

Бондарчук С. П., к.с.-г.н., доцент, Бондарчук Л. Ф., к.с.-г.н., доцент, Мерленко І. М., к.с.-г.н., доцент, Федонюк М. А., к.геогр.н., доцент (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк),
Ковальчук Н. С., к.с.-г.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ СПОЛУКАМИ АЗОТУ ТА ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ СИТУАЦІЇ

У роботі висвітлено особливості забруднення поверхневих водойм Волинської області сполуками азоту, екологічні наслідки такого забруднення та розробку дієвих заходів щодо поліпшення ситуації.

В процесі досліджень аналізувались особливості потрапляння та накопичення сполук азоту у воді водойм у межах досліджуваної території, основні джерела надходження забруднювачів, динаміка вмісту у воді досліджуваних забруднюючих речовин за останні роки, а також можливі засоби зменшення такого забруднення.

Ключові слова: сполуки азоту; аміак; нітрати; нітрити; водні об'єкти; біогенні речовини; забруднення води; стічні води; оптимізація водокористування.

Актуальність дослідження. Актуальність теми полягає в тому, в сучасних умовах поверхневі водойми зазнають щоразу більш інтенсивного антропогенного впливу, який проявляється передусім у забрудненні води. Серед різних видів забруднюючих речовин, що потрапляють до водойм, особливе місце займають так звані біогенні речовини – речовини, що найбільш активно беруть участь в життєдіяльності водних організмів. Серед таких речовин в сучасних умовах якраз переважають сполуки азоту.

Небезпека забруднення водойм біогенними речовинами полягає у тому, що, крім яскраво вираженої токсичної дії на людину і гідробіонти у високих концентраціях, ці речовини можуть призводити до бурхливого розвитку водних організмів, евтрофікації водойм, інтенсивного «цвітіння» води та вторинного забруднення продуктами розкладу водних організмів тощо [1–3].

Матеріал та методи дослідження. В процесі досліджень аналізувались дані спостережень системи моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів України «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» [4]. Системою передбачається контроль і узагальнення результатів досліджень якості води та створення інтерактивної карти. Зокрема дані щодо вмісту азотних сполук були використані в ході проведення цього дослідження.

Відповідно до методики досліджень, нами були проаналізовані тенденції щодо динаміки амонію, нітрат-іонів та нітрит-іонів у поверхневих водах у річному та багаторічному циклах із виявленням окремих тенденцій та закономірностей.

Для проведення такого аналізу нами було вибрано на території області три пункти спостереження за якістю поверхневих вод, а саме:

1. р. Стир, 308 км, м. Луцьк.
2. р. Західний Буг, 569 км, м. Устилуг.
3. р. Турія, 125 км, м. Ковель.

Аналіз одержаних результатів. Сполуки, що містять азот, знаходяться в поверхневих водах у розчиненому, колоїдному і зваженому стані і можуть під впливом багатьох фізико-хімічних і біохімічних чинників переходити з одного стану в інший.

За даними численних досліджень, вміст у поверхневих водоймах тих чи інших сполук азоту залежить від багатьох факторів, а саме: особливостей водойми (гідрологічні, гідрохімічні, гідродинамічні характеристики, особливості життєдіяльності гідробіонтів тощо); специфіки утворення у водоймі і надходження ззовні органічних сполук, а також забруднюючих речовин у тих або інших формах азоту; природних кліматичних факторів – температури, опадів тощо [5–6].

Перетворення у воді сполук азоту виглядає наступним чином: у воді амоній перетворюється у нітрати, потім доокислюється до нітритів, а потім завдяки процесам денітрифікації нітрити трансформуються до газоподібного азоту, замикаючи ланку колообігу азоту у водному середовищі. У природних умовах основним джерелом надходження сполук азоту воду є розклад відмерлих органічних речовин у вигляді рослинних і тваринних організмів водойми.

Зважаючи на той факт, що у межах області більшість водойм використовується для рибогосподарських і культурно-побутових

(рекреаційних) потреб, основний акцент у роботі присвячено саме такому типу водокористування.

Як приклад для річного циклу був вибраний період впродовж 2019 року. Як видно із наведених даних, за всіма пунктами спостережень відмічається досить суттєва динаміка всіх сполук азоту (рис. 1).

Серед усіх сполук азоту, які піддавались аналізу, перевищення ГДК спостерігались за всіма пунктами спостереження за вмістом амонію та нітрит-іонів. За вмістом нітрат-іонів перевищень ГДК не зафіксовано. Найбільш таке перевищення за вмістом амонію спостерігалась у воді р. Турія (125 км, м. Ковель) – більш ніж в 5 разів вище ГДК. Дещо менші перевищення зафіксовані у воді р. Західний Буг – 2,6 рази перевищення ГДК та у воді р. Стир – майже 2-разове перевищення ГДК (рис. 1).



