

УДК 556.531

Гончар О.М.¹, Хільчевский В.К.²

¹Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

РЕЖИМ БІОГЕННИХ РЕЧОВИН У ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ БАСЕЙНУ ДНІСТРА

Ключові слова: біогенні речовини, евтрофікація, мінеральні сполуки азоту, мінеральні сполуки фосфору, кремній, динаміка

Постановка проблеми. Біогенні речовини відносяться до переліку найважливіших показників якості води та стану водної екосистеми. Вони визначають рівень розвитку гідробіонтів, трофність водойм, ступінь їх забруднення. Надмірне надходження біогенних речовин призводить до евтрофікації природних вод. У ХХ ст. в різних частинах планети було відмічено значне погіршення якості води, пов'язане із прискореною евтрофікацією природних вод. Сприятливими умовами для цвітіння води, що власне і є основним проявом евтрофікації, є зміна гідробіологічного режиму водних об'єктів. Такі умови можуть утворюватись при спорудженні водосховищ та ставків на річках. У 1981 році на р. Дністер було створене Дністровське водосховище. Відтак, важливим є дослідження динаміки вмісту біогенних речовин як у воді річок басейну Дністра, так і безпосередньо у воді Дністровського водосховища.

Аналіз просторово-часової динаміки біогенних елементів важливий з точки зору їх значимості для формування якості води. Зокрема, стан водних ресурсів Дністра та його басейну є дуже актуальним питанням, так-як в Україні питною водою з р. Дністер забезпечуються немало великих та малих міст Західної України. Разом з тим, в досліджуваному басейні розвинуте сільське господарство, цукрова, деревообробна ті інші галузі промисловості, які є потенційними джерелами надходження біогенних речовин у поверхневі води басейну.

Аналіз останніх досліджень. Дослідженням вмісту біогенних речовин у поверхневих водах басейну річки Дністер займались вітчизняні та зарубіжні дослідники, зокрема у комплексі загального аналізу хімічного складу води річкових вод басейну. Їх результати представлені у працях В.І. Пелешенка, Л.М. Горєва, А.М. Никанорова, В.К. Хільчевського, І.Л. Бєвза.

Детальніше режим біогенних речовин вивчався у роботах, присвячених дослідженням Дністровського водосховища українськими та молдовськими науковцями.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т.1(26)

Актуальність даних праць підтверджується особливим гідрологічним і гідрохімічним режимом Дністровського водосховища, як водного об'єкту, та інтересом до нього як до такого, що в транскордонному аспекті чинить вплив на стан водних ресурсів басейну на нижній ділянці, розташованій в межах Молдови. Однак в цілому для басейну Дністра питання вмісту біогенних речовин потребує додаткового вивчення.

Постановка завдання. Завданням даної роботи було дослідити просторово-часовий розподіл показників біогенних речовин ($N-NH_4^+$, $N-NO_2$, $N-NO_3^-$, $P_{\text{мін.}}$, $P_{\text{заг.}}$, S_i) у воді річок басейну Дністра за період 1994-2009 рр.

Матеріали та методика дослідження. Методологічною основою даного дослідження слугували положення, підходи та принципи класичної гідрохімії. Для кількісної оцінки зміни режиму біогенних речовин у поверхневих водах басейну Дністра використовувались методи обробки даних із використанням стандартних статистичних підходів за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel 2007.

В роботі використані матеріали режимних спостережень Гідрометеослужби України, Держводагенства України за станом поверхневих вод басейну Дністра за період 1994-2009 рр. База даних включає такі характеристики: середньобагаторічні, мінімальні та максимальні значення біогенних речовин у воді річок басейну Дністра під час основних гідрологічних фаз водного режиму, таких як весняна повінь, літньо-осіння межень, літньо-осінні паводки, зимова межень. Дослідження проведені по 42 пунктах спостереження, з яких 19 розташовані на р. Дністер, 23 – на його притоках.

