

УДК 504.064.54

**Лозовіцький П. С.**

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, Київ

## **ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ВОДИ ДНІПРА В МЕЖАХ КАНІВСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА**

Приведено результати 55-річних досліджень змін хімічного складу води річки Дніпро – м. Канів за період 1961-2015 рр. Приведено результати екологічної оцінки якості води річки за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями, специфічними речовинами токсичної дії. Розраховано індекс забруднення води та виконано загальне оцінювання якості води за всією множиною показників. Вода річки використовується для водопостачання й зрошення прилеглих земель, то ж виконано її оцінювання на придатність для водопостачання на основі Державних санітарних норм (ДСанПіН 2.2.4-171-10) і зрошення за рядом методик та державним стандартом на поливну воду (ДСТУ 2730-94). Усі результати приведено в порівнянні з більш короткими періодами спостережень: 1961-1970 рр., 1971-1980, 1981-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 рр. Викладено

---

© П. С. Лозовіцький

також вплив фаз водного режиму на зміну екологічних показників.

**Ключові слова:** екологія, вода, хімічний склад, важкі метали, елементи, оцінювання, водопостачання, зрошення.

**Вступ.** Дніпро – рівнинна річка із змішаним живленням: у верхній частині басейну переважає снігове живлення (50 %), на дощове і підземне припадає відповідно 20 % і 30 %. У степовій зоні частка снігового живлення зростає до 85-90 %, підземного – зменшується до 10-15 %, а дощового майже немає [15, 16, 17, 32]. Водний режим Дніпра визначається добре вираженою весняною повінню, низькою літньою меженню, регулярними осінніми паводками і зимовою меженню.

Після спорудження каскаду водосховищ гідрологічна характеристика річки суттєво змінилася – Дніпро перетворився на ряд довгих штучних озер, відділених греблями та штучними водоспадами; пообіч прориті канали з численними шлюзами. Водосховища вирівнюють рівень води в Дніпрі, а нижче гребель льодовий покрив тримається менше. Але їхнє будівництво порушило екологічну рівновагу, докорінно змінило умови водообміну. Порівняно з природними умовами, він уповільнився в 14-30 разів [4, 17, 32].

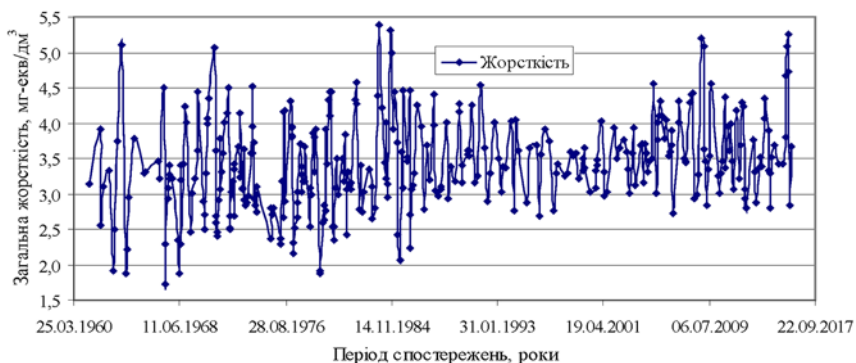
**Мета досліджень** – установити якість води р. Дніпро в межах Канівського природного заповідника, виявити закономірності його зміни у часі в пункті спостережень Канів (1961-2015 рр.). Досягається при вирішенні наступних задач: 1) виявлення тенденції до зміни трофо-сапробіологічних показників у часі [ 24, 25, 26]; 2) оцінюванні забруднення води різними специфічними речовинами токсичної та радіаційної дії за методикою [6, 25, 27, 28, 29]; 3) оцінювання якості води для водопостачання [18] та зрошення [35].

**Методика досліджень.** Для встановлення основних закономірностей формування й зміни інгредієнтів хімічного складу води річки Дніпра у просторово-часовому вимірі та виявлення впливу на ці показники господарської діяльності людини було створено банк даних за наступними показниками: уміст головних іонів ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ), загальна мінералізація води, величина рН, уміст біогенних речовин ( $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{N-NO}_2^-$ ,  $\text{N-NO}_3^-$ ), уміст загального й мінерального фосфору, уміст зважених речовин, насиченість води киснем ( $\text{O}_2$ , мг/

дм<sup>3</sup>), прозорість і кольоровість води, перманганатна й біхроматна окиснюваність (ПО, БО), біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК<sub>5</sub>), уміст важких металів і мікроелементів (Fe заг., Cr заг., Cr<sup>6+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, V<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Mo<sup>2+</sup>, Bi<sup>2+</sup>, F- й ін.), уміст фенолів (Phen), уміст нафтопродуктів (НП), уміст синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) [16, 25, 28, 29]. При цьому для формування банку даних використано результати хімічних аналізів спостережень на стаціонарних гідрохімічних постах у системі Держгідрометслужби України, (1961-2015 рр.), результати досліджень опубліковані у різних виданнях [1-15, 17, 21-23, 30]. Паралельні статистичні ряди даних хімічного аналізу води становили для р. Дніпро - м. Канів - 354 значення. Аналіз хімічного складу води виконано за методиками [16, 25, 28, 29].

Математико-статистичний аналіз показників еколого-санітарного напрямку та умісту специфічних речовин токсичної дії виконано на персональному комп'ютері з використанням стандартних обчислювальних програм «Excel», «Costat», «Statistical» [27, 31]. Оцінку якості води Дніпра за показниками сольового складу приведено в попередній роботі «Моніторинг мінералізації та хімічного складу води річки Дніпро в межах Канівського природного заповідника», опублікованій на сторінках журналу «Екологічні науки» [19].

**Результати досліджень і їх обговорення. Трофосапробіологічні показники якості води. Жорсткість води** Дніпра в межах Канівського природного заповідника за період спостережень змінювалася від 1,72 (27.04.1967 р.) до 5,39 (29.11.1983 р.) при середньоарифметичному значенні 3,40 мг-екв/дм<sup>3</sup> (табл. 1,



**Рис. 1.** Динаміка коливання жорсткості у воді р. Дніпро

**Статистичні характеристики кількісної і якісної мінливості трофо-сапробіологічних показників у воді р. Дніпро**

Показники	Середнє значення	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Мінімальне значення	Максимальне значення	Рівень надійності (95%)
Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	3,40	0,03	0,64	1,72	5,39	0,07
pH, од	7,84	0,02	0,39	6,30	8,82	0,04
CO <sub>2</sub>	6,44	0,32	4,02	0	22,00	0,64
Si	3,65	0,20	3,58	0,30	16,00	0,39
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,026	0,002	0,038	0	0,504	0,004
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,633	0,067	1,207	0	6,800	0,132
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,572	0,038	0,705	0	5,500	0,075
Фосфати	0,134	0,009	0,139	0	0,990	0,018
P, загальний	0,200	0,013	0,181	0	1,100	0,026
O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	10,44	0,14	2,56	4,56	19,00	0,28
O <sub>2</sub> , % насичення	99,17	1,89	25,33	37,00	223,00	3,73
Кольоровість, град	36,40	1,08	18,90	4,00	178,00	2,12
Прозорість, см	31,04	2,33	29,95	1,00	160,00	4,60
Зважені речовини	8,89	0,63	8,37	0,05	41,00	0,04
Запах, бали	0,11	0,03	0,50	0	3,00	0,06
ПО, мгО/дм <sup>3</sup>	11,66	0,34	4,85	3,90	36,80	0,69
БО, мгО/дм <sup>3</sup>	34,57	1,68	28,14	7,70	343,00	3,31
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,50	0,08	1,29	0,14	8,90	0,16
ХСК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	31,87	1,04	8,95	17,70	59,00	2,07
Індекс забруднення води, од	1,69	0,07	1,26	0,15	11,01	0,14

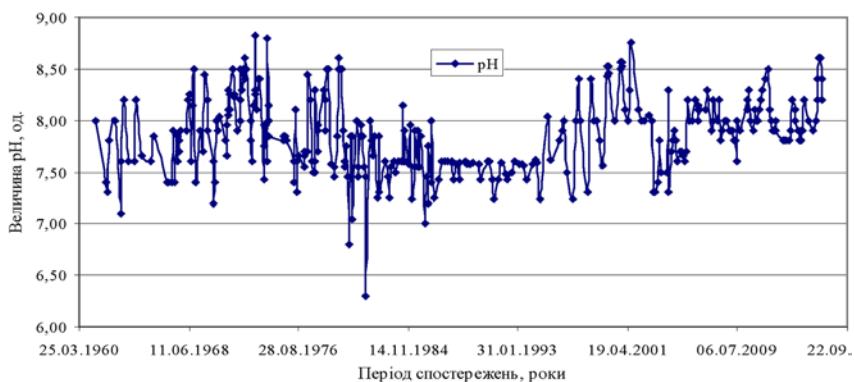
рис. 1). Середньоарифметичні значення жорсткості води річки за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: 3,89 мг-екв/дм<sup>3</sup> у зимову межень; 3,02 – весняну повінь; 3,30 – літню межень; 3,67 – восени (табл. 2), що менше встановленого ГДК для води питного призначення (ГДК = 7 мг-екв/дм<sup>3</sup>).

Слід відмітити, що в часі загальна усереднена жорсткість води Дніпра мала близькі значення й поступово підвищувалася з 3,17 мг-екв/дм<sup>3</sup> у 1961-1970 рр. до 3.71 мг-екв/дм<sup>3</sup> за 2006-2010 рр. за винятком періоду 1996-2000 рр. (табл. 3).

Уміст *зважених часток* у воді Дніпра коливався від 0,05 (23.04.1990 р.) до 41 мг/дм<sup>3</sup> (9.10.1985 р.), а середнє арифметичне значення зважених часток за весь період спостережень – 8,89 мг/дм<sup>3</sup>. Ці відповідає 2 категорії якості за еколого-санітарними критеріями.

