води за всією множиною показників (за так званою функцією міри R). Загалом, вода північної частини озера є помірно забрудненою під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистеми.

**Ключові слова:** вода, температура, прозорість, окиснюваність, біогенні речовини, біологічне й хімічне споживання кисню, індекс забруднення води, важкі метали, елементи.

---

© П. С. Лозовіцький

**Вступ.** Ялпуг – озеро лиманного типу, найбільше природне озеро в Україні. Територіально розташоване у Болградському, Ізмаїльському і Ренійському районах Одеської області. У південній частині Ялпуг протокою сполучений з озером Кугурлуй; у найвужчому місці протоки в 70-х роках минулого століття споруджено дамбу з мостом в середній частині, по якій прокладено



**Рис. 1.** Схема розташування придунайських озер

дорогу Ізмаїл – Рені (рис. 1).

Після прокладання дамби водообмін між озерами Ялпуг та Кугурлуй скоротився майже на третину, що підвищило ступінь забруднення Ялпугу. Довжина озера 39 км, ширина до 15 км, площа 149 км<sup>2</sup>, середня глибина близько 2 м, максимальна – 6,4 м. Нижче наведено батиметричну карту оз. Ялпуг – Кугурлуй за даними досліджень [2]. Улоговина видовженої форми. Східний та західний береги переважно підвищені, розчленовані яругами, круто обриваються до його долини і тільки місцями корінний берег більш полого понижується. Водне живлення озера здійснюється головним чином за рахунок водообміну з озером Кугурлуй; з півночі впадає річка Ялпуг, з північного сходу підходить невелика річка Карасулак, що впадає в Ялпуг біля селища Криничне (Болградський район).

У розподілі намулів спостерігається певна різноманітність:

дно північної частини вкрите темно-сірим мулом, в центрі озера зустрічається глинястий мул сірого кольору, південна частина вкрита мулистим піском з черепашкою [15].

У північній частині водойма заростає переважно очеретом, а на півдні ростуть сусак, схеноплектус озерний та інші. Водна рослинність займає 24% загальної площі озера. На занурену (підводну) рослинність озеро бідне [3,10].

Як і в інших придунайських водоймах, в озері Ялпуг під впливом вітру відбувається інтенсивне перемішування водних мас. Внаслідок цього озеро влітку добре прогрівається і на різних глибинах зміни температур та розчинених газів незначні.

Температура води влітку становить +24, +25 °С, найбільша температура, за спостереженнями дослідників, досягала 31° С [5].

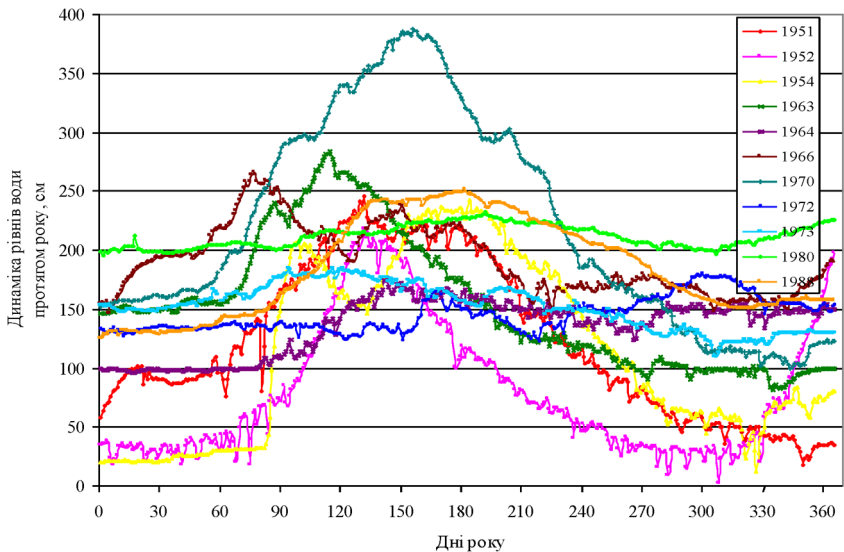
Озеро Ялпуг знаходиться в зоні несталих льодових явищ; тут впродовж зими буває кілька скресань та замерзань, а суцільною кригою озеро покривається не кожного року. Як правило, замерзає Ялпуг десь наприкінці листопада, а скресає з другої половини березня, тримається крига інколи півтора, а інколи і три з половиною місяці [3].

Коливання рівнів води в озері відбувається під впливом змін стоку води в Дунаї. В коливанні рівнів озера, як і Дунаю, відмічаються сезонні фази: зимовий мінімум і максимум, весняний мінімум, весняно-літній максимум, осінній мінімум. Амплітуда коливання становить 360 см (рис. 2).

Внаслідок нераціональної господарської діяльності, через скидний канал і річку Великий Ялпуг із Молдови у озеро потрапляють забруднюючі хімічні речовини [10, 13]. Так, у 1988 р., відбулося масове отруєння флори і фауни водойми. Та й на теперішній час озеро потребує проведення заходів щодо оздоровлення його екологічного стану та очищення.

**Мета досліджень** – установити стан забруднення води оз. Ялпуг – м. Болград за еколого-санітарними критеріями й специфічними речовинами токсичної дії та виявити закономірності їх змін у часі.

**Методика досліджень.** На основі результатів спостережень на стаціонарному гідрологічному пункті оз. Ялпуг – м. Болград в системі Держгідрометслужби України протягом 1950-2013 рр. [1, 3] та особистих досліджень автора [6-9] в цьому ж пункті протягом 1984-2000рр. було складено банк даних за наступними показниками якості: величина рН, вміст біогенних речовин (N-NH<sub>4</sub>,



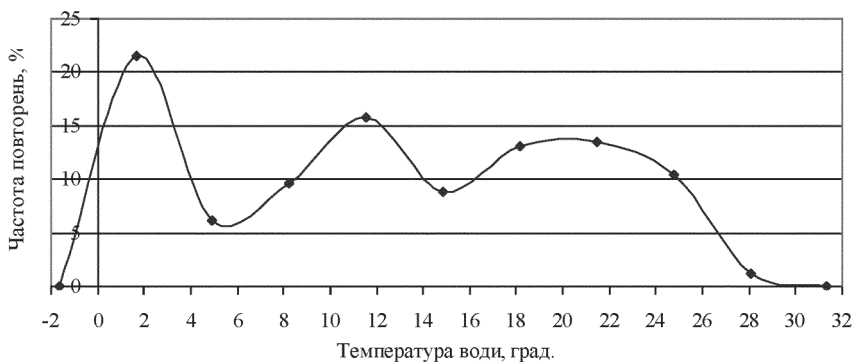
**Рис. 2. Динаміка коливання характерних рівнів води оз. Ялпуг – м. Болград**

N-NO<sub>2</sub>, N-NO<sub>3</sub>), загального азоту й фосфору, мінерального фосфору, зважених речовин, насиченість киснем (O<sub>2</sub>, мг/дм<sup>3</sup>), кольоровість води, перманганатна й біхроматна окиснюваність (ПО, БО), біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК<sub>5</sub>), хімічне споживання кисню (ХСК), вміст важких металів (Fe<sup>2+</sup>, Cr<sup>6+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>), фенолів, нафтопродуктів (НП), синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР), залишків деяких пестицидів. Аналіз води виконували за методикою [14]. Паралельні статистичні ряди даних хімічних аналізів містили до 267 значень.

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

**Результати досліджень і їх обговорення. Оцінювання якості води за еколого-санітарними показниками.** До трофо-сапробіологічних показників якості води відносяться: температура, жорсткість, зважені частки, рН, вміст кисню і насичення ним води, концентрація N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>2</sub>, N-NO<sub>3</sub>, P-PO<sub>4</sub>, загальний вміст фосфору, перманганатна й біхроматна окиснюваність, біологічне споживання кисню протягом п'яти діб, хімічне споживання кисню [4, 12].

Температура водного середовища впливає на швидкість розкладання та окиснення органічних речовин у воді. Вона пропорційна температурі води і зі змінням температури на 10 °С швидкість окиснення органічних речовин змінюється у 2,2 рази. Концентрація кінцевих продуктів окиснення органічних речовин у водному об'єкті пропорційна концентрації органічних речовин, які окислюються. Крім того, температура водного середовища та величина рН впливають на розчинення багатьох речовин, що потрапляють у водне середовище. Саме тому при кожному відборі проб води на аналізи вимірювали температуру. Приведена на рис. 3 гістограма розподілу температури води при відборі проб на аналізи має багатoverшинні піки, які характеризують різні сезони року і



**Рис. 3. Гістограма розподілу температури води оз. Ялпуг – м. Болград при відборі проб на хімічні аналізи**

різні фази водності.

Протягом періоду досліджень температура води озера змінювалася від 0 (6,08 % проб) до 28,8 °С (20.07.2007 р.). Середня багаторічна температура води оз. Ялпуг при відборі проб води склала 12,55 °С (табл. 1). Середня температура води при відборі проб в коротші періоди досліджень змінювалася від 10,52°C за 1986-1990 рр. до 14,39°C у 1951-1955 рр. (табл. 2). При цьому, в весняну повінь середня температура води становила 11,4 °С, в літню межень – 22,6, восени – 12,5, в зимову межень – 4,53°C (табл. 3).

*Зважені тверді речовини*, що присутні в природних водах, складаються із часток глини, піску, мулу, суспендованих органічних і неорганічних речовин, планктону і різних мікроорганізмів.

Таблиця 1

**Статистичні характеристики кількісної і якісної мінливості  
еколого-санітарних показників води оз. Ялпуг – м. Болград за 1951-2013 рр.**

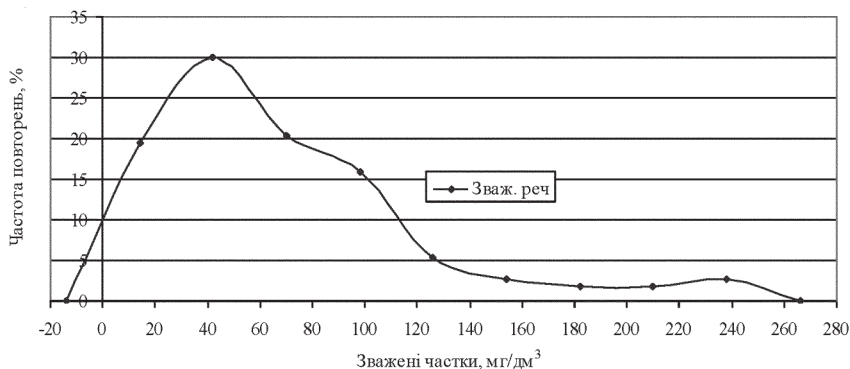
Показники	Середнє значення	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Медіана	Мода	Мінімальне значення	Максим. значення	Рівень надійності, (95 %)
Температура води, °С	12,55	0,52	8,42	12,55	10,00	0	28,8	1,03
Зваж. речовини, мг/дм <sup>3</sup>	70,52	7,44	78,39	55,80	29,40	2,4	737,0	14,74
Прозорість, см	16,08	0,79	10,75	12,00	10,00	0,4	38,0	1,56
Кільорівість, град	16,04	0,38	5,29	17,00	18,00	0	40,0	0,75
pH, од.	8,20	0,02	0,24	8,2	8,2	7,05	8,7	0,03
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,026	0,004	0,054	0,01	0,007	0	0,56	0,007
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,565	0,15	1,706	0,18	0,02	0	16,2	0,297
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,285	0,033	0,379	0,16	0	0	2,0	0,065
O <sub>2</sub> , мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9,57	0,14	2,25	9,26	9,67	4,59	17,75	0,28
O <sub>3</sub> , % насичення	86,86	1,31	18,53	85,00	98,00	10,00	140,00	2,58
CO <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	4,29	0,42	4,62	3,30	0	0	26,8	0,83
ПО, мгO/дм <sup>3</sup>	6,44	0,17	2,61	5,9	4,6	2,4	17,0	0,34
БО, мгO/дм <sup>3</sup>	22,15	1,46	13,85	17,3	11,2	6,8	66,5	2,90
БСК <sub>5</sub> , мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	3,00	0,17	2,02	2,84	2,00	0,38	16,2	0,34
ХСК, мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	38,14	3,03	15,76	36,1	0	15,8	82,5	6,23
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,054	0,005	0,069	0,037	0	0	0,61	0,009
P, заг. мг/дм <sup>3</sup>	0,144	0,010	0,108	0,112	0,083	0,015	0,78	0,021
Si, мг/дм <sup>3</sup>	1,70	0,07	1,01	1,60	1,00	0	6,00	0,13
ІЗВ, од	1,88	0,13	1,54	1,58	1,52	0,34	12,63	0,26

