

УДК 504.064.54

## ФОРМУВАННЯ СТОКУ Й ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ КАЛАНЧАК

Лозовіцький П.С.<sup>1</sup>, Лозовицький А.П.<sup>2</sup><sup>1</sup>Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ

Lozovitskii@gmail.com;

<sup>2</sup>ТОВ «Географіка»,  
вул. Голосіївська, 18, 03039, м. Київ

Наведено порівняльні результати хімічного складу й мінералізації води річки Каланчак – смт. Каланчак за період 1989-1991 та 2005-2012 рр. Викладено результати екологічної оцінки якості води за критеріями забруднення компонентами сольового складу, еколого-санітарними показниками та умістом специфічних речовин токсичної дії. Розраховано індекс забруднення води та виконана загальна оцінка забруднення за всією множиною показників. *Ключові слова:* вода, температура, прозорість, біогенні речовини, індекс забруднення води, важкі метали.

**Формирование стока и оценка качества воды реки Каланчак.** Лозовицкий П.С., Лозовицкий А.П. Приведены сравнительные результаты химического состава и минерализации воды реки Каланчак – г. Каланчак за период 1989-1991 и 2005-2012 гг. Изложено результаты экологической оценки качества воды по критериям солевого состава, эколого-санитарным показателям и содержанию специфических веществ токсического действия. Рассчитано индекс загрязнения воды и выполнена общая оценка загрязнения по всей совокупности показателей. *Ключевые слова:* вода, температура, прозрачность, биогенные вещества, индекс загрязнения воды, тяжелые металлы.

**Assessment of water quality in Kalantchak.** Lozovitskii P., Lozovitskii A. Comparative results of chemical composition and water salinity town are given for – the periods of 1989-1991 of 2005-2012. The article presents the results of environmental assessment of water quality on criteria of components of the salt content pollution, environmental sanitation indexes and content of specific substances toxic effects. Index of water pollution was calculated and the overall assessment of pollution was made by the whole set of indicators. *Keywords:* water temperature, transparency, nutrients, water pollution index, heavy metals.

### Вступ

Річка Каланчак протікає територією Чаплинського та Каланчацького районів Херсонської обл. і впадає в Каланчацький лиман. Її довжина 64 км, ширина річища – 4 м, уклін – 0,5 м/км, ширина долини – 300-1000 м, ширина плавнів – до 200 м. Вона має низькі заболочені береги, вкрай виснажена, замулена та забруднена, влітку пересихає.

Режим річок характеризується значними весняними повеннями, переважно в березні, та низьким літнім рівнем з незначними дощовими паводками. Весняні повені спостерігаються не щорічно, замерзання річок відбувається близько 15-25 грудня, льодохід - 5-10 березня. У зв'язку з характерними нестійкими зимами, коли періоди з низькою температурою повітря трапляються відлиги різної тривалості, під час переходу температури повітря

через 0°C на річках встановлюється нестійкий льодовий режим з утворенням заберегів, сала, зрідка шуги, а в окремі роки - льодоставу. Товщина льоду на річках з природним режимом становить від 5-10 до 15-20 см [4].

За кліматичними умовами територія басейну річки Каланчак відноситься до південної сухо-степової дуже посушливої, помірно жаркої зони з м'якою малосніжною нестійкою зимою [12]. Ймовірність ризиків: посуха - 35%, пожежа - 30%, град - 15%, зливи - 15%, заморозок - 5%. Характеризується сумою активних температур вище 10°C – 3300-3400, тривалістю періоду з середньодобовою температурою понад 10°C - 200-280 днів, кількістю опадів за теплий період – 400 мм, гідротермічний коефіцієнт – 0,5-0,7, тривалістю безморозного періоду – 190-220 днів, помірно континентальним кліматом [16].

У річку Каланчак щорічно скидається комунальними господарствами близько 2052 тис. м<sup>3</sup> забруднених стічних вод.

При обстеженні її стану зафіксовано безліч сміттєзвалищ, які знаходяться в санітарно-захисній водоохоронній зоні річки. Відмічено також скид стічних вод з вигрібних ям, виявлено наявність пливки не лише на березі річки, а й в самій річці. Річка замулена, заросла та засмічена порізаним очеретом, в результаті чого погіршуються хімічний і бактеріологічний стан води, що впливає на якість та відновлення рибних запасів.

Велика розораність басейну, недоглядання встановлених меж водоохоронних зон, порушення агротехніки обробітки ґрунтів спричиняють інтенсивні ерозійні процеси на водозборах, що в свою чергу призводить до замулення, забруднення та заростання річок і є одним із основних дестабілізу-

ючих чинників екологічної ситуації. Вкрай негативно на стан річки впливає також і забудова прибережних земель, особливо заплавних.

Рельєф - низовина нахилена з півночі на південь. Середній ухил поверхні – 0,6-0,8 м/км. Вододіли являють собою рівнини, які характеризуються наявністю замкнутих улоговин, що мають переважно суфозійне походження – подів. Глибина подів кілька метрів, а їх площа коливається від 3 до 160 км<sup>2</sup> [12].

У басейні річки розвинуті залишкові слабо- та середньо солонцюваті темно-каштанові ґрунти. В зв'язку із широким поширенням подів темно-каштанові ґрунти зустрічаються в комплексі з іншими ґрунтами. За гранулометричним складом переважають важко- та легко-середньосуглинкові відміни.

**Мета досліджень.** Мета досліджень – установити хімічний склад води річки, його зміни протягом періоду досліджень; вирішити питання забруднення річки органічними й біогенними речовинами, залишками важких металів, специфічними токсичними речовинами. Передбачено: вивчити склад головних іонів, їх концентрацію й мінералізацію води в часі; визначити її придатність для зрошення [5-9,14, 15]; оцінити забруднення води різними речовинами за методикою [6,8,13].

**Методика досліджень.** На основі результатів хімічних аналізів води за методикою [14] протягом 1989-1991 та 2005-2012 рр. сформовано банк даних за показниками: уміст головних іонів (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>), загальна мінералізація води, величина рН, уміст біогенних речовин (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, уміст мінерального фосфору), уміст зважених речовин, кисню (O<sub>2</sub> мг/дм<sup>3</sup>), кольоровість води, перманганат-

тна й біхроматна окиснюваність (ПО, БО), біохімічне споживання кисню за 5 дб (БСК<sub>5</sub>), уміст важких металів (Fe<sup>2+</sup>, Cr<sup>6+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Cr<sub>заг.</sub>, Co<sup>2+</sup>, F), уміст фенолів, уміст нафтопродуктів (НП), уміст синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР). Паралельні статистичні ряди даних хімічних аналізів містять до 32 значень. Загалом за період 2005-2012 рр. у р. Каланчак відібрано й проаналізовано 24 проби води, інші 8 припадають на період 1989-1991 рр.

При вивченні хімічного складу опадів у басейні р. Каланчак використано дані Держгідрометеослужби України, Новікової Г.В. [11] та особисті дані Лозовіцького П.С.

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

**Результати досліджень і їх обговорення**

Для річки Каланчак характерне змішане живлення: снігове (дощове) – 85-90%, підземне - 10-15% [4, 16, 17].