Крім того, 94,3 % проб води мали уміст зважених часток вищий за ГДК для джерел питної води, 84,0 % проб – за ГДК для водойм рибогосподарського призначення, 15,9 % проб – за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення.

У зимову межень забруднення води зваженими частками становило 6,08, у весняну повінь – 10,41, літню межень – 9,90, восени – 9,46 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 2). Для прикладу, у воді Дунаю в Кілії ці значення більш ніж у 10 разів вищі. Відповідно у зимову межень 97,98 мг/дм<sup>3</sup>, у весняну повінь – 163,38, літню межень – 135,38 мг/



**Рис. 2.** Динаміка коливання величини рН у воді р. Дніпро

дм<sup>3</sup> [20].

3 За середньоарифметичним вмістом зважених часток

Таблиця 2

Середньоарифметичні значення трофо-сапробіологічних показників р. Дніпро у різні фази водного режиму

Інгредієнти	Зимова межень	Весняна повінь	Літня межень	Осінь	ГДК рибогосподарського призначення	ГДК господарсько-побутового використання	Гранична межа 3 категорії екологічної оцінки	ДСанПіН 2.2.4-171-10
Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	3,89	3,02	3,30	3,67	-	<7	-	≤7,0
pH, од	7,74	7,76	7,93	7,92	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-6,6, 8-8,1	6,5-8,5
CO <sub>2</sub>	7,15	10,56	5,91	6,55				
Si	3,64	3,55	3,64	3,93				≤10,0
N-NO <sub>2</sub>	0,029	0,025	0,026	0,023	0,02	1	0,01	≤0,5
N-NO <sub>3</sub>	0,726	0,976	0,442	0,375	9,0	10,0	0,5	≤50
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,749	0,632	0,537	0,420	0,39	1,5	0,3	≤0,5
Фосфати	0,114	0,114	0,169	0,152	-	3,5	0,153	≤3,5
P, аг. розчинний	0,157	0,182	0,243	0,229				
O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	11,83	10,56	9,15	10,50	> 6	> 4	7,1-7,5	
O <sub>2</sub> , % насичення	90,30	99,77	104,90	101,12			81-90	
Кольоровість, град	30,58	38,33	42,99	31,38				≤20 (35)
Прозорість, см	20,13	34,27	32,46	34,38			65-95	
Зважені речовини	6,08	10,41	9,90	9,46	1,5	<15	11-20	0,58
Запах, бали	0,04	0,02	0,38	0,04				≤2,0
ПО, мгО/дм <sup>3</sup>	10,28	10,89	14,00	11,31			6,1-8,0	≤5,0
БО, мгО/дм <sup>3</sup>	38,40	30,96	34,20	33,32			19-25	
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,67	2,76	2,48	2,20	2,25	3,0	2,1	
ХСК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	29,43	29,62	35,79	34,84	15,0		25	
ІЗВ, од	2,12	1,65	1,66	1,50			1-2,5	

Середньоарифметичні значення трофо-сапробіологічних показників у річці Дніпро за різні періоди спостережень, мг/дм<sup>3</sup>

Інгредієнти	1961-	1971-	1981-	1991-	1996-	2001-	2006-	2011-
	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	3,17	3,22	3,50	3,52	3,38	3,61	3,72	3,69
pH, од	7,77	7,95	7,55	7,53	8,11	7,83	7,81	8,07
CO <sub>2</sub>	7,76	7,44	5,51	4,57	6,40	6,83	6,31	11,80
Si	2,26	3,24	3,23	2,67	7,44	5,22	6,19	4,60
N-NO <sub>2</sub> -	0,028	0,028	0,020	0,009	0,016	0,017	0,026	0,051
N-NO <sub>3</sub> -	0,532	1,131	0,257	0,092	0,282	0,189	0,836	0,695
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,295	0,896	0,490	0,251	0,284	0,603	0,459	0,539
Фосфати	0,045	0,073	0,063	0,082	0,146	0,300	0,233	0,285
P, загальний	0,066	0,102	0,121	0,142	0,262	0,357	0,285	0,365
O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	9,77	11,17	10,68	10,84	10,69	8,28	8,52	9,78
O <sub>2</sub> , % насичення	98,31	100,65	93,24	106,94	124,38	-	-	-
Забарвленість, град	52,13	39,43	25,30	23,63	29,44	37,00	35,80	32,57
Прозорість, см	69,44	23,51	21,33	21,88	25,00	22,00	22,25	23,33
Зважені речовини	17,10	8,60	9,65	5,12	7,54	11,53	8,79	9,06
Запах, бали	1,00	0,07	0	0	0	0	0	0
ПО, мгО/дм <sup>3</sup>	12,67	10,91	10,38	6,31	9,88	15,23	12,17	12,70
БО, мгО/дм <sup>3</sup>	27,83	31,67	43,20	26,53	32,78	37,80	28,95	29,46
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	3,59	2,60	2,03	1,92	2,23	2,44	2,96	2,95
ХСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	-	24,44	35,82	23,23	30,99	34,47	35,89	31,31
Індекс забруднення води	1,74	2,19	1,66	1,96	0,95	1,26	1,34	1,52

Примітка: - достовірні дані відсутні.

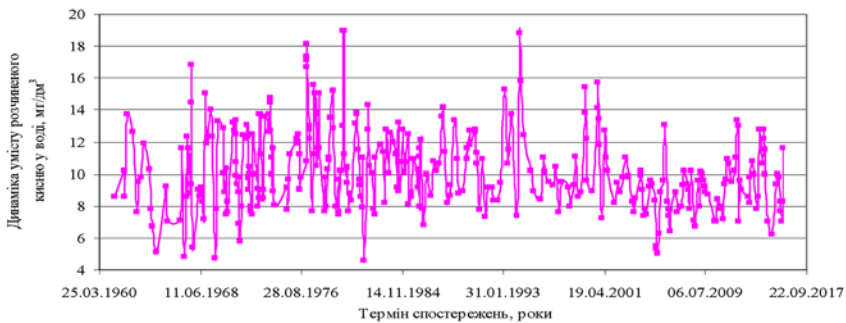
вода Дніпра у всі виділені періоди перевищувала ГДК для водойм питного призначення і в 1961-1970, 2001-2005 рр. відноситься до 3 категорії якості (**досить чиста**), у всі інші періоди – до 2 категорії якості. Забруднення води Дніпра зваженими частками є характерним і високим [26].

За усередненою **реакцією водного середовища** ( $pH = 7,84$ ) вода Дніпра відноситься до слабо лужної, а граничні рівні становили: найнижче значення - 6,30 (2.09.1981 р.), найвище – 8,82 (22.05.1973 р.). На рис. 3 приведено гістограму розподілу значень (їх 352) величини  $pH$  за весь період досліджень. Близько 17,0 % проб води мали  $pH$  у межах 6,3-7,5, 52,6 % - 7,5-8,0, 24,1 % - 8,0-8,5, що в сумі складає 93,7 %.

Граничнодопустима величина  $pH$  для водойм рибогосподарського, господарсько-побутового, питного призначення 6,5-8,5. Цей поріг було перевищено лише в 13 пробах води, що складає лише 3,69 %.

За середньоарифметичною **величиною  $pH$**  вода р. Дніпро у 1961-1970, 1981-1995, 2001-2010 рр. відносилася до 2 категорії якості, в 1971-1980 рр. – до 1 категорії якості, в 1996-2000 рр. – до 4, у 2011-2015 рр. – до 3 категорії якості (табл. 3) [24].

**Уміст кисню** у воді Дніпра змінювався від 2,2 (17, 26.02.1971 р.) до 16,00 (30.10.1978 р.)  $mgO_2/dm^3$ . При цьому, 28,0 % проб води мали вміст кисню 7,72-9,1  $mgO_2/dm^3$ , 19,58 % - 6,34-7,72, 18,52 % - 10,48-11,8, 15,87 % – 9,1-10,48 і лише 8,99 % проб мали вміст кисню нижчий ГДК для водойм рибогосподарського призначення (менше 6  $mgO_2/dm^3$ , рис. 3) і 2,16 % проб мали вміст кисню нижчий за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення ( $\leq 4 mg/dm^3$ ).



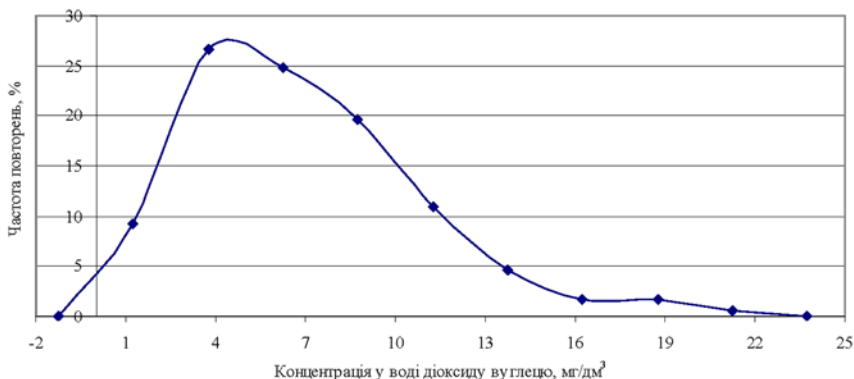
**Рис. 3.** Динаміка умісту розчинного кисню у воді р. Дніпро за 1961-2015 рр. в межах Канівського природного заповідника



Якщо розглянути насичення води розчиненим киснем за фазами розвитку водного режиму, то найвищі його концентрації припадають на літню межень (87,2 %), найнижчі – на зимову межень (58,21 %, табл. 2).

Середньоарифметичні значення вмісту розчиненого кисню у воді Дніпра в часі змінювались від 8,28 (2001-2005 рр.) до 11,17 (1971-1980 рр.)  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$  (табл. 3). Вода за вмістом кисню в усі періоди досліджень відносилася до I категорії якості – **дуже чистої**.

