

Лузовіцька Ю. А., Кошкіна О. В., Осадча Н. М.
Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ

ВПЛИВ ВОДНОГО СТОКУ НА ФОРМУВАННЯ ВИНОСУ БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ У БАСЕЙНІ РІЧКИ ДЕСНИ

Ключові слова: біогенні елементи, винос, різницеві інтегральні криві, об'єм стоку, точкові та дифузні джерела забруднення

Вступ. Річка Десна - одна з найбільших приток Дніпра, середньорічний стік якої становить 11,3 км³. Водні ресурси річки використовуються для різних економічних потреб, у тому числі, для питного водокористування численних населених пунктів включно зі столицею України. З огляду на це питання формування хімічного складу річки, визначення її екологічного стану та оцінка якості води ніколи не втрачає актуальності.

Водний стік р. Десни розподілений протягом року вкрай нерівномірно, основна його частка формується під час водопілля. Це, в першу чергу, пов'язано з характером живлення річки, головну роль у якому відіграють накопичені за зиму опади. Величина підземного живлення мінімальна. Танення снігових запасів зумовлює різке підняття рівня води і значною мірою забезпечує меженну заплавну водовіддачу. Початок водопілля в басейні р. Десни відзначається у першій - другій декаді березня, кінець – у середині червня [5]. Максимальна амплітуда коливання рівня води досягає 8-8,5 м і спостерігається на ділянці поблизу м. Чернігова, у 60% випадків річка виходить на заплаву [3, 12].

У період водопілля також відзначається максимальне надходження хімічних компонентів з поверхні водозбору, що призводить до значної трансформації хімічного складу річки. Басейн Десни представлений лучними, дерново-підзолистими, сірими лісовими ґрунтами та торфовищами, поширеними головним чином на заплавах річок Убіді, Сейму, Удаю, Остра. Вони характеризуються істотним вмістом біогенних елементів, органічних речовин, а в районах поширення солонців – мінеральних солей. Контакт водної фази з підстильною поверхнею призводить до переходу речовин, накопичених у ній, у розчин. Як показали дослідження [4], основне значення для формування емісії елементів має об'єм водного стоку, від якого безпосередньо залежить розмір механічної та хімічної водної ерозії, ступінь розбавлення розчину вилугуваних солей та транспортуюча здатність потоку.

Метою даної роботи було вивчення впливу водності на формування виносу біогенних елементів (мінеральних сполук азоту, фосфору, силіцію), а також кисню на ділянках річки Десни з різним ступенем антропогенного навантаження.

Матеріали і методи. Вихідними даними слугували результати щоденних спостережень ПАТ АК «Київводоканал» за вмістом мінеральних форм азоту, фосфору, силіцію, кисню у замикальному створі р. Десни поблизу с. Літки (36 км від гирла) за період 1991–2010 рр. Дані про хімічний склад води р. Десни у створі м. Чернігова (205 км від гирла) та її витрати запозичені з бази даних мережі гідрометеорологічних спостережень ДСНС України. Гідрохімічні ряди охоплювали 40-ка річний період з 1970 р. по 2010 р., а гідрологічні - налічували 119 років, починаючи з 1895 р. Витрати води у створі с. Літки характеризують 1973–2010 рр., що відповідає періоду існування гідрологічного посту.

Отримані ряди первинних даних перевірялися на однорідність з використанням узагальненого критерію Стьюдента. Встановлено, що у створі

с. Літки ряди спостережень за вмістом мінеральних форм азоту та фосфору є однорідними. Дані по силіцію неоднорідні у обох досліджуваних створах. У створі м. Чернігів неоднорідними є також ряди спостережень за нітритними іонами.

На підставі сформованої бази даних обчислено щорічний водний стік та стік біогенних елементів з використанням загальноприйнятих методів [1, 8, 9].