Річна кількість опадів за останні 50 років коливалася від 260 (1951 р.), 270 (1975 р.) до 620 (1997 р.) мм в рік, у середньому – 400 мм. Коефіцієнт зволоження території басейну в останні 25 років становить 0,74-0,78 при 0,68 за 1951 р. [4, 17].

Середній хімічний склад атмосферних опадів на території басейну річки такий: HCO<sub>3</sub> – 28,13 мг/дм<sup>3</sup>, SO<sub>4</sub> – 19,66, Cl – 8,41, NO<sub>3</sub> – 2,91, Ca – 8,37, Mg – 2,05, Na – 11,74, K – 1,70, NH<sub>4</sub> – 0,624, загальна мінералізація 81,47,62 мг/дм<sup>3</sup>. Атмосферні опади мають кислотну реакцію середовища (табл. 1).

Таблиця 1.

**Хімічний склад атмосферних опадів басейну р. Каланчак, мг/дм<sup>3</sup>**

Інгредієнти	Уміст, мг/дм <sup>3</sup>							Рівень надійності, 95 %
	Мінім.	Максим.	Середній	Медіана	Мода	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	
Опади, мм	2,0	101,60	35,88	29,5	-	7,9	29,39	16,97
Ca <sup>2+</sup>	2,4	26,60	8,37	5,8	2,4	1,5	6,81	3,19
Mg <sup>2+</sup>	0,17	4,29	2,05	2,04	1,2	0,28	1,24	0,58
Na <sup>+</sup>	2,1	54,05	11,74	79	3,5	2,95	13,18	6,17
K <sup>+</sup>	0	5,19	1,70	1,29	1,2	0,30	1,33	0,62
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	7,32	73,20	28,13	19,08	73,2	4,76	21,27	9,95
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	3,01	75,28	19,66	11,86	-	4,48	20,03	9,38
Cl <sup>-</sup>	0,42	66,00	8,41	3,01	-	3,28	14,68	6,86
Мінералізація	23,22	215,24	81,47	58,9	-	13,68	61,16	28,62
pH, од.	6,3	7,1	6,66	6,7	6,7	0,06	0,22	0,12
NO <sub>3</sub>	0,92	6,82	2,91	2,1	-	0,79	2,24	1,87
NH <sub>4</sub>	0	1,56	0,624	0,555	0,4	0,159	0,45	0,37
Жорсткість	0,158	1,63	0,59	0,39	-	0,09	0,40	0,19

Отже, разом з атмосферними опадами на поверхню землі басейну річки надходить у середньому за рік 374,762 кг/га солей, в т.ч. 70,950 гідрокарбонатів, 62,691 кг/га сульфатів, 38,686 хлору, 38,502 кальцію, 9,43 магнію, 54,004 натрію, 7,82 калію, 13,809 нітратного азоту, 2,87 кг/га азоту аміаку.

Басейн річки охоплює богарниці та зрошувальні землі (в тому числі рисові зрошувальні системи). Русло річки є природною дренажною для потоку ґрунтових, дренажних і напірних підземних вод, що розвантажуються в долину річки. Так, у Каланчацькому районі землі з рівнем залягання ґрунтової води менше 2 м займають 73 % площі, у Чаплинському – 16 % [16].

Фільтраційні втрати із внутрішньої зрошувальної мережі становлять у середньому 0,013-0,139 м<sup>3</sup>/сек з 1 км, втрати води з магістрального Північ-

нокримського каналу – 3,54 м<sup>3</sup>/с на 1 п.м [3, 10].

Середньорічна величина випаровування з рівня ґрунтової води при рівні ґрунтових вод (РВГ) до 2 м становила 285 мм/рік при глибині РГВ = 2-5 м – 75 мм/рік. Боковий підземний стік складає 0,003 дм<sup>3</sup>/с на 1 п.м. [10]

Дренажні води басейну малої річки Каланчак мають мінералізацію 470,2-5528 мг/дм<sup>3</sup> при середньоарифметичному значенні 2268,6 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 2). Води мають переважно натрієво-магнієвий хлоридний склад, рідше натрієвий хлоридний, кальцієво-магнієво-натрієвий гідрокарбонатно-сульфатний та ін. типи.

Дренажні води містять значну кількість біогенних речовин, важких металів, залишків пестицидів та ін. токсичних речовин (табл. 2).

Таблиця 2.

**Хімічний склад дренажних вод басейну р. Каланчак за 1988-1999 рр., мг/дм<sup>3</sup>**

Інгредієнти	Уміст, мг/дм <sup>3</sup>							Рівень надійності, 95 %
	Мінім.	Максим.	Середній	Медіана	Мода	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	
Ca <sup>2+</sup>	55,1	453,0	151,39	106,6	80,0	21,70	101,77	45,12
Mg <sup>2+</sup>	27,4	332,0	141,26	95,2	49,0	21,25	99,69	44,20
Na <sup>+</sup>	52,0	1038,0	431,12	304,5	-	67,45	316,35	140,26
K <sup>+</sup>	2,5	23,0	9,13	6,75	3,0	2,82	7,97	6,66
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0	15,0	1,66	0	0	0,75	3,52	1,56
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	153,0	396,0	266,86	244	250	16,90	79,26	35,14
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	40,8	1198,0	561,50	546,95	-	76,61	359,35	159,33
Cl <sup>-</sup>	88,6	2204,0	711,55	461,5	455,0	129,76	608,61	269,44
Мінералізація	470,2	5528,0	2268,66	1791,95	-	306,72	1438,64	637,85
pH, од.	7,2	8,75	8,00	8,1	8,0	0,11	0,47	0,24
Жорсткість	5,26	49,33	19,19	15,52	-	2,65	12,42	5,51
NO <sub>3</sub>	0	1,17	0,23	0,17	0	0,06	0,27	0,12
NO <sub>2</sub>	0	0,3	0,052	0,035	0,02	0,015	0,072	0,032
NH <sub>4</sub>	0	7,5	1,09	0,5	0	0,34	1,60	0,71
Фосфати	0	0,70	0,13	0,076	0	0,04	0,17	0,08
Прозорість	3,0	30,0	12,66	11	5	1,90	8,07	4,01
Кольоровість	14,0	65,0	33,04	29	28	3,41	14,46	7,19
Зважені речов.	4,0	575,0	90,21	21	13	33,35	141,48	70,36