Уміст **діоксиду вуглецю** у воді річки змінювався від 0 (8.04.1986 р., 13.07.1993 р., 19.05.1994 р., 22.09.2007 р.) до 22,0 (9.04.1971 р.)  $\text{мг}/\text{дм}^3$ . При цьому, 26,59 % проб води мали вміст вуглекислого газу 2,5-5  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ , 24,86 % - 5,0-7,5, 19,65 % - 7,5-10,0, 10,98 % – 10,0-12,5  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$  (рис. 4).



**Рис. 4. Полігон розподілу умісту у воді Дніпра в Каневі діоксиду вуглецю**

За фазами водного режиму найнижчим уміст вуглекислого газу був у літню межень (5,91  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ), найвищим – зимову межень (10,56  $\text{мг}/\text{дм}^3$ , табл. 2). Протягом періоду досліджень уміст вуглекислого газу у воді Дніпра був більш-менш стабільним і змінювався від 5,91  $\text{мг}/\text{дм}^3$  у 1991-1995 рр. до 11,8  $\text{мг}/\text{дм}^3$  у 2011-2015 рр. (табл. 3).

**Прозорість води** Дніпра змінювалася від 1 см (6.05.1971 р.) до 160 см (8.04.1971 р.) при середньоарифметичному значенні 31,04 см, що відповідає 6 категорії якості – брудна. При цьому, 60,9 % проб води мали прозорість на рівні 7 категорії якості – дуже брудна.

За фазами водного режиму найбруднішою була вода Дніпра в

зимову межень (29,4 см, 6 категорія якості), найчистішою в літню межень (35,8 см, 5 категорія якості, табл. 2).

За усередненими показниками прозорості вода Дніпра протягом 1971-2015 рр. відносилася до 6 категорії якості (21,3-25,0 см, брудна), у 1961-1970 рр. – до 3 категорії якості (69,4 см, досить чиста) (табл. 3) [24]. В природному стані вода Дніпра в Каневі мала кращу прозорість, ніж після побудови Канівської ГЕС (в 1974 р. введено в експлуатацію).

**Забарвленість води** річки Дніпро змінювалася від 4 (16.07.1988 р.) до 96 град. (9.09.1970 р.) при середньоарифметичному значенні 36,4 град. У 83 % проб води забарвленість перевищувала ГДК для водойм питного призначення (20 град). За фазами водного режиму кольоровість води змінювалася так: зимова межень – 30,6 град., весняна повінь – 38,3, літня межень – 43,0, восени – 34,4 град.

**Концентрація  $NH_4$**  у воді річки змінювалася від 0 (3,71 % проб) до 5,5 (15.03.1973 р.) мг/дм<sup>3</sup> (рис. 5). В 35,0 % проб концентрація азоту аміаку перевищувала ГДК для водойм питного призначення (0,5 мг/дм<sup>3</sup>), в 49,54 % проб – граничнодопустимий рівень для водойм рибогосподарського призначення (0,39 мг/дм<sup>3</sup>), в 7,4 % проб – ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (1,5 мг/дм<sup>3</sup>), в 60,1 % проб – граничну межу 3 категорії екологічної оцінки (0,3 мг/дм<sup>3</sup>, вода досить чиста, добрий екологічний стан), а в 4,02 % проб – граничний рівень 7 категорії якості (2,5 мг/дм<sup>3</sup>).

Рівень забруднення води Дніпра азотом аміаку за

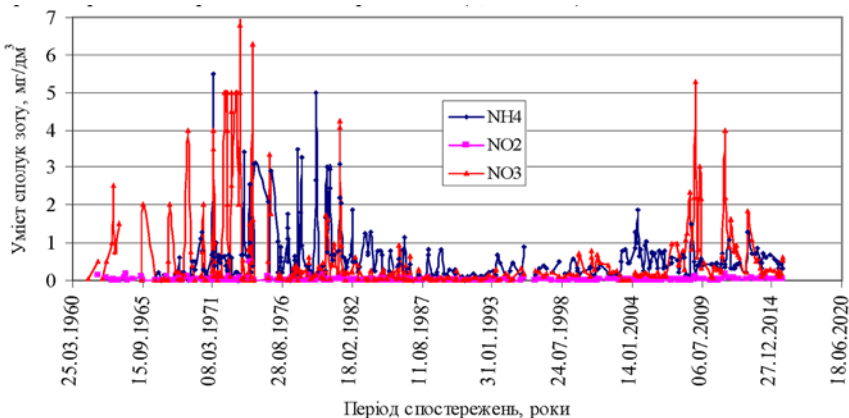


Рис. 5. Динаміка умісту у воді Дніпра розчинених сполук азоту

повторюваністю оцінюється як стійкий (перевищення ГДК в 30-50 % проб) і високий (є випадки перевищення ГДК більш ніж у 10 разів).

Якщо розглядати концентрацію азоту аміаку у воді Дніпра за фазами водного режиму, то найвищими вони є у зимову межень, найнижчими – восени (табл. 2).

За середньоарифметичним умістом азоту аміаку вода Дніпра у 1961-1970, 1991-1995, 1996-2000 рр. відносилася до 3 категорії якості, у 1981-1990, 2006-2010 – до 4, у 1971-1980, 2001-2005, 2011-2015 - до 5 категорії якості. Аміак є кінцевим неорганічним продуктом складного процесу мінералізації органічних речовин, які містять азот. Іони амонію засвоюються рослинами при фотосинтезі й окислюються в нітрити й нітрати.

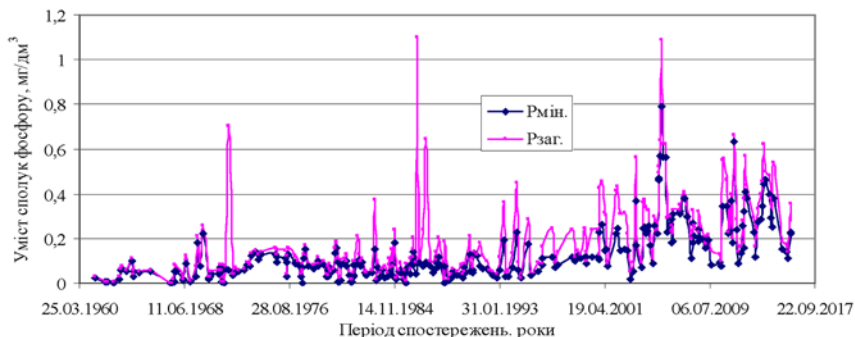
**Концентрація  $NO_2$** , у воді Дніпра змінювалася від 0 (12,5 % проб) до 0,504 мг/дм<sup>3</sup> (11.02.1974). При цьому в 39,5 % проб концентрація нітритів перевищувала ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,02 мг/дм<sup>3</sup>), в 55,5 % - граничну межу 3 категорії екологічної оцінки – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>. Забруднення води Дніпра нітритами за повторюваністю є стійким (перевищення ГДК більш ніж у 30 % проб), а за рівнем - високим [26]. Середньоарифметичне значення концентрації нітритів у воді Дніпра в 1961-1980, 2006-2015 рр. перевищувало ГДК. Вода річки в 1991-1995 р. відносилася до 3 категорії якості (**помірно - слабо забруднена**), у 1981-1990, 1996-2005 рр. – до 4, у 1961-1980, 2006-2010 рр. – до 5, у 2011-2015 рр. – до 6 категорії якості.

**Концентрації  $NO_3$** , у воді річки змінювалися від 0 (3,6 % проб) до 6,8 мг/дм<sup>3</sup> (22.05.1974 р.) (рис. 4). При цьому концентрації вищі за граничну межу 3 категорії екологічної оцінки (0,5 мг/дм<sup>3</sup>) виявлено в 24,3 % проб. Проб води з концентрацією нітратів вищою за ГДК для водойм рибогосподарського й питного призначення не відмічено. Загалом, рівень забруднення вод Дніпра нітратами оцінюється як одиночний і низький.

За середньоарифметичним вмістом нітратного азоту вода Дніпра в 1991-1995, 2000-2005 рр. відносилася до 1 категорії якості, у 1981-1990, 1996-2000 рр. – до 2, у 1961-1970, 2011-2015 рр. – до 4, у 2006-2010 рр. – 5, у 1971-1980 рр. – до 6 категорії якості.

**Концентрація мінерального фосфору ( $PO_4$ )** у воді Дніпра змінювалася від 0 (27.04.1967 р., 01.07.1967 р., 11.07.1971 р., 10.08.1977 р.) до 0,79 мг/дм<sup>3</sup> (24.09.2005 р.), що не перевищувало

граничних значень ГДК для водойм питного призначення (3,5 мг/дм<sup>3</sup>, рис. 6).



**Рис. 6. Динаміка коливання умісту розчинених сполук фосфору у воді Дніпра**

69,8 % відібраних і проаналізованих проб води мають концентрацію фосфатів вищу за межу 3 категорії екологічної оцінки, а 8,0 % - за граничний рівень 7 категорії якості. Це свідчить про стійке й високе забруднення води Дніпра фосфатами

Найвищі усереднені концентрації фосфатів у воді Дніпра фіксували з врахуванням фази водного режиму у літню межень (0,169 мг/дм<sup>3</sup>), найнижчі – у весняну повінь (0,114 мг/дм<sup>3</sup>, табл. 2). Для обох випадків це 5 категорія якості води.

За середньоарифметичним вмістом фосфатів вода Дніпра в 1961-1970 рр. відносилася до 3 категорії якості, 1971-1995 – до 4 категорії якості, у 1996-2000 рр. – до 5, у 2000-2015 рр. – до 6 категорії якості (табл. 3).