р. Стир, 308 км, м.Луцьк

р. Західний Буг, 569 км, м. Устилуг

р. Турія, 125 км, м.Ковель

Рис. 1. Сезонна динаміка амонію у воді досліджуваних водойм

Стосовно нітрит-іонів, то найбільше перевищення спостерігалось у воді р. Стир – більш ніж 4-разове перевищення ГДК (рис. 2). Дещо менші перевищення зафіксовані у воді р. Західний Буг – 3-разове перевищення ГДК та р. Турія – у 1,25 рази. При цьому у

воді р. Західний Буг значення вмісту нітрит-іонів впродовж 2019 року не опускались нижче ГДК.

Динаміка сполук азоту в річному циклі переважно мала певні максимуми в теплі періоди року, однак в деякі роки спостерігалась тенденція зменшення вмісту із максимальних значень на початку року до мінімальних – в кінці.

За багаторічний проміжок було прийнято період 2010–2020 рр., зважаючи на наявність та повноту даних спостережень на досліджуваних створах річок у межах Волинської області. Для вказаного періоду спостережень виявлено тенденції, які притаманні динаміці сполук азоту як у річному, так і у багаторічному циклі. У багаторічному циклі також спостерігаються перевищення ГДК за вмістом лише амонію та нітрит-іонів, хоча за вмістом нітрат-іонів в окремі періоди значення наближались до значень ГДК (рис. 3–4).



р. Стир, 308 км, м. Луцьк

р. Західний Буг, 569 км, м. Устуг

р. Турія, 125 км, м. Ковель

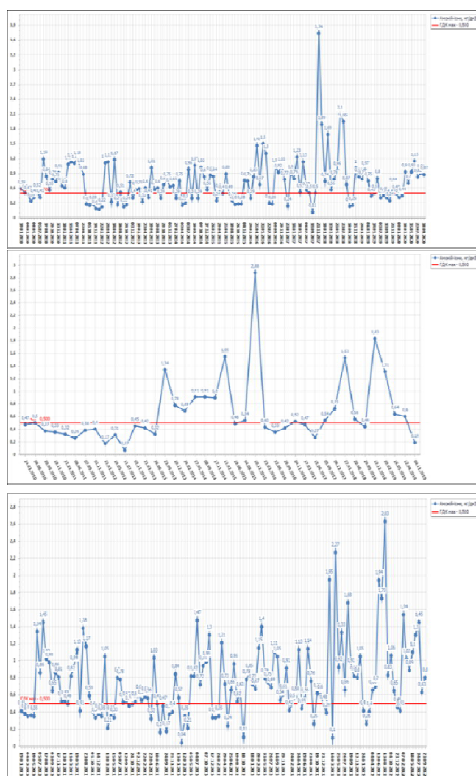
Рис. 2. Сезонна динаміка нітрит-іонів у воді досліджуваних водойм

На нашу думку, таке значення вмісту сполук азоту зумовлене як природними, так і антропогенними факторами. Суттєві перевищення ГДК у пунктах спостережень на р. Стир, 308 км, м. Луцьк та р. Турія, 125 км, м. Ковель зумовлені істотним антропогенним забрудненням,

яке утворюється на території і потрапляє з поверхневим і підземним стоком, а також скидом стічних вод у вказані річки від найбільших міст області – Луцька та Ковеля [6–7].

При аналізі багаторічного циклу динаміки сполук азоту були виявлені періоди із значно більшими перевищеннями ГДК ніж у річному циклі. Так, у воді р. Турія впродовж квітня і липня 2014 року були виявлені значення вмісту нітрит-іонів, що більш ніж у 10 разів перевищують ГДК (рис. 4), а вміст амонію у воді р. Стир у листопаді 2017 року перевищував ГДК у 7,5 разів (рис. 3).

Точковими джерелами надходження органічних речовин в умовах України та і Волинської області є скиди стічних вод комунальних та промислових підприємств, в складі яких міститься високі концентрації органічних речовин, що зумовлюють біохімічне споживання кисню [7]. Зважаючи на дані досліджень, фізичну і моральну застарілість очисних споруд, видалення і нейтралізація розчиненої органіки відбувається неефективно, зумовлюючи органічне забруднення водойм із збільшенням величини БСК₅, а при розкладі даної органіки – і суттєве збільшення сполук азоту.