Інгредієнти	Уміст, мг/дм <sup>3</sup>							Рівень надійності, 95 %
	Мінім.	Максим.	Середній	Медіана	Мода	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	
Уміст O <sub>2</sub>	3,2	8,8	6,70	7,585	8,8	0,46	1,95	0,97
ПО	2,99	12,44	6,43	5,6	-	0,82	3,18	1,76
БСК <sub>5</sub>	1,44	3,88	2,38	2,06	1,79	0,19	0,78	0,42
СПАР	0,02	0,21	0,08	0,06	0,06	0,01	0,05	0,03
Fe	0,06	0,63	0,30	0,301	0,63	0,04	0,18	0,09
Cu	0	0,07	0,033	0,03	0,07	0,005	0,022	0,011
Zn	0	0,311	0,035	0,005	0	0,018	0,080	0,039
Mn	0	0,226	0,066	0,045	0	0,015	0,068	0,032
Ni	0	0,009	0,0055	0,065	-	0,0019	0,0038	0,006
Pb	0	0,023	0,0058	0,004	0	0,0016	0,0073	0,035
Co	0	0,06	0,028	0,03	0,03	0,0042	0,0182	0,0088
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0	0,019	0,0027	0,0005	0	0,0011	0,0047	0,0024
F	0,12	0,54	0,38	0,40	0,28	0,028	0,12	0,06
α-ГХЦГ	0	0,0006	0,000057	0	0	0,000038	0,000158	0,000081
Базагран	0	0,06	0,0063	0	0	0,0043	0,0167	0,0093
Пропанід	0	0,02	0,00438	0,002	0	0,00144	0,0063	0,00304
3,4-ДХА	0	0,01	0,00216	0,001	0	0,00065	0,00266	0,00137
Сатурн	0	0,012	0,00179	0	0	0,0007	0,00305	0,00147
Ялан	0	0,01	0,00296	0,002	0	0,00082	0,00338	0,00174
Метафос	0	0,004	0,00063	0	0	0,00029	0,00122	0,00063

Аналогічну мінералізацію й хімічний склад мають підземні й ґрунтові води басейну річки Каланчак (табл. 3).

Таблиця 3.

**Хімічний склад ґрунтових і підземних вод басейну р. Каланчак за 1971-2012 рр., мг/дм<sup>3</sup>**

Інгредієнти	Уміст, мг/дм <sup>3</sup>							Рівень надійності, 95 %
	Мінім.	Максим.	Середній	Медіана	Мода	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	
Ca <sup>2+</sup>	44,0	473,0	163,33	154,4	80,0	21,15	101,43	43,86
Mg <sup>2+</sup>	27,0	399,0	147,53	102,0	-	21,65	103,83	44,90
Na <sup>+</sup>	75,2	1240,0	472,75	313,0	120,0	72,69	348,62	150,75
K <sup>+</sup>	0	23,0	8,60	7,9	8	1,70	7,02	3,61
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	98,0	430,0	234,96	230	-	18,03	86,49	37,40
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	87,0	1997,0	712,68	710	-	101,75	487,98	211,02
Cl <sup>-</sup>	133,3	2204,0	732,93	468	-	127,02	609,18	263,43
Мінералізація	645,0	5564,8	2464,1	1997,0	-	320,75	1538,28	665,19
pH, од.	4,3	8,0	7,28	7,4	7,4	0,28	0,99	0,60
Жорсткість	4,42	49,33	20,31	18,99	-	2,54	12,18	5,27
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0	22,0	3,53	0,465	0	1,69	6,76	3,60
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0	0,07	0,029	0,0245	0,006	0,0089	0,0282	0,0202
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,08	20,0	2,60	0,25	-	1,63	5,88	3,55

Інгредієнти	Уміст, мг/дм <sup>3</sup>							Рівень надійності, 95 %
	Мінім.	Максим.	Середній	Медіана	Мода	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	
Фосфати	0	0,36	0,134	0,118	0	0,043	0,122	0,102
Прозорість	5,0	28,0	12,33	11	5	2,77	8,32	6,40
Кольоровість	4,4	49,0	21,92	19	14	3,16	12,23	6,77
Зважені речов.	4,0	21,0	12,75	13	13	1,85	5,56	4,28
Уміст O <sub>2</sub>	3,8	8,8	7,34	7,7	-	0,50	1,50	1,54
ПО	1,5	5,6	2,87	2,75	-	0,31	1,08	0,69
БСК <sub>5</sub>	1,52	2,72	2,03	1,9	-	0,16	0,42	0,39
СПАР	0,02	0,21	0,081	0,06	0,06	0,023	0,061	0,056
Fe	0,06	0,63	0,185	0,135	0,12	0,043	0,150	0,095
Cu	0	0,12	0,040	0,027	0,20	0,0098	0,0339	0,0216
Zn	0	0,18	0,048	0,0112	0	0,0262	0,0726	0,0762
Mn	0	0,11	0,0304	0,0125	0	0,0118	0,0374	0,0276
Pb	0	0,08	0,0025	0,0005	0	0,00145	0,00356	0,00374
Co	0	0,05	0,0252	0,03	0,03	0,00766	0,0188	0,01969
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0	0,0028	0,00066	0	0	0,00054	0,00122	0,00151
F	0,12	0,60	0,345	0,395	-	0,0969	0,237	0,249
α-ГХЦГ	0	0,00008	0,000011	0	0	0,000011	0,00003	0,000029
Базагран	0	0,03	0,00461	0	0	0,00424	0,0112	0,0104
Пропанід	0	0,02	0,00476	0,0023	0	0,00273	0,00721	0,00667
3,4-ДХА	0	0,004	0,00103	0,0009	0	0,00054	0,00142	0,00131
Сатурн	0	0,0016	0,00037	0	0	0,00025	0,00066	0,00061
Ялан	0	0,01	0,00269	0,0008	0	0,00142	0,00374	0,00346
Метафос	0	0,001	0,00023	0	0	0,00016	0,00041	0,00038

Отже, висока мінералізація дренажних і підземних вод (7 категорія якості), уміст у їх складі забруднювачів хімічного складу аніонів хлору і сульфатів (7 категорія якості), біогенних речовин (5-7 категорія якості), важких металів (3-6 категорії якості), наявність залишків пестицидів, активних синтетичних поверхневих речовин (5 категорія якості) досить суттєво забруднюють воду річки Каланчак.

**Сольовий склад та мінералізація води р. Каланчак.** Загальна мінералізація води у р. Каланчак за цей період змінювалася від 764,4 мг/дм<sup>3</sup> (21.03.2010 р.) до 2116,7 мг/дм<sup>3</sup> (28.08.2009) і коливалася за часом (табл. 2). Амплітуда коливання загаль-

ної мінералізації води за період спостережень становить 1352,3 мг/дм<sup>3</sup>, що в 1,77 рази більше найменшої зареєстрованої. При цьому 14,28 % проб мали мінералізацію до 1000 мг/дм<sup>3</sup>, 23,8 % - 1000-1500, 47,61 % - 1500-2000, 9,52 % - 2000-2500 мг/дм<sup>3</sup>. Ця мінливість носить сезонний характер і залежить, в основному, від запасів води у сніговому покриві або об'ємів поверхневого стоку під час дощів та злив. Найменша мінералізація води у річці спостерігається у весняну повінь, якщо вона є (лютий - квітень).

Серед аніонів у воді р. Каланчак (в 16 пробах з 21) переважали сульфати (ще в 5 пробах їх концентрація була найбільшою серед аніонів), а вміст

змінювався від 284,6 мг/дм<sup>3</sup> (21.03.2010 р.) до 760 мг/дм<sup>3</sup> (22.12.2008 р.). Отже, у всіх 100 % проб води вміст сульфатів переважав ГДК для водойм рибогосподарського

призначення (100 мг/дм<sup>3</sup>), а в 80,6 % проб – ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (500 мг/дм<sup>3</sup>) [13].