Зміна еколого-санітарних показників в воді оз. Яллуг – м. Болград у часі

Інгредієнти	Період досліджень													
	1951-1955	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2013			
рН, од	8,17	8,25	8,30	8,20	8,22	8,28	8,20	8,17	8,07	8,10	8,24			
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,032	0,016	0,008	0,011	0,063	0,036	0,022	0,018	0,013	0,093	0,029			
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,555	0,064	0,022	0,024	0,103	0,372	1,222	0,331	0,299	0,108	2,997			
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>			0,400	1,050	0,109	0,026	0,171	0,197	0,203	0,242	0,313			
O <sub>2</sub> , мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	10,15	10,50	10,13	9,25	8,52	10,12	9,24	8,62	9,19	9,10	8,33			
O <sub>2</sub> , % насичення		89,42	91,22	90,2	84,64	86,6	81,3	77,05	85,23	84,85	73,03			
CO <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,15	1,40	2,2	2,87	2,05	4,68	9,77	4,06	5,29	4,21	5,33			
Прозорість, см		5,47	9,42	17,28	18,00	29,20	29,89	25,00	19,89	11,22	11,03			
Кольоровість, град	13,04	16,11	16,54	16,80	17,66	18,19	18,31	19,26	20,66	9,49	11,13			
Зваж. реч., мг/дм <sup>3</sup>					58,13	58,77	85,66	44,26	52,47	100,52	97,83			
ΠO, мгO/дм <sup>3</sup>	4,27	7,83	7,74	6,84	3,65	4,23	5,89	5,00	7,49	6,21	5,26			
BO, мгO/дм <sup>3</sup>					12,80	15,55	18,52	17,10	29,34	36,50	38,57			
БСК <sub>5</sub> , мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	0,90	1,10	1,53	1,83	2,63	2,72	3,00	2,37	2,97	3,58	7,00			
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>		0,014	0,027	0,034	0,088	0,089	0,128	0,049	0,049	0,060	0,169			
P, заг. мг/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-	0,194	0,150	0,178	0,113	0,126	0,122	0,231			
Температура, °C	14,39	11,47	12,26	13,85	12,24	10,52	11,69	11,11	11,52	13,35	12,50			
ІЗВ	-	-	-	1,21	1,50	1,98	3,18	1,45	1,50	2,15	1,76			

Концентрація зважених часток зв'язана з сезонними факторами і режимом стоку, залежить від порід, що складають русло, а також від антропогенних факторів, таких як сільське господарство, гірські розробки й т.п.

У воді оз. Ялпуг – м. Болград уміст завислих речовин змінювався від 2,4 (26.01.1990 р.) до 737 (19.01.2007 р.) мг/дм<sup>3</sup>. Варто відмітити, що найвища концентрація зважених часток у воді озера майже в 3 рази перевищує другий за значенням показник – 250 мг/дм<sup>3</sup> (20.07.2009 р.). При цьому, розподіл варіанти вибірки зважених часток у воді оз. Ялпуг – м. Болград має такий вигляд: 0-28 мг/дм<sup>3</sup> – 22 значення; 28-56 – 34 (30,1 % проб), 56-84 – 23 (20,4 % проб); 84-112 – 18; 112-140 – 6; 140-168 – 3; 168-196 – 2, 196-224 – 2; 224-252



**Рис. 4. Гістограма розподілу й частота повторень вибірки зважених часток у воді оз. Ялпуг – м. Болград за 1951-2013 рр.**

мг/дм<sup>3</sup> – 20 значень (рис. 4).

В 86,49 % проб води мали уміст завислих речовин вищий за граничний рівень 3 категорії якості (<20 мг/дм<sup>3</sup>), в 15,32 % проб мали значення вищі граничного рівня 7 категорії якості (>100 мг/дм<sup>3</sup>), тобто дуже брудні [12]. За середньоарифметичними умістом зважених речовин вода озера у періоди 1981-1985, 1996-2000 рр. відносилася до 5-тої категорії якості (помірно забруднена); у 1986-1995, 2001-2005, 2011-2013 рр. – до 6-ї категорії якості (брудна), у 2006-2010 рр. – до 7 категорії якості (дуже брудна, табл. 2) [11].

Якщо оцінювати уміст зважених часток за фазами водного режиму, то найвища їх концентрація за весь період спостережень спостерігається в зиму межень – 80,22 мг/дм<sup>3</sup>, восени – 75,23, в



Зміна еколого-санітарних показників води оз. Ялуг – м. Болград за фазами гідрологічного режиму, мг/дм<sup>3</sup>

Період	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	O <sub>2</sub> , мтО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	O <sub>2</sub> , % насичення	CO <sub>2</sub>	Прозорість	Кольоровість	Зваж. реч.	ПО, мтО/дм <sup>3</sup>	БО, мтО/дм <sup>3</sup>	БСК <sub>5</sub> , мтО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	P-PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> , мт/дм <sup>3</sup>	P, заг. мт/дм <sup>3</sup>
Весняна повінь	2,00	0,009	0,001	10,22	90,1	-	9,10	16,0	-	8,57	-	1,68	0,038	-
Літня межень	1,35	0,007	0,002	9,49	105,2	-	11,31	16,96	-	7,23	-	1,96	0,020	-
Осінь	0,200	0,007	0,020	9,50	93,9	-	10,41	16,69	-	7,29	-	1,88	0,015	-
Зимова межень	0,050	0,012	0,032	10,21	75,1	-	9,45	15,25	-	7,75	-	2,45	0,039	-
Весняна повінь	0,090	0,027	0,378	9,98	85,5	4,03	27,00	18,50	35,22	3,31	16,90	2,77	0,098	0,201
Літня межень	0,078	0,053	0,265	8,12	89,5	3,37	24,33	18,00	75,18	3,52	13,50	3,09	0,086	0,148
Осінь	0,026	0,060	0,167	8,59	78,6	4,37	27,33	18,00	58,56	3,44	12,68	2,30	0,079	0,135
Зимова межень	0,004	0,030	0,402	13,32	92,4	5,48	30,00	18,25	60,64	3,49	17,48	2,66	0,097	0,153
Весняна повінь	0,156	0,025	0,949	8,97	84,5	3,90	28,20	18,63	63,53	4,55	15,52	2,43	0,078	0,129
Літня межень	0,275	0,025	0,459	7,61	81,8	3,65	27,00	18,22	50,26	6,68	22,12	2,77	0,137	0,190
Осінь	0,166	0,020	0,503	9,13	82,00	7,05	29,22	18,50	68,35	6,34	14,73	2,61	0,075	0,130
Зимова межень	0,137	0,010	1,195	10,01	69,6	12,55	25,50	19,80	74,15	4,67	17,87	2,92	0,065	0,133

Зміна еколого-санітарних показників води оз. Ялуг – м. Болград за фазами гідрологічного режиму, мг/дм<sup>3</sup>

Період	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	O <sub>2</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	O <sub>2</sub> , % насичення	CO <sub>2</sub>	Прозорість	Кольоровість	З'яв. реч.	ПО, мгО/дм <sup>3</sup>	БО, мгО/дм <sup>3</sup>	БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	P, заг. мг/дм <sup>3</sup>
Весняна повінь	0,218	0,031	0,246	9,70	92,67	3,00	15,10	13,43	50,66	6,25	20,75	4,33	0,053	0,128
Літня межень	0,316	0,044	0,159	7,39	92,00	3,70	17,07	13,00	81,86	6,33	42,73	4,63	0,069	0,171
Осінь	0,178	0,074	1,745	8,34	76,1	3,51	13,30	13,64	90,57	6,98	27,92	2,97	0,112	0,176
Зимова межень	0,220	0,071	0,392	10,73	79,90	8,27	15,90	16,23	99,70	6,34	26,92	3,88	0,056	0,086
1951-2013														
Весняна повінь	0,231	0,021	0,525	9,99	88,2	3,08	16,91	15,46	50,10	6,49	16,98	3,26	0,052	0,141
Літня межень	0,354	0,026	0,319	8,24	92,8	3,00	15,09	15,92	70,67	6,50	24,71	3,70	0,059	0,174
Осінь	0,138	0,029	0,828	9,18	85,5	4,20	14,25	16,37	75,23	6,55	17,52	2,61	0,057	0,150
Зимова межень	0,150	0,030	0,690	10,68	77,2	9,38	18,56	17,67	83,60	6,41	20,03	3,30	0,060	0,120

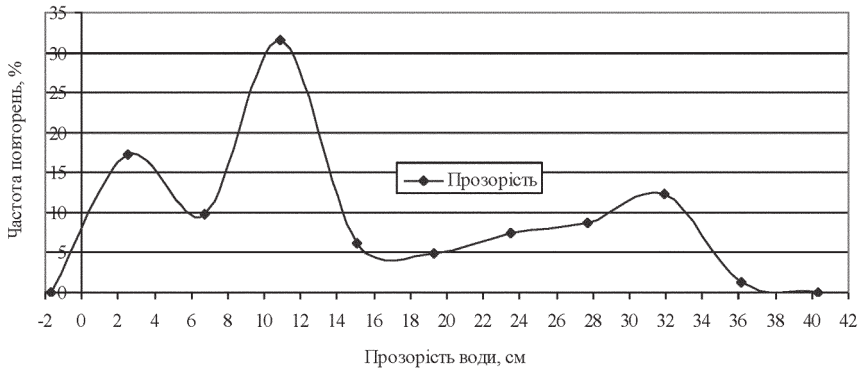
Примітка: – достовірні дані відсутні.

літню межень – 70,67, а найнижчий у весняну повінь – 52,1.мг/дм<sup>3</sup> (табл. 3). Аналогічні висновки зроблено й за менш короткі періоди досліджень.

Протягом періоду досліджень вода оз. Ялпуг – м. Болград відчутного *запаху* не мала і в переважній більшості проб оцінювалася як без запаху – 0 балів.

*Прозорість* (або світлопропускання) природних вод обумовлена їх кольором і мутністю, тобто, вмістом у них різних забарвлених і зважених органічних і мінеральних речовин.