Зв'язок між різними компонентами найчастіше встановлюють шляхом дослідження сумісних хронологічних графіків та графіків залежності, визначення кореляційних зв'язків. У даній роботі, окрім зазначених підходів, були задіяні також різницеві інтегральні криві, які використовуються для виділення циклічних коливань досліджуваного параметру. Цей метод широко використовуються при гідрологічних дослідженнях, однак для вивчення мінливості стоку показників хімічного складу води різницеві інтегральні криві застосовані вперше. Обґрунтуванням використання цього методу слугувало те, що більшість природних процесів виявляє циклічний характер.

Різницеві інтегральні криві будується шляхом додавання відхилень модульних коефіцієнтів від середнього, приведеними до коефіцієнта варіації, що дозволяє виключити вплив нетривалої мінливості параметра [2]:

$$f(t) = \sum_1^n (K_i - 1) / C_v. \quad (1)$$

Підйом кривої вгору свідчить про наростання суми відхилень і початок фази збільшення досліджуваного показника, нахил вниз – про зменшення цієї суми. Використання різницевої інтегральної кривої дає уяву про циклічні коливання без ефекту зміщення між фазами циклу різної тривалості.

Для порівняння результатів графіки багаторічної динаміки та різницево-інтегральні криві побудовані в модульних коефіцієнтах (K) згідно до:

$$K = A_i / \bar{A}, \quad (2)$$

де A_i - значення i - елемента ряду; \bar{A} - середнє значення ряду.

Тобто, модульний коефіцієнт характеризує ступінь відхилення середнього значення досліджуваного параметра за поточний рік (чи будь-який інший період) до його середнього багаторічного значення.

Результати та їх обговорення. Криві коливання об'єму водного стоку на гідрологічних постах м. Чернігів та с. Літки показано на рис. 1. У створі м. Чернігова з 1885 р. до 1925 р спостерігалася фаза нечітко вираженої циклічності. У цей період середня витрата води складала 309 м³/с. З 1926 р. по 1942 р. відзначається багатоводна фаза гідрологічного циклу, а середня витрата води зросла до 382 м³/с. Починаючи з 1943 р., настав період низької водності, який у 1977 р. змінився багатоводним періодом. Середня витрата води маловодної фази (1943-1977 рр.) складала 299 м³/с, а за період 1978-2007 рр. (багатоводна фаза) – досягла 359 м³/с. У 1970 р. спостерігалася незначне підвищення стоку, спричинене видатним водопіллям, максимальна витрата якого становила 8000 м³/с.

Отже, на гідрологічному посту р. Десна – м. Чернігів за досліджуваний період можна виділити один повний цикл водності, який тривав з 1926 р. по 1977 р. Середня витрата води цього періоду становила 326 м³/с, що практично не відрізняється від середнього багаторічного значення аналогічного показника за весь період спостережень – 328 м³/с.

На гідрологічному посту р. Десна – с. Літки з 1977 р. спостерігалися односпрямовані зміни водного стоку у бік збільшення, що тривають дотепер. Середня витрата води за цей період досягла 379 м³/с (рис. 1). Окремо слід відзначити 1997 р., який був найбільш маловодним за досліджуваний період і мав середньорічну витрату води 267 м³/с. Ряд спостережень у замикальному створі р.

Десна – с. Літки, порівняно з постом біля м. Чернігова, набагато коротший, оскільки пост функціонує тільки з 1973 р. Шляхом накладання кривих циклічності стоку на обох постах (рис. 1) показано, що циклічні коливання у цих створах є синхронними та синфазними. Це дозволило зробити висновок про ідентичний хід циклічності водного стоку р. Десни у створах м. Чернігів та с. Літки.



Рис. 1. Різницеві інтегральні криві коливань об'єму водного стоку на гідрологічних постах р. Десна – м. Чернігів (1885–2010 рр.) та р. Десна- с. Літки (1973–2010 рр.)