Таблиця 4.

Кількісна і якісна мінливість головних іонів у воді р. Каланчак за 1989-1990 та 2005-2012 рр., уміст мг/дм<sup>3</sup>

Інгредієнти	Міні-мальний	Максимальний	Середній	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Рівень надійності, 95 %	Середні значення	
							1989-1990	2005-2012
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0	15,0	3,88	0,75	4,17	1,53	6,50	2,97
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	156,0	396,0	267,53	13,78	76,75	28,15	277,56	26404
Cl <sup>-</sup>	80,6	860,0	296,86	32,33	179,98	66,02	515,15	220,93
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	155,7	1154,0	569,12	33,90	188,77	69,24	555,43	573,98
Ca <sup>++</sup>	68,0	228,4	135,71	6,84	38,06	13,96	148,18	131,37
Mg <sup>++</sup>	41,4	243,0	95,11	7,43	41,36	15,17	128,53	85,23
Na <sup>+</sup>	90,8	519,0	235,22	18,65	103,86	38,09	329,63	202,39
K <sup>+</sup>	4,2	10,2	7,26	0,39	1,86	0,80	-	7,27
pH	7,8	8,75	8,26	0,05	0,26	0,10	8,43	8,21
Сухий залишок	764,1	3236,0	1605,67	94,81	527,91	193,64	1943,46	1488,18
Уміст %-екв/дм <sup>3</sup>								
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0	1,00	0,24	0,05	0,26	0,10	0,37	0,20
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10,06	27,79	18,54	0,79	4,41	1,62	16,00	19,42
Cl <sup>-</sup>	19,54	56,77	32,23	1,81	10,09	3,70	47,41	26,95
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	16,41	59,65	48,99	1,75	9,75	3,57	36,23	53,43
Ca <sup>++</sup>	19,70	34,52	28,16	0,69	3,85	1,41	24,33	29,49
Mg <sup>++</sup>	20,42	47,27	31,47	0,99	5,53	2,03	32,30	31,18
Na <sup>+</sup>	32,76	53,79	39,75	0,97	5,40	1,98	43,37	38,50
K <sup>+</sup>	0	1,00	0,62	0,07	0,38	0,14	-	0,84

Серед катіонів переважаючих не було в жодній пробі (понад 50 %-екв від суми усіх). Найбільший середній уміст у всіх пробах мав натрій, концентрація якого змінювалася від 89,5 мг/дм<sup>3</sup> (4.04.2008 р.) до 340,5 мг/дм<sup>3</sup> (28.08.2009 р.). У 90,5 % проб води річки уміст натрію перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення (120 мг/дм<sup>3</sup>).

Уміст інших головних іонів змінювався в таких межах: карбонати від 0

до 9,4 (22.08.2007) хлориди – від 80,6 мг/дм<sup>3</sup> (4.04.2008 р.) до 378,3 (28.08.2009 р.), гідрокарбонати – від 156 (4.03.2007 р.) до 390 (28.01.2008 р.), кальцій – від 80,2 (4.04.2008 р.) до 175,6 (28.09.2011 р.), магній – від 41,4 (21.03.2010 р.) до 118,8 (28.08.2009 р.), калій – від 4,2 (25.03.2005 р.) до 10,2 мг/дм<sup>3</sup> (28.08.2009 р.). При цьому концентрація хлоридів у 14,3 % проб води була вищою за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (300

мг/дм<sup>3</sup>), кальцію – 76,2 % (120 мг/дм<sup>3</sup>), магнію – в 100,0 % проб (40 мг/дм<sup>3</sup>).

Як видно з табл. 3, навіть середньоарифметичні значення вмісту сульфатів, кальцію, натрію й магнію у воді р. Каланчак перевищують ГДК для водойм рибогосподарського призначення.

Величина водневого показника pH води змінювалася у межах 7,9-9,7, тобто мала лужну реакцію середовища.

Хімічний склад води визначають за еквівалентною долею кожного з головних іонів за методикою Альока [1]. За даними табл. 3 можна зробити висновок, що вода річки Каланчак у 2005-2012 рр. мала сульфатний натрієво-кальцієво-магнієвий склад.

Жорсткість води річки Каланчак за період спостережень змінювалася від 7,59 (4.04.2008) до 18,04 (28.08.2009). Середньоарифметичні значення жорсткості води річки за весь період досліджень становили 13,98, що значно вище встановленого ГДК для води питного призначення (ГДК = 7 мг-екв/дм<sup>3</sup>).

За найменшою сумою іонів 764,4 мг/дм<sup>3</sup> вода р. Каланчак належала до прісної олігогалінної 2 класу, 3-ї категорії якості (добра), а за найвищим умістом 2166,7 мг/дм<sup>3</sup> – до солонуватої β-мезогалінної 2 класу, 3-ї категорії якості (добра).

Оцінюючи якість води р. Каланчак за екологічними критеріями [8] приходимо до висновку, що за середньоарифметичними значеннями *ступеню мінералізації* вона у 2005-2012 рр. відносилася до солонуватої β-мезогалінної 1 класу 1 категорії (відмінна). *За іонним складом* належала до сульфатного класу, натрієвої групи, другого типу, що відповідає співвід-

ношенню катіонів: HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> < Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> < HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> [1].

Оцінюючи воду річки *за вмістом компонентів содового складу* приходимо до висновку, що за найменшою концентрацією сульфатів (284,6 мг/дм<sup>3</sup>) вода належала до 4 класу 6 категорії якості – погана серед олігогалінних, а за найвищим умістом (760 мг/дм<sup>3</sup>) і за середньоарифметичним значенням (570 мг/дм<sup>3</sup>) у 2005-2012 рр. до 2 класу 2 категорії якості – дуже добра серед β-мезогалінних.

*Оцінка якості води за еколого-санітарними показниками.* За еколого-санітарними показниками вода р. Каланчак характеризується так: вміст завислих речовин у воді змінювався від 5,9 до 29,4 мг/дм<sup>3</sup>, що відповідало в кращому випадку 2 класу 2 категорії якості (чиста), у найгіршому – 3 класу 4 категорії якості (слабо забруднена). *За середньоарифметичним умістом зв'язаних часток* (табл. 3) вода відносилася до 2 класу 3 категорії якості (досить чиста) [8,13].

*За величиною водневого показника pH* вода р. Каланчак змінювалася у межах 7,9-9,7, тобто відносилася до 2-7 категорії якості (від чистої до дуже брудної), а за середньоарифметичним значенням – до 3 класу 5 категорії якості (помірно забруднена).

*Концентрація NO<sub>2</sub>* у воді річки змінювалася від 0,011 до 0,98 мг/дм<sup>3</sup>, що відповідає діапазону забруднення від 3 класу 4 категорії (слабо забруднена) до 5 класу 7 категорії (дуже брудна). Крім того, 93,8 % проб води річки мали значення NO<sub>2</sub> вищі ГДК для водойм рибогосподарського призначення, а 50 % проб – вищі за граничні річні для 7 категорії якості (>0,1 мг/дм<sup>3</sup>). За середньоарифметичною концентрацією нітритів (0,198 мг/дм<sup>3</sup>)



вода р. Каланчак у 2005-2012 рр. відноситься до 5 класу 7 категорії якості (дуже брудна).