Виклад основного матеріалу. До біогенних речовин у природних водах належать мінеральні речовини, які найбільш активно беруть участь у життєдіяльності водних організмів: це сполуки азоту, фосфору і силіцію. Азот і фосфор найбільш активно беруть участь у життєдіяльності водних організмів [4,5]. Найбільш важливими в біологічному та біохімічному відношенні є сполуки ортофосфорної та азотної кислот, від кількості яких в окремі періоди року залежить інтенсивність розвитку органічного життя у водоймі. Велике значення також може мати кількість у розчині солей азотистої та кремнієвої кислот та сполук заліза [1].

Біогенні речовини є каталізаторами процесу антропогенного евтрофування поверхневих вод. Крім того, значна концентрація біогенних речовин у воді може бути досить небезпечною для людини [6].

До основних джерел надходження біогенних речовин (сполук азоту і фосфору) у річкові води відносять комунальне господарство, промисловість, сільське господарство, тваринництво, землеробство, атмосферні опади. Значну роль також відіграють внутрішні процеси у водному об'єкті [4,5,6].

Мінеральні сполуки азоту.

Азот амонійний ($N-NH_4^+$). Наявність у незабруднених поверхневих водах іонів амонію пов'язана з основними процесами біохімічного розкладу білкових речовин, амінокислот, сечовини. Сезонні коливання концентрації $N-$

NH_4^+ характеризуються зазвичай пониженням його весною та у період інтенсивної фотосинтетичної діяльності фітопланктону і підвищенням влітку, при посиленні процесів бактеріального розкладу органічних речовин.

Відтак, із аналізу просторово-часової динаміки азоту амонійного у воді басейну Дністра слід відзначити найбільшу його концентрацію, із постійним перевищенням встановлених нормативів, у воді р. Тисмениця. Також спостерігається деяке підвищення концентрації $N-NH_4^+$ під час літньо-осінньої межени, у відповідно вищі температурні періоди (табл.1).

Таблиця 1. Мінімальні та максимальні концентрації біогенних речовин у воді р. Дністер та її приток за період 1994-2009 рр., мг/дм³

Головна річка чи її притоки	$N-NH_4^+$	$N-NO_2^-$	$N-NO_3^-$	$P_{\text{мін.}}$	$P_{\text{заг.}}$	Si
Весняна повінь						
Дністер *	<u>0,06-2,53</u> 0,72	<u>0,008-0,085</u> 0,035	<u>0,20-7,17</u> 2,53	<u>0,029-0,194</u> 0,081	<u>0,049-0,190</u> 0,109	<u>3,0-4,3</u> 3,4
Притоки	0,51-1,69	0,006-0,08	0,56-2,15	0,012-0,396	0,026-0,365	1,5-5,7
Літньо-осіння межень						
Дністер	<u>0,14-1,46</u> 0,73	<u>0,007-0,139</u> 0,044	<u>0,11-5,86</u> 2,09	<u>0,026-0,340</u> 0,1	<u>0,09-0,397</u> 0,160	<u>2,0-3,9</u> 2,6
Притоки	0,65-2,41	0,003-0,088	0,20-1,91	0,025-0,397	0,067-0,667	1,4-5,2
Літньо-осінні паводки						
Дністер	<u>0,16-1,27</u> 0,69	<u>0,007-0,94</u> 0,035	<u>0,18-5,52</u> 1,98	<u>0,034-0,270</u> 0,105	<u>0,084-0,27</u> 0,158	<u>2,0-4,4</u> 3,4
Притоки	0,40-1,62	0,007-0,084	0,05-1,44	0,013-0,324	0,034-0,489	2,1-5,1
Зимова межень						
Дністер	<u>0,10-1,31</u> 0,69	<u>0,005-0,150</u> 0,045	<u>0,07-5,52</u> 1,77	<u>0,025-0,282</u> 0,104	<u>0,046-0,282</u> 0,101	<u>2,5-4,2</u> 3,3
Притоки	0,37-2,80	0,003-0,210	0,18-1,09	0,020-0,417	0,039-0,594	1,6-4,8

Азот нітритний ($N-NO_2^-$). Нітрити є проміжними продуктами у кругообігу азоту (органічна речовина – амоній – нітрити – нітрати), тому їх концентрації у воді, як правило, невисокі в порівнянні із амонійним та нітратним азотом. Наявність у незабруднених водоймах $N-NO_2^-$ пов'язана, основним чином, із процесами розкладу органічних речовин та нітрифікації. У помітних концентраціях нітрити виявляються при дефіциті кисню у водоймі [2, 3]. Підвищена концентрація нітритів свідчить про інтенсивний розклад органічних речовин і затримку окиснення, що чітко свідчить про забруднення водойми.