Водний стік є основним носієм хімічних компонентів і, зазвичай, прямо впливає на переміщення речовин у системі «водозбірна територія – русло». У створі м. Чернігів разом зі збільшенням водного стоку, до початку 1980-х рр. спостерігалась фаза збільшення стоку мінеральних форм азоту (рис. 2). Незважаючи на продовження багатоводної фази, яка триває до цього часу, у 1981 р. почалася спадаюча фаза виносу $N_{\text{мінер}}$, яка триває дотепер. Винятком є 1995 р., коли відбулось незначне зростання усіх форм мінерального азоту, що може бути пов'язане з коливанням водного стоку.

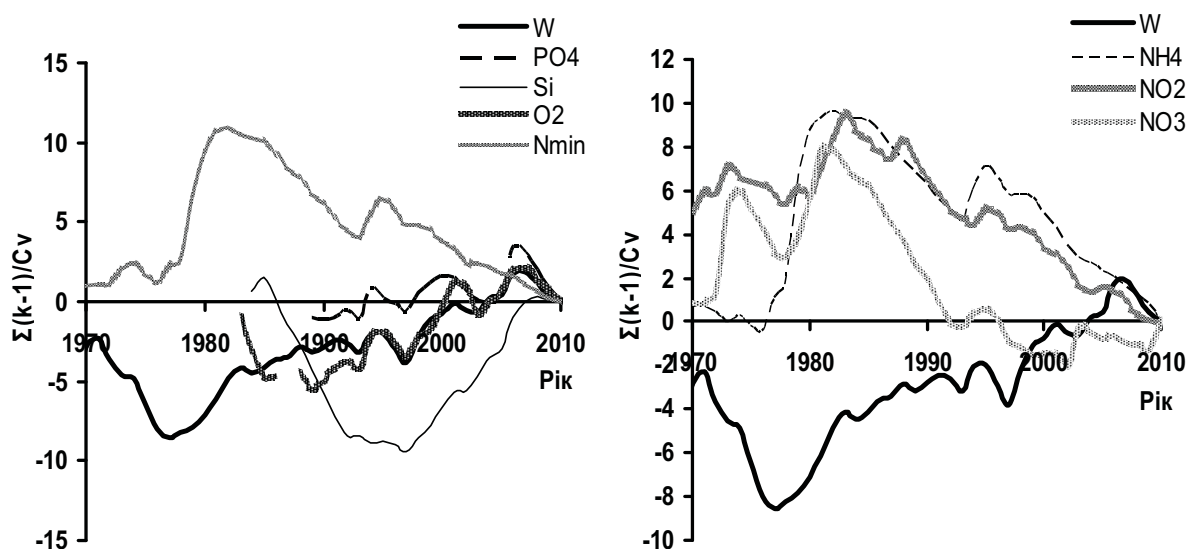


Рис. 2. Різницеві інтегральні криві коливань водного стоку (W) і виносу біогенних елементів та кисню у створі р. Десна – м. Чернігів, 1970-2010 рр.

У складі $N_{\text{мінер}}$ на гідрологічному посту р. Десна – м. Чернігів домінуючою є його амонійна форма NH_4^+ (рис. 3). З початку 1970-х до 1975 р. спостерігалася спадаюча фаза стоку амонію, після чого переходить у зростаючу фазу, яка триває

і дотепер. Слід наголосити, що зростаюча фаза вносу амонію розпочалась під час наймаловоднішого періоду.

Коливання стоку нітритної NO_2^- та нітратної NO_3^- форм азоту поблизу м. Чернігова мали досить схожий характер. У цілому, з початку 1970-х до першої половини 1980-х спостерігалась зростаюча фаза, яка пізніше замінилась спадаючою і триває до цього часу. Виключенням є період з 1973 по 1978 рр. для NO_2^- та 1974 – 1978 рр. для NO_3^- , коли відзначалося зменшення вносу вище вказаних сполук.