р. Стир, 308 км, м.Луцьк

р. Західний Буг, 569 км, м. Устилуг

р. Турія, 125 км, м.Ковель

Рис. 3. Багаторічна динаміка амонію у воді досліджуваних водойм

Через на те, що сполуки азоту досить нестійкі у воді при окисних умовах і швидко перетворюються, регулярні і постійні виявлення проб води із перевищенням вмісту ГДК свідчать про постійне «свіже забруднення» ймовірно стічними водами та так званім «фекальним забрудненням». Приймаючи до уваги той факт, що перевищення ГДК за вмістом сполук азоту відмічається також і у холодну пору року, впродовж якої зменшується доля надходження забруднень із розосереджених джерел, ще більше вказує на значну долю надходження надмірної кількості забрудників із стічними водами.

Аналіз узагальнених даних, які були наведені, виявив досить несприятливу ситуацію щодо забруднення поверхневих водойм сполуками азоту у Волинській області. Практично половина всіх проб води, відібраних із води пунктів спостережень за якістю поверхневих вод сигналізує про перевищення ГДК. Це стосується вмісту амонію та нітрит-іонів.

Точковими джерелами надходження азоту в умовах Волинської області є скиди стічних вод комунальних та промислових підприємств, в складі яких міститься високі концентрації органічних речовин, що зумовлюють біохімічне споживання кисню. Крім того, комунально-побутові стічні води також містять і досить високі концентрації і самих сполук азоту, особливо у вигляді амонійного і нітратного азоту.



р. Стир, 308 км, м.Луцьк

р. Західний Буг, 569 км, м. Устилуг

р. Турія, 125 км, м.Ковель

Рис. 4. Багаторічна динаміка нітрит-іонів у воді досліджуваних водойм

Таким чином, інтенсивними джерелами надходження сполук азоту є:

- неочищені і недостатньо очищені комунально-побутові стічні води;
- біогенне забруднення, джерелом якого є стік з сільськогосподарських угідь та тваринницьких комплексів;
- біогенний стік із територій полігонів відходів і сміттєзвалищ, як офіційних, так і стихійних у вигляді фільтрату;
- неефективна робота меліоративних систем із прискореним розкладом і мінералізацією торфу та винесення у водойми продуктів його розкладу;
- порушення екологічної стійкості ландшафтів водозборів річок (інтенсивне вирубування лісів, порушення водоохоронного режиму в межах водоохоронних зон і прибережних смуг, поширення водної ерозії ґрунтів тощо).

При аналізі показників видно, що забруднення води органічними речовинами (БСК₅) досить тісно корелює із забрудненням води сполуками азоту. На рис. 5 наведено багаторічну динаміку зміни БСК₅ у воді р. Стир.

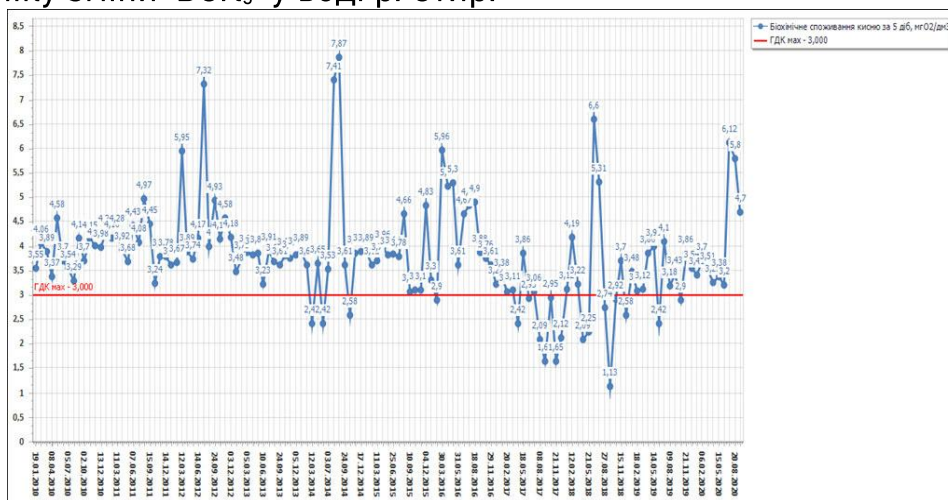


Рис. 5. Багаторічна динаміка БСК₅ у воді р. Стир, м. Луцьк

Проведений аналіз результатів досліджень, а також аналіз фондових матеріалів та численних публікацій на цю тематику дозволив намітити основні заходи для зниження забруднення поверхневих водойм сполуками азоту в умовах Волинської області. На нашу думку, комплекс заходів, що дозволить покращити існуючу екологічну ситуацію за рахунок оптимізації водокористування та усунення основних причин забруднення води сполуками азоту, повинен виглядати так, як наведено на рис. 6.

