



УДК556.5+502.3/7

TECHNOGENIC FACTORS OF THE HYDROBIOLOGY REGIME OF THE VOLYNTSIVSKA RESERVOIR (UKRAINE)**ТЕХНОГЕННІ ЧИННИКИ ГІДРОБІОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ ВОЛИНЦІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА (УКРАЇНА)**

Lialiuk Natalia / Лялюк Н.М.

к.б.н., доц.

ORCID 0000-0003-4857-2449

ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»,

Київ, Академіка Лебедєва, 37, 03143

Анотація. Досліджено чинники, які впливають на формування гідробіологічного режиму Волинцівського водосховища (Україна). Розглянуто гідрохімічні, санітарно-бактеріологічні параметри, які впливають на фітопланктон в умовах інтенсивної експлуатації водосховища. Оцінено якість води методами біоіндикації.

Key words: гідрохімічні параметри, водосховище, фітопланктон, бактеріопланктон

Вступ

Негативний вплив техногенних порушень на навколишнє природне середовище (деградація та знищення рослинного та ґрунтового покриву, забруднення біоти, самозаймання відходів, значне погіршення водного балансу територій, зниження якості води) проявляється не лише в місцях конкретної господарської діяльності, а й охоплює значні території і з часом призводить до повного переформування ландшафтів [2, 4]. Питанням трансформаційних процесів у посттехногенних екосистемах України присвячені численні наукові праці, однак, незважаючи на важливість наявних досліджень, аспекти процесів трансформації та природного відновлення біогеоценозів у посттехногенних зонах залишаються актуальними, що потребує нових наукових досліджень [1, 3]. Особливо це стосується водойм, які відчувають тиск з боку всіх компонентів екосистем, що підлягають техногенним змінам.

Волинцівське водосховище розташоване на річці Булавін, лівобережній притоці Кринки на сході міста Єнакієве окупованої частини Донецької області України. Водосховище введено в експлуатацію у 1934 році. За призначенням Волинцівське водосховище є джерелом господарсько-питного та технічного водопостачання міст Дебальцеве, Єнакієве, Шахтарськ, Вуглегірськ, Кіровське. Ці міста є частиною потужного промислового хабу, що включають підприємства металургійної, гірничовидобувної, коксохімічної, переробної промисловості. Тому витрати води на промисловість має головне значення. Відповідно стічні води мають складний склад, який неможливо розділити за джерелами забруднення. На додачу потужні комунально-побутові стоки, які надходять від великого міста. Відомо, що наповнення водосховища відбувається за рахунок талих та зливових вод із власної водозбірної площі, ґрунтових вод, частково шахтних, а також водою з каналу Сіверський Донець-Донбас.

Власна водозбірна площа водосховища становить 262 км², середньобагаторічний стік 22,9 млн. м³/рік. Максимальний підпірний рівень – 158,87 м, нормальний підпірний рівень – 157,91 м. Об'єм водосховища за



нормального підпірного рівня становить 14,7 млн. м³. Глибина води за нормального підпірного рівня: максимальна – 6,5 м; середня – 5,1 м. Площа дзеркала – 3,2 км². Довжина водосховища – 5,4 км., ширина – 0,5 км. Донні відкладення водоймища складаються з наносів річок Булавін, Вільхової та балки Мечетної (82%), суспензій шахтних порід (5%) та продуктів переробки берегів (13%), які відрізняються значною крутизною, ускладнені балками та ярами та на 70% розорані (решта вкриті кущами та деревами).

Водосховища значно впливають на гідрологічний, гідробіологічний режим району розташування. Особливо це стосується водотоків, на яких вони утворені. Відповідно серед факторів техногенної трансформації мають бути проаналізовані такі фактори і для водосховища. Волинцівське водосховище утворене на річці Булавін, відповідно дія техногенних чинників має сумуючий ефект всіх притоків та водойм в руслі ріки.

Матеріали і методи

Дослідження проведені в водосховищі Волинцівське на п'яти моніторингових точках (в межах міста Єнакієве). У період досліджень здійснювали відбір проб для гідрохімічного, альгологічного та санітарно-бактеріологічного аналізу протягом вегетаційного періоду року. Проби води відбирали у товщі води загальноновизнаними методами, об'ємом мінімум 2 дм³. Методи гідрохімічного аналізу загальноприйняті. Дослідження фітопланктону проведено на живих та фіксованих (40% формалін) зразках з використанням методів світлової мікроскопії (світловий мікроскоп Primo Star Karl Zeiss зі збільшенням 40x та 100x). При визначенні видового складу фітопланктону використані загальноприйняті визначники для прісних вод.