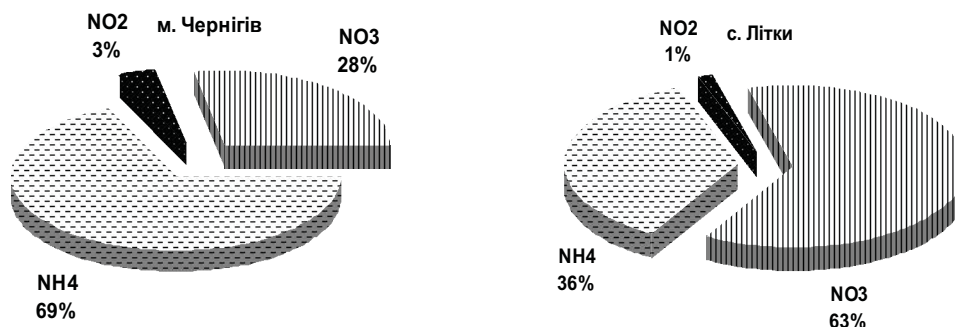


Рис. 3. Співвідношення різних форм у складі азоту мінерального у створі р. Десна – м. Чернігів та р. Десна- с. Літки

Характерною особливістю розподілу мінеральних форм азоту є домінування $N-NH_4^+$ на ділянці м. Чернігова, тоді як у районі с. Літки основна частка азоту перебувала у складі нітратних сполук (рис. 3). Найвірогідніше, така відмінність пояснюється скидами комунальних стічних вод м. Чернігова, обсяги яких сягають 99,1 % від загальної кількості стоків, що надходять у воду по області в цілому [6].

До одного з найбільших забруднювачів водних об'єктів у Чернігівській області відноситься КП «Чернігівводоканал». Місто Чернігів – крупний обласний центр України, населення якого налічує близько 300 тис. чол. Як відомо, за рахунок життєдіяльності 1 особи у стічні води надходить 7-8 г $N-NH_4^+$ /добу, що складає 2,7 кг $N-NH_4^+$ /рік. Перерахувавши ці дані на чисельність населення м. Чернігова, отримуємо більше 800 т $N-NH_4^+$ /рік. На очисних спорудах міста застосовується другий, мікробіологічний, тип очищення з наступним доочищенням у біоставках. Ефективність цього методу дещо вища за 50%, тобто із стічними водами міста орієнтовно може скидатися 300-400 т $N-NH_4^+$ /рік. Наші розрахунки переконливо підтверджуються даним державної статистичної звітності 2-ТП Водгосп, згідно якої, наприклад, у 2000 р. із стічними водами м. Чернігова в річку Десну надійшло 338 т амонійних сполук азоту. Ця величина складає близько 15 % від середнього річного стоку NH_4^+ у створі м. Чернігова. За даними багаторічних гідрометеорологічних досліджень ДСНС нижче м. Чернігова концентрації NH_4^+ зростають порівняно із створом вище міста у 1,2 рази. Стічні води міста не надходять безпосередньо у р. Десну. Спочатку вони скидаються у невеличкі річки Білоус та Стрижень, які протікають на околицях міста. Екосистема зазначених річок фактично приймає на себе більшу частину тягаря забруднення стічними водами, вміст амонійних сполук азоту у їхніх водах досягає ЗГДК.

Надходження $N-NO_3^-$ у річкові води більшою мірою пов'язано з їхнім зливом з поверхні водозбору від розподілених джерел. У сільськогосподарському виробництві широко застосовуються азотні добрива, які відносяться до легкорозчинних сполук. Недотримання норм і строків внесення, невідповідні умови зберігання добрив призводять до значного їх потрапляння у поверхневі води. Беручи до уваги те, що у створі м. Чернігова протягом 1978–2007 рр. тривала

багатоводна фаза водного стоку, логічно було б чекати також зростання й виносу легкорозчинних форм азоту. Однак, уповільнення темпів економічного розвитку країни з наступним розпадом СРСР і радикальною перебудовою системи господарювання призвели до зменшення надходження нітратних сполук азоту з території водозбору.