Отже, аналізуючи вищеподану інформацію, можна зробити **висновок**, що основними джерелами потрапляння та накопичення різних сполук азоту у воду водойм в умовах Волинської області є певна кількість точкових та неточкових джерел, основними із яких є неочищені і недостатньо очищені комунально-побутові стічні води, стоки від тваринницьких комплексів, поверхневий і підземний стік із техногенних територій (звалища, полігони відходів, місця складування органічних добрив, територія тваринницьких комплексів, сільськогосподарські поля, осушені торфові масиви, еродовані землі тощо), атмосферні опади. Крім того, накопиченню сполук азоту у воді понад ГДК також сприяють кліматичні фактори через зміну клімату, які опосередковано впливають на загальносанітарний стан водойм. Це проявляється у збільшенні випаровування, зменшенні стоку, відсутності повеней, заростанні та замуленні водойм, що в свою чергу призводить до накопичення органічної маси у водоймах та вивільнення сполук азоту при її розкладі.

Проведений аналіз результатів досліджень, а також аналіз фондів матеріалів та численних публікацій на цю тематику дозволив намітити основні заходи для зниження забруднення поверхневих водойм сполуками азоту в умовах Волинської області.

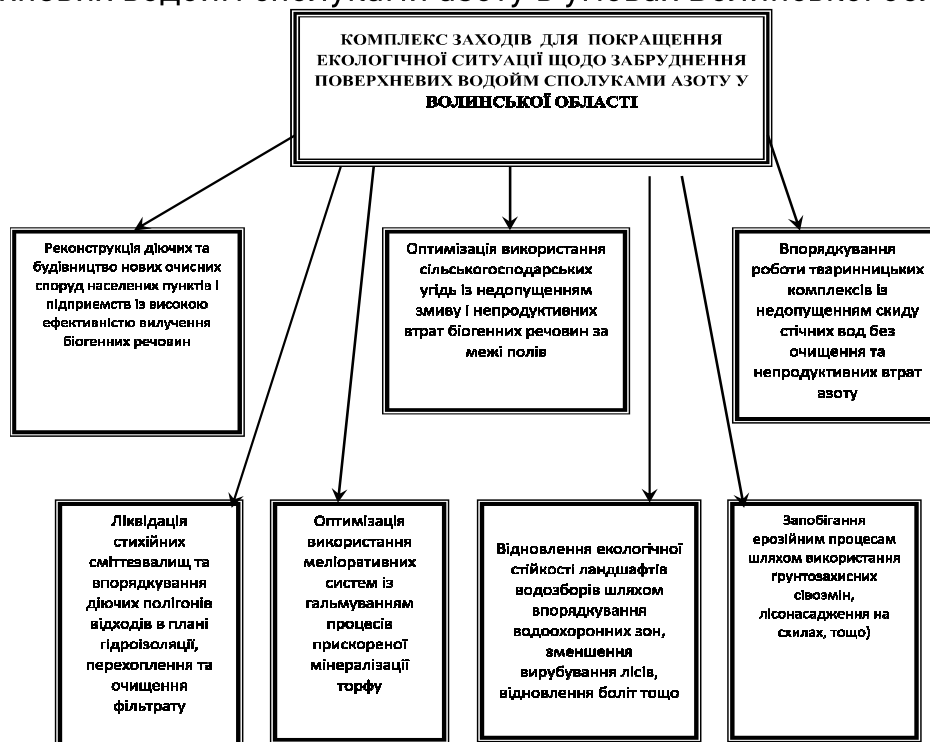


Рис. 6. Основні заходи щодо попередження забруднення поверхневих водойм сполуками азоту в умовах Волинської області

1. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ : Ніка-Центр, 2001. 264 с.
2. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В., Волкова Л. А. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем: (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, управління) : навч. посіб. Рівне : ППФ «Волинські береги», 1999. Т. 2. 198 с.
3. Яцик А. В., Гопчак І. В. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод Волинської області. *Водне господарство України*. 2007. № 2. С. 20–24.
4. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України. URL: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>. (дата звернення: 10.10.2022).
5. Нетробчук І., Гашинська В. Екологічна оцінка якості води р. Стир у місті Луцьку. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Сер. Географічні науки*. Луцьк, 2018. № 3 (376). С. 28–34.
6. Козицька Л. П., Музиченко О. С. Інтегральна оцінка екологічного стану поверхневих вод річки Західний Буг в межах Волинської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2015. № 3–4. С. 78–83.
7. Бондарчук С. П., Бондарчук Л. Ф., Музичук Х. П. Загрязнение поверхностных водоемов Волынской области Украины соединениями фосфора и пути его уменьшения. *Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развыцця* : зборнік навуковых прац. Брест, 2013. Вып. 1. С. 34–40.