За середніми багаторічними даними вміст азоту нітритного у воді р. Дністер коливається протягом року від 0,035 мгN/дм³ у період весняної повені та літньо-осінніх паводків до 0,045 мгN/дм³ під час зимової межени. Підтверджується також збільшення концентрації NO_2^- у воді Дністровського водосховища відповідно до фонових показників NO_2^- у воді р. Дністер. Відтак, максимальні значення $>0,06$ мгN/дм³ за середніми багаторічними даними

виявлено біля м. Новодністровськ, вище і нижче греблі (рис.1-а). Серед приток практично у всі гідрологічні сезони високі концентрації азоту нітритного спостерігаються у воді р. Тисмениця (рис.1-б). У просторовому відношенні виявлено деяке збільшення NO_2^- у воді приток рівнинної частини, що пояснюється використанням угідь даної території басейну у сільському господарстві і відповідно більшою ймовірністю потрапляння мінеральних добрив у поверхневі води із стічними водами з сільськогосподарських угідь.

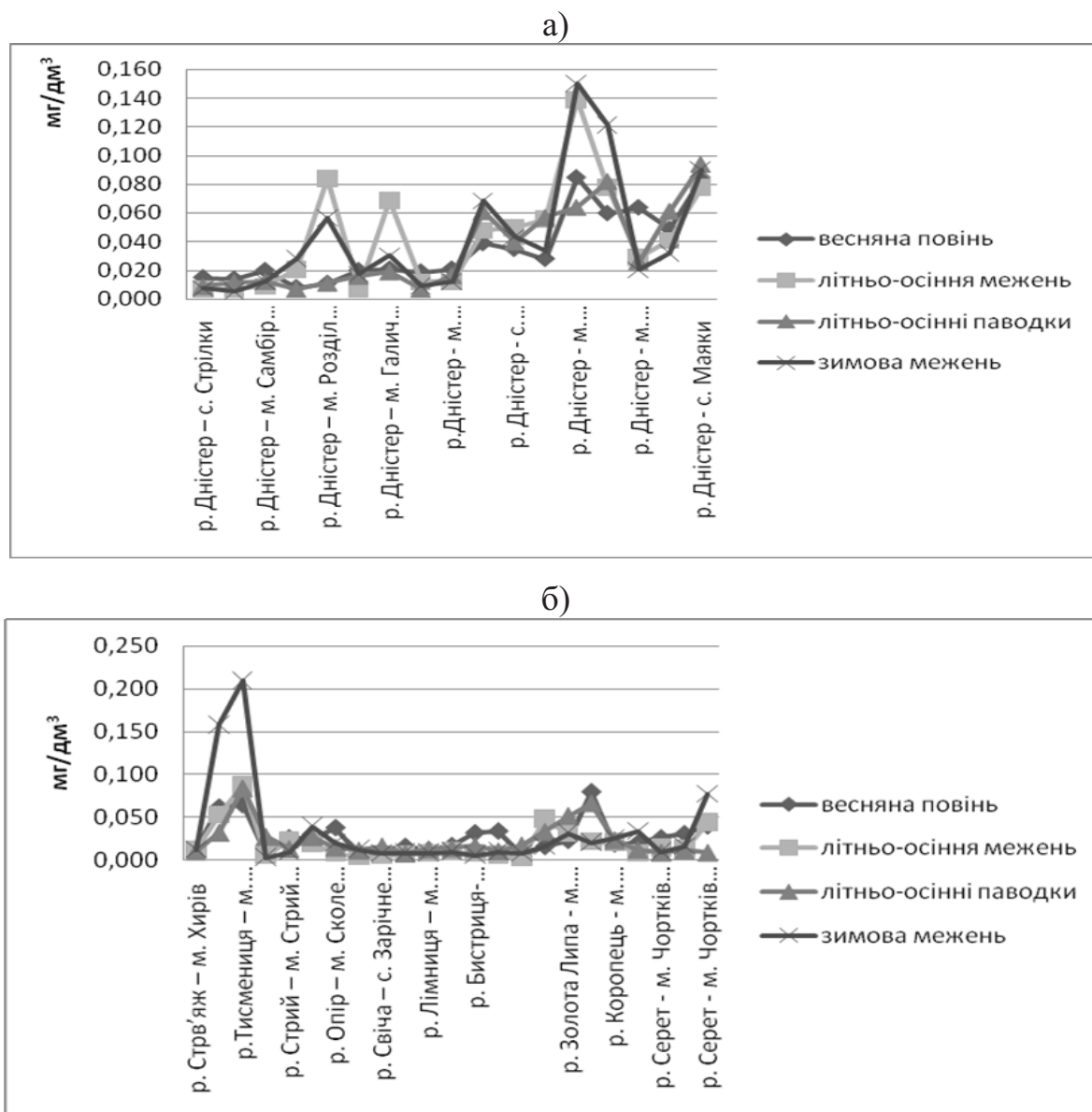


Рис. 1. Сезонна динаміка вмісту нітрит-іонів, mg/dm^3 :
а) у воді р. Дністер; б) у воді приток басейну р. Дністер (1994-2009 рр.)