Крім розподілених джерел, значна кількість нітратного азоту надходить також із стічними водами м. Чернігова. У водах р. Білоус та р. Стрижень встановлено перевищення ГДК для нітратного азоту, а разом з ним для мінерального фосфору та хлоридних іонів. Дисбаланс співвідношення органічних компонентів і азоту у стічних водах, застосування населенням фосфатовмісних миючих засобів призводить до низької ефективності роботи очисних споруд. Існуючі технологічні регламенти на сьогоднішній день не можуть забезпечити належну глибину очищення міських стоків. Відомо, що ефективність очищення стічних вод від фосфору становить 50%, а на практиці часто не перевищує 20%. Як наслідок фосфор практично без перешкод потрапляє в природні водні об'єкти, викликаючи цим самим їхню підвищену біопродуктивність. Наслідком цього стало обмеження, а в окремих країнах і повна заборона використання фосфоровмісних миючих засобів. В результаті, основні потужності великих виробників миючих засобів були перенесені в інші країни, в тому числі й країни колишнього СРСР. Нещодавно питання з вирішення вказаної екологічної проблеми було піднято і в Україні, що призвело до підготовки законодавчих норм щодо поступового обмеження застосування фосфоровмісних миючих засобів.

Різницеві інтегральні криві коливання стоку силіцію і водного стоку біля м. Чернігова асинхронні. До 2000 р. така невідповідність може бути пов'язана з домінуванням у складі фітопланктону діатомових водоростей, які активно споживають силіцій [13]. Очевидно, що з початку 2000-х рр. кількість діатомових водоростей суттєво зменшується, і фазові зміни силіцію на різницевій інтегральній кривій стають відповідними до коливань об'єму водного стоку.

Різницеві інтегральні криві коливань стоку розчиненого кисню показали, що спадаюча фаза циклічних коливань O_2 характерна для того періоду, коли спостерігається зростаюча фаза вмісту біогенних сполук. Це може пояснюватися тим, що збільшення вмісту біогенних елементів призводить до зростання продуктивності водяних рослин, перш за все, фітопланктону, та активне витрачання кисню на окиснення автохтонної органічної речовини. Відомо, що процеси евтрофікації, які відбуваються через надмірний вміст біогенних речовин супроводжуються мінімальними концентраціями кисню [14]. Значно меншою є участь кисню у хімічному окисненні азоту. В цілому, для басейну Десни характерні рівноважні умови надходження та споживання кисню, це свідчить про те, що рівень евтрофікації в басейні Десни не досяг критичних показників [10].

Колівання вмісту біогенних елементів у нижній частині річки, у створі с. Літки відбуваються синхронно з коливанням водного стоку, що, на нашу думку, свідчить про домінуючу роль природних процесів у їхньому виносі (рис. 4).

Побудовані хронологічні графіки коливань модульних коефіцієнтів (k) досліджуваних показників у створах м. Чернігів та с. Літки показали, що в нижній частині річки (створ с. Літки) коливання синхронні, а біля м. Чернігів така синхронність значно порушена, очевидно, через вплив стічних вод міста (рис. 5).

На підставі отриманих результатів також було оцінено зв'язок виносу біогенних елементів з параметрами водного стоку у створах м. Чернігів та с. Літки (рис. 6). У нижній частині річки (с. Літки) винос амонійного та нітратного азоту тісно пов'язаний з водним стоком і має коефіцієнти кореляції $r = 0,85$ і $0,87$ відповідно (табл. 1). Значимість коефіцієнтів кореляції перевіряли за методом Ст'юдента. У створі м. Чернігова істотних зв'язків не встановлено, на підставі чого зроблено

висновок про потужний вплив антропогенних чинників при формуванні виносу біогенних сполук у цьому створі.