*Прозорість води* озера змінювалася від 0,4 (19.08.1966 р.), до 38 (10.04.1987 р.) см. Загалом 66,8 % проб води мали значення прозорості нижчі за 7 категорію екологічної оцінки (<20 см) і не було жодної проби води з прозорістю нижчою граничної межі 5 категорії



**Рис. 5. Гістограма розподілу значень прозорості води оз. Ялпуг – м. Болград**

якості, тобто помірно забрудненої (рис. 5).

За середніми значеннями *прозорості* (5,47-29,89 см) вода оз. Ялпуг – м. Болград у 1966-1985 та 2001-2013 рр. відносилася до 7 категорії якості і була дуже брудною у 1986-2000 рр. – до 6 категорії якості. Усереднені значення прозорості води за фазами водного режиму за 1950-2013 рр. є такими: у весняну повінь 16,91 см, у літню межень – 15,09 см, у зимову межень – 18,56 см і восени – 14,25 см (табл. 3).

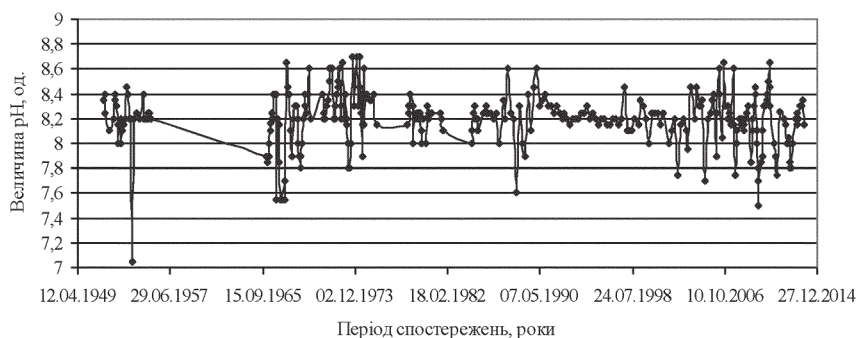
Необхідно відмітити, що зменшення потоку світла через низьку прозорість води знижує ефективність фотосинтезу й біологічну продуктивність водойми.

*Кольоровість* води обумовлена головним чином присутністю гумусових речовин і сполук тривалентного заліза. Кількість цих речовин залежить від геологічних умов, водоносних горизонтів, характеру ґрунтів, наявності боліт і торфовищ у басейні річки і т.д. Стічні води деяких підприємств також можуть створювати досить інтенсивне забарвлення води.

*Кольоровість води оз.* Ялпуг змінювалася від 0 (31.08.1952 р., 31.01.1953р., 23.02.1955 р., 10.05.1955 р.) до 40 (5.03.1953 р.) см при середньоарифметичному значенні 16,04 см. За менш короткі проміжки часу кольоровість води змінювалася від 9,49 см за 2006-2010 рр. до 20,66 см у 2001-2005 рр. В Україні цей показник не лімітується. У Росії граничнодопустима величина кольоровості в водах, що використовуються для питних цілей, складає 35 градусів за платиново-кобальтовою шкалою. У відповідності з вимогами до якості води в зонах рекреації забарвлення води не повинно виявлятися візуально в стовпчикові висотою 10 см.

Від величини рН залежить розвиток і життєдіяльність водних рослин, стійкість різних форм міграції елементів, агресивну дію води на метали й бетон. Величина рН води також впливає на процеси перетворення різних форм біогенних елементів, змінює токсичність забруднюючих речовин.

*Величина рН у воді оз.* Ялпуг змінювалася від 7,05 (8.03.1954 р.) до 8,7 (12.04.1973р., 11.07.1973 р., 11.10.1973 р., 15.08.2012 р.) од.

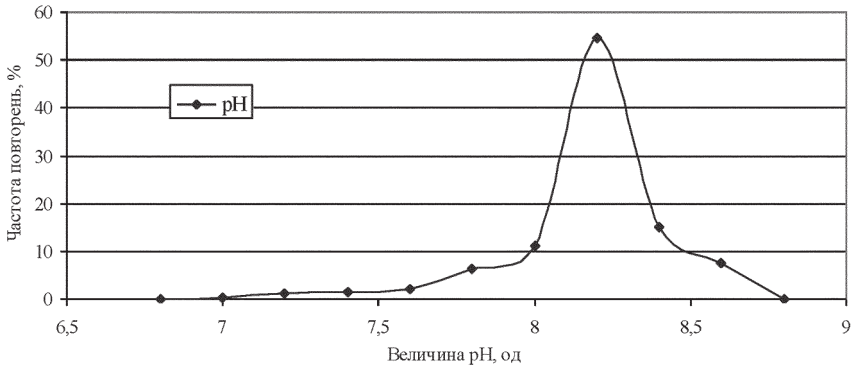


**Рис. 6. Динаміка зміни величини рН води оз. Ялпуг – м. Болград**

(рис. 6).

Варіанта вибірки величини рН води оз. Ялпуг – м. Болград

розподілилися в такий спосіб: 6,9-7,1 од. – 1 значення; 7,1-7,3 – 3, 7,3-7,5 – 4; 7,5-7,7 – 6; 7,7-7,9 – 17; 7,9-8,1 – 30; 8,1-8,3 – 145 (54,5 %



**Рис. 7. Гістограма розподілу й частота повторень вибірки величини рН води оз. Ялпуг – м. Болград за 1951-2013 рр.**

проб), 8,3-8,5 – 40 (15 % проб); 8,5-8,7 од. – 20 значень (рис. 7).

За середньоарифметичною величиною рН вода в озері у 2001-2010 рр. належала до 3-ї категорії якості, у всі інші періоди досліджень – до 4 категорії якості (загалом середньо лужна), що свідчить про наявність у пробах води соди. Сода появляється у воді при рН вищому 8,2. Загалом 68,7 % проб води озера Ялпуг – м. Болград містили соду. Проб води з кислотною реакцією середовища протягом періоду досліджень не виявлено.

Якщо оцінювати величину рН за фазами водного режиму, то найвищі їх значення спостерігали в літню межень – 8,28 од., восени – 8,22, у весняну повінь – 8,2, в зимову межень – 8,11 од (табл. 3).

Розчинений кисень знаходиться в природній воді у вигляді молекул  $O_2$ . На його вміст в воді впливають дві групи протилежно направлених процесів: одні збільшують концентрацію кисню, інші зменшують її. До першої групи процесів, що збагачують воду киснем, варто віднести:

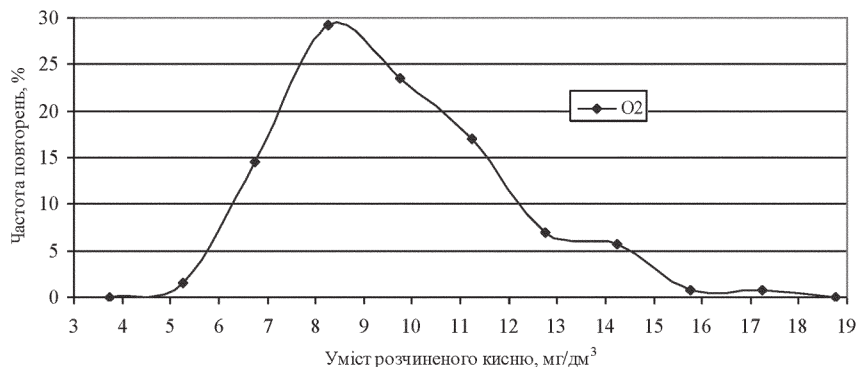
- процес абсорбції кисню із атмосфери;
- виділення кисню водною рослинністю в процесі фотосинтезу;
- надходження в водойми з дощовими й сніговими водами, які пересичені киснем.

Абсорбція кисню з атмосфери відбувається на поверхні водного об'єкта. Швидкість цього процесу підвищується з зниженням

температури, з підвищенням тиску й зниженням мінералізації. Аерація – збагачення глибинних шарів води киснем – відбувається в результаті перемішування водних мас, в тому числі вітрового, вертикального, температурної циркуляції й т.д.

До групи процесів, що зменшують уміст кисню в воді, відносяться реакції споживання його на окислення органічних речовин: біологічне (дихання організмів), біохімічне (дихання бактерій, витрата кисню при розкладанні органічних речовин) й хімічне (окислення  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ). Швидкість споживання кисню збільшується з підвищенням температури, кількості бактерій і інших водних організмів і речовин, що піддаються хімічному й біохімічному окисненню.

Вміст кисню у воді оз. Ялпуг – м. Болград змінювався від 4,59 (10.07.1969 р.) до 17,75 (12.02.1969 р.)  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$  при середньоарифметичному значенні 9,57  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$  за весь період досліджень. При цьому, 29,15 % проб води мали вміст кисню 7,5-9,0  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ , 23,48 % – 9,0-10,5, 17,0 % – 10,5-12,0, 14,57 % – 6,0-7,5 і лише 1,62 % проб мали вміст кисню нижчий ГДК для водойм рибогосподарського призначення (менше 6  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ , рис. 8). Мінімальний вміст розчиненого кисню, що забезпечує нормальний розвиток риб, складає біля 5  $\text{мг}/\text{дм}^3$ . Зниження його до 2  $\text{мг}/\text{дм}^3$



**Рис. 8. Гістограма розподілу вмісту розчиненого кисню у воді оз. Ялпуг – м. Болград**

викликає масову загибель (замор) риби.

Насичення води озера киснем змінювалося від 47 % (12.02.1973 р.) до 140 % (11.07.1971 р.) при середньоарифметичному

значенні 86,8 %.

Середньоарифметичні значення вмісту розчиненого кисню у воді озера в коротші проміжки часу змінювались від 8,33 (2011-2013 рр.) до 10,56 (1966-1970 рр.)  $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$  (табл. 2). Вода за вмістом кисню в усі періоди досліджень, відносилася до I категорії якості – *дуже чистої*, а за насиченням киснем у 1971-1980 рр. – до 2, у 1966-1970, 1981-1995, 2001-2010 рр. – до 3, у 1996-2000, 2011-2013 рр. – до 4 категорії якості [11].

Якщо розглянути насичення води розчиненим киснем за фазами розвитку водного режиму, то найвищі його концентрації за весь період досліджень припадають на літню межень, найнижчі – на зимову межень. За окремі десятиліття є й винятки. Так, наприклад в зимову межень 1981-1990 рр. насичення киснем було найвищим саме в зимову межень, а найнижчим – в літню межень (табл. 3).

Величина, що характеризує уміст у воді органічних і мінеральних речовин, окиснюваних одним із сильних хімічних окиснювачів за певних умов, називається *окиснюваністю*. Існує кілька видів окиснюваності води: перманганатна, біхроматна, йодатна, церієва. Найбільш високий ступінь окиснення досягається методами біхроматної і йодатної окиснюваності води. Окиснюваність виражають в міліграмах кисню, що витрачається на окиснення органічних речовин, що втримуються в 1  $\text{дм}^3$  води.

*Перманганатна окиснюваність* води оз. Ялпуг – м. Болград змінювалась від 2,71 (8.03.1954 р.) до 17  $\text{мгО}/\text{дм}^3$  (21.06.1966 р.) при середньоарифметичному значенні 6,45  $\text{мгО}/\text{дм}^3$  (табл. 1). Води вважаються дуже чистими при витраті кисню на окиснення органічних речовин в літрі води менше 3  $\text{мгО}/\text{дм}^3$ . Таких проб за весь період досліджень є всього 2,6 %. Проб, які мають окиснюваність меншу за граничну межу 3 категорії якості ( $< 8 \text{мгО}/\text{дм}^3$ ) – 71,18 %.