Азот нітратний ($\text{N}-\text{NO}_3^-$). З точки зору оцінки якості води для питного водопостачання найбільший інтерес серед сполук азоту викликає нітрат-іон. Його концентрація у воді обмежується граничною величиною $50 \text{ mg}/\text{dm}^3$. Наявність нітрат-іонів у природних водах пов'язано із внутріводойними процесами нітрифікації амонійних іонів у присутності кисню під впливом нітрифікуючих бактерій, тому збільшення концентрації $\text{N}-\text{NO}_3^-$

спостерігається у літній період під час масового відмирання фітопланктону. Другим джерелом надходження нітратів у поверхневій воді є атмосферні опади (концентрація нітратів у атмосферних опадах досягає 0,9-1,0 мг/дм³) [2].

Із проаналізованої часової динаміки вмісту нітратів у воді басейну р. Дністер виявлено збільшення їх кількості у період весняного водопілля (див. табл. 1). Це ймовірно зумовлено, з одного боку вимиванням нітратів із ґрунтів, а з іншого боку, інтенсивною нітрифікацією органічних речовин, які знаходяться у воді.

У просторовому відношенні чітко проявляється підвищення $N-NO_3^-$ у межах Дністровського водосховища, що може свідчити про властиву для водосховищ евтрофікацію водойм (рис. 2).