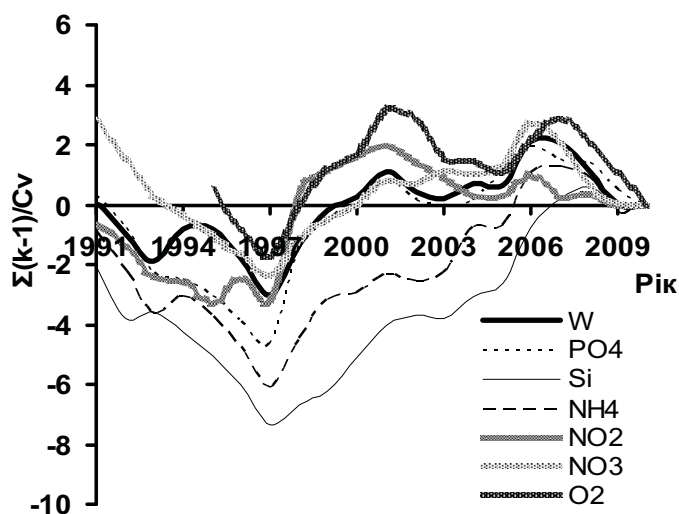
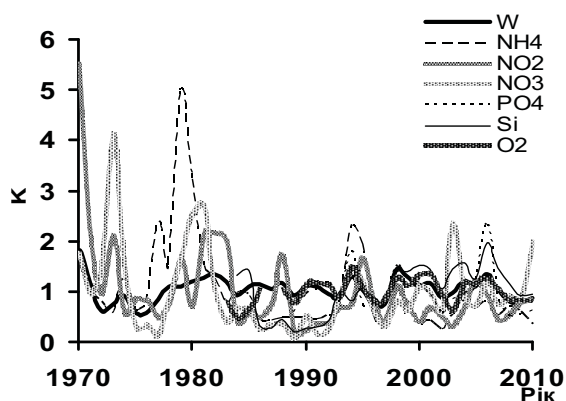
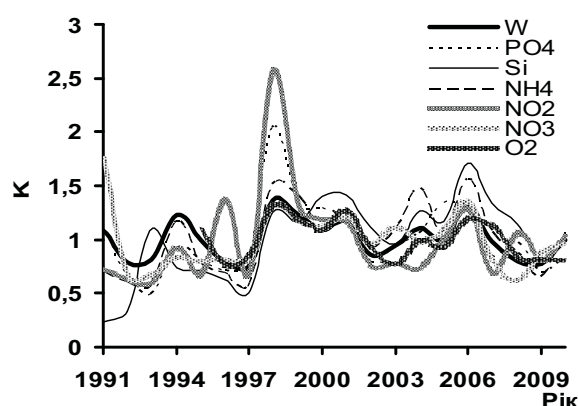


Рис. 4. Різницеві інтегральні криві коливань водного стоку (W) і виносу біогенних елементів та кисню у створі р. Десна – с. Літки, 1991-2010 рр.