Це можна пояснити як антропогенним забрудненням стічних вод, які скидаються в річку, так і близьким розташуванням від русла річки рисо-

вих зрошувальних систем, для яких вона є природною дренаю з боковим відтоком води з рисових чеків. Вирощування рису вимагає внесення більш високих норм азотних мінеральних добрив порівняно з незатоплюваними культурами.

Таблиця 5.

Уміст інгредієнтів, що характеризують еколого-санітарний стан води р. Каланчак, мг/дм<sup>3</sup>

Інгредієнти	Мінімальний	Максимальний	Середній	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Рівень надійності, 95 %	Середні значення	
							1989-1990	2005-2012
Зважені речовини	5,9	575,0	55,67	19,97	111,180	40,78	166,58	17,09
Прозорість, см	5,0	30,0	15,22	3,45	9,75	8,11	15,22	-
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,002	0,980	0,144	0,042	0,216	0,087	0,026	0,196
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0	15,06	7,184	0,939	4,788	1,934	1,604	9,664
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,02	2,346	0,629	0,119	0,574	0,248	0,335	0,787
Фосфати,	0	6,290	0,624	0,279	1,427	0,576	0,202	0,812
CO <sub>2</sub>	1,8	8,8	5,99	0,47	1,92	0,99	-	5,99
O <sub>2</sub> , мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	3,5	12,4	8,44	0,42	2,13	0,86	7,20	9,00
Прозорість	5,0	30,0	15,22	3,45	9,76	8,16	15,20	14,82
Кольоровість	14,0	65,0	38,65	5,78	16,36	13,68	38,65	-
ПО	4,61	16,57	8,76	1,36	3,85	3,22	8,65	-
БСК <sub>5</sub> , мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	1,32	17,5	5,97	0,73	3,95	1,50	2,62	7,65
ХСК, мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	11,3	29,73	18,70	1,11	4,95	2,32	-	18,7
ІЗВ	1,08	9,19	2,83	0,34	1,81	0,70	1,73	3,28

**Концентрація NO<sub>3</sub>** у воді змінювалася від 2,784 до 15,06 мг/дм<sup>3</sup>, що у всіх пробах перевищувало значення 5 класу 7 категорії якості (дуже брудна), а в 62,5 % і 50 % проб – ГДК відповідно для водойм рибогосподарського (9 мг/дм<sup>3</sup>) та господарсько-побутового (10 мг/дм<sup>3</sup>) призначення. За середнім умістом нітратного азоту (9,794 мг/дм<sup>3</sup>) вода в 2005-2012 рр. також відноситься до 5 класу 7 категорії якості.

**Концентрація NH<sub>4</sub>** у воді р. Каланчак змінювалася від 0,128 мг/дм<sup>3</sup> (2 клас 2 категорія якості - чиста) до 2,346 мг/дм<sup>3</sup> (4 клас 6 категорії якості -

брудна). За вмістом азоту аміаку вода річки Каланчак перевищувала ГДК для водойм рибогосподарського й господарсько-побутового призначення у 50 і 14,3 % проб. За середньоарифметичним умістом азоту аміаку (0,837 мг/дм<sup>3</sup>) вода відноситься до 3 класу, 5 категорії якості (помірно забруднена, табл. 4).

**Концентрація мінерального фосфору (PO<sub>4</sub>)** змінювалася від 0,098 (3 клас 4 категорії якості) до 6,29 (5 клас 7 категорії якості – дуже брудна) мг/дм<sup>3</sup>. Середньоарифметичні значення вмісту фосфатів (0,877 мг/дм<sup>3</sup>) у

воді відповідають 5 класу 7 категорії якості. У 12,5 % проб води вміст фосфатів перевищував ГДК для водойм господарсько-побутового призначення.

**Вміст розчиненого кисню** у воді змінювався від 3,5 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> до 12,4 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, що відповідало діапазону мінливості від 7 до 1 категорії якості. За середньоарифметичним умістом кисню вода річки Каланчак у 2005-2012 рр. відносилася до 1 категорії якості.

**Біологічне споживання кисню протягом п'яти діб (БСК<sub>5</sub>)** для окислення органічних речовин, які містяться у воді в аеробних умовах, змінювалося від 2,65 до 17,5 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. За середньоарифметичними рівнями споживання кисню (7,2 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) вода відноситься до 5 категорії якості.

**Хімічне споживання кисню** у воді р. Каланчак змінювалося від 11,3 до 29,73 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Середньоарифметичне значення за 2005-2012 рр. 18,7 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> перевищує ГДК для водойм рибогосподарського призначення (15,0 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

Розрахунок індексу забрудненості поливної води за обмеженим числом інгредієнтів свідчить, що середньоарифметичні її значення відповідають 4 категорії якості – слабо забруднена [7,12].

Отже, вода р. Каланчак за показниками, які характеризують її еколого-санітарний стан, відноситься до 4-7 категорії якості.

**Оцінка якості поливної води за специфічними показниками токсичної дії.** Оцінка якості води за специфічними показниками токсичної дії здійснюється за наявності й умісту у воді таких інгредієнтів: ртуть, кадмій, мідь, цинк, свинець, хром, нікель, залізо, марганець, алюміній, фториди, ціаніди, нафтопродукти, феноли, синтетичні

поверхнево-активні речовини, хлорорганічні та фосфорорганічні пестициди.

**Мідь** виявлено в 100 % проб води у концентраціях 0,001-0,069 мг/дм<sup>3</sup> при середньоарифметичній концентрації 0,0209 мг/дм<sup>3</sup>, що відповідає 5 категорії якості (табл. 6).

**Цинк** виявлено в 91,7 % проб води. Концентрація його у воді річки змінювалася від 0 до 0,028 мг/дм<sup>3</sup> і за середньоарифметичним екологічним показником (0,0116 мг/дм<sup>3</sup>) відносилася до 2 категорії якості – чистої.

**Хром** шестивалентний виявлено в 100 % проб води у концентраціях 0,01-0,05 мг/дм<sup>3</sup>, уміст якого не регламентується.

**Вміст заліза** виявлено в 100 % проб води. Концентрація загального заліза змінювалася від 0,045 до 0,63 мг/дм<sup>3</sup> при середньоарифметичному значенні 0,242 мг/дм<sup>3</sup>, що відповідає 4 категорії якості – слабо забрудненої за вмістом заліза (табл. 4).

**Марганець** виявлено в 96,7 % проб води, що аналізувалися, в концентраціях 0-0,235 мг/дм<sup>3</sup> при середньоарифметичному значенні 0,083, що відповідає 4 категорії якості – слабо забрудненої [8,13].

**Нікель** виявлено в усіх пробах поливної води у концентраціях 0,005-0,205 мг/дм<sup>3</sup>. Екологічна оцінка за середньоарифметичним умістом нікелю свідчить, що вода відноситься до 7 категорії якості – дуже брудної.

Наявність **свинцю** у воді каналів зрошувальної системи виявлено у 40 % проб у концентраціях 0-0,023 мг/дм<sup>3</sup>. За середньоарифметичними екологічними значеннями вода відноситься до 3 категорії якості – слабо забрудненої.