*Перманганатна окиснюваність* відображає, в основному, кількісні показники легко окиснюваних органічних речовин а також, частково, гумусних сполук. За середньо-арифметичними показниками вмісту у воді оз. Ялпуг – м. Болград легко окиснюваних органічних речовин (за методом перманганатної окиснюваності) в різні п'ятирічні періоди значного забруднення води не було: у періоди 1951-1955, 1981-1990, 1996-2000 рр. вода відносилася до 2 категорії якості (чиста); у 1966-1980, 1991-1995, 2001-2013 рр. – до 3 категорії якості (досить чиста).

Середньоарифметичні значення ПО за фазами водного режиму

за весь період досліджень становили: весняна повінь – 6,49 мгО/дм<sup>3</sup>, літня межень – 5,50, зимова межень – 6,55, осінь – 6,41 мгО/дм<sup>3</sup> (табл. 3). Значення дуже близькі. Але найнижчими були восени.

*Біхроматна окиснюваність* у воді оз. Ялпуг – м. Болград коливалась від 6,8 (21.07.1987 р.) до 66,5 (19.07.2003 р.) мгО/дм<sup>3</sup> при середньоарифметичному значенні 22,1 мгО/дм<sup>3</sup>. При цьому, 6,67 % проб води мали значення БО нижчі за граничний рівень 1 категорії якості, 67,8 % – за граничний рівень 3 категорії якості (<25 мгО/дм<sup>3</sup>) і 2,2 % проб – вищі за граничний рівень 7 категорії якості (>60 мгО/дм<sup>3</sup>).

За середньоарифметичними показниками БО вода в періоди: 1981-1985 рр. відносилася до 2 категорії якості, у 1986-2000 – до 3-ї, у 2001-2005 рр. – до 4-ї, у 2006-2013 рр. – до 5-ї категорії якості (помірно забруднена).

Середньоарифметичні значення БО за фазами водного режиму за період досліджень (1981-2013 рр.) становили: весняна повінь – 16,98 мгО/дм<sup>3</sup>, літня межень – 24,71, зимова межень – 17,52, осінь – 20,03 мгО/дм<sup>3</sup> (табл. 3). Отже, забруднення органічними речовинами води Ялпугу за БО було найвищим в літню межень, найнижчим – у весняну повінь.

*Біохімічне споживання кисню (БСК)*. Визначення БСК<sub>5</sub> у поверхневих водах використовується з метою оцінки умісту біохімічно окиснюваних органічних речовин, умов проживання гідробіонтів і в якості інтегрального показника забруднення води. Необхідно використовувати величину БСК<sub>5</sub> при контролюванні ефективності роботи очисних споруд. Ступінь забруднення води органічними сполуками визначають як кількість кисню, необхідна для їхнього окиснення мікроорганізмами в аеробних умовах. Біохімічне окиснення різних речовин відбувається з різною швидкістю. До легко окиснюваних («біологічно м'яких») речовин відносять формальдегід, нижчі аліфатичні спирти, фенол, фурфурол і ін. Середнє положення займають крезолі, нафтоли, ксиленоли, резорцин, пірокатехін, аніоноактивні ПАР й ін. Повільно руйнуються «біологічно тверді» речовини, такі як гідрохінон, сульфонал, неіоногенні ПАР й ін.

Сезонні коливання залежать в основному від зміни температури й від вихідної концентрації розчиненого кисню. Вплив температури позначається через її вплив на швидкість процесу споживання, яка збільшується в 2–3 рази при підвищенні температури на 10°C. Вплив



початкової концентрації кисню на процес біохімічного споживання кисню пов'язаний з тим, що значна частина мікроорганізмів має свій кисневий оптимум для розвитку в цілому й для фізіологічної й біохімічної активності.

Добові коливання величин  $BCK_5$  також залежать від вихідної концентрації розчиненого кисню, яка може протягом доби змінюватися на  $2,5 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  залежно від співвідношення інтенсивності процесів його продукування й споживання. Досить значні зміни величин  $BCK_5$  залежно від ступеня забруднення водойм.

*Біологічне споживання кисню протягом п'яти діб у воді оз. Ялпуг* коливалося від  $0,38$  (28.04.1994) до  $16,2 \text{ мгО}/\text{дм}^3$  (12.04.2007 р.) при середньоарифметичному значенні  $3,00 \text{ мгО}/\text{дм}^3$ . В  $42\%$  проб  $BCK_{05}$  перевищувало ГДК для водойм господарсько-побутового призначення ( $3 \text{ мгО}/\text{дм}^3$ ), а в  $60,9\%$  проб – граничний рівень 3 категорії екологічної оцінки ( $2,1 \text{ мгО}/\text{дм}^3$ ).

Для порівняння *біологічне споживання кисню протягом п'яти діб у воді оз. Кузурлуй – Нова Некрасівка* змінювалось від  $0,59$  (20.04.99) до  $13,5$  (22.12.2012)  $\text{мгО}/\text{дм}^3$  при середньоарифметичному значенні за весь період досліджень  $3,22 \text{ мгО}/\text{дм}^3$ . В  $50,46\%$  проб  $BCK_{05}$  перевищувало ГДК для водойм господарсько-побутового призначення, а в  $77,57\%$  проб – граничний рівень 3 категорії екологічної оцінки [9].

За середньоарифметичними значеннями  $BCK_{05}$  вода оз. Ялпуг – м. Болград у 1951-1955 рр. відносилася до 1 категорії якості, у 1966-1975 – до 2, у 1976-1980 – до 3, у 1981-2010 рр. – до 4, у 2011-2013 рр. – до 5 категорії якості. Середньоарифметичні значення  $BCK_{05}$  за фазами водного режиму за період досліджень (1951-2013 рр.) становили: весняна повінь –  $3,26 \text{ мгО}/\text{дм}^3$ , літня межень –  $3,70$ , зимова межень –  $3,30$ , осінь –  $2,61 \text{ мгО}/\text{дм}^3$  (табл. 3). Отже, за приведеними вище значеннями  $BCK_{05}$ , забруднення води озера органічними речовинами відповідало 4 категорії якості у всі фази водного режиму [12].

Основними джерелами надходження іонів *амонію* в водні об'єкти є тваринницькі ферми, господарсько-побутові стічні води, поверхневий стік з сільгоспугідь у випадку використання амонійних добрив, а також стічні води підприємств харчової, коксохімічної, лісохімічної й хімічної промисловості. В стоках промислових підприємств міститься до  $1 \text{ мг}/\text{дм}^3$  амонію, в побутових стоках — 2-7

мг/дм<sup>3</sup>; з господарсько-побутовими стічними водами в каналізаційні системи щодоби поступає до 10 г амонійного азоту (на одного жителя).

*Концентрація NH<sub>4</sub><sup>+</sup>* у воді оз. Ялпуг – м. Болград коливалась від 0 (9,85 % проб) до 2 мг/дм<sup>3</sup> (11.06.1979 р., 15.05.1980 р., 16.06.1980 р.) при середньоарифметичному значенні 0,285 мг/дм<sup>3</sup>. При цьому 21,96 % проб перевищували ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,39 мг/дм<sup>3</sup>), 2,27 % проб – ГДК для водойм господарсько-побутового призначення і 26,52 % проб – граничну межу 3 категорії якості.

За середньоарифметичними показниками в період 1986-1990 рр. вода озера належала до 1 категорії якості, у 1981-1985, 1991-2000 рр. – до 2, у 2001-1010 рр. – до 3, у 1971-1975, 2011-2013 рр. – до 4, у 1976-1980 рр. – до 6-ї категорії якості.

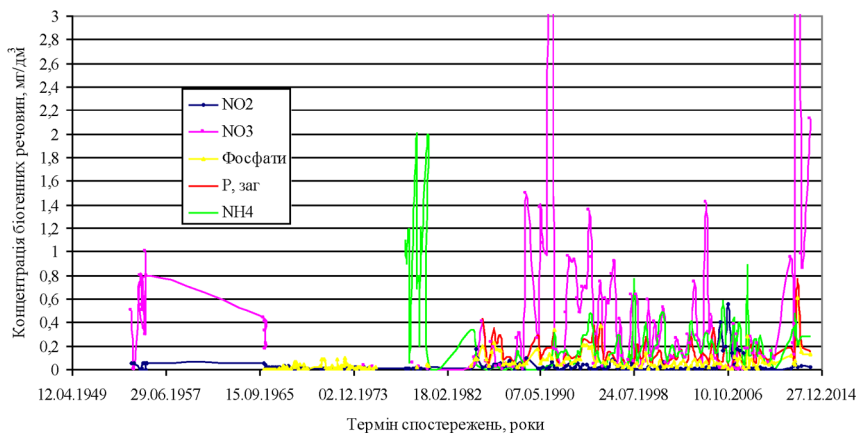
Середньоарифметичні значення NH<sub>4</sub><sup>+</sup> за фазами водного режиму за період досліджень становили: весняна повінь – 0,231 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,354, зимова межень – 0,150, осінь – 0,138 мг/дм<sup>3</sup>. Отже, забруднення азотом аміаку води Ялпугу було найвищим в літню межень, найнижчим – восени.

*Нітрити* представляють собою проміжний щабель в ланцюгу бактеріальних процесів окиснювання амонію до нітратів (нітрифікація — тільки в аеробних умовах) і, навпаки, відновлення нітратів до азоту й аміаку (денітрифікація — при нестачі кисню). Подібні окислювально-відновні реакції характерні для станцій аерації, систем водопостачання й власне природних вод.

Підвищений вміст нітритів свідчить про посилення процесів розкладання органічних речовин в умовах більш повільного окиснювання NO<sub>2</sub><sup>-</sup> в NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, що указує на забруднення водного об'єкта, тобто є важливим санітарним показником.

*Концентрація NO<sub>2</sub><sup>-</sup>* у воді оз. Ялпуг – м. Болград змінювалась від 0,0 (19.08.1966 р., 11.08.1971 р., 25.01.1988 р., 20.10.1988 р., 20.04.2000 р. і ін., загалом 5,63 % проб) до 0,56 (20.10.2006 р.) мг/дм<sup>3</sup>. При цьому, 29,44 % проб води мали значення вищі за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,02 мг/дм<sup>3</sup>), а 49,78 % проб – за граничну межу 3 категорії екологічної оцінки (0,01 мг/дм<sup>3</sup>) (рис. 9).

За середньоарифметичними показниками концентрації нітритів вода озера на ділянці Болграда в періоди 1951-1955, 1986-1995, 2011-2013 рр. відносилася до 5 категорії якості, у 1966-1970, 1976-



**Рис. 9. Динаміка вмісту біогенних речовин у воді оз. Ялпуг – м. Болград**

1980, 1996-2005 рр. – до 4-ї, у 1981-1985, 2006-2010 рр. – до 6-ї, у 1971-1975 рр. – до 3 категорії якості (табл. 2).

Середньоарифметичні значення  $NO_2^-$  за фазами водного режиму за період досліджень становили: весняна повінь – 0,021 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,026, зимова межень – 0,030, осінь – 0,029 мг/дм<sup>3</sup>. Необхідно відмітити, що за окремі коротші періоди досліджень ці показники значно різнилися. Так, за період 2001-2013 рр. уміст нітритів був найвищим восени з концентрацією 0,074 мг/дм<sup>3</sup>, взимку – 0,071. У період 1981-1990 рр. також найвища концентрація  $NO_2^-$  була восени – 0,060 мг/дм<sup>3</sup>, а взимку лише – 0,030 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 3). Отже, концентрація нітритів у воді оз. Ялпуг – м. Болград за фазами водного режиму протягом періоду досліджень мала неоднозначні коливання й значення.