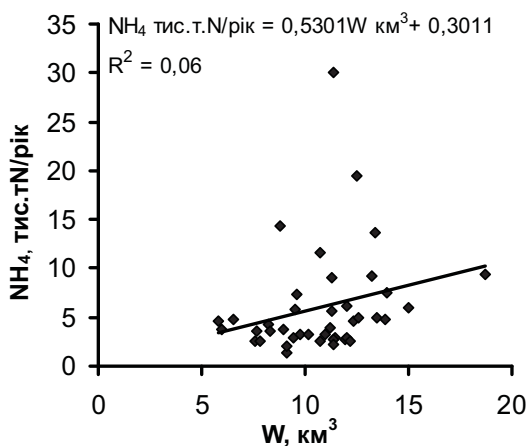


р. Десна – м. Чернігів

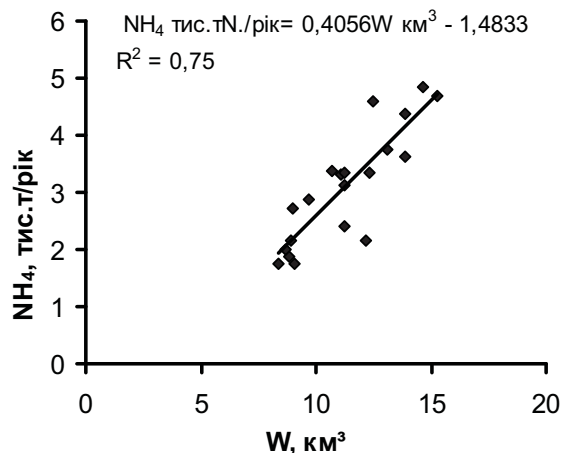


р. Десна – с. Літки

Рис. 5. Хронологічні графіки коливань модульних коефіцієнтів (k) водного стоку та виносу біогенних елементів і кисню на різних ділянках р. Десна



р. Десна – м. Чернігів



р. Десна – с. Літки

Рис. 6. Графіки зв'язку виносу амонію з водним стоком на різних ділянках р. Десна

Таблиця 1. Коефіцієнти кореляції між водним стоком та стоком біогенних елементів на різних ділянках басейну р. Десни

Сполуки	р. Десна – м. Чернігів	р. Десна – с. Літки
N-NH ₄ ⁺	0,25	0,87
N-NO ₂ ⁻	0,53	0,58
N-NO ₃ ⁻	0,12	0,85
P-PO ₄ ³⁻	0,76	0,78
SiO ₂ (весь період)	0,29	0,49
SiO ₂ (до 2000 р.)	0,42	0,64
SiO ₂ (2000–2010)	0,91	0,84

Отже, отримані результати показали, що на різних ділянках р. Десна формування стоку $N_{\text{мін}}$ та $P_{\text{мін}}$ зумовлюється дією різних чинників. У створі р. Десна – с. Літки визначальну роль відіграють дифузні джерела, натомість, у створі р. Десна – м. Чернігів відчутно значимою є роль точкового джерела.

Надходження силіцію у води р. Десни має природний характер. Однак, зв'язку між його виносом та водним стоком за весь період спостережень на обох постах практично не спостерігається. За дослідженнями авторів [7, 11] у замикальному створі р. Десни був отриманий високий коефіцієнт кореляції між виносом силіцію та чисельністю фітопланктону за період спостережень 1991 – 2000 рр. Поясненням цього може слугувати домінування діатомових водоростей, відсоток яких складав 90% від загальної біомаси фітопланктону. У наступне десятиліття такий зв'язок втратив свою значимість через зміну видового складу фітопланктону, натомість істотним став зв'язок між виносом силіцію та водним стоком. У створі м. Чернігова спостерігається аналогічна ситуація, до кінця 1990-х рр. зв'язок між стоком Si та водністю річки практично відсутній, а вже з початку 2000-х рр. такий зв'язок стає значимим. Коефіцієнт кореляції між виносом силіцію та водним стоком за період 2000 – 2010 рр. в районі м. Чернігова має більше значення, ніж поблизу с.Літок. Поясненням цього факту може слугувати менша кількість, або навіть і відсутність діатомових водоростей поблизу м.Чернігова [13].

Висновки. За результатами даних натурних спостережень обчислено об'єм водного стоку та винос біогенних елементів у вигляді мінеральних сполук азоту, фосфору, силіцію а також кисню на різних ділянках р. Десни – у замикальному створі с. Літки та у створі м. Чернігів.

Для всіх розрахованих показників побудовані різницеві інтегральні криві, що дало можливість проаналізувати циклічність зміни вищезазначених параметрів.

Досліджено вплив водного стоку на формування виносу біогенних сполук. Крім традиційних підходів (визначення кореляційних зв'язків) до визначення впливу водного стоку на хімічний стік були вперше застосовані різницеві інтегральні криві.

Наявність тривалого ряду спостережень за водним стоком у створі м. Чернігова дозволила виділити повний цикл водності, який тривав з 1926–1977 рр., та розрахувати середню витрату, що склала 326 м³/с. Середні витрата багатоводної фази (1978–2007 рр.) досягла 359 м³/с.