**Кобальт** виявлено в 89,5 % проб у концентраціях 0-0,06 мг/дм<sup>3</sup> при серед-

ньоарифметичному значенні 0,028 мг/дм<sup>3</sup>. Методика екологічної оцінки води за вмістом кобальту не розроблено.

**Фториди** виявлено в 84 % проб води у концентраціях 0,23-0,64 мг/дм<sup>3</sup>.

Екологічна оцінка за середньоарифметичним вмістом фторидів (0,42 мг/дм<sup>3</sup>) свідчить, що вода відноситься до 5 категорії якості – помірно забрудненої [8].

Таблиця 6.

Уміст специфічних токсичних речовин у воді р. Каланчак, мг/дм<sup>3</sup>

Інгредієнти	мінімальний	максимальний	середній	стандартне відхилення	коефіцієнт варіації	ГДК для поливної води
Cu	0,001	0,030	0,011	0,003	0,011	0,006
Zn	0	0,028	0,014	0,002	0,008	0,004
Fe	0,045	0,42	0,24	0,02	0,10	0,05
Cr <sup>3+</sup>	0,01	0,05	0,043	0,004	0,015	0,009
Cr <sup>6+</sup>	0,01	0,05	0,043	0,004	0,015	0,009
Ni	0,005	0,205	0,122	0,019	0,078	0,042
Mn	0,029	0,235	0,086	0,018	0,063	0,041
Pb	0	0,023	0,0058	0,002	0,007	0,0035
Co	0	0,060	0,028	0,004	0,018	0,009
Cd	0	0,019	0,0027	0,0011	0,0047	0,0024
F	0,23	0,64	0,42	0,03	0,11	0,05
Феноли	0	0,008	0,0025	0,0004	0,002	0,0008
НП	0,008	0,110	0,055	0,011	0,033	0,025
СПАР	0,002	0,060	0,029	0,005	0,019	0,011
Базагран	0	0,06	0,0063	0,0043	0,0167	0,0092
Пропанід	0	0,02	0,0044	0,0014	0,0063	0,0030
3,4 ДХА	0	0,01	0,0021	0,00065	0,0026	0,0014
Ялан	0	0,01	0,0029	0,00082	0,0033	0,0017
а-ГХЦГ	0	0,0006	0,000057	0,000038	0,000158	0,000081
Метафос	0	0,004	0,000625	0,000295	0,00121	0,000626

**Вміст нафтопродуктів** у воді каналів зрошувальної системи змінювався від 0,008 до 0,11 мг/дм<sup>3</sup>. За середньоарифметичними значеннями вмісту нафтопродуктів вода відносилася до 4 категорії якості - слабо забруднена [8,13].

**Вміст фенолів** у воді змінювався від 0 (17,85 % проб) до 0,008 мг/дм<sup>3</sup>. За середньоарифметичним вмістом фенолів (0,0025 мг/дм<sup>3</sup>) вода відноситься до 5 категорії якості - помірно забруднена (табл. 6).

**Вміст синтетичних поверхнево-активних речовин** (СПАР) у воді змінювався від 0,002 до 0,060 мг/дм<sup>3</sup>.

За середньоарифметичними показниками вмісту СПАР воду відносили до 4 категорії якості (слабо забруднена) [8].

Частина проб води містила залишки пестицидів або продукти їх розкладання – метаболіти. Так, вміст  $\alpha$ -ГХЦГ виявляли найбільш часто - в 57,5 % проб, а ДДТ найрідше, всього – в 17,1 % проб.

**Сумарний вміст хлорорганічних пестицидів** ( $\alpha$ -ГХЦГ,  $\gamma$ -ГХЦГ, ДДТ, ДДЕ й ін.) у воді змінювався від 0 до 0,00028 мг/дм<sup>3</sup>. За вмістом хлорорганічних пестицидів вода у найгіршому стані відносилася до 3 категорії якості

(досить чистої), в інших випадках – до чистої [8]. У поодиноких пробах води виявляли вміст гексахлорану та ліндану в кількостях до 0,000005 та 0,000003 мг/дм<sup>3</sup>.

### Іригаційна оцінка якості поливної води.

61,9 % проб води річки мали вміст гідрокарбонатів вищий за 3,5 мг-екв/дм<sup>3</sup>, тобто вона загрозна відносно токсичної дії на рослини при зрошенні. При цьому державний стандарт на поливну воду не допускає вмісту карбонатів, а їх вміст виявлено в 52,5 % проб.

Оцінка якості води за *методикою Буданова* свідчить, що співвідношення  $\Sigma$  іонів /Ca+Mg змінюється від 2,75 до 3,23, середньоарифметичне – 2,93. Усі проби води мають значення нижчі за 4, тобто вода не загрозна для засолення зрошуваних ґрунтів.

За загрозою натрієвого осолонцювання ( $Na^+/Ca^{2+} > 1,0$ ) іригаційні коефіцієнти змінюються в межах 0,55-1,00 (табл. 7). Не виявлено проб води, які мають відношення  $Na^+/Ca^{2+} \geq 1,0$ , тобто вода придатна для зрошення і не загрозна для натрієвого осолонцювання зрошуваних ґрунтів [5].

Таблиця 7.

Іригаційна оцінка зрошувальної води р. Каланчак

Інгредієнти	Значення			стандартна похибка	Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації
	мінімальне	максимальне	середнє			
Екв Cl	4,69	17,58	10,65	0,74	3,38	1,54
Na/Ca, од.	0,55	1,00	0,74	0,02	0,11	0,05
Na/Ca+Mg, од.	0,35	0,60	0,45	0,01	0,06	0,03
$\Sigma$ іонів /Ca+Mg, од.	2,75	3,23	2,93	0,03	0,13	0,06
(Mg/Ca+Mg)*100, %	33,38	44,35	38,33	0,72	3,29	1,50
SAR, од.	2,24	4,75	3,50	0,16	0,74	0,34
HCO <sub>3</sub> -Ca, од.	-8,40	-1,62	-5,22	0,39	1,80	0,82
Na+K/ $\Sigma$ катіонів, %	26,19	37,11	30,79	0,64	2,93	1,33
(Ca+Mg)/Na, од.	1,67	2,78	2,25	0,06	0,30	0,14
aNa/ $\sqrt{aCa}$	0,18	0,23	0,21	0,003	0,015	0,007

Співвідношення  $Na^+/Ca^{2+} + Mg^{2+}$  у воді каналів зрошувальної системи змінюється від 0,35 до 0,60 (табл. 7). При цьому 100 % проб води мали значення відношення  $Na^+/Ca^{2+} + Mg^{2+}$  менше 0,7, тобто незагрозливі для осолонцювання зрошуваних ґрунтів.

Іригаційна оцінка якості поливної води за загрозою магнієвого осолонцювання зрошуваних ґрунтів свідчить, що вміст магнію до суми магнію та кальцію змінювався від 33,4 до 44,4 % (табл. 4.13). При цьому немає проб

води з відношенням  $Mg^{2+}/Ca^{2+} + Mg^{2+}$  більше 50 %, тобто вода не загрозна щодо магнієвого осолонцювання зрошуваних ґрунтів.