Присутність *нітратних* іонів у природних водах зв'язане з:

- внутрішньо-водоймовими процесами нітрифікації амонійних іонів в присутності кисню під дією нітрифікуючих бактерій;
- атмосферними опадами, які поглинають утворені при атмосферних електричних розрядах оксиди азоту (концентрація нітратів в атмосферних опадах досягає 0,9 – 1 мг/дм<sup>3</sup>);
- промисловими й господарсько-побутовими стічними водами, особливо після біологічного очищення, коли концентрація досягає 50 мг/дм<sup>3</sup>;
- стоком з сільськогосподарських угідь і зі скидними водами

із зрошуваних полів, на яких застосовуються азотні добрива.

Головними процесами, що направлені на зниження концентрації нітратів, є споживання їх фітопланктоном і денітрифікуючими бактеріями, які при нестачі кисню використовують кисень нітратів на окиснювання органічних речовин.

Концентрація  $NO_3^-$  у воді озера змінювалась від 0 (20.09.1954 р., 21.01.1987 р., 20.10.1988 р.) до 5,44 (30.04.1991 р.), 9,42 (15.01.91) та 16,2 (14.11.2012 р., ці три цифри наведено тому, що вони відсутні на рис 8)  $mg/dm^3$  (рис. 9). При цьому 1,5 % проб води мали концентрацію нітратів вищу за ГДК для водойм рибогосподарського призначення і 26,36 % проб – вищі за граничний рівень 3 категорії якості екологічної оцінки [11].

За середньоарифметичними показниками вмісту нітратного азоту вода оз. Ялпуг – м. Болград у 1951-1955 рр. належала до 4 категорії якості, у 1966-1985 та 2006-2010 рр. – до 1, у 1986-1990, 1996-2200 рр. – до 3, у 1991-1995 рр. – до 6, у 2001-2005 рр. – до 2, у 2011-2013 рр. – до 7 категорії якості (табл.2).

Середньоарифметичні значення вмісту нітратів у воді за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 0,525  $mg/dm^3$ , літня межень – 0,319, зимова межень – 0,690, осінь – 0,828  $mg/dm^3$ . Необхідно відмітити, що за окремі коротші періоди досліджень ці показники значно різнилися. Так, за період 2001-2013 рр. уміст нітратів був найвищим восени з концентрацією 1,745  $mg/dm^3$ , взимку – 0,392, влітку – 0,159 весною – 0,246  $mg/dm^3$ . У період 1971-1980 рр. найвища концентрація  $NO_3^-$  була взимку – 0,032  $mg/dm^3$ , восени – 0,020, влітку – 0,002, а весною – 0,001  $mg/dm^3$  (табл. 3). Отже, концентрація нітратів, як і нітритів у воді оз. Ялпуг – м. Болград за фазами водного режиму протягом періоду досліджень мала неоднозначні коливання й значення.

*Фосфор* — найважливіший біогенний елемент, частіше усього лімітує розвиток продуктивності водойм. Один із імовірних аспектів процесу евтрофікації — зростання синьо-зелених водоростей (ціанобактерій), багато з яких токсичні.

Органічні сполуки фосфору присутні в поверхневих водах в розчиненому, зваженому й колоїдному стані.

Сполуки мінерального фосфору надходять у природні води в результаті вивітрювання й розчинення порід, що містять ортофосфати (апатити й фосфорити) і надходження з поверхні водозбору в вигляді орто-, мета-, пиро- й поліфосфат-іонів (добрива, синтетичні миючі

засоби, добавки, попереджуючі утворення накипу в котлах, і т.д.), а також утворюються при біологічній переробці залишків тварин і рослинних організмів. Надлишковий уміст фосфатів у воді, особливо в ґрунтовій, може бути відображенням присутності в водному об'єкті домішок добрив, компонентів господарсько-побутових стічних вод, біомаси, що розкладається.

Основною формою неорганічного фосфору при значеннях рН водойми більше 6,5 є іон  $\text{HPO}_4^{2-}$  (біля 90%). В кислих водах неорганічний фосфор є присутнім переважно в вигляді  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ .

*Концентрація мінерального фосфору ( $\text{PO}_4^{3-}$ )* за період 1966-2013 рр. змінювалась від 0,005 (4,78 % проб) до 0,374 (25.07.95) і 0,61 (14.11.2012 р.) мг/дм<sup>3</sup> при середньоарифметичному значенні 0,054 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 1). Мінеральний фосфор для водойм рибогосподарського призначення тепер не лімітується. Граничну межу 3 категорії якості (досить чисті) перевищували показники аналізів 86,4 % проб води.

За середньоарифметичними значеннями умісту фосфатів вода озера у 1966-1970 рр. відносилась до 1 категорії якості, у 1971-1975 рр. – до 2, у 1976-1980, 1996-2005 рр. – до 3, у 1981-1990, 2006-2010 рр. – до 4, у 1991-1995, 2011-2013 рр. – до 5 категорії якості.

Середньоарифметичні значення вмісту фосфатів у воді за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 0,052 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,059, зимова межень – 0,060, осінь – 0,057 мг/дм<sup>3</sup>. Значення дуже близькі. Необхідно відмітити, що за окремі коротші періоди досліджень ці показники значно різнилися. Так, за період 2001-2013 рр. уміст фосфатів був найвищим восени з концентрацією 0,112 мг/дм<sup>3</sup>, взимку – 0,056, влітку – 0,069, весною – 0,053 мг/дм<sup>3</sup>. У період 1991-2000 рр. найвища концентрація  $\text{PO}_4^{3-}$  була влітку – 0,137 мг/дм<sup>3</sup>, взимку – 0,065, восени – 0,075, а весною – 0,078 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 3). Отже, концентрація фосфатів у воді оз. Ялпуг – м. Болград за фазами водного режиму протягом періоду досліджень мала неоднозначні коливання й значення.

Під *загальним фосфором* розуміють суму мінерального й органічного фосфору.

Так, як і для азоту, обмін фосфором між його мінеральними й органічними формами з одного боку, й живими організмами — з іншого, є основним фактором, що визначає його концентрацію.

*Концентрація загального фосфору* за період 1966-2013 рр. змінювалась від 0,015 (22.04.1988 р.) до 0,78 (14.11.2012 р.) мг/дм<sup>3</sup> при середньоарифметичному значенні 0,144 мг/дм<sup>3</sup> (табл.

1). Уміст загального фосфору у воді водойм не лімітується. Середньоарифметичні дані його вмісту за різні періоди досліджень наведені в табл. 2.

Середньоарифметичні значення вмісту фосфатів у воді за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 0,141 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,174, зимова межень – 0,120, осінь – 0,150 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 3).

До специфічними речовин токсичної дії відносять уміст у водоймах: нафтопродуктів, фенолів, СПАР, фторидів, ціанідів, міді цинку, свинцю, хрому, нікелю заліза, марганцю, ртуті і ін..

Під токсичністю розуміють спроможність речовин спричиняти порушення фізіологічних функцій організму, що в свою чергу приводить до захворювань (інтоксикацій, отруєння) або, у важких випадках, до загибелі. Фактично токсичність – захід несумісності речовини з життям.

*Нафтопродукти* відносяться до числа найбільше розповсюджених і небезпечних речовин, що забруднюють поверхневі води. Нафта й продукти її переробки представляють собою надзвичайно складну, непостійну й різноманітну суміш речовин.

Великі кількості нафтопродуктів надходять у поверхневі води при перевезенні нафти водним шляхом, зі стічними водами підприємств нафтовидобувної, нафтопереробної, хімічної, металургійної й інших галузей промисловості, з господарсько-побутовими водами. Деякі кількості вуглеводнів надходять у воду в результаті прижиттєвих виділень рослинними й тваринами організмами, а також у результаті їх посмертного розкладання.

*Уміст нафтопродуктів у воді оз. Ялпуг – м. Болград* змінювався від 0 (25,4 % проб) до 0,74 (22.04.92) мг/дм<sup>3</sup> (табл. 4). Значення вищі за 0,2 мг/дм<sup>3</sup> відзначали у період 1984-1994 рр. Після 2000-го р. концентрація нафтопродуктів у воді озера не перевищувала 0,08 мг/дм<sup>3</sup>. При цьому, за весь період досліджень (1976-2013 рр.) в 43,06 % проб концентрація нафтопродуктів перевищувала ГДК для водойм рибогосподарського призначення та граничну межу 3 категорії якості екологічної оцінки (0,05 мг/дм<sup>3</sup>) [11] і в 10,3 % проб – ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (0,3 мг/дм<sup>3</sup>).

За середньоарифметичними показниками умісту нафтопродуктів якість води північної частини озера значно змінювалася: з 1976-1980 рр. до 1991-1995 рр. концентрація постійно зростала від 0,075 до

Статистичні характеристики кількісної і якісної мінливості специфічних показників токсичної дії у воді оз. Ялпуг – м. Болград за 1951-2013 рр.

Показники	Середнє значення	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Медіана	Мода	Мінімальне значення	Максим. значення	Рівень надійності, (95 %)
Феноли	0,0035	0,0002	0,0027	0,0030	0,0010	0	0,0150	0,0005
НП	0,0974	0,0137	0,1537	0,0500	0	0	0,7400	0,0271
СПАР	0,0200	0,0021	0,0214	0,0100	0	0	0,0900	0,0041
$\alpha$ -ГХЦГ	2,07E-06	1,31E-06	9,62E-06	0	0	0	0,000051	2,63E-06
$\gamma$ -ГХЦГ	5,34E-07	3,25E-07	2,47E-06	0	0	0	0,000017	6,05E-07
ДДТ	0,000027	1,27E-05	9,42E-05	0	0	0	0,000588	2,55E-05
ДДЕ	6,45E-06	3,65E-06	2,78E-05	0	0	0	0,000179	7,31E-06
$\text{Cu}^{2+}$	0,0054	0,0016	0,0132	0,0021	0	0	0,1000	0,0032
$\text{Zn}^{2+}$	0,0046	0,0006	0,0048	0,0032	0,0030	0	0,0240	0,0012
$\text{Fe}^{2+}$	0,1166	0,0106	0,1518	0,0600	0	0	1,1400	0,0208
$\text{Cr}6^{+}$	0,0038	0,0005	0,0053	0,0013	0	0	0,0210	0,0011
$\text{Mn}^{2+}$	0,0388	0,0084	0,0592	0,0220	0	0	0,3630	0,0170
$\text{Ni}^{2+}$	0,0103	0,0017	0,0082	0,0080	0,0030	0,0020	0,0320	0,0036
$\text{Hg}^{2+}$	0,00035	9,95E-05	0,00039	0,0002	0	0	0,0009	0,0002
F-	0,47	0,014	0,074	0,475	0,520	0,34	0,61	0,03