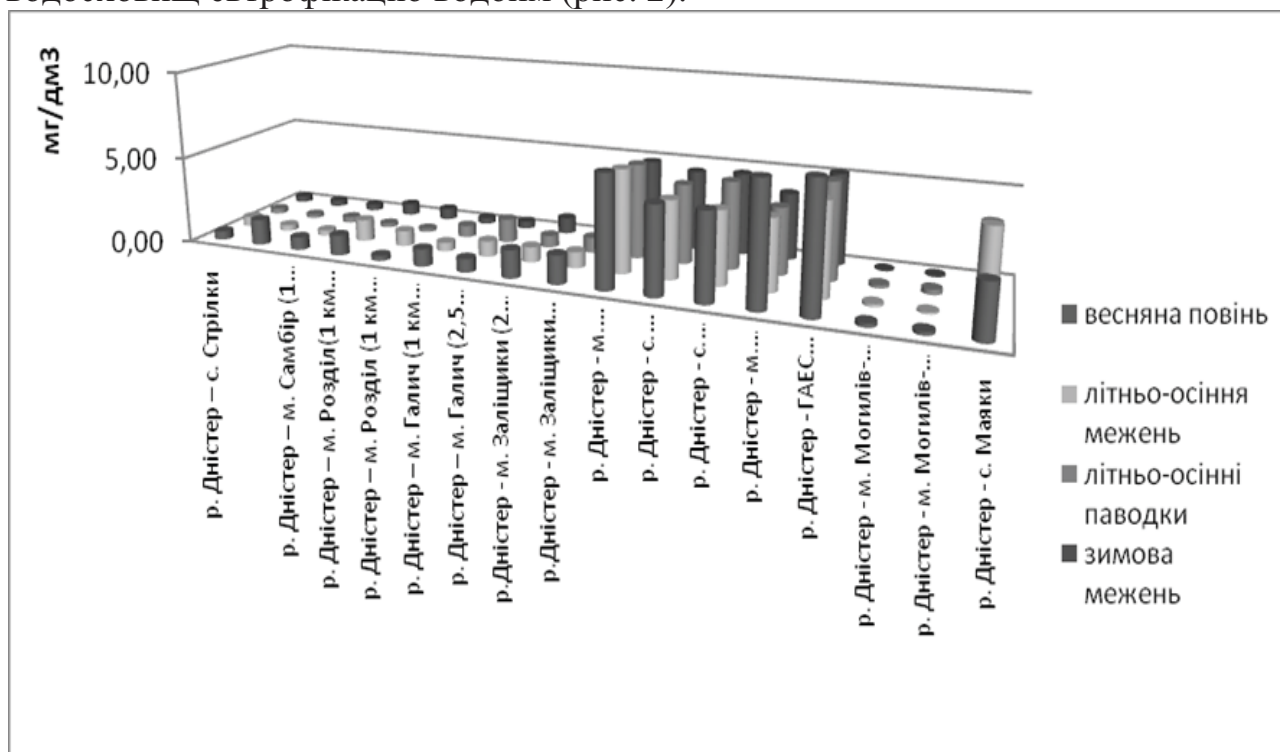


Рис. 2. Сезонна динаміка вмісту нітрат-іонів у воді приток басейну Дністра (1994-2009 рр.), мг/дм³

Мінеральні сполуки фосфору. Фосфор є одним із найважливіших біогенних елементів, регулятором продуктивності водойм. У річкових водах вміст фосфору коливається зазвичай від сотих часток мг/дм³ до 1-2 мг/дм³. Головним джерелом фосфору у них є сполуки поширені у ґрунтах. У природних водах фосфор знаходиться у вигляді як мінеральних так і органічних сполук. Частина із них є розчинною, частина зустрічається у вигляді колоїдів та завислих речовин. Сполуки фосфору в значній мірі визначають продуктивність водойми, оскільки є поживними речовинами для водних організмів.

У річкових водах зазвичай максимальна кількість фосфору спостерігається у під льодовий період за рахунок регенерації із відмираючих водних організмів. Так само, як і для азоту, обмін фосфором між його мінеральними й органічними формами з одного боку, і живими організмами - з іншого, є основним чинником, що визначає його концентрацію.

Фосфати (PO_4^{3-}). Концентрація фосфатів у природних водах звичайно дуже мала - соті, рідко десяті частки міліграмів фосфору в dm^3 . У забруднених водоймах вона може досягати декількох міліграмів у $1 dm^3$. Підземні води містять звичайно не більш $100 \text{ мкг}/dm^3$ фосфатів; виняток складають води в районах залягання фосфоровмісних порід.

Вміст фосфатних іонів у поверхневих водах басейну р. Дністер змінюється за сезонами. Максимальна концентрація виявлена у період літньо-осінніх паводків. Під час весняної повені вміст PO_4^{3-} є мінімальним (див. табл. 1). У просторовій зміні концентрації фосфатних іонів виділяється нижня частина басейну. А саме, у воді створу с. Маяки у всі гідрологічні сезони виявлено максимальний вміст PO_4^{3-}

У воді Дністровського водосховища спостерігається збільшення вмісту фосфатних іонів у три рази відповідно до їх вмісту у воді р. Дністер, що знову ж таки пояснюється особливими внутріводоємними процесами, характерними для водосховищ (рис. 3).