Виконана іригаційна оцінка води за коефіцієнтом SAR [15] свідчить, що він змінюється від 2,24 до 4,75 (табл. 5). При цьому не відмічено жодної проби води, яка б мала значення SAR вище за 8, тобто вода не загрозна для засолення й натрієвого осолонцювання ґрунтів.

За оцінкою Можейко й Воротнік вода також не загрозна для осолон-

цювання ґрунтів, коли відношення  $\text{Na}^+ + \text{K}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+)$  є меншим за 65 % [9].

Відношення активного натрію до кореня квадратного із величини активного кальцію у воді змінюється в межах 0,18-0,23, тобто всі проби води не загрозливі для осолонцювання

Отже, за Державним стандартом

України на поливну воду та більшістю методів іригаційної оцінки вода придатна для зрошення й не вимагає поліпшення хімічного складу шляхом внесення кальцієвих солей.

Результати оцінки якості води річки Каланчак за вмістом **токсичних солей в еквівалентах хлору** [7] наведені в таблиці 8.

Таблиця 8.

Склад і кількість гіпотетичних солей у воді р. Каланчак, мг-екв/дм<sup>3</sup>

Гіпотетичні солі	Значення			Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Рівень надійності, 95 %
	мінімальне	максимальне	середнє			
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0	0,16	0,05	0,01	0,05	0,03
Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2	2	2	0	0	0
Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,56	4,39	2,16	0,27	1,22	0,56
NaHCO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0
KHCO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0
CaSO <sub>4</sub>	2,41	11,27	7,39	0,56	2,59	1,17
CaCl <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0
MgSO <sub>4</sub>	1,49	5,04	3,50	0,23	1,05	0,48
MgCl <sub>2</sub>	0	0,44	0,04	0,02	0,11	0,05
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	3,39	0,99	0,20	0,90	0,41
NaCl	2,15	10,27	5,84	0,47	2,17	0,99
KCl	0,11	0,26	0,18	0,01	0,04	0,02

Води містять велику кількість таких гіпотетичних солей як CaSO<sub>4</sub>, NaCl, значно меншу кількість MgSO<sub>4</sub>, ще меншу Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. При цьому лише 37,5 % проб води мали вміст токсичних солей в еквівалентах хлору менше 10 мг-екв/дм<sup>3</sup>, тобто придатні для зрошення.

Отже, за більшістю методів іригаційної оцінки вода р. Каланчак придатна для зрошення і не вимагає поліпшення хімічного складу шляхом внесення кальцієвих солей.

#### Висновки

Для басейну річки Каланчак характерне змішане живлення, яке на 85-

90% складається з атмосферних опадів і на 10-15% з підземного стоку. Річна кількість опадів за останні 50 років коливалася від 260 (1951 р.), 270 (1975 р.) до 620 (1997 р.) мм в рік, у середньому – 400 мм. Коефіцієнт зволоження території басейну в останні 25 років становить 0,74-0,78, при 0,68 за 1951 р.

Мінералізація атмосферних опадів за останні 60 років змінювалася від 23,2 до 215,2 мг/дм<sup>3</sup>. Середній хімічний склад атмосферних опадів на території басейну річки такий: HCO<sub>3</sub> – 28,13 мг/дм<sup>3</sup>, SO<sub>4</sub> – 19,66, Cl – 8,41, NO<sub>3</sub> – 2,91, Ca – 8,37, Mg – 2,05, Na – 11,74, K – 1,70, NH<sub>4</sub> – 0,624, загальна мінералізація 81,47,62 мг/дм<sup>3</sup>. Атмос-

ферні опади мають кислотну реакцію середовища.

Разом з атмосферними опадами на поверхню землі басейну річки надходить у середньому за рік 374,762 кг/га солей, в т.ч. 70,950 – гідрокарбонатів, 62,691 кг/га – сульфатів, 38,686 – хлору, 38,502 – кальцію, 9,43 – магнію, 54,004 – натрію, 7,82 – калію, 13,809 – нітратного азоту, 2,87 кг/га – азоту аміаку.

Русло річки є природною дренажною для потоку ґрунтових, дренажних і напірних підземних вод, що розвантажуються в долину річки. Фільтраційні втрати із внутрішньої зрошувальної мережі становлять у середньому 0,013-0,139 м<sup>3</sup>/с з 1 км. Втрати води з магістрального Північнокримського каналу становлять 3,54 м<sup>3</sup>/с на 1 п.м [3, 10]. Боковий підземний стік – 0,003 дм<sup>3</sup>/с на 1 п.м.

Дренажні води басейну малої річки Каланчак мають мінералізацію 470,2-5528 мг/дм<sup>3</sup> при середньоарифметичному значенні 2268,6 мг/дм<sup>3</sup>. Води мають переважно натрієво-магнієвий хлоридний склад, рідше натрієвий хлоридний, магнієвий сульфатно-хлоридний, кальцієво-магнієво-натрієвий гідрокарбонатно-сульфатний та ін. типи. Дренажні води містять значну кількість біогенних речовин, важких металів, залишків пестицидів та ін. токсичних речовин. Аналогічний склад і мінералізацію мають ґрунтові й підземні води басейну річки Каланчак. Між водонасними горизонтами ґрунтових і підземних вод часто відсутні місцеві водотриви.

Загальна мінералізація води р. Каланчак змінювалася від 764,4 до 2116,7 мг/дм<sup>3</sup>, мала сульфатний натрієво-кальцієво-магнієвий склад.

За середньоарифметичними значеннями **ступеню мінералізації** вода у 2005-2012 рр. відносилася до соло-

нуватої β-мезогаєліної 1 класу 1 категорії (відмінна). **За іонним складом** відносилися до сульфатного класу, натрієвої групи, другого типу, що відповідає співвідношенню катіонів: HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> < Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> < HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

**За вмістом компонентів сольового складу** за найменшої концентрації сульфатів (284,6 мг/дм<sup>3</sup>) вода відносилася до 4 класу, 6 категорії якості – погана серед олігогаєліїних, а за найвищим вмістом (760 мг/дм<sup>3</sup>) і за середньоарифметичним значенням (570 мг/дм<sup>3</sup>) у 2005-2012 рр. до 2 класу 2 категорії якості – дуже добра серед β-мезогаєліїних.

**За середньоарифметичним вмістом зв'язаних часток** вода відносилася до 2 класу 3 категорії якості (досить чиста).

**За величиною водневого показника рН** вода р. Каланчак змінювалася у межах 7,9-9,7, тобто відносилася до 2-7 категорії якості (від чистої до дуже брудної), а за середньоарифметичним значенням – до 3 класу 5 категорії якості (помірно забруднена).

За середньоарифметичною концентрацією нітритів (0,198 мг/дм<sup>3</sup>) та нітратного азоту (9,794 мг/дм<sup>3</sup>) вода р. Каланчак у 2005-2012 рр. відноситься до 5 класу 7 категорії якості (дуже брудна).

За середньоарифметичним вмістом азоту аміаку (0,837 мг/дм<sup>3</sup>) вода відноситься до 3 класу 5 категорії якості (помірно забруднена).