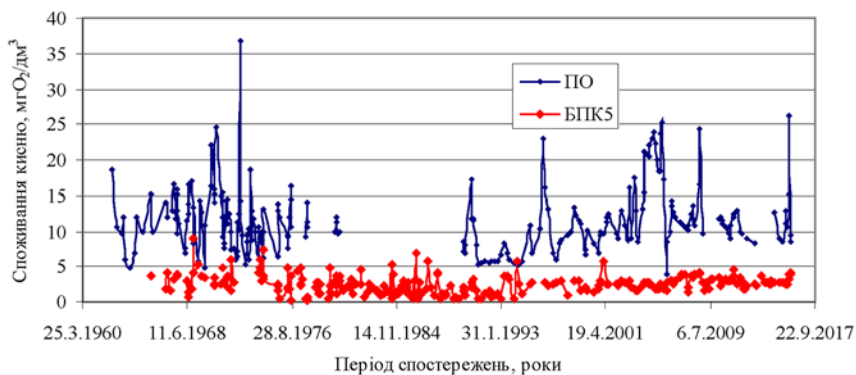
Уміст *загального розчинного фосфору* у воді Дніпра змінювався від 0 (27.04.1967 р. 1.07.1967 р.) до 1,1 мг/дм<sup>3</sup> (14.08.1986 р.). Проб води, з вмістом загального розчинного фосфору, що перевищував 0,06 мг/дм<sup>3</sup> (гранична межа 3 категорії якості) 74,9 %.

За середньоарифметичним вмістом загального розчиненого фосфору вода Дніпра в 1961-1980 рр. відносилася до 4 категорії якості, 1981-1995 – до 5 категорії якості, у 1996-2000, 2006-2010 рр. – до 6, у 2000-2005, 2011-2015 рр. – до 7 категорії якості (табл. 3).

За фазами водного режиму найвищий уміст загального розчиненого фосфору фіксували у літню межень (0,243 мг/дм<sup>3</sup>, 6 категорія якості), а найнижчий – у зимову межень (0,157 мг/дм<sup>3</sup>, 5

категорія якості, табл. 2).

**Перманганатна окиснюваність** відображає, в основному, кількісні показники легко окиснюваних органічних речовин, а також частково, гумусних сполук. Перманганатна окиснюваність води річки Дніпро змінювалася від 3,90 (8.08.1984 р.) мгО/дм<sup>3</sup> до 36,8 (14.08.1972 р.) мгО/дм<sup>3</sup> (рис. 7). При цьому відсутні проби води з окиснюваністю менше 3 мгО/дм<sup>3</sup> (1 категорія якості), 1,3 % проб – у межах 3-5 мгО/дм<sup>3</sup> (2 категорія якості), 17,7 % проб – 5,1-8 мгО/дм<sup>3</sup> (3 категорія якості), 23,7 % проб – 8,1-10 мгО/дм<sup>3</sup> (4 категорія якості), 40,0 % проб – 10,1-15 мгО/дм<sup>3</sup> (5 категорія якості), 10,3 % проб – 15,1-20,0 мгО/дм<sup>3</sup> (6 категорія якості), 7 % проб води мали окиснюваність більше 20 мгО/дм<sup>3</sup> (7 категорія якості). 98,7 % проб води річки мали перманганатну окиснюваність вищу за ГДК для питної води (5 мгО/дм<sup>3</sup>).



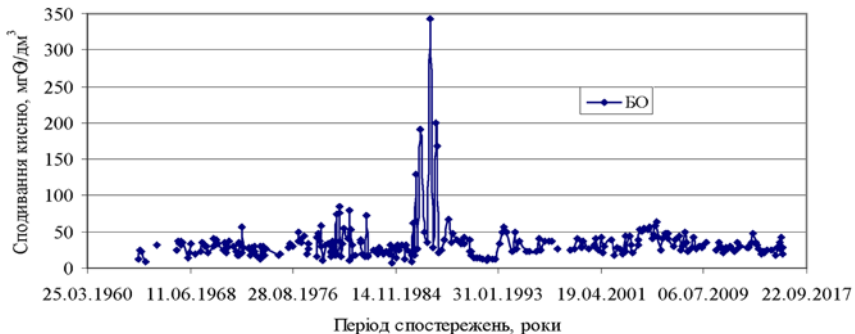
**Рис. 7. Динаміка споживання кисню у воді Дніпра за різними методиками визначення**

Забруднення води Дніпра легко окиснюваними органічними й частково гумусними речовинами має стійкий і середній рівень.

Середньоарифметичне значення ПО у воді Дніпра за весь період спостережень становило 11,67 мгО/дм<sup>3</sup> (5 категорія якості), в окремі коротші періоди часу змінювалось від 6,31 (1991-1995 рр., 3 категорія якості) до 12,67 і 12,7 (2011-2015 і 1961-1970 рр., 5 категорія якості) мгО/дм<sup>3</sup> (табл. 1, 3), а за фазами водного режиму найвищим було у літню межень (14,0 мгО/дм<sup>3</sup>, 5 категорія якості), найнижчим – зимову межень (10,28 мгО/дм<sup>3</sup>, також 5 категорія якості, табл. 2).

Вода Дніпра за середньою перманганатною окиснюваністю у 1961-1990, 2006-2015 рр. відносилася до 5 категорії якості (помірно забруднена), у 1991-1995 рр. – до 3 категорії якості, у 1996-2000 рр. – 4 (слабко забруднена), 2001-2005 рр. – 6 категорії якості (табл. 3).

**Дихроматна окиснюваність** води Дніпра також мала значні коливання в часі – від 7,7 мгО/дм<sup>3</sup> (8.08.1984 р.) до 168 мгО/дм<sup>3</sup> (18.02.1988 р.), 191 (21.10.1986 р.), 200 (16.02.1988 р.), 343 мгО/дм<sup>3</sup> (13.08.1977 р.). Найвищі піки забруднення води Дніпра органічними речовинами припадають на 1986-1988 рр. (рис. 8). При цьому: 0,7 % проб води річки мали БО менше 9 мгО/дм<sup>3</sup> (1 категорія якості), 5,5 % проб – 9-15 мгО/дм<sup>3</sup> (2 категорія якості), 25,8 % проб – 15,1-25 мгО/дм<sup>3</sup> (3 категорія якості), 20,3 % проб в межах 25,1-30 мгО/дм<sup>3</sup> (4 категорія якості), 27,8 % проб – 30,1-40 мгО/дм<sup>3</sup> (5 категорія якості), 15,4 % проб - 40,1-60 мгО/дм<sup>3</sup> (6 категорія якості) і на БО вище 60 мгО/дм<sup>3</sup> припадає 4,4 % проб (рис. 6) при середньоарифметичному значенні – 34,57 мгО/дм<sup>3</sup>. Однак, середні значення БО за менші проміжки часу мали значні коливання: від 26,53 мгО/дм<sup>3</sup> (4 категорія якості) за період 1991-1995 рр. до 43,1 мгО/дм<sup>3</sup> (6 категорія якості) – за 1981-1990 рр. (табл. 3).



**Рис. 8. Динаміка споживання кисню у воді Дніпра за дихроматною окиснюваністю**

За фазами водного режиму значення БО у воді Дніпра були найвищими в зимову межень 38,4 мгО/дм<sup>3</sup> (5 категорія якості), найнижчими – у весняну повінь 30,96 мгО/дм<sup>3</sup> (5 категорія якості). Крім того, восени й літню межень ці значення мали наступні показники 33,32 та 34,2 мгО/дм<sup>3</sup>, що відповідало також 5 категорії якості [24].

Загалом, за середніми показниками БО, вода Дніпра в 1961-1970, 1991-1995, 2006-2015 рр. відносилася до 4 категорії якості, у 1971-1980, 1996-2005 рр. – до 5, у 1981-1990 рр. – до 6 категорії якості [24].

**Біологічне споживання кисню протягом п'яти діб** ( $BCK_5$ ) для окислення органічних речовин, які містяться у воді, в аеробних умовах змінювалося від 0,14 (15.07.1976 р.) до 8,9 (12.11.1968 р.) при середньоарифметичному значенні 2,49  $mgO_2/dm^3$  (рис. 6). Гранічнодопустимий рівень  $BCK_5$  у водоймах рибогосподарського призначення 2,25  $mgO_2/dm^3$ , для водойм господарсько-побутового призначення - 3, гранична межа 3 категорії екологічної оцінки – 2,1  $mgO_2/dm^3$ . Але в 59,0 % проб води Дніпра  $BCK_5$  перевищує ГДК для водойм господарсько-побутового призначення, в 26,4 % проб – для водойм рибогосподарського призначення і 62,2 % проб – граничну межу 3 категорії екологічної оцінки. Отже, забруднення води Дніпра органічними речовинами, які окислюються в аеробних умовах має характерний та середній рівень.

Середньоарифметичні значення  $BCK_5$  у воді Дніпра за більш короткі відрізки часу знижувалося з 3,59 у 1961-1970 рр. до 1,92  $mgO_2/dm^3$  у 1991-1995 рр. Пізніше поступово зростали до 2,96  $mgO_2/dm^3$  у 2006-2010 рр. Загалом, за середніми показниками  $BCK_5$ , вода Дніпра в 1961-1980, 1996-2015 рр. відносилася до 4 категорії якості, 1981-1995 рр. – до 3 категорії якості (табл. 3) [24].

Цей показник у воді Дніпра змінювався в межах 17,7 (20.04.1976 р.) до 59 (22.09.2007 р.)  $mgO/dm^3$ , а середнє значення становить 31,81  $mgO/dm^3$ . ГДК для водойм господарсько-побутового призначення 15  $mgO/dm^3$ , гранична межа 3 категорії екологічної оцінки – 25  $mgO/dm^3$ . Проб води Дніпра, що мали значення ХСК нижчі за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (15  $mgO/dm^3$ ) не зафіксовано, 21,6 % проб води мали значення нижчі граничного рівня 3 категорії екологічної оцінки (25  $mgO/dm^3$ ).