Зміна специфічних показників токсичної дії оз. Ялпуг у часі

Інгредієнти	1976- 1980	1981- 1985	1986- 1990	1991- 1995	1996- 2000	2001- 2005	2006- 2010	2011- 2013
Феноли	0,0011	0,0009	0,0055	0,0048	0,0042	0,0054	0,0030	0,0031
НП	0,0750	0,1666	0,1456	0,2790	0,0630	0,0294	0,0095	0,0216
СПАР	0,0475	0,0242	0,0153	0,0255	0,0123	0,0156	0,0250	0,0078
$\alpha$ -ГХЦГ		5,71E-07	1,25E-07	7,14E-07	0	0	6,7E-06	0
$\gamma$ -ГХЦГ		4,14E-06	1,25E-07	0	0	0	0	0
ДДТ		0,000168	1,53E-07	3,64E-07	0	0	3,1E-06	6E-06
ДДЕ		3,86E-05	2,5E-07	0	0	0	6,7E-06	0
Si		2,1	1,57	1,27	1,34	1,43	2,17	2,49
Cu <sup>2+</sup>		0,0050	0,0075	0,0024	0,0030	0,0030	0,0089	0,0065
Zn <sup>2+</sup>		0,0027	0,0029	0,0028	0,0046	0,0053	0,0080	0,0163
Fe <sup>2+</sup>	0,1066	0,2428	0,2435	0,0744	0,1941	0,24	0,26	0,2675
Cr6+		0,0005	0,0003	0,0004	0,0035	0,0015	0,0101	0,0093
Mn <sup>2+</sup>		0,0551	0,1061	0,0236	0,0218	0,0194	0,0274	0,0265
Ni <sup>2+</sup>	-	-	-	-	0,0040	0,0074	0,0114	0,0175
Hg <sup>2+</sup>			0,0003	0,0004	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003
F <sup>-</sup>	0,362	0,380	0,405	0,440	0,480	0,565	0,525	0,532



0,279 мг/дм<sup>3</sup> (у 3,73 рази), а пізніше знижувалася до концентрацій в середньому нижчих за 1 категорію якості в 2006-2010 рр. У 2011-2013 рр. намітилася нова тенденція зростання умісту нафтопродуктів у воді озера (табл. 5)

За середньоарифметичними значеннями умісту нафтопродуктів вода озера у 1976-1980 і 1996-2000 рр. відносилася до 4 категорії якості, у 1981-1990 рр. – до 5, у 1991-1995 рр. – до 6, у 2001-2005 рр. – до 3, у 2006-2010 рр. – до 1, , 2011-2013 рр. – до 2 категорії якості.

Середньоарифметичні значення вмісту нафтопродуктів у воді озера за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 0,1111 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,0894, зимова межень – 0,0954, осінь – 0,0985 мг/дм<sup>3</sup>.

*Феноли* в природних умовах утворюються в процесах метаболізму водних організмів, при біохімічному розпаді й трансформації органічних речовин, що протікають як у водній товщі, так і в донних відкладеннях.

Феноли є одним із найбільш розповсюджених забруднень, що поступають в поверхневі води із стоками підприємств нафтопереробної, сланцепереробної, лісохімічної, коксохімічної, анлінофарбової промисловості й ін.

*Уміст фенолів* у воді оз. *Ялуг – м. Болград* змінювався від 0 (11.06.1979р., 13.09.1984 р., 10.10.1985 р., 20.10.1997 р, 20.07.2002 р., 21.10.2008 р., 21.01.2009 р., 22.01.2010 р., 22.10.2010 р., загалом 7,7 % проб) до 0,015 (19.04.2002 р.) мг/дм<sup>3</sup> (табл. 4). У 73,5 % проб води уміст фенолів перевищував ГДК для водойм рибогосподарського значення (0,001 мг/дм<sup>3</sup>) і граничну межу 3 категорії якості методики екологічної оцінки [11].

За середньоарифметичними показниками умісту фенолів вода озера у 1976-1985, 1991-1995, 2006-2010 рр. відносилася до 4 категорії якості, у 1986-1990, 1996-2005 рр. – до 3 категорії якості, у 2011-2013 рр. – до 2 категорії якості [11].

Середньоарифметичні значення вмісту фенолів у воді озера за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 0,0042 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,0038, осінь – 0,0040, зимова межень – 0,0036 мг/дм<sup>3</sup>.

У водні об'єкти *СПАР* надходять у значних кількостях з господарсько-побутовими (використання синтетичних миючих засобів у побуті) й промисловими стічними водами (текстильна, нафтова, хімічна промисловість, виробництво синтетичного

каучуку), а також із стоком з сільськогосподарських угідь (в якості емульгаторів входять до складу інсектицидів, фунгіцидів, гербіцидів і дефоліантів).

Головними факторами зниження їх концентрації є процеси біохімічного окиснення, сорбції зваженими речовинами й донними відкладаннями. Ступінь біохімічного окиснення *СПАР* залежить від їх хімічної будови й умов навколишнього середовища.

За біохімічною стійкістю, обумовленою структурою молекул, *СПАР* ділять на м'які, проміжні й жорсткі з константами швидкості біохімічного окиснення, відповідно не менше 0,3 доби<sup>-1</sup>; 0,3-0,05 доби<sup>-1</sup>; менше 0,05 доби<sup>-1</sup>.

*Уміст синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) у воді оз. Ялуг – м. Болград* змінювався від 0 (24,53 % проб) до 0,08 (15.05.1980 р., 16.06.1980 р., 20.04.2005 р., 20.07.2006 р., 20.04.2007 р.), 0,09 (26.10.1994 р.) мг/дм<sup>3</sup> при середньоарифметичному значенні 0,02 мг/дм<sup>2</sup> (табл. 4).

За середньоарифметичними показниками умісту *СПАР* вода озера у 1976-1985, 1991-1995, 2006-2010 рр. відносилася до 4 категорії якості, у 1986-1990 і 1996-2005 рр. – до 3, у 2011-2013 рр. – до 2 категорії якості.

Середньоарифметичні значення вмісту *СПАР* у воді озера за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 0,0253 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,0241, осінь – 0,0195, зимова межень – 0,0114 мг/дм<sup>3</sup>.

*Сумарний вміст хлор органічних пестицидів (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ, ДДЕ й ін.)* змінювався від 0 до 0,000588 (ДДТ, 10.10.1984 р.) мг/дм<sup>3</sup>. За умістом хлорорганічних пестицидів вода у найгіршому стані відносилася до 3 категорії якості (досить чистої), в інших випадках до чистої.

Основним джерелом надходження *міді* в природні води є стічні води підприємств хімічної, металургійної промисловості, шахтні води, альдегідні реагенти, що використовуються для знищення водоростей. Мідь може з'являтися в результаті корозії мідних трубопроводів і інших споруд, що використовуються в системах водопостачання. В підземних водах присутність *міді* обумовлена взаємодією води з мідьутримуючими гірськими породами (халькопірит, халькозин, ковелін, борніт, малахіт, азурит, хризаколла, бротантін).

*Вміст міді* у воді озера на ділянці Болграда змінювався від

0 (10,4 % проб) до 0,1 мг/дм<sup>3</sup> (26.01.1989 р.) і виявлено в 89,6 % проб. У 55,22 % проб води уміст міді перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,001 мг/дм<sup>3</sup>) і в 50,74 % проб – граничний рівень 3 категорії якості екологічної оцінки [11].

За середньоарифметичними показниками умісту міді вода озера у 1981-1990, 1996-2013 рр. відносилася до 4 категорії якості, у 1991-1995 рр. – до 3 категорії якості.

Середньоарифметичні значення вмісту міді у воді озера за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 0,0058 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,0036, осінь – 0,0035, зимова межень – 0,0100 мг/дм<sup>3</sup>. Отже, найвищі концентрації міді спостерігали у воді озера взимку, найнижчі – восени.

Цинк попадає в природні води в результаті процесів, що протікають в природі: руйнування й розчинення гірських порід і мінералів (сфалерит, цинкат, госларіт, смітсоніт, каламін), а також із стічними водами рудозбагачувальних фабрик і гальванічних цехів, виробництв пергаментного паперу, мінеральних красок, віскозного волокна й ін.

Уміст цинку у воді оз. Ялпуг – м. Болград змінювався від 0 (10.04.1984 р., 20.07.2008 р.) до 0,024 (28.02.2013 р.) мг/дм<sup>3</sup>, при середньоарифметичному значенні 0,0046 мг/дм<sup>3</sup>. Необхідно відмітити, що 10 % проб води озера мали концентрацію цинку вищу за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,01 мг/дм<sup>3</sup>).

За середньоарифметичними показниками умісту цинку вода озера у 1981-2010 рр. відносилася до 1 категорії якості, у 2011-2013 рр. – до 3 категорії якості.

Середньоарифметичні значення вмісту цинку у воді озера за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 0,0034 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,0024, осінь – 0,0045, зимова межень – 0,0057 мг/дм<sup>3</sup>. Отже, найвищі концентрації цинку спостерігали у воді озера взимку, найнижчі – в літню межень.

В поверхневі води сполуки трьох- і шестивалентного хрому потрапляють у результаті вилуговування з пород (хроміт, крокоїт, уваровіт і ін.). Деякі кількості надходять із ґрунтів, в процесі розкладання організмів і рослин. Значні кількості можуть надходити в водойми з стічними водами гальванічних цехів, фарбувальних цехів текстильних підприємств, шкіряних заводів і підприємств хімічної промисловості.

Уміст хрому шестивалентного у воді оз. Ялпуг – м. Болград

змінювався від 0 (46,59 % проб) до 0,021 (20.07.2009 р.) мг/дм<sup>3</sup> (табл. 4). Уміст хрому шестивалентного не нормується, а загального 0,001 мг/дм<sup>3</sup>. Середньоарифметичні значення за окремі періоди часу наведені у табл. 5

Головними джерелами сполук *заліза* в поверхневих водах є процеси хімічного вивітрювання гірських порід, що супроводжуються їх механічним руйнуванням і розчиненням. Значні кількості заліза надходять з підземним стоком і з стічними водами підприємств металургійної, металообробної, текстильної, лакофарбової промисловості і з сільськогосподарськими стоками. Являючись біологічно активним елементом, залізо в визначеному ступені впливає на інтенсивність розвитку фітопланктону і якісний склад мікрофлори в водоймі.

*Вміст заліза* у воді озера на ділянці Болграда змінювався від 0 (18,9 % проб) до 1,14 мг/дм<sup>3</sup> (20.10.1968 р.) при середньоарифметичному значенні 0,117 мг/дм<sup>3</sup>. У 34,47 % проб води уміст заліза перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,1 мг/дм<sup>3</sup>), в 19,9 проб – ГДК для водойм питного водопостачання [4] і в 8,25 % проб – ГДК для водойм господарсько-побутового водопостачання [11].

За середньоарифметичними показниками умісту *заліза* вода озера у всі періоди досліджень відносилася до 4 категорії якості.

Середньоарифметичні значення вмісту *заліза* у воді озера за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 0,088 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,083, осінь – 0,146, зимова межень – 0,124 мг/дм<sup>3</sup>. Отже, найвищі концентрації заліза спостерігали у воді озера восени, найнижчі – в літню межень.

В поверхневі води *марганець* надходить в результаті вилуговування залізо-марганцевих руд і інших мінералів, що містять марганець (піролюзит, псиломелан, брауніт, манганіт, чорна вохра). Значні кількості марганцю надходять в процесі розкладання водних тварин і рослинних організмів, особливо синьо-зелених, діатомових водоростей і вищих водних рослин. Сполуки марганцю виносяться в водойми з стічними водами марганцевих збагачувальних фабрик, металургійних заводів, підприємств хімічної промисловості і з шахтними водами.