REFERENCES:

1. Snizhko S. I. Otsinka ta prohnozuvannia yakosti pryrodnykh vod. Kyiv : Nika-Tsentr, 2001. 264 s.
2. Hryb Y. V., Klymenko M. O., Sondak V. V., Volkova L. A. Vidnovna hidroekolohiia porushenykh richkovykh ta ozernykh system: (hidrokhimiia, hidrobiolohiia, hidrolohiia, upravlinnia) : navch. posib. Rivne : PPF «Volynski oberehy», 1999. T. 2. 198 s.
3. Yatsyk A. V., Hophchak I. V. Metodyka vstanovlennia i vykorystannia ekolohichnykh normatyviv yakosti poverkhnevyykh vod Volynskoi oblasti. *Vodne hospodarstvo Ukrainy*. 2007. № 2. S. 20–24.
4. Monitorynh ta ekolohichna otsinka vodnykh resursiv Ukrainy. Rezhym dostupu: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index> (дата звернення: 10.10.2022).
5. Netrobchuk, I., Hashynska V. Ekolohichna otsinka yakosti vody r. Styr u misti Lutsku. *Naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu im. Lesi Ukrainky. Ser. Heohrafichni nauky*. Lutsk, 2018. № 3 (376). S. 28–34.
6. Kozytyska L. P., Muzychenko O. S. Intehralna otsinka ekolohichnoho stanu poverkhnevyykh vod richky Zakhidnyi Buh v mezhakh Volynskoi oblasti. *Liudyna ta dovkillia. Problemy neoekolohii*. 2015. № 3–4. С. 78–83.
7. Bondarchuk S. P., Bondarchuk L. F., Muzichuk H. P. Zagryaznenie poverhnostnyih vodoemov Volynskoy oblasti Ukrainyi soedineniyami fosfora i puti ego umensheniya. *Pryirodnae asyaroddze Palesyya: asablivastsi i perspektyivy razvyitstysya* : zbornik navukovyih prats. Brest, 2013. Vyip. 1. S. 34–40.

Bondarchuk S. P., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Bondarchuk L. F., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Merlenko I. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Fedoniuk M. A., Candidate of Geographical Sciences (Ph.D.), Associate Professor (Lutsk National Technical University, Lutsk), Kovalchuk N. S., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

PECULIARITIES OF VOLYN REGION SURFACE WATERS POLLUTION BY NITROGEN COMPOUNDS AND WAYS TO IMPROVE THE SITUATION

The paper addresses the solution of topical issues which concern the peculiarities of the Volyn region surface waters pollution with nitrogen compounds, the environmental consequences of such pollution and the development of effective measures to improve the situation.

Over the course of research it was analyzed the inflow and accumulation of nitrogen compounds in the water within the study area, the main sources of pollutants, the dynamics of content of pollutants in water over the recent years, as well as possible ways to reduce such pollution.

The dynamics of content of nitrogen compounds mostly had pronounced maxima in the annual cycle in the warm periods of the year, as the oxidative processes of organic decomposition accelerate with increasing temperature, but in some years there was a tendency to reduce the content from maximum to minimum values at the end of the year. This may be caused by high concentration of organic matter that got into the reservoir in the winter, probably with wastewater. In the long-term cycle, the threshold limit value for ammonium and nitrite ions has been exceeded, and the content of nitrate ions in some periods is close to the threshold limit value.

The main sources of ingress and accumulation of various nitrogen compounds in reservoirs in the Volyn region are a number of point and non-point sources, the main of which are untreated and insufficiently treated municipal and industrial wastewater, sewage from livestock complexes, surface and underground runoff from man-made areas (landfills, waste dumping ground, places of storage of

organic fertilizers, the territory of livestock complexes, agricultural fields, drained peatlands, eroded lands), precipitation. In addition, the accumulation of nitrogen compounds in water above the threshold limit value is also facilitated by climatic factors in the form of climate change, which indirectly affect the general sanitary condition of reservoirs. This is manifested in increased evaporation, reduced runoff, no floods, overgrowth and siltation of reservoirs, which in turn leads to the accumulation of organic matter in water bodies and the release of nitrogen compounds during its decomposition.

***Keywords:* nitrogen compounds; ammonia; nitrates; nitrites; water bodies; nutrients; water pollution; wastewater; water use optimization.**