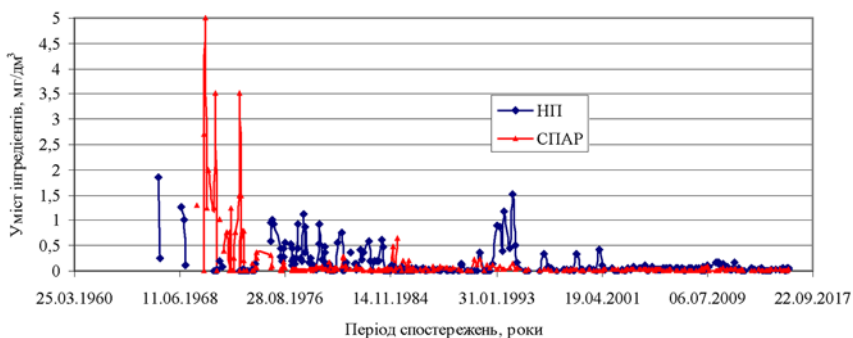
**Оцінка якості води за специфічними речовинами токсичної дії.** Узагальнені результати математико-статистичного обробітку даних аналізів води Дніпра за специфічними речовинами токсичної й радіоактивної дії за весь період досліджень приведено в табл. 4.

**Уміст нафтопродуктів** у воді Дніпра змінювався від 0 (15,9 % проб) до 1,0 (06.10.1968, 15.08.1975 р.), 1,12 (16.01.78 р.), 1,17 (15.09.1993 р.), 1,26 (29.07.1968 р.), 1,52 (19.05.1994 р.), 1,86 (06.10.1966 р.)  $mg/dm^3$  (табл. 4, рис. 9) при середньоарифметичному

Статистичні характеристики кількісної і якісної мінливості специфічних показників токсичної й радіоактивної дії у воді р. Дніпро

Показники	Середнє значення	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Мінімальне значення	Максимальне значення	Рівень надійності (95%)
1961-2015 рр., до 351 значення						
Нафтопродукти	0,148	0,014	0,251	0	1,860	0,028
Феноли	0,0027	0,0002	0,0047	0	0,0610	0,0005
СПАР	0,143	0,029	0,506	0	5,000	0,058
F-	0,278	0,016	0,104	0	0,440	0,033
Fe, заг.	0,251	0,015	0,269	0	1,520	0,029
Cu <sup>2+</sup>	0,006	0,0007	0,012	0	0,150	0,001
Zn <sup>2+</sup>	0,021	0,002	0,028	0	0,180	0,004
Cr, заг.	0,018	0,003	0,029	0	0,150	0,006
Cr <sup>6+</sup>	0,005	0,0004	0,004	0	0,026	0,0007
Mn <sup>2+</sup>	0,052	0,006	0,087	0	0,500	0,012
Ni <sup>2+</sup>	0,009	0,002	0,021	0	0,135	0,004
Pb <sup>2+</sup>	0,0022	0,0004	0,0028	0	0,0100	0,0008
Hg <sup>2+</sup>	0,0015	0,0008	0,0038	0	0,0160	0,0017
Co <sup>2+</sup>	0,0019	0,0006	0,0032	0	0,0100	0,0011
Cd <sup>2+</sup>	0,00029	0,00023	0,00047	0,00005	0,00100	0,00074
V <sup>2+</sup>	0,00168	0,00109	0,00491	0	0,01600	0,00229
Al <sup>3+</sup>	0,0167	0,0033	0,0182	0,00125	0,0700	0,0067
<sup>90</sup> Sr, Бк/м <sup>3</sup>	51,44	12,33	72,93	0,087	420,00	25,05
<sup>137</sup> Cs, Бк/м <sup>3</sup>	8,71	1,21	6,84	0,115	35,00	2,47





**Рис. 9. Динаміка коливання умісту нафтопродуктів та СПАР у воді Дніпра**

значенні  $0,148 \text{ мг/дм}^3$ , що відповідає 5 категорії якості. За період досліджень 40,8 % проб води перевищували ГДК для водойм рибогосподарського призначення ( $0,05 \text{ мг/дм}^3$ ), 29,6 % - ГДК для водойм для питного призначення ( $0,1 \text{ мг/дм}^3$ ), 14,1 % - ГДК для водойм господарсько-побутового використання ( $0,3 \text{ мг/дм}^3$ ). Найбільш забрудненою за фазами водного режиму вода Дніпра була в літню межень, найбільш чистою – у весняну повінь (табл. 5), але ці всі концентрації відносяться до 5 категорії якості. Крім того, у всі фази водного режиму уміст нафтопродуктів у воді річки перевищував ГДК для водойм рибогосподарського й питного призначення. Загалом забруднення води Дніпра нафтопродуктами в Каневі є стійким та високим [26].

За середньоарифметичним умістом нафтопродуктів, вода Дніпра, найбільш забрудненою була у 1991-1995 рр. ( $0,36 \text{ мг/дм}^3$ ) і відносилася до 7 категорії якості, у 1961-1970 і 1971-1980 рр. ( $0,25$  та  $0,23 \text{ мг/дм}^3$ , табл. 6) відносилися до 6 категорії якості, у 1981-1990, 1996-2010 рр. – до 4, у 2011-2015 рр. – до 3.

**Уміст фторидів** у воді Дніпра змінювався від 0 (02.09.1981 р., 2.09.1982 р.) до  $0,44$  (26.04.2012 р.)  $\text{мг/дм}^3$  при середньоарифметичному значенні  $0,284 \text{ мг/дм}^3$ , що відповідає 5 категорії якості. В жодній з проб води уміст фторидів не перевищував ГДК для питної води ( $0,7 \text{ мг/дм}^3$ ). За середньоарифметичними показниками вмісту фторидів вода річки у всі періоди досліджень та у всі фази водного режиму відносилась до 5 категорії якості.

Середньоарифметичний уміст специфічних і радіоактивних показників токсичної дії у воді р. Дніпра за фазами водного режиму, мг/дм<sup>3</sup>

Інгредієнти	Зимова межень	Весняна повінь	Літня межень	Осінь	ГДК рибогосподарського призначення	ГДК господарсько-побутового використання	Гранична межа 3 категорії екологічної оцінки	ДСанПін 2.2.4-171-10
НП	0,1504	0,1208	0,1772	0,1574	0,05	0,3	0,05	≤ 0,1
Феноли	0,0037	0,0030	0,0030	0,0021	0,001	0,001	0,001	≤ 0,001
СПАР	0,1494	0,2385	0,0857	0,1097	0,2		0,02	≤ 0,5
F <sup>-</sup>	0,3169	0,301	0,314	0,2250			0,15	≤ 0,7
Fe, заг	0,188	0,295	0,267	0,214	0,1	0,3	0,1	≤ 0,2
Cu <sup>2+</sup>	0,0055	0,0060	0,0063	0,0067	0,01	1,0	0,002	≤ 1,0
Zn <sup>2+</sup>	0,0190	0,0247	0,0172	0,0203	0,01	1,0	0,02	≤ 1,0
Cr, заг.	0,0270	0,0266	0,0091	0,0036			0,005	≤ 0,05
Cr <sup>6+</sup>	0,0043	0,0053	0,0048	0,0052	0,001	0,05		
Mn <sup>2+</sup>	0,0565	0,0610	0,0571	0,0512	0,01	0,1	0,05	≤ 0,05
Ni <sup>2+</sup>	0,0176	0,0086	0,0062	0,0038	0,01	0,1	0,01	≤ 0,02
Pb <sup>2+</sup>	0,0027	0,0020	0,0031	0,0030	0,01	0,03	0,01	≤ 0,01
Hg <sup>2+</sup>	0,0033	0,0038	0,0042	0,0017			0,0002	≤ 0,0005
Co <sup>2+</sup>	0,0019	0,0013	0,0043	0,0033				≤ 0,1
Mo <sup>2+</sup>	0	0	0	0				≤ 0,07
Cd <sup>2+</sup>	0,00054	0,00005	0,00006	0				
Al <sup>3+</sup>	0,0277	0,0117	0,0448	0,0260				≤ 0,2
V <sup>2+</sup>	0	0,00028	0,0080	0,0080				
<sup>90</sup> Sr, Бк/м <sup>3</sup>	36,18	59,27	42,34	58,28				≤ 2000
<sup>137</sup> Cs, Бк/м <sup>3</sup>	7,64	8,79	7,15	7,95				≤ 2000
α-ГХЦГ	0,000005	0,00125	0,000038	0,000008				≤ 0,0001
γ-ГХЦГ	0,000469	0,000004	0,000067	0				≤ 0,0001
ДДТ	0,000213	0,000112	0,000062	0,000073				≤ 0,0001
ДДЕ	0,000038	0,000022	0,000035	0,000044				≤ 0,0001
ДДД	0,006625	0	0	0				≤ 0,0001

Таблиця 6

**Середньоарифметичний уміст специфічних і радіоактивних показників токсичної дії у воді р. Дніпра за різні періоди досліджень, мг/дм<sup>3</sup>**

Інгредієнти	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Нафтопродукти	0,2506	0,2325	0,0996	0,3618	0,0545	0,0552	0,0656	0,0355
Феноли	0,0014	0,0027	0,0043	0,0021	0,0018	0,0018	0,0022	0,0026
СПАР	2,0417	0,2417	0,0586	0,0755	0,0139	0,0215	0,0142	0,0142
F <sup>-</sup>	0,344	0,316	0,261	0,238	0,338	0,300	0,282	0,330
Fe, заг	0,421	0,185	0,177	0,353	0,231	0,395	0,179	0,208
Cu <sup>2+</sup>	0,0037	0,0037	0,0093	0,0076	0,0036	0,0054	0,0047	0,0098
Zn <sup>2+</sup>	0,0156	0,0088	0,0107	0,0717	0,0378	0,0472	0,0178	0,0323
Cr, заг.	-	0,0197	0,0112	-	-	-	0,0363	0,0394
Cr <sup>6+</sup>	-	-	0,0033	0,070	0,0072	0,0061	0,0046	0,0054
Mn <sup>2+</sup>	-	0,0087	0,0474	0,0836	0,0384	0,1046	0,0336	0,0625
Ni <sup>2+</sup>	-	0,0031	0,0165	0,0077	0,0033	0,0037	0,0080	0,060
Pb <sup>2+</sup>	-	0	0,0013	0,00083	0,00114	0,00197	0,0049	0,0034
Hg <sup>2+</sup>	-	0	0,0021	0,00089	0,00123	-	-	-
Co <sup>2+</sup>	-	0	0,0026	0,00067	0,0012	0,0018	0,0024	0,0023
Mo <sup>2+</sup>	-	0	0	0	0	0	0	0
Cd <sup>2+</sup>	-	-	-	-	-	0,0003	0,00029	0,00024
Al <sup>3+</sup>	-	0,0154	0,0064	0,0084	0,0126	0,0164	0,0281	0,0294
V <sup>2+</sup>	-	0	0,0031	-	-	-	-	-
<sup>90</sup> Sr, Бк/м <sup>3</sup>	-	-	-	-	227,33	32,68	46,47	22,69
<sup>137</sup> Cs, Бк/м <sup>3</sup>	-	-	-	-	14,83	13,58	6,97	6,99
α-ГХЦГ	-	0,0050	0,00017	0	0	0	0	0
γ-ГХЦГ	-	0,000024	0,000018	0	0	0	0,00233	0
ДЦГ	-	0,00085	0,000116	0	0	0	0,000667	0
ДДЕ	-	0,00008	0,000055	0,000002	0,000023	0,000031	0	0