Фосфор загальний (мінеральний і органічний) – $P_{заг}$ - його концентрація залежить від багатьох факторів: процесів вивітрювання ґрунтів і порід, швидкості розпаду органічних речовин, гідробіологічних процесів тощо.

Вміст загального фосфору у воді річок басейну Дністра змінюється у різні сезони, що зумовлено зміною температурного режиму. А саме, максимальна концентрація виявлена у літньо-осінній період, під час літньо-осінньої межені (60% створів р. Дністер, 54% у притоках р. Дністер) у період високих температур і низьких рівнів води та літньо-осінніх паводків (40% створів). Мінімальний вміст загального фосфору у більшості випадків (60%) спостерігається під час зимової межені (див. табл. 1). По деяких створах мінімум $P_{заг}$ виявлено під час весняної повені. У просторових особливостях збільшення концентрації $P_{заг}$ спостерігається у лівобережних притоках р. Дністра. Можливо підвищений вміст фосфору, який спостерігається у воді лівих приток басейну Дністра пов'язаний із наявними фосфоритовими родовищами.

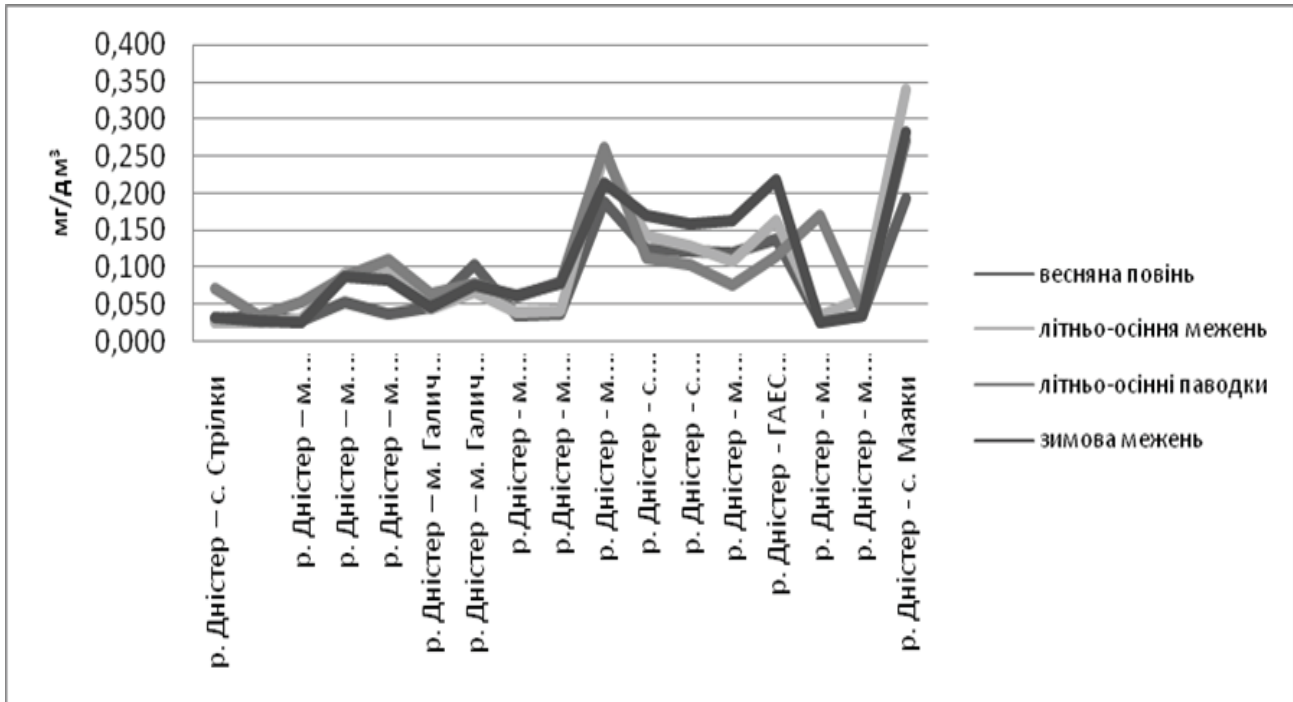
Кремній (Si) є постійним компонентом складу природних вод і лише низька розчинність сполук кремнію пояснює його незначний вміст у воді.