Роль *марганцю* в житті вищих рослин і водоростей водойм досить велика. Марганець сприяє утилізації CO<sub>2</sub> рослинами, чим підвищує інтенсивність фотосинтезу, бере участь у процесах

відновлення нітратів і асиміляції азоту рослинами. Марганець сприяє переходу активного Fe(II) в Fe(III), що охороняє клітину від отруєння, прискорює ріст організмів і т.д.

*Вміст марганцю у воді оз. Ялуг – м. Болград* змінювався від 0 (20.07.1990 р., 30.04.1991р., 04.02.1992 р., 28.01.1999 р., загалом 16,3 % проб) до 0,353 мг/дм<sup>3</sup> (10.04.1990 р.) при середньоарифметичному значенні 0,039 мг/дм<sup>3</sup>. У 73,46 % проб води уміст Mn<sup>2+</sup> перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,01 мг/дм<sup>3</sup>), в 16,3 % проб – ГДК для водойм питного водопостачання (0,05 мг/дм<sup>3</sup>) [4] і в 8,16 % проб – ГДК для водойм господарсько-побутового водопостачання (0,1 мг/дм<sup>3</sup>) [11].

За середньоарифметичними показниками умісту *марганцю* вода озера у 1981-1985 рр. відносилася до 4 категорії якості, у 1986-1990 рр. – до 5, у 1991-2005 рр. – 2, у 2006-2013 рр. – до 3 категорії якості.

Середньоарифметичні значення вмісту *марганцю* у воді озера за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 0,071 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,083, осінь – 0,042, зимова межень – 0,017 мг/дм<sup>3</sup>. Отже, найвищі концентрації марганцю у воді озера спостерігали в літню межень, найнижчі – в зимову межень.

Сполуки *нікелю* в водні об'єкти надходять також із стічними водами цехів нікелювання, заводів синтетичного каучуку, нікелевих збагачувальних фабрик. Значні викиди нікелю супроводжують спалювання викопного палива.

Концентрація його може знижуватися в результаті випадання в осад таких сполук, як ціаніди, сульфіді, карбонати або гідроксиди (при підвищенні рН), за рахунок споживання його водними організмами і процесів адсорбції.

В поверхневих водах *сполуки нікелю* знаходяться в розчиненому, зваженому й колоїдному станах, кількісне співвідношення між якими залежить від складу води, температури й значень рН.

*Вміст Ni<sup>2+</sup> у воді оз. Ялуг – м. Болград* змінювався від 0,002 (20.10.1999 р., 20.01.2006 р.) до 0,032 мг/дм<sup>3</sup> (18.04.2009 р.) при середньоарифметичному значенні 0,0102 мг/дм<sup>3</sup>. У 36,36 % проб води уміст Ni<sup>2+</sup> перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,01 мг/дм<sup>3</sup>), в 13,6 % проб – ГДК для водойм питного водопостачання (0,02 мг/дм<sup>3</sup>) [4].

За середньоарифметичними показниками умісту *нікелю* вода

озера у 1996-2000 рр. відносилася до 2 категорії якості, у 2001-2005 рр. – до 3, у 2006-2013 рр. – до 4 категорії якості.

Середньоарифметичні значення вмісту *нікелю* у воді озера за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 0,014 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,0107, осінь – 0,0143, зимова межень – 0,014 мг/дм<sup>3</sup>. Отже, найвищі концентрації *нікелю* у воді озера спостерігали восени, найнижчі – в літню межень.

В поверхневій воді *сполуки ртуті* можуть надходити в результаті вилуговування порід в районі ртутних родовищ (кіновар, метациннабарит, лівінгстоніт), в процесі розкладання водних організмів, що нагромаджують ртуть. Значні кількості надходять у водні об'єкти із стічними водами електролізних виробництв, підприємств, що виробляють барвники, пестициди, фармацевтичні препарати, деякі вибухові речовини. Теплові електростанції, що працюють на вугіллі, викидають в атмосферу значні кількості сполук ртуті, які в результаті мокрих і сухих випадань попадають у водні об'єкти.

*Вміст Hg<sup>2+</sup> у воді оз. Ялуг – м. Болград* змінювався від 0,002 (46,66 % проб) до 0,0009 мг/дм<sup>3</sup> (26.01.1990 р., 10.04.1990 р.) при середньоарифметичному значенні 0,000353 мг/дм<sup>3</sup>. У 40,0 % проб води уміст *ртуті* перевищував ГДК для водойм питного водопостачання (0,0005 мг/дм<sup>3</sup>) [4].

За середньоарифметичними показниками умісту *ртуті* вода озера у 1986-1995, 2011-2013 рр. відносилася до 4 категорії якості, у 1996-2010 рр. – до 3 категорії якості.

Середньоарифметичні значення вмісту *Hg<sup>2+</sup>* у воді озера за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 0,000275 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,0002, осінь – 0,000266, зимова межень – 0,000433 мг/дм<sup>3</sup>. Отже, найвищі концентрації *ртуті* у воді озера спостерігали в зимову межень, найнижчі – в літню межень.

В річкові води *фтор* поступає з порід і ґрунтів при руйнуванні фторутримуючих мінералів (апатит, турмалін) з ґрунтовими водами й при безпосередньому змиві поверхневими водами. Джерелом фтору також слугують атмосферні опади. Підвищений уміст фтору може бути в деяких стічних водах підприємств скляної й хімічної промисловості (виробництво фосфорних добрив, сталі, алюмінію), в деяких видах шахтних вод і в стічних водах рудозбагачувальних фабрик.

Вміст *фтору* у воді оз. Ялпуг – м. Болград змінювався від 0,34 (10.01.1986 р.) до 0,61 мг/дм<sup>3</sup> (21.10.2002р., 28.02.2013р.) при середньоарифметичному значенні 0,47 мг/дм<sup>3</sup>. У жодній з проб води вміст *фтору* не перевищував ГДК для водойм питного водопостачання (0,7 мг/дм<sup>3</sup>) [4].

За середньоарифметичними показниками вмісту *фторидів* вода озера у 1976-2000 рр. відносилася до 5 категорії якості, у 2001-2013 рр. – до 6 категорії якості.

Середньоарифметичні значення вмісту *F<sup>-</sup>* у воді озера за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 0,473 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,42, осінь – 0,494, зимова межень – 0,463 мг/дм<sup>3</sup>. Отже, найвищі концентрації *F<sup>-</sup>* у воді озера спостерігали восени, найнижчі – в літню межень.

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 [12].

За нашими розрахунками ІЗВ в оз. Ялпуг – м. Болград змінювався від 0,47 (10.10.1985 р.) до 12,63 (15.07.1994 р.) при середньоарифметичному значенні за 1976-2013 рр. 1,92. Значення індексу забруднення води за більш короткі періоди досліджень приведено в табл. 6.

Таблиця 6

**Розрахунок індексу забруднення води оз. Ялпуг – м. Болград в часі**

Роки	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2013
<b>ІЗВ</b>	1,21	1,50	1,98	3,18	1,45	1,50	2,15	1,76

Отже, за розрахованими індексами забруднення вода оз. Ялпуг – м. Болград у всі періоди досліджень, крім 1991-1995 рр., відносилася до 3 категорії якості – помірно забруднена під

значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистеми [12]. У 1991-1995 рр. вода озера відносилася до 4 категорії якості з порушеними екологічними параметрами, її екологічний стан оцінено як екологічний регрес.

Загальне оцінювання води оз. Ялпуг – м. Болград за всією множиною показників (25, за так званою функцією міри R, яка є середньозваженою величиною в шкалі рангів [12]) наведена у табл. 7 і свідчить, що вода у 1950-1955, 1966-1975 рр. належала до 3 категорії якості, у 1976-1980 рр. – до 5, у 1981-2013 рр. – до 4 категорії якості.

**Висновки.** За середньоарифметичною величиною рН вода в озері у 2001-2010 рр. належала до 3-ї категорії якості, у всі інші періоди досліджень – до 4 категорії якості (загалом середньо лужна), що свідчить про наявність у пробах води соди. Загалом 68,7 % проб води оз. Ялпуг – м. Болград містили соду. За фазами водного режиму найвищі значення рН спостерігали в літню межень – 8,28 од. (восени – 8,22, у весняну повінь – 8,2), найнижчі в зимову межень – 8,11 од.

За середньоарифметичними умістом зважених речовин вода озера у періоди 1981-1985, 1996-2000 рр. відносилася до 5-тої категорії якості (помірно забруднена); у 1986-1995, 2001-2005, 2011-2013 рр. – до 6-ї категорії якості (брудна), у 2006-2010 рр. – до 7 категорії якості (дуже брудна). Уміст зважених часток за фазами водного режиму найвищий у зимову межень – 80,22 мг/дм<sup>3</sup>, восени – 75,23, в літню межень – 70,67, а найнижчий у весняну повінь – 52,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Протягом періоду досліджень вода оз. Ялпуг – м. Болград відчутного запаху не мала і в переважній більшості проб оцінювалася як без запаху – 0 балів.

За середніми значеннями прозорості (5,47-29,89 см) вода оз. Ялпуг – м. Болград у 1966-1985 та 2001-2013 рр. відносилася до 7 категорії якості і була дуже брудною у 1986-2000 рр. – до 6 категорії якості. Усереднені значення прозорості води за фазами водного режиму є такими: у весняну повінь 16,91 см, у літню межень – 15,09 см, у зимову межень – 18,56 см і восени – 14,25 см.

Вода озера за вмістом кисню в усі періоди досліджень, відносилася до I категорії якості – дуже чистої, а за насиченням киснем у 1971-1980 рр. – до 2 категорії якості, у 1966-1970, 1981-1995, 2001-2010 рр. – до 3 категорії якості, у 1996-2000, 2011-2013 рр. – 4 категорії якості.



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- 2010	2011- 2013		
<b>1</b>	4	4	3	3	3	3	2	2	2	4	1		
<b>2</b>	1	1	3	1	3	1	2	4	2	0	3		
<b>3</b>	2	3	3	4	2	6	5	7	11	7	4		
<b>4</b>	3	3	3	6	8	6	6	7	5	7	7		
<b>5</b>	1	1	0	1	3	4	3	2	0	1	5		
<b>6</b>	0	0	1	1	1	3	5	2	3	3	2		
<b>7</b>	0	2	2	3	3	1	1	1	2	3	3		
<b>Визначень</b>	11	14	15	19	23	24	24	25	25	25	25		
<b>Загальна оцінка R</b>	2,63	3,28	3,33	4,48	3,87	3,83	4,05	3,52	3,64	3,88	4,12		

За середньоарифметичними показниками вмісту у воді оз. Ялпуг – м. Болград легко окиснюваних органічних речовин (за методом перманганатної окиснюваності) у 1951-1955, 1981-1990, 1996-2000 рр. вода відносилася до 2 категорії якості (чиста); у 1966-1980, 1991-1995, 2001-2013 рр. – до 3 категорії якості (досить чиста). Середньоарифметичні значення ПО за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 6,49 мгО/дм<sup>3</sup>, літня межень – 5,50, зимова межень – 6,55, осінь – 6,41 мгО/дм<sup>3</sup>. Значення дуже близькі. Але найнижчими були восени.

За середньоарифметичними показниками БО вода в періоди: 1981-1985 рр. відносилася до 2 категорії якості, у 1986-2000 – до 3-ї, у 2001-2005 рр. – до 4-ї, у 2006-2013 рр. – до 5-ї категорії якості. Забруднення органічними речовинами води Ялпугу за БО було найвищим в літню межень, найнижчим – у весняну повінь.