Результати досліджень

Аналіз гідрохімічних показників води Волинцівського водосховища включав вивчення основних гідрофізичних (температури, запаху, кольоровості, завислих речовин, каламутності, рН), гідрохімічних показників (перманганатної окислюваності, біохімічного та хімічного споживання кисню (БПК₅, ХПК₅), розчиненого кисню, вуглекислоти, біогенних речовин (заліза, фосфору, азоту аміачного, нітратного, нітритного). Результати гідрохімічних аналізів наведені у табл. 1.

Середнє значення рН води Волинцівського водосховища за результатами досліджень становило 8,4. У річній динаміці відзначено зниження рН на 0,1 одиницю. Розгляд сезонної динаміки рН показав підвищення значення показника у літній період року.

Мінімальні значення зважених речовин та каламутності води були зареєстровані у липні (6 мг/дм³ та 2,7 мг/дм³ відповідно), червні (3 мг/дм³ та 2,9 мг/дм³ відповідно), а максимальні значення даних показників – у березні зі значеннями 50 мг/дм³ та 24 мг/дм³ відповідно.

Азот амонійний фіксували на рівні, що відповідає нормативам якості поверхневих водойм для України, але у двічі та більше перевищував відповідний норматив для ЄС (Директива 76/160/ЄС концентрація амонійного азоту не вище 0,1 мг/дм³). Азот нітратний частіше відповідав нормативу во воді в Україні та ЄС, але траплялися випадки, коли він значно перевищував норматив ЄС



(максимальне значення показника перевищувало у 4 рази). Концентрація нітритів протягом всього періоду дослідження була на рівні норми для поверхневих вод. Ще один фактор евтрофікації – фосфати. У воді Волинцівського водосховища фосфати реєстрували у межах норми за СанПН 4630-88 (Україна), але часто це показник перевищував європейські вимоги якості.

Таблиця 1 – Гідрохімічні показники води Волинцівського водосховища

Показник, одиниці виміру	Значення показника		
	середнє	мінімальне	максимальне
Температура, °С	11,97±12,3	0,5±0,004	28±0,03
pH	8,37±0,034	7,75±0,05	8,87±0,01
Кольоровість, град.	19,42±0,76	13±0,92	36±1,12
Завислі у воді речовини, мг/дм ³	11,52±0,04	3,18±0,003	50,24±1,17
Каламутність, мг/дм ³	5,68±0,003	1,83±0,001	24,06±1,56
Азот амонійний, мг/дм ³	0,206±0,001	0,103±0,003	0,504±0,004
Азот нітритний, мг/дм ³	0,0527±0,0001	0,012±0,0001	0,137±0,0001
Азот нітратний, мг/дм ³	4,191±0,0011	0,42±0,0002	20,32±0,98
Фосфати, мг/дм ³	0,1665±0,002	0,012±0,0001	0,861±0,003
Загальне залізо, мг/дм ³	0,077±0,0001	0,030±0,0003	0,241±0,002
Перманганатна окисність, мгО/дм ³	4,523±0,01	2,22±0,02	8,02±0,071
Біохімічне споживання кисню (БПК ₅), мгО ₂ /дм ³	3,423±0,09	1,22 ±0,01	6,21±0,03
Процент насичення киснем	99,305±1,65	68±1,13	180±9,12
Концентрація СО ₂ , мг/дм ³	5,373±0,05	0,902±0,04	18,51±0,01
Хімічне споживання кисню (ХСК ₅), мгО ₂ /дм ³	18,618±0,61	12,21±0,12	33,05±0,54

Інші гідрохімічні показники були на рівні ГДК та вимог СанПН, але ХСК₅ та БПК₅ інколи значно зростали, що спостерігали, головним чином, у літні періоди року. Слід відмітити, що газовий режим водосховища сприяє самовідновленню якості води, процеси біологічної та біохімічної трансформації не порушені.

Таким чином, можна констатувати, що у Волинцівському у водосховищі розвиваються процеси евтрофікації, що погіршує якість води, особливо враховуючи, що водосховище є додатковим джерелом водопостачання міста, в тому числі питного водопостачання. Процеси самовідновлення у водосховищі не порушені. Високий рівень кольоровості, завислі у воді речовини (перевищує норму у 10-50 разів), висока каламутність пов'язані з призначенням водойми та її гідродинамічними та гідробіологічними характеристиками.