Режим кремнію в поверхневих водах до певної міри подібний до режиму сполук азоту і фосфору, проте кремній не лімітує розвиток рослинності. Відповідно до часової зміни сполук азоту концентрація кремнію змінюється відповідно до зміни гідрологічних сезонів із максимальним значенням у період весняної повені. Виявлено також підвищення вмісту кремнію у воді лівобережних рівнинних приток р. Дністер. У воді р. Дністер помітної зміни концентрації кремнію не виявлено.

Висновки.

1. Біогенні елементи важливі з точки зору їх значимості для формування якості води. Вони являються каталізаторами процесу антропогенного евтрофування поверхневих вод. Значна їх концентрація у питній воді може бути досить небезпечною для людини.

а)



б)

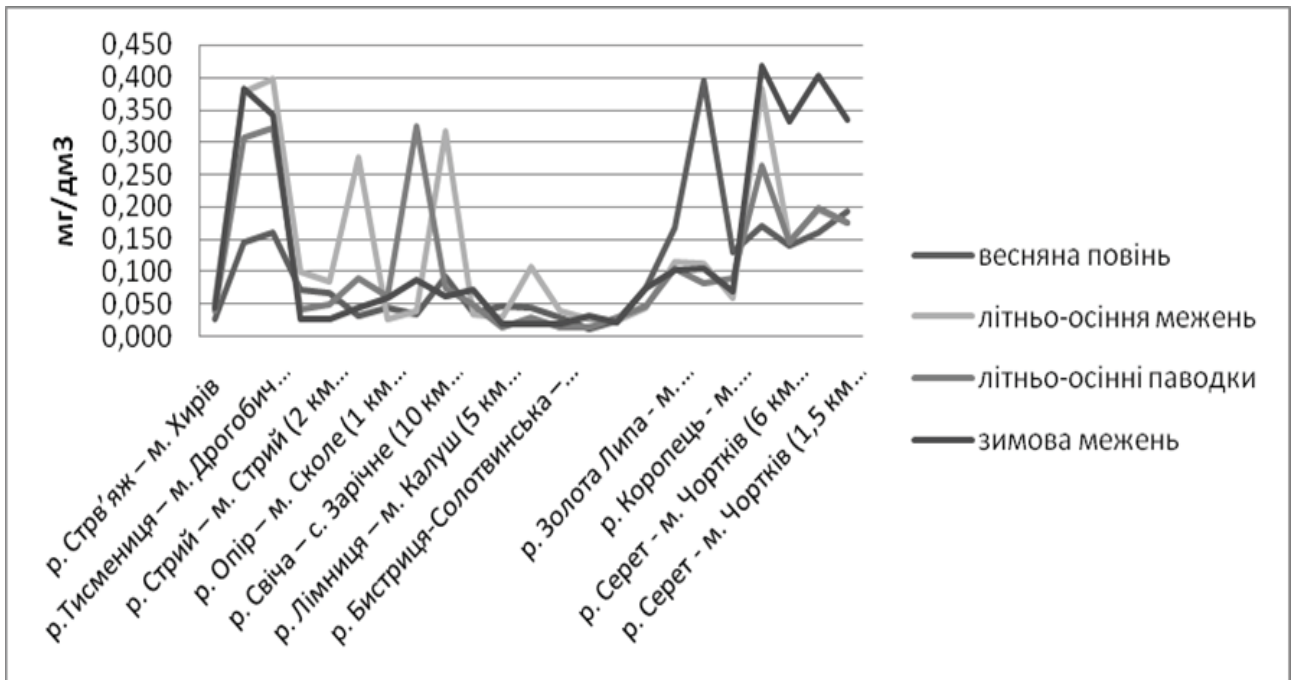


Рис. 3. Сезонна динаміка фосфатних-іонів (1994-2009 рр.), мг/дм^3 :
а) у воді р. Дністер; б) у воді приток басейну р. Дністер