### ***Уміст синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР)***

у воді Дніпра змінювався від 0 (15,5 % проб) до 2,0 (9.09.1970 р.), 2,7 (29.04.70 р.), 3,5 (15.03.1971, 15.02.1973 р.), 5,0 (28.05.1970 р.) мг/дм<sup>3</sup> (табл. 4, рис. 8) при середньоарифметичному значенні 0,149 мг/дм<sup>3</sup> (6 категорія якості). При цьому, виявлено перевищення ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,2 мг/дм<sup>3</sup>) в 9,3 % проб, а для питного призначення (0,5 мг/дм<sup>3</sup>) – 5,17 % проб. За фазами водного режиму найбільш забрудненою була вода Дніпра в весняну повінь (0,238 мг/дм<sup>3</sup>, 6 категорія якості), найбільш чистою – у літню межень (0,086 мг/дм<sup>3</sup>, 5 категорія якості). У інші фази водного режиму за забрудненням СПАР вода річки відносилась до 6 категорії якості (табл. 5).

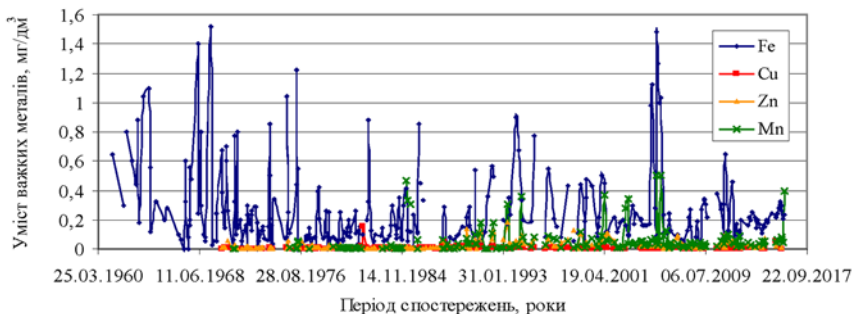
Вода Дніпра за середньоарифметичними значеннями СПАР (табл. 6) у 1961-1970 рр. відносилася до 7 категорії якості, у 1971-1990 рр. – до 6 категорії якості, у 1991-1995 рр. – до 5 категорії якості, у 1996-2000, 2006-2015 рр. – до 3, у 2001-2005 рр. – до 4 категорії якості. Загалом забруднення води річки СПАР є одиничним але високим.

***Уміст фенолів*** у воді Дніпра змінювався від 0 (22,2 % проб) до 0,061 мг/дм<sup>3</sup> (19.06.1972 р., рис. 10) при середньоарифметичному значенні – 0,0027 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищувало ГДК для водойм рибогосподарського, господарсько-побутового й питного призначення (0,001 мг/дм<sup>3</sup>). Загалом в 62,1 % проб води уміст фенолів перевищував ГДК для водойм рибогосподарського, господарсько-побутового та питного призначення. За фазами водного режиму найвищі концентрації фенолів фіксували у зимову межень (0,0037 мг/дм<sup>3</sup>, 7 категорія якості), найнижчі – восени (0,0021 мг/дм<sup>3</sup>, 7 категорія), в літню межень і весняну повінь – 0,003 мг/дм<sup>3</sup>. Середньоарифметичні значення концентрації фенолів найвищими були у 1971-1990 рр. (0,0043 мг/дм<sup>3</sup>) і вода відносилася до 7 категорії якості, найчистішими (0,0014 мг/дм<sup>3</sup>) – у 1961-1970 рр. У 1971-1995, 2006-2015 рр. вода Дніпра за умістом фенолів відносилася до 7 категорії якості, у 1961-1970, 1996-2005 рр. – до 6 категорії якості. Загалом забруднення води річки фенолами є характерним і дуже високим [26].

***Уміст заліза*** у воді Дніпра високий і змінюється у значних межах від 0 (9.03.1967 р. - 20.1.2009 р., загалом 2,76 % проб) до 1,52 (24.04.1969 р.) мг/дм<sup>3</sup> (табл. 4, рис. 11) при середньоарифметичному значенні – 0,251 мг/дм<sup>2</sup> (табл. 4), що відповідає 4 категорії якості.



**Рис. 10.** Динаміка коливання умісту фенолів у воді Дніпра



**Рис. 11.** Динаміка коливання у воді Дніпра деяких важких металів

У 67,8 % проб води уміст заліза перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення ( $0,1 \text{ мг/дм}^3$ ), в 39,3 % проб – ГДК для водойм питного водопостачання ( $0,2$ ) і в 22,1 % проб – ГДК для водойм господарсько-побутового призначення ( $0,3 \text{ мг/дм}^3$ ). Отже, забруднення води Дніпра загальним залізом є характерним, середнім (в окремих випадках високим за рибогосподарським ГДК). За фазами водного режиму найвище забруднення води Дніпра загальним залізом було у весняну повінь ( $0,295 \text{ мг/дм}^3$ ), найнижчим – у зимову межень ( $0,188 \text{ мг/дм}^3$ , табл. 5), але ці концентрації відносяться до 4 категорії якості. За середньоарифметичним умістом заліза (табл. 6) вода річки у всі періоди досліджень відносилася до 4 категорії якості – слабо забруднена [24].

**Концентрації цинку** у воді Дніпра змінювались від 0 (10,4 % проб) до  $0,18$  (19.05.1993 р.)  $\text{мг/дм}^3$  при середньоарифметичному значенні  $0,0213 \text{ мг/дм}^3$  (4 категорія якості). При цьому, 2,6 % проб води мали уміст цинку, що перевищує ГДК для водойм

рибогосподарського призначення ( $0,1 \text{ мг/дм}^3$ ), а 67,4 % проб – перевищували граничну межу 3 категорії екологічної оцінки ( $>0,02 \text{ мг/дм}^3$ ), тобто характеризувались як слабо забруднені – брудні. В жодній з проб не виявлено концентрації цинку, що перевищувала ГДК для водойм господарсько-побутового й питного призначення ( $1,0 \text{ мг/дм}^3$ ). За фазами водного режиму уміст цинку був найбільшим у весняну повінь ( $0,0247 \text{ мг/дм}^3$ , 4 категорія якості), найнижчим – у літню межень ( $0,0172 \text{ мг/дм}^3$ , 3 категорія якості). За середньоарифметичними значеннями вмісту цинку (табл. 6) воду Дніпра характеризували у 1971-1980 рр. як дуже чисту (1 категорія якості), у 1981-1990 - 2 категорія якості, у 1961-1970, 2006-2010 рр. – 3 категорія якості, у 1996-2005, 2011-2015 рр. – 4 категорія якості, у 1991-1995 рр. – 5 категорія якості. Загалом забруднення води Дніпра цинком оцінюється як одиничне з низьким рівнем.

**Уміст міді** у воді Дніпра коливався в межах від 0 (9,46 % проб) до  $0,15$  (7.09.1981 р.)  $\text{мг/дм}^3$ . В 13,27 % проб води уміст міді перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення ( $0,01 \text{ мг/дм}^3$ ) і в 66,39 % проб – межу 3 категорії якості ( $0,002 \text{ мг/дм}^3$ ). За фазами водного режиму найвище забруднення води міддю було восени ( $0,0067 \text{ мг/дм}^3$ ), найнижче – у зимову межень ( $0,0055 \text{ мг/дм}^3$ ). Але це значення одного порядку – 4 категорія якості. За середньоарифметичними значеннями вмісту міді вода Дніпра у всі коротші періоди досліджень відносилась до 4 категорії якості (табл. 6, рис. 10). Загалом забруднення води річки міддю оцінюється як нестійке але високе.

**Уміст нікелю** у воді Дніпра змінювався від 0 (36,36 % проб) до  $0,135$  (10.01.1985 р.)  $\text{мг/дм}^3$  при середньоарифметичному значенні  $0,009 \text{ мг/дм}^3$ . Нікель визначали в третині усіх проб починаючи з 1971 року. 20,2 % проб води мали концентрацію нікелю вищу за ГДК для водойм рибогосподарського призначення та граничну межу 3 категорії якості екологічної оцінки ( $0,01 \text{ мг/дм}^3$ ) [24], 8,08 % проб – за ГДК для водойм питного призначення ( $0,02 \text{ мг/дм}^3$ ) [18]. Найбільш забрудненою нікелем вода Дніпра була у зимову межень ( $0,0176 \text{ мг/дм}^3$ , 4 категорія якості), найбільш чистою – восени ( $0,0038 \text{ мг/дм}^3$ , 2 категорія якості). За середньоарифметичними значеннями концентрації нікелю у Дніпрі, вода у 1971-1980, 1996-2005 рр. відносилась до 2 категорії якості, у 1990-1995, 2006-2015 рр. – до 3, у 1981-1990 рр. – до 4 категорії якості. Загалом забруднення води річки нікелем є нестійким і середнім [26].