У зв'язку з погіршенням якості води за низкою гідрохімічних показників були проведені мікробіологічні дослідження, які включали в себе облік загальної



кількості сапрофітних бактерій та бактерій групи кишкової палички (визначення ступеня забруднення екскретами людини та тварин за санітарно-показовими мікроорганізмами).

Таблиця 2 – Сезонна динаміка санітарно-бактеріологічних показників води Волинцівського водосховища

Дата	Сапрофітні мікроорганізми		Чисельність ЛКП, КОЕ/дм ³	Чисельність фагів, БОЕ/дм ³
	КОЕ/см ³ при t = 37°C	КОЕ/см ³ при t = 20°C		
січень	21 \pm 4,44	334 \pm 1,65	92 \pm 3,24	800 \pm 2,24
лютий	88,7 \pm 2,79	350 \pm 6,25	339,6 \pm 6,45	200 \pm 3,56-
березень	348,5 \pm 3,25	1106,1 \pm 5,45	553,3 \pm 5,22	30 \pm 4,45
квітень	102,3 \pm 2,13	363,6 \pm 2,25	35 \pm 3,24	100 \pm 5,64
травень	120 \pm 5,35	530 \pm 2,15	126,7 \pm 7,28	-
червень	440 \pm 6,45	826,6 \pm 4,65	58,6 \pm 6,21	-
липень	256 \pm 4,12	1585,4 \pm 1,69	220 \pm 5,48	100 \pm 3,45-
серпень	410 \pm 4,42	1533,6 \pm 5,15	940 \pm 3,12	-
вересень	240 \pm 2,25	903,3 \pm 5,45	510 \pm 2,24	-
жовтень	270 \pm 5,46	653,3 \pm 4,42	380 \pm 5,41	-
листопад	50,6 \pm 2,12	360 \pm 3,53	113 \pm 5,36	30 \pm 4,45-
грудень	38 \pm 3,14	220 \pm 2,15	390 \pm 1,12	100 \pm 1,63

Протягом дослідженого періоду санітарно-бактеріологічні показники води перевищували нормативи України та ЄС. Це пов'язано із забрудненням водосховища неочищеними господарсько-побутовими стічними водами, які скидають у водосховище комунальні підприємства та незавершеними процесами самоочищення води водосховища. Найвищі показники були зареєстровані влітку (липень-серпень) та взимку (грудень).

Дослідження фітопланктону Волинцівського водосховища дозволило визначити 57 видів водоростей 39 родів, 27 родин, 18 порядків та 6 відділів *Cyanoprocarota* (6), *Euglenophyta* (6), *Baccillariophyta* (12), *Dinophyta* (3), *Chlorophyta* (27), *Streptophyta* (3). Фітопланктон Волинцівського водосховища характеризується автохтонним розвитком. Інтенсивність розвитку планктону залежить від концентрації органічних та мінеральних речовин у воді, від гідродинамічних умов у водоймі та сезону року.

Зимовий фітопланктон розвивався слабо. Його основу складали діатомові водорості *Stephanodiscus hantschii* Grun. in Cl. Et Grun, *Synedra acus* Kütz., *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr. Навесні спостерігали розвиток діатомових водоростей (*Stephanodiscus hantschii*, *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W.Sm., *Melosira varians* Ag., *Diatoma vulgare* Bory). Пізніше починали з'являтися зелені (*Oocystis rupestris* Kirchn. in Cohn, *O. lacustris* Chodat, *Desmodesmus asymetricus* (Schröd.) E. Hegew., *Coelastrum astroideum* De Not.), на зміну яких приходили синьозелені – збудники «цвітіння» води (*Microcystis aeruginosa* Kütz., *Oscillatoria tenuis* J.Agardh ex



Gomont). У літній період спостерігали розвиток синьо-зелених водоростей *Aphanocapsa pulverea* (Wood) Koval, *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Breb. У осінній період починалося інтенсивний розвиток діатомових водоростей (*Stephanodiscus hantzschii*), синьо-зелених (*Aphanizomenon flos-aquae*), зелених (*Chlamydomonas vulgaris* Anach.).