За середньоарифметичними значеннями БСК<sub>05</sub> вода оз. Ялпуг – м. Болград у 1951-1955 рр. відносилася до 1 категорії якості, у 1966-1975 – до 2, у 1976-1980 – до 3, у 1981-2010 рр. – до 4, у 2011-2013 рр. – до 5 категорії якості. Середньоарифметичні значення БСК<sub>05</sub> за фазами водного режиму найвищими були в літню межень, найнижчими – восени, але забруднення води озера органічними речовинами відповідало 4 категорії якості у всі фази водного режиму.

За середньоарифметичними показниками умістому  $NH_4^+$  в період 1986-1990 рр. вода озера належала до 1 категорії якості, у 1981-1985, 1991-2000 рр. – до 2, у 2001-2010 рр. – до 3, у 1971-1975, 2011-2013 рр. – до 4, у 1976-1980 рр. – до 6-ї категорії якості. Забруднення води Ялпугу азотом аміаку за фазами водного режиму було найвищим в літню межень, найнижчим – восени.

За середньоарифметичними показниками концентрації нітритів вода озера на ділянці Болграда в періоди 1951-1955, 1986-1995, 2011-2013 рр. відносилася до 5 категорії якості, у 1966-1970, 1976-1980, 1996-2005 рр. – до 4-ї, у 1981-1985, 2006-2010 рр. – до 6-ї, у 1971-1975 рр. – до 3 категорії якості. Концентрація *нітритів та нітратів* у воді оз. Ялпуг – м. Болград за фазами водного режиму протягом періоду досліджень мала неоднозначні коливання й значення.

За середньоарифметичними показниками вмісту *нітратного азоту* вода оз. Ялпуг – м. Болград у 1951-1955 рр. належала до 4 категорії якості, у 1966-1985 та 2006-2010 рр. – до 1, у 1986-1990, 1996-2200 рр. – до 3, у 1991-1995 рр. – до 6, у 2001-2005 рр. – до 2,

у 2011-2013 рр. – до 7 категорії якості.

За середньоарифметичними значеннями умісту *фосфатів* вода озера у 1966-1970 рр. відносилась до 1 категорії якості, у 1971-1975 рр. – до 2, у 1976-1980, 1996-2005 рр. – до 3, у 1981-1990, 2006-2010 рр. – до 4, у 1991-1995, 2011-2013 рр. – до 5 категорії якості. Концентрація фосфатів у воді оз. Ялпуг – м. Болград за фазами водного режиму протягом періоду досліджень мала неоднозначні коливання й значення.

За середньоарифметичними значеннями умісту *нафтопродуктів* вода озера у 1976-1980 і 1996-2000 рр. відносилась до 4 категорії якості, у 1981-1990 рр. – до 5, у 1991-1995 рр. – до 6, у 2001-2005 рр. – до 3, у 2006-2010 рр. – до 1, , 2011-2013 рр. – до 2 категорії якості. Середньоарифметичні значення вмісту *нафтопродуктів* у воді озера за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: весняна повінь – 0,1111 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,0894, зимова межень – 0,0954, осінь – 0,0985 мг/дм<sup>3</sup>.

За середньоарифметичними показниками умісту *фенолів* вода озера у 1976-1985, 1991-1995, 2006-2010 рр. відносилась до 4 категорії якості, у 1986-1990, 1996-2005 рр. – до 3 категорії якості, у 2011-2013 рр. – до 2 категорії якості. Середньоарифметичні значення вмісту фенолів у воді озера за фазами водного режиму становили: весняна повінь – 0,0042 мг/дм<sup>3</sup>, літня межень – 0,0038, осінь – 0,0040, зимова межень – 0,0036 мг/дм<sup>3</sup>.

За середньоарифметичними показниками умісту *СПАР* вода озера у 1976-1985, 1991-1995, 2006-2010 рр. відносилась до 4 категорії якості, у 1986-1990 і 1996-2005 рр. – до 3, у 2011-2013 рр. – до 2 категорії якості. За фазами водного режиму середньоарифметичні значення вмісту *СПАР* найвищим були у весняну повінь – 0,0253 мг/дм<sup>3</sup> (літня межень – 0,0241, осінь – 0,0195), найнижчими в зимову межень – 0,0114 мг/дм<sup>3</sup>.

За середньоарифметичними показниками умісту *заліза* вода озера у всі періоди досліджень відносилась до 4 категорії якості. Найвищі концентрації заліза спостерігали у воді озера восени, найнижчі – в літню межень.

За середньоарифметичними показниками умісту *міді* вода озера у 1981-1990, 1996-2013 рр. відносилась до 4 категорії якості, у 1991-1995 рр. – до 3 категорії якості. Найвищі концентрації міді спостерігали у воді озера взимку, найнижчі – восени.

За середньоарифметичними показниками умісту *цинку* вода

озера у 1981-2010 рр. відносилася до 1 категорії якості, у 2011-2013 рр. – до 3 категорії якості. Найвищі концентрації цинку спостерігали у воді озера взимку, найнижчі – в літню межень.

За середньоарифметичними показниками умісту *марганцю* вода озера у 1981-1985 рр. відносилася до 4 категорії якості, у 1986-1990 рр. – до 5, у 1991-2005 рр. – 2, у 2006-2013 рр. – до 3 категорії якості. Найвищі концентрації марганцю у воді озера спостерігали в літню межень, найнижчі – в зимову межень.

За умістом *нікелю* вода озера у 1996-2000 рр. відносилася до 2 категорії якості, у 2001-2005 рр. – до 3, у 2006-2013 рр. – до 4 категорії якості. Найвищі концентрації *нікелю* у воді озера спостерігали восени, найнижчі – в літню межень.

За середньоарифметичними показниками умісту *ртуті* вода озера у 1986-1995, 2011-2013 рр. відносилася до 4 категорії якості, у 1996-2010 рр. – до 3 категорії якості.

За середньоарифметичними показниками умісту *фторидів* вода озера у 1976-2000 рр. відносилася до 5 категорії якості, у 2001-2013 рр. – до 6 категорії якості. Найвищі концентрації *F* у воді озера спостерігали восени, найнижчі – в літню межень.

Загальне оцінювання води *за всією множиною показників* (за так званою функцією міри R) свідчить, що вода у 1950-1955, 1966-1975 рр. належала до 3 категорії якості, у 1976-1980 рр. – до 5, у 1981-2013 рр. – до 4 категорії якості.

За *розрахованими індексами забруднення* вода оз. Ялпуг – м. Болград у всі періоди досліджень, крім 1991-1995 рр., відносилася до 3 категорії якості – помірно забруднена під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистеми, у 1991-1995 рр. – до 4 категорії якості з порушеними екологічними параметрами, екологічний стан оцінено як екологічний регрес.

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

### **Література:**

1. Гидрология устьевой области Дуная [Текст] / [Алмазов А. М., Бондар К., Вагин Н. Ф. и др.]. – М. : Гидрометеиздат, 1963. – 382 с.
2. Батиметрическая съемка озер Ялпуг и Кугурлуй [Текст] / [Сучков И. А., Федорончук Н. А., Золотарева И. Г. и др.] // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. Екологія. – 2002. – Т.7. – Вип. 2. – С.33-37.

3. Гидрологический ежегодник 1936-1990 гг. Т. 2. [Текст]. – Л. : Гидрометеоздат, 1992. – 252 с.
4. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10 [Текст]. – Київ, 2010. – 42 с. – (Державні санітарні норми та правила).
5. Клімат України [Текст] / За ред. В. М. Липінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. – Київ, видавництво Раєвського, 2003. – 343 с.
6. Лозовицкий П. С. Опыт дисперсионного анализа химического состава оросительных вод юга Украины [Текст] / П. С. Лозовицкий. – М. : Почвоведение, 2003. – № 12. – С. 1491-1502.
7. Лозовицкий П. С. Водні та хімічні меліорації ґрунтів [Текст] / П. С. Лозовицкий. – К., 2010. – 276 с.
8. Лозовицкий П. С. Моніторинг якості води річки Дунай у м. Кілія [Текст] / П. С. Лозовицкий // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2011. – № 4. – С. 158-182.
9. Лозовицкий П. С. Моніторинг якості води озера Кугурлуй [Текст] / П. С. Лозовицкий // Часопис картографії. – 2013. – Вип. 9. – С. 104-139.
10. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2010 році [Текст]. – Одеса. – 2011. – 252 с.
11. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [Текст] / [Романенко В. Д., Жукинський В. Н., Оксінок О. П. та ін.] – К. : СИМВОЛ-Т, 1998. – 28 с.
12. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод [Текст] / С. І. Сніжко. – Київ : Ніка-Центр, 2001. – 262 с.
13. Тучковенко Ю. С. Моделирование распространения загрязняющих веществ на акватории озер Ялпуг-Кугурлуй / Ю. С. Тучковенко, Али Ахмед Салех Аль-Субари // Український гідрометеорологічний журнал. – 2009. – №5. – С. 15-26.
14. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод. Изд. 2-е исправленное [Текст] / Ю. Ю. Лурье. – М. : Химия, 1973. – 253 с.
15. Федорончук Н. А. Осадконакопление в озерах нижнего течения реки Дунай (литологические и геоэкологические характеристики) [Текст] / Федорончук Н. А., Сучков И. А., Мединец В. И. // Збірник наукових праць Інституту геологічних наук

НАН України. – 2010. – Вип. 3. – С. 219-226.

П. С. Лозовицкий

## **ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ оз. ЯЛПУГ – г. БОЛГРАД ЗА ЭКОЛОГО-САНИТАРНЫМИ КРИТЕРИЯМИ И СПЕЦИФИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ ТОКСИЧНОГО ДЕЙСТВИЯ**

Приведено результаты экологической оценки воды оз. Ялпуг – г. Болград за трофо-сапробиологическими критериями и специфическими веществами токсичного действия в период 1951-2013 гг., разбитый на 11 коротких отрезков времени и по фазам водного режима. Рассчитано индекс загрязнения воды и общее оценивание воды по *всему множеству показателей* (по так званой функцией меры R). Вообще, вода северной части озера является умеренно загрязненной под значительным антропогенным воздействием, уровень которого близкий к границе устойчивости экосистемы.

**Ключевые слова:** вода, температура, прозрачность, окисляемость, биогенные вещества, биологическое и химическое потребление кислорода, индекс загрязнения воды, тяжелые металлы, элементы.

P. Lozovitskyy

## **WATER QUALITY ASSESSMENT OF YALPUH LAKE – BOLHRAD TOWN TO ECOLOGICAL AND SANITARY CRITERIA AND SPECIFIC SUBSTANCES OF TOXIC EFFECT**

There are results of water quality assessment of Yalpuch lake – Bolhgrad town to trophic saprogenous biological criteria and specific substances of toxic effects for the period 1951-2013, divided into 11 short periods of time and the phases of the water regime. Index of water pollution and overall assessment of water for the whole set of parameters (the so-called degree function R) was calculated. In general, the northern part of the lake water is moderately polluted under significant anthropogenic impact which level is close to the limit of stability of the ecosystem.

**Key words:** water temperature, transparency, acid capacity, nutrients, biological and chemical oxygen demand, index of water pollution, heavy metals and elements.

Надійшла до редакції 22 травня 2014 р.