**Уміст марганцю** у воді Дніпра змінювався від 0 (25.04.1984р., 21.04.1988 р., 22.09.1988 р., 28.09.1988р., 24.07.1991 р., 22.10.1991р., 25.07.1992 р. або 3,8 % проб) до 0,5 (20.07.2005 р., 12.11.2005р.) мг/дм<sup>3</sup> при середньоарифметичному значенні 0,054 мг/дм<sup>3</sup> (4 категорія якості). Уміст марганцю визначали в 183 пробах із 354. В 70,5 % проб води уміст марганцю вищий за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,01 мг/дм<sup>3</sup>), у 27,3 % проб – вищий за ГДК для водойм питного призначення й граничну межу 3 категорії якості екологічної оцінки (0,05 мг/дм<sup>3</sup>) [24] і 13,66 % проб – вищі за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (0,1 мг/дм<sup>3</sup>) [26]. Найбільш забрудненою вода Дніпра була у весняну повінь (0,061 мг/дм<sup>3</sup>), найбільш чистою – восени (0,0512 мг/дм<sup>3</sup>). Необхідно відмітити, що у всі фази водного режиму вода річки відносилася до 4 категорії якості. За середньоарифметичними значеннями умісту марганцю (табл. 8) вода Дніпра у 1971- 1980 рр. відносилася до 1 категорії якості, у 1981-1990, 1996-2000, 2006-2010 рр. – до 3 категорії якості, у 1991-1995, 2011-2015 рр. – до 4, у 2001-2005 рр. – до 5 категорії якості. Забруднення річки марганцем у межах Канівського природного заповідника є характерним і високим.

**Уміст свинцю** у воді Дніпра змінювався від 0 (43.39 % проб) до 0,01 (15.05.2004 р., 5.05.2009 р.) мг/дм<sup>3</sup> при середньоарифметичному значенні 0,00272 мг/дм<sup>3</sup> (2 категорія якості). Жодна з проб води річки не перевищувала ГДК для водойм рибогосподарського, господарсько-побутового та питного призначення, а також граничного рівня 3 категорії якості екологічної оцінки (0,01 мг/дм<sup>3</sup>). За фазами водного режиму забруднення води свинцем було найвищим у літню межень (0,0031 мг/дм<sup>3</sup>), найнижчим – у весняну повінь (0,002 мг/дм<sup>3</sup>), але ці значення одного рівня – 2 категорії якості. За середньоарифметичними значеннями токсичної дії свинцю вода Дніпра в 1971-2005 рр. відносилася до 1 категорії якості, у 2006-2015 рр. – до 2. За цим показником забруднення вода річки є чистою.

**Уміст загального хрому** у воді Дніпра змінювався від 0 (32,46 % проб) до 0,15 (11.02.1974 р.) мг/дм<sup>3</sup> при середньоарифметичному значенні 0,018 мг/дм<sup>3</sup> (5 категорія якості, табл. 6). Зазначу, що 12,98 % проб води річки мали концентрацію загального хрому вищу за ГДК для водойм питного призначення й граничну межу 7 категорії якості екологічної оцінки (0,05 мг/дм<sup>3</sup>) [24]. Найбільш

значне забруднення води загальним хромом (0,055-0,15 мг/дм<sup>3</sup>, 7 категорія якості) фіксували в 1974-1977 рр., 1989 та 2009 рр. Необхідно зазначити, що концентрацію загального хрому у воді Дніпра визначали у 1971-1990 рр. та в 2006-2015 рр. В інший період цих досліджень не вели. За фазами водного режиму найбільше забруднення води загальним хромом було у весняну повінь 0,02266 мг/дм<sup>3</sup> (5 категорія якості) та зимову межень 0,027 мг/дм<sup>3</sup> (6 категорія якості), найчистішою вода була – восени (0,0036 мг/дм<sup>3</sup>, 3 категорія якості). В літню межень уміст загального хрому у воді Дніпра становив 0,0091 мг/дм<sup>3</sup> (4 категорія якості) За середньоарифметичними значеннями вмісту хрому загального вода Дніпра у 1971-1990 рр. відносилася до 7 категорії якості, у 2006-2015 рр. – до 5 категорії якості. Загалом, забруднення води річки хромом загальним є нестійким і середнім.

**Концентрація шестивалентного хрому** змінювалася від 0 (12,5 % проб) до 0,026 (19.05.1994 р.) при середньоарифметичному значенні 0,005 мг/дм<sup>3</sup>. 84,2 % проб води річки мали концентрацію хрому шестивалентного вищу за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,001 мг/дм<sup>3</sup>), а 40,49 % проб – вищі за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (0,05 мг/дм<sup>3</sup>). Загалом забруднення води Дніпра хромом шестивалентним є характерним і високим.

**Уміст алюмінію** (для якого категорії якості не встановлені) у воді Дніпра змінювався від 0,0125 (31.01.1980 р.) до 0,07 (6.06.2009 р.) мг/дм<sup>3</sup>. Токсична дія алюмінію для живих організмів водойм рибогосподарського призначення на сьогодні не регламентована. Жодна з проб води не перевищувала ГДК для водойм питного призначення (0,2 мг/дм<sup>3</sup>).

**Концентрацію ртуті** у воді Дніпра визначали у 1971-2000 рр. Її концентрація змінювалася від 0 (56,5 % проб) до 0,016 мг/дм<sup>3</sup> (24.04.1983 р.) при середньоарифметичному значенні 0,0014 мг/дм<sup>3</sup> (6 категорія якості). У 39,1 % проб води Дніпра концентрація ртуті перевищувала граничну межу 3 категорії якості (0,0002 мг/дм<sup>3</sup>), а в 16,6 % проб води – ГДК для водойм питного призначення (0,0005 мг/дм<sup>3</sup>). Найбільш забрудненою ртуттю вода була у весняну повінь (0,0038 мг/дм<sup>3</sup>, 7 категорія якості), найбільш чистою – восени (0,00017 мг/дм<sup>3</sup>, 6 категорія якості) За середньоарифметичною концентрацією ртуті вода річки у 1971-1980 рр. відносилася до 1 категорії якості, у 1981-1990, 1996-2000 рр. – до 5, у 1991-1995 рр. –



до 5 категорії якості.

Протягом 1981-2015 рр. у воді Дніпра відзначали *забруднення кобальтом*. Концентрація кобальту змінювалась від 0 (60 % проб) до 0,01 мг/дм<sup>3</sup> (08.08.1984 р., 30.11.1984 р., 15.05.2004 р.) при середньоарифметичному значенні 0,0022 мг/дм<sup>3</sup>.

У воді Дніпра протягом періоду досліджень не було виявлено молібдену, олова, титану, вісмуту, срібла, миш'яку.

Вода Дніпра містила *специфічні речовини радіаційної дії <sup>90</sup>Sr та <sup>137</sup>Cs*. Уміст *цезію* змінювався від 0,115 (20.01.2009 р.) до 35,0 (19.02.2002 р.) Бк/м<sup>3</sup> при середньоарифметичному значенні за 2001-2015 рр. 8,711 Бк/м<sup>3</sup>, що відповідає 2 категорії якості. У жодній з проб води Дніпра уміст цезію не перевищував ГДК для водойм питного призначення (2000 Бк/м<sup>3</sup>). За фазами водного режиму найбільш забрудненою за цезієм вода річки була у весняну повінь (8,79 Бк/м<sup>3</sup>, 2 категорія якості), найбільш чистою – у зимову межень (6,30 Бк/м<sup>3</sup>, також 2 категорія якості). За середньоарифметичними значеннями умісту специфічних речовин радіаційної дії ( <sup>137</sup>Cs) вода Дніпра у 1996-2005 рр. відносилася до 3 категорії якості, у 2006-2015 рр. – до 2.

*Уміст стронцію* у воді річки змінювався від 6,9 (22.08.2004 р.) до 420 (18.05.1999 р.) Бк/м<sup>3</sup> при середньоарифметичному значенні 53,93 Бк/м<sup>3</sup> (4 категорія якості). В жодній із проб води уміст цезію не перевищував ГДК для водойм питного призначення (2000 Бк/м<sup>3</sup>). Найвищою концентрація стронцію була у весняну повінь (59,26 Бк/м<sup>3</sup>, 4 категорія якості), найнижчою – у зимову межень (20,6 Бк/м<sup>3</sup>, 1 категорія якості). За середньоарифметичними значеннями умісту специфічних речовин радіаційної дії (<sup>90</sup>Sr) вода Дніпра у 1996-2000 рр. відносилася до 5 категорії якості, у 2001-2005 рр. – до 3, у 2006-2010 рр. – до 4, у 2011-2015 рр. – до 1. (табл. 6, 7, 8).

Підвищений уміст пестицидів був виявлений у пробах, відібраних у 1981-1990 рр. Аналіз даних про якість води свідчить про те, що в основному вони забруднені хлорорганічними пестицидами: ДДТ, його метаболітами й ізомерами ГХЦГ. Концентрація β-ГХЦГ у воді коливалася від 0 (83,2 % проб) до 0,001 мг/дм<sup>3</sup> (20.01.2009 р.), α-ГХЦГ – від 0 (77,2 % проб) до 0,02 (19.05.1976 р.), γ-ГХЦГ – від 0 (77,2 % проб) до 0,007 (20.01.2009 р.) мг/дм<sup>3</sup>. Концентрація ДДТ у досліджених пробах води змінювалася від 0 (80 % проб) до 0,002 (20.01.2009 р.) мг/дм<sup>3</sup>, ДДЕ – від 0 (83 % проб) до 0,000554 (29.11.1983 р.) мг/дм<sup>3</sup>.

**Розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ)** [26] р. Дніпро за обмеженим числом інгредієнтів (відношення середньоарифметичного значення до гранично допустимих концентрацій амонійного й нітратного азоту, НП, фенолів, БСК<sub>5</sub>, розчиненого кисню – тут ГДК ділиться на середні значення) дав наступні результати. В окремих пробах ІЗВ змінювався від 0,287 (3.07.1968 р.) до 6,35 (19.05.1994 р.), 6,40 (15.02.1983 р.), 6,62 (6.10.1966 р.), 6,85 (18.04.1979 р.), 6,98 (21.02.1991 р.), 10,971 (19.06.1972 р.), тобто якість води змінювалася від 1 категорії (дуже чиста) до 7 (надзвичайно брудна). При цьому 14,8 % проб води мали рівень забруднення вищий 3 категорії якості (>2,5). Середньозважені показники забруднення води р. Дніпро за ІЗВ за весь період досліджень становили 1,80, що відповідає 3 категорії якості (помірно забруднена) за трофо-сапробіологічними показниками. У менш короткі періоди досліджень індекс забруднення води також відповідав 3 категорії якості за винятком 1996-2000 рр. коли ІЗВ становив 0,95 – 2 категорія якості (табл. 3).

Загальна оцінка води Дніпра *за всією множиною показників* (за так званою функцією міри R, [26]) наведена у табл. 7 і свідчить, що вода у всі періоди досліджень відносилась до 4 категорії якості – слабо забруднена.

**Висновки.** Середньозважені показники забруднення води р. Дніпро за ІЗВ за весь період досліджень становили 1,80, що відповідає 3 категорії якості (помірно забруднена) за трофо-сапробіологічними показниками. У менш короткі періоди досліджень індекс забруднення води також відповідав 3 категорії якості за винятком 1996-2000 рр. коли ІЗВ становив 0,95 – 2 категорія якості.

Загальна оцінка води Дніпра *за всією множиною показників* (за так званою функцією міри R, [26]) свідчить, що вода у всі періоди досліджень відносилась до 4 категорії якості – слабо забруднена.

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

#### **Література:**

1. Васенко А. Г. Основные результаты международных экспедиционных исследований качества вод в бассейне Днепра

[Текст] / А. Г. Васенко, А. Н. Колобаев, В. П. Анучкин. – Харьков, Вести : Ранок, 2003. – 112 с.

2. Вишневецький В. І. Дніпро біля Києва [Текст] / В. І. Вишневецький. – К. : Інтерпрес, 2005. – 100 с.

3. Будівництво Канівської ГАЕС. Проект (Доопрацювання). Оцінка впливу на навколишнє середовище. Т.18 [Текст]. – Харків : Укргідропроєкт, 2013. – 146 с.

4. Гидрология та гидрохимия Днепра и его водохранилищ [Текст] / [А. И. Денисова, В. М. Тимченко, Е. П. Нахшина и др.]. – К. : Наукова думка, 1989. – 216 с.

5. Гидрологический ежегодник 1961 г. [Текст]. Том 2. – Вып. 4,5. – Киев, 1964. – 242 с.

6. Гидрологический ежегодник 1962 г. [Текст]. Том 2. – Вып. 4,5. – Киев, 1964. – 299 с.

7. Гидрологический ежегодник 1963 г. [Текст]. Том 2. – Вып. 4,5. – Киев, 1966. – 313 с.

8. Гидрологический ежегодник 1964 г. [Текст]. Том 2. – Вып. 4,5. – Киев, 1966. – 303 с.

9. Гидрологический ежегодник 1965 г. [Текст]. Том 2. – Вып. 4,5. – Киев, 1967. – 415 с.

10. Гидрологический ежегодник 1970 г. [Текст]. Том 2. – Вып. 4,5. – Киев, 1972. – 395 с.

11. Гидрологический ежегодник 1971 г. [Текст]. Том 2. – Вып. 4,5. – Киев, 1976. – 352 с.

12. Гидрологический ежегодник 1972 г. [Текст]. Том 2. – Вып. 4,5. – Киев, 1976. – 628 с.

13. Гидрологический ежегодник 1975 г. [Текст]. Том 2. – Вып. 4,5. – Киев, 1977. – 282 с.

14. Гидрохимический бюллетень. Материалы наблюдений за загрязненностью поверхностных вод на территории Украинской ССР [Текст]. Ежеквартальные выпуски. 1967-1980 гг. Киевская гидрометеорологическая обсерватория.

15. Гидрохимия Днепра его водохранилищ и притоков [Текст]. – К. : Наукова думка, 1967. – 316 с.

16. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков [Текст]. – М. : Госстандарт, 1985. – 15 с.

17. Денисова А. И. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ [Текст] / А. И. Денисова, В. М. Тимченко, Е. П.

Нахшина. – К. : Наукова думка, 1989. – 216 с.

18. Державні санітарні норми та правила. «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) [Текст]. – Київ, 2010. – 42 с.

19. Лозовіцький П. С. Моніторинг мінералізації та хімічного складу води Дніпра в межах Канівського природного заповідника [Текст] / П.С. Лозовіцький. – Екологічні науки. – 2016. – № 11. – С.

20. Лозовіцький П. С. Моніторинг якості води річки Дунай у м. Кілія [Текст] / П. С. Лозовіцький // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2011. – № 4. – С. 158-182.

21. Матеріали спостережень на водохранилищах (Дополнение к гидрологическому ежегоднику Т. 2, Вып. 4) 1961-1964 гг. [Текст]. – К. : 1966. – 994 с.

22. Матеріали спостережень на водохранилищах и озерах (Дополнение к гидрологическому ежегоднику 1968 г. Т. 2. Вып. 0, 4, 5, 6, 9) [Текст]. – К. – 1971 г. – 345 с.

23. Матеріали спостережень на водохранилищах и озерах (Дополнение к гидрологическому ежегоднику 1969 г. Т. 2. Вып. 0-6) [Текст]. – К. – 1972 г. – 296 с.

24. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України [Текст] / [Романенко В. Д., Жукинський В. М., Окснюк О. П. та ін.] // К., 2001. – 48 с.

25. Романенко В. Д. Основи гідроекології, підручник для студентів екологічних і біологічних спец. вузів [Текст] / В. Д. Романенко. – К. : Обереги. – 2001 р. – 728 с.

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

27. Статистические методы в гидрологии [Текст] // Под ред. Г. А. Алексеева. – Л. : Гидрометеиздат, 1970. – 270 с.

28. Таубе П. Р. Химия и микробиология воды / П. Р. Таубе, А. Г. Баранова // М. : Высш. шк., 1983. – 280 с.

29. Унифицированные методы анализа вод СССР [Текст]. – Л. : Гидрометеиздат, 1978. – 144 с.

30. Шевчук В. Я. Екологічний стан басейну ріки Дніпро за результатами першої українсько-канадської експедиції [Текст] / В. Я. Шевчук, О. Г. Васенко; Міжнар. фонд Дніпра. – Х. : [УкрНДІЕП], 1999. – 53 с.

31. Шпинковський О. А. Теорія ймовірностей та математична статистика. Конспект лекцій для студентів з базової підготовки за напрямком 0915 – комп’ютерна інженерія [Текст] / О. А. Шпинковський, М. І. Шпинковська. – Одеса : Наука і техніка, 2006. – 120 с.
32. Дніпро [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://znaimo.com.ua>.
33. Дніпровське басейнове управління водних ресурсів. Басейнова рада р. Дніпро [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukr-tur.narod.ru/fisgeo/fisukr/riky/dnipro/dnipro.htm>.
34. Физико-географическая характеристика Днепра [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vladimir-fond.ru/literature>.
35. Якість води для зрошення. Екологічні критерії. ВНД 33-5,4-02.97 [Текст] // Державний комітет України по водному господарству. – Введ. у дію з 01.04.1998 р. – Харків, 1998.

П. С. Лозовицкий

### **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДЫ РЕКИ ДНЕПР В КАНЕВКОМ ПРИРОДНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ**

Приведено результати 55-летних исследований изменений химического состава воды р. Днепр – г. Канев за период 1961-2015 гг. Приведено результаты экологической оценки качества воды реки по трофо-сапробиологическим (эколого-санитарным) показателям, специфическим веществам токсического действия. Рассчитано индекс загрязнения воды и выполнено общее оценивание качества воды по всей совокупности показателей. Вода реки используется для водоснабжения и орошения прилегающих земель, поэтому выполнена ее оценка на пригодность для водоснабжения на основании Государственных санитарных норм (ГСанПиН 2.2.4-171-10) и орошения по ряду методик и Государственным стандартом на оросительную воду (ГСТУ 2730-94). Все результаты приведены в сравнении с более краткими периодами исследований: 1961-1970 гг., 1971-1980, 1981-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2013 гг. Рассмотрено также влияние фаз водного режима на изменение экологических показателей.

**Ключевые слова:** экология, вода, химический состав, тяжелые металлы, элементы, оценка, водоснабжение, орошение.

P. Lozovitskii

## **MONITORING CHEMICAL COMPOSITION OF WATER QUALITY OF THE DNEPR RIVER – KANEV-CITY**

The results of 55 years of research in the chemical composition changes of the Dnepr River water – Kanev-city for the period 1938-2013 are given. The results of the environmental assessment of water quality of the Dnepr River according to trophy-saprobiological (ecological sanitation) indicators, specific substances of toxic action are given. Index of water pollution of the lake is calculated and a general assessment of water quality for the entire set of indicators is performed. The river water is used for Dnepr and surrounding land water supply and irrigation, so its evaluation is made on the suitability of the water supply on the basis of State sanitary norms (State Sanitary Code 2.2.4-171-10) and irrigation for a number of techniques and state standards for irrigation water (State Standard of Ukraine 2730 -94). All results are compared with results of more concise periods of research: 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2013. We also consider the effect of water regime phases on the change environmental indicators changes.

**Keywords:** ecology, water, chemical composition, heavy metals, elements, assessment, water supply, irrigation.

Надійшла до редакції 12 липня 2016 р.