Видовий склад водоростей–індикаторів, як показників сапробності, дозволив встановити належність Волинцівського водосховища до певної зони сапробності. У водосховищі домінували водорості, характерні для мезосапробної та полісапробної зони (забруднена вода). Це вказує на різке погіршення якості води водосховища як джерела водопостачання. Важливий момент, що визначає періодичність масової появи водоростей, – присутність у воді різних біогенних речовин. Види, що мешкають у забрудненій органікою воді, амонійним і нітратним азотом, фосфатами, викликають «цвітіння» води і призводять до погіршення її якості.

Було досліджено динаміку кількісних показників фітопланктону. Максимальну чисельність фітопланктону спостерігали у літньо-осінній період, і вона становила в середньому 172,51 тис. кл/см³ (влітку) та 1482,2 тис. кл/см³ (восени), а мінімальну – у зимово-весняний (9,2 тис. кл/см³ та 44,2 тис. кл/см³ відповідно). Максимальну біомасу (рис. 4) відзначали у літньо-осінній період (59,185 мг/дм³ та 113,295 мг/дм³ відповідно), а мінімальну – у зимово-весняний (3,858 мг/дм³ та 35,721 мг/дм³).

За вимог Водної рамкової директиви основним критеріями, за якими визначають якість води є її фізико-хімічні, бактеріологічні та гідробіологічні показники. Формування якісного складу води Волинцівського водосховища відбувається під впливом складного комплексу факторів: антропогенного за рахунок стоків промислових підприємств, що надходять у водойму балками Хацапетівська, Оленівська, Довжик, Сороччя, стоків ріки Булавін, внутрішньоводоймених процесів, водообміну, поверхневого стоку. До 2014 року якість води Волинцівського водосховища різко погіршувалась та воно було схильне до бактеріальних забруднень за рахунок скидання в нього неочищених комунально-господарських стічних вод, шахтних вод виробничого об'єднання «Орджонікідзевугілля». За рахунок поживних органічних речовин, що містяться у стоках, відбувається порушення гідробіологічного режиму водосховища, відбувається інтенсивний розвиток водоростей та зоопланктону, що призводить до масового відмирання гідробіонтів та призводить до зниженні прозорості, підвищенні кольоровості, накопиченні органічних речовин, збільшенні чисельності гетеротрофних бактерій та бактерій групи кишкової палички, підвищенні рН води, зниженні кількості кисню, появі неприємних запахів, особливо рибного.

При «цвітінні» води виникають біологічні перешкоди в роботі очисних споруд фільтрувальних станцій. Біологічні перешкоди виражаються в тому, що на фільтруючих поверхнях установок утворюється плівка, яка зменшує фільтроцикл, знижується водовіддача фільтрувальних станцій. Від «цвітіння» діатомових та синьо-зелених водоростей залежить експлуатація Волинцівського водосховища. За чисельності діатомових понад 5 тис. кл/см³ та синьо-зелених



понад 20 тис. кл/см³ експлуатація водосховища припиняється, і забір води Єнакіївською фільтрувальною станцією здійснюється з каналу «Сіверський Донець-Донбас». У період дослідження (до 2014 року) максимальна чисельність діатомових водоростей спостерігалася навесні 2010 р. (12180 кл/см³), а максимальна чисельність синьо-зелених – у серпні-вересні (27750 кл/см³). Були відмічені осінні періоди сплеску розвитку цих груп водоростей, коли сумарна чисельність сягала 230 тис. кл/см³, а інколи і 1097 тис. кл/см³). У такі періоди Волинцівське водосховище не експлуатовалося, як джерело водопостачання.

З 2014 року територія Донецької області, де розташоване Волинцівське водосховище була окупована. Більшість підприємств зупинили свою діяльність. Моніторинг якості води проводився за усними повідомленнями з власних джерел інформації спорадично. З 2017 року почалися перебої з водопостачанням м. Єнакієве та прилеглих населених пунктів та водосховище було переведено з резервного на постійний режим експлуатації. Підприємства були виведені з господарської діяльності без реконструктивних заходів. Гірничовидобувні підприємства були законсервовані без належного обслуговування (відкачка підземних вод з основних стволів шахт, введення резервного продування та промивка механізмів, контроль гідрохімічного складу підземних вод, газового режиму шахт тощо). Також відомі факти розташування російської військової техніки, боєприпасів, паливно-мастильних матеріалів на території підприємств поблизу водосховища. Все це призвело до неконтрольованих змін всіх елементів гідроекосистеми водойми. Безконтрольне використання водного запасу прогнозовано призвів до порушення процесів самоочищення. Процеси техногенної трансформації посилені та змінені, що в майбутньому можна буде з'ясувати після доступу до акваторії Волинцівського водосховища.