2. Сезонна динаміка вмісту сполук азоту характеризується збільшенням вмісту азоту амонійного влітку із зміною температурного режиму. Вміст нітратів збільшується навесні, під час весняної повені, що зумовлено вимиванням нітратів із ґрунтів. Концентрація нітритних-іонів навпаки зменшується під час весняної повені, за рахунок інтенсивної нітрифікації сполук азоту у воді. Стосовно просторових особливостей серед річок басейну Дністра високими значеннями мінеральних сполук азоту, а саме амонійного та

нітритного, відзначається р. Тисмениця. Слід відзначити підвищення концентрації (вище ГДК) нітритних іонів у воді Дністровського водосховища, та деяке їх збільшення у воді рівнинних приток басейну, що пов'язано із активним використанням даної частини басейну у сільському господарстві. Вміст нітратів також збільшується в межах Дністровського водосховища, що може вказувати на евтрофування водойми.

3. Сезонна динаміка фосфатних іонів характеризується збільшенням їх у літній період та зменшенням у зимовий. Просторова – у підвищенні концентрації фосфатів (у 3 рази) у Дністровському водосховищі. Також слід відзначити високі концентрації фосфатних-іонів у нижній частині басейну. Вищими значеннями вмісту сполук фосфору відзначаються ліві притоки басейну Дністра, що може бути пов'язано із наявними там фосфоритовими родовищами.

Список літератури

1. Балюк С.А. Забруднення природних вод і ґрунтів біогенними елементами і фтором, шляхи його зменшення / С.А. Балюк, П.И. Кукоба, Л.О. Чаусова // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1992. – Вип. 54. – С. 25-35. 2. Зенин А.А. Гидрохимический словарь / А. А. Зенин, Н. А. Білоусова. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 239 с. 3. Ключенко П.Д. Содержание неорганических соединений азота и развитие фитопланктона в некоторых типах водоемов / П. Д. Ключенко // Гидробиологический журнал. – 1993. – №6 – С. 88-95. 4. Пелешенко В.І. Загальна гідрохімія / В. І. Пелешенко, В. К. Хільчевський. – К. : Либідь, 1997. – 384 с. 5. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод / С. І. Сніжко. – К. : Ніка-Центр, 2001. – 264 с.; 6. Сніжко С.І., Характеристики стану досліджень та вмісту біогенних речовин у воді річок України / С. І. Сніжко, К. А. Серeda // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т.2. – С. 511-521;

Режим біогенних речовин у поверхневих водах басейну Дністра

Гончар О.М., Хільчевський В.К.

В роботі аналізується просторово-часова динаміка біогенних елементів у річках басейну Дністра (української частини басейну). Виявлені загальні закономірності вмісту основних біогенних речовин у воді річок басейну.

Ключові слова: біогенні речовини, евтрофікація, мінеральні сполуки азоту, мінеральні сполуки фосфору, кремній, динаміка.

Режим биогенных веществ в поверхностных водах бассейна Днестра

Гончар. О.Н., Хильчевский В.К.

В работе анализируется пространственно-временная динамика биогенных элементов в реках бассейна Днестра (украинской части бассейна). Установлены общие закономерности содержания веществ в водах рек бассейна.

Ключевые слова: биогенные вещества, евтрофикация, минеральные соединения азота, минеральные соединения фосфора, кремний, динамика.

Mode of biogenic matters in surface-water of pool of Dnister

Gonchar O. N., Khil'chevsky V.K.

In the research the spatio-temporal dynamics of biogenic matters is in-process analysed in the rivers of pool of Dnister (to Ukrainian part of pool). Was established general conformities to law of maintenance of biogenic matters are set in waters of the rivers of pool.

Keywords: biogenic matters, eutrophication, mineral connections of nitrogen, mineral connections of phosphorus, silicon, dynamics.

Надійшла до редколегії 01.02.12