Середньоарифметичні значення вмісту фосфатів (0,877 мг/дм<sup>3</sup>) у воді відповідають 5 класу 7 категорії якості.

**Біологічне споживання кисню протягом п'яти діб** (БСК<sub>5</sub>) для окислення органічних речовин, які містяться у воді в аеробних умовах змінювалося від 2,65 до 17,5 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. За середньоарифметичними рівнями спо-

живання кисню ( $7,2 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ ) вода відноситься до 5 категорії якості.

**Розрахунок індексу забрудненості води** річки Каланчак за обмеженим числом інгредієнтів свідчить, що середньоарифметичні значення відповідають 4 категорії якості – забруднена.

Вода річки Каланчак містить речовини токсичної дії - ртуть, кадмій, мідь, цинк, свинець, хром, нікель, залізо, марганець, алюміній, фториди, нафтопродукти, феноли, синтетичні поверхнево-активні речовини, хлороорганічні та фосфорорганічні пестициди.

За Державним стандартом України на поливну воду та більшістю методів іригаційної оцінки вода придатна для зрошення ґрунтів і не вимагає поліпшення хімічного складу шляхом внесення кальцієвих солей.

Води містять велику кількість таких гіпотетичних солей як  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ , значно меншу кількість  $\text{MgSO}_4$ , ще меншу  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . При цьому лише 37,5 % проб води мали уміст токсичних солей в еквівалентах хлору менше 10 мг-екв/дм<sup>3</sup>, тобто придатні для зрошення.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Алёкин О.А. К вопросу о химической классификации природных вод [Текст] / О.А. Алёкин // Вопросы гидротехники. - Л.: Гидрометиздат, 1946. - 240 с.
2. Антипов-Карагаев Н.И. Методика мелиоративной оценки оросительных вод / Н.И. Антипов-Карагаев, Г.М. Кадер // М., Почвоведение, 1959, № 2, - с. 96-100.
3. Барцевский Н.Е. Некоторые итоги исследований дренажного стока в зоне Северо-Крымского канала / Н.Е. Барцевский, В.В. Внучков, Ю.А. Чирва // Гидротехника и мелиорация. - 1983. - № 6. - С.69-73.
4. Бойко П. М. Особливості та місце Херсонщини в екомережі України / П. М. Бойко, М. Ф. Бойко // Екологія та ноосферологія. 2005. Т. 16, № 3.4. - С. 52-62
5. Буданов М.Ф. Система и состав контроля за качеством природных и сточных вод при использовании их для орошения / М.Ф. Буданов // Киев.: Урожай, 1970. - 48 с.
6. Ведомственный нормативный документ. Качество воды для орошения. Экологические критерии. Государственный комитет Украины по водному хозяйству. ВНД 33-5..5-02-97. Введен с 01.04.1998 г. Харьков., 1998. - 15 с.
7. Государственный стандарт Украины. Качество природной воды для орошения. Агрономические критерии. ДСТУ 2730-94. Веденный с 1.01.1995 г. Киев., 1994. - 14 с.
8. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксінок О.П. та ін. - К., 2001. - 48 с.
9. Можейко А.М. Гипсование солонцеватых каштановых почв УССР, орошаемых минерализованными водами / А.М. Можейко, Т.К. Вороник // Тр. Укр. НИИ почвоведения, т. 3, С. 111-208.
10. Обеспечение экологической надежности мелиоративных объектов / Под ред. Б.П. Карука // Киев: Урожай, 1987. - 224 с.
11. Новикова Г.В. До питання про значимість аеральних солей в осолонцюваних ґрунтах Причорномор'я / Г.В. Новикова // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Випуск 73.- Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н.Соколовського, 2010.- С. 31-41.
12. Природа Херсонської області: Фізико-географічний нарис / Відп. ред. М.Ф.Бойко / К.: Фітосоціоцентр, 1998. - 120 с.
13. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К.: «Ніка-Центр», 2001. - 264 с.
14. Унифицированные методы анализа вод СССР [Текст]. - Л.: Гидрометеоздат, 1978. - 144 с.
15. Циркуляр № 969 Департамента сельского хозяйства США. Классификация оросительной воды (сокр. пер. с англ), 1955.
16. Чорний С.Г. Екологія Херсонщини / С.Г.Чорний, М.Ф. Бойко // Херсон: Терра, 2001. - 254 с.
17. Чорний С. Г., Сучасні зміни клімату на Херсонщині / С. Г. Чорний, Г.І. Тищенко, Н. С. Кувавіна // Вісник аграрної науки. - 2004. - № 2. - С.32-39.

УДК 504.453:577.4

## ЕКОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ СЕЙМУ НА КОРДОНІ З РОСІЄЮ ТА ТРАНСКОРДОННЕ ПЕРЕНЕСЕННЯ РЕЧОВИН СТОКОМ

Лозовіцький П.С.<sup>1</sup>, Лозовіцький А.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ  
Lozovitskii@gmail.com;  
ТОВ «Географіка»,  
вул. Голосіївська, 18, 03039, м. Київ

Наведено результати хімічного складу й мінералізації води Сейму за періоди 1967-1970, 1971-1979, 1993-1995, 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2013 рр. та екологічної оцінки якості води за критеріями забруднення компонентами сольового складу, еколого-санітарними показниками та умістом специфічних речовин токсичної дії. Розраховано індекс забруднення води та загальна оцінка її забруднення за сукупністю показників.

**Екологическая оценка качества воды Сейма на границе с Россией и трансграничное перенесение веществ со стоком.** Лозовицкий П.С., Лозовицкий А.П. Приведены результаты химического состава и минерализации воды Сейма за периоды 1967-1970, 1971-1980, 1997-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2013 гг. и экологической оценки качества воды по критериям солевого состава, эколого-санитарным показателям и содержанию специфических веществ токсического действия. Рассчитаны индекс загрязнения воды и общая оценка её загрязнения по совокупности показателей.

**Environmental assessment of water quality in Seym town the border with Russia and the cross-border substances transfer with the dyain.** Lozovitsky P.S., Lozovitsky A.P. Comparative results of chemical composition and water salinity in Seym town are given for the periods of 1967-1970, 1971-1979, 1993-1995, 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2013. Over the same periods, the article presents the results of environmental assessment of water quality on criteria of components of the salt content pollution, environmental sanitation indexes and content of specific substances toxic effects. Index of water pollution was calculated and the overall assessment of pollution was made by the whole set of indicators.

Сейм утворюється від злиття двох річок — Сіми і Сімиці у Белгородській обл. Росії: протікає через Середньоруську височину (Белгородська й Курська обл. Росії) і Придніпровську низовину (Сумська й Чернігівська обл. України). перетинає російсько-український кордон на схід від села Бояро-Лежачі, тече переважно на захід (місцями змінює напрям на південний

або північний). а у пригірловій частині — переважно на північний захід, впадає до Десни на схід від села Мале Устя, що на південний схід від смт. Сосниці.

Довжина Сейму становить 748 км (у межах України — близько 250 км), площа басейну — 27500 км<sup>2</sup>. Сейм є лівою й найбільшою притокою Десни. Долина асиметрична, завширшки до