Висновки

Серед гідрохімічних чинників у Волинцівському водосховищі: висока концентрація завислих речовин, висока мутність води, підвищений вміст усіх форм азоту, фосфору при нормальному газовому режимі та непорушених процесах абіогенної трансформації органічної речовини. У динаміці розвитку бактеріофлори відмічені періодичні спалахи розвитку лактозопозитивних кишкових паличок, що свідчило про фекальне забруднення водойми. Заселення води сапрофітними бактеріями та бактеріями групи кишкової палички не перешкоджає використанню води для водопостачання (відповідає нормам СанПІН та Водної Рамкової Директиви ЄС).

У складі фітопланктону Волинцівського водосховища визначено 57 видів водоростей 39 родів, 27 родин, 18 порядків та 6 відділів *Cyanoprocaryota*, *Euglenophyta*, *Baccillariophyta*, *Dinophyta*, *Chlorophyta*, *Streptophyta*. При формуванні фітопланктону основу складали автохтонні види. Інтенсивність розвитку планктону залежала від концентрації органічних та мінеральних речовин у воді, гідродинамічних умов у водоймі та сезону року. Максимальна чисельність та біомаса фітопланктону відзначена у літньо-осінній період, що призводило до «цвітіння» води, а мінімальна – у зимово-весняний період року. «Цвітіння» води було викликане діатомовими та синьо-зеленими водоростями, що призводило до зміни режиму експлуатації та вимушеного припинення



водозабору. За еколого-санітарною класифікацією якість вода Волинцівського водосховища відноситься до 4 класу «вода забруднена», до розряду α -мезосапробної зони «вода помірно – сильно забруднена». Низька якість води за основними показниками не є причиною зміни режиму експлуатації водосховища.

Використана література

1. Ляховська О. В. (2023) Сучасний стан і проблеми функціонування металургійних підприємств України. Економіка та управління національним господарством. 1 (159): 35-40. <https://doi.org/10.36818/2071-4653-2023-1-6> У

2. Henyk Y., Popovych V., Zayachuk V., Dyda O., Gociy N., Bosak P. (2023) Transformational processes in post-technogenic ecosystems of Kolomyia lignite and Yaziv sulfur deposits in Western Ukraine. Ecological Questions. 34. <http://dx.doi.org/10.12775/EQ.2023.040>

3. Nadudvari A., Abramowicz A., Ciesielczuk J., Cabala J., Misz-Kennan M. & Fabianska M. (2021) Self-heating coal waste fire monitoring and related environmental problems: case studies from Poland and Ukraine. Journal of Environmental Geography 14(3–4): 26–38. <https://doi.org/10.2478/jengeo-2021-0009>

4. Sýkorová I., Kříbek B., Martina Havelcová M., Machovič V., Laufek F., Veselovský F., Špaldoňová A., Lapčák L., Knésl I., Matysová P. & Majer V. (2018) Hydrocarbon condensates and argillites in the Eliška Mine burnt coal waste heap of the Žacléř coal district (Czech Republic): products of high- and low-temperature stages of self-ignition 190: 146–165. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2017.11.003>

Abstract. The factors influencing the formation of the hydrobiological regime of the Volyntsyn Reservoir (Ukraine) were studied. The hydrochemical, sanitary and bacteriological parameters affecting phytoplankton under conditions of intensive operation of the reservoir were considered. The main influencing factors were established: high concentration of suspended solids, high water turbidity, increased content of all forms of nitrogen, phosphorus under normal gas regime and undisturbed processes of abiogenic transformation of organic matter. In the dynamics of the development of bacterial flora, periodic outbreaks of the development of lactose-positive *E. coli* were noted, which indicated fecal pollution of the reservoir. The phytoplankton of the Volyntsyn Reservoir included 57 species of algae from 39 genera, 27 families, 18 orders and 6 divisions: Cyanoprocarota, Euglenophyta, Baccillariophyta, Dinophyta, Chlorophyta, Streptophyta. According to the ecological and sanitary classification, the water quality of the Volyntsyn Reservoir belongs to class 4 "polluted water", to the category of the α -mesosaprob zone "moderately - heavily polluted water". Low water quality according to the main indicators is not a reason for changing the operating mode of the reservoir.

Key words: hydrochemical parameters, reservoir, phytoplankton, bacterioplankton.

Стаття подана: 25.11.2024

© Лялюк Н.М.