У створі с. Літки короткий ряд спостережень не дозволив виділити повний цикл водності, однак співставлення різницевих інтегральних кривих у створі с. Літки та м. Чернігова свідчить про їх синхронний характер. У нижній частині р. Десни (с. Літки) нині спостерігається багатоводна фаза стоку, середня витрата якої становить 379 м³/с

Циклічність водного стоку і виносу сполук мінерального азоту у створі м. Чернігів має синхронно-асинфазний характер. Зростаюча фаза сполук азоту

спостерігалась з кінця 80-хх. до середини 90-хх. рр. минулого сторіччя на фоні збільшення водного стоку.

Це пояснюється активною господарською діяльністю в цей період та надходженням у річку азоту з розподілених джерел. Пізніше, не дивлячись на подальше зростання водності, стік мінеральних сполук азоту стрімко зменшується. Хронологічно ця фаза співпадає з кардинальною перебудовою системи господарювання у країні та уповільненням темпів економічного розвитку.

У складі азоту мінерального в створі м. Чернігів домінує його амонійна форма, через щорічне надходження в обсягах 300–400 т у складі стічних вод м. Чернігова. Циклічність водного стоку і виносу азоту є асинфазною.

Стік мінерального фосфору зростає разом з водністю з початку 90-х років минулого сторіччя. Вміст фосфорвмісних сполук у підстильній поверхні надзвичайно малий і зростання виносу фосфатних іонів, головним чином, пов'язано із надходженням стічних вод, до яких вони потрапляють із миючими засобами.

Різницева інтегральна крива силіцію на фоні зростання водного стоку має як низхідну (до 2000 р.), так і висхідну гілки. Аналіз експериментальних матеріалів та літературних джерел показав, що у складі фітопланктону р. Десни до 2000 р. домінували (90%) діатомові водорості, які активно споживають силіцій. Починаючи з 2000-го року напрямок різницевої інтегральної кривої виносу силіцію співпадає з такою ж кривою водного стоку. Припустили, що це може бути пов'язано зі зміною видового складу фітопланктону.

У створі р. Десна – с. Літки коливання стоку біогенних елементів та водного стоку на різницевих інтегральних кривих синхронні та синфазні, що говорить про домінування природних чинників при формуванні біогенного стоку.

Різницеві інтегральні криві коливань вмісту розчиненого кисню показали, що спадаюча фаза циклічних коливань O_2 характерна для зростаючої фази вмісту біогенних елементів. Останні стимулюють біопродуктивність водних екосистем, внаслідок чого спостерігається активне витрачання кисню на окиснення органічних речовин.

Хронологічні графіки коливань модульних коефіцієнтів досліджуваних параметрів показали однонаправленість коливань водного стоку і виносу біогенних елементів у створі с. Літки. У створі м. Чернігів такої синхронності не спостерігалось через вплив стічних вод міста.

Проведений кореляційний аналіз між водним стоком та виносом біогенних елементів показав, що у створі р. Десна – с. Літки домінуючий вплив на надходження сполук азоту і фосфору має об'єм водного стоку. У створі м. Чернігова такий зв'язок не є значимим.

Результати проведених досліджень свідчать, що м. Чернігів є потужним точковим джерелом надходження сполук азоту і фосфору до екосистеми р. Десни.

Список літератури

1. *Алекин О. А.* Сток растворенных веществ с территории СССР / О. А. Алекин, Л. В. Бражникова. – М. : Наука, 1964. – 144 с.
2. *Андреянов В. Г.* Циклические колебания годового стока и их учет при гидрологических расчетах / В. Г. Андреянов // Труды ГГИ. – 1959. – Вып. 68. – С. 3-49.
3. *Вишневский В. И.* О Максимальных уровнях на р. Десне, определяющих затопление её поймы / В. И. Вишневский. // Науч. труды УкрНИГМИ – 1993. – Вып. 245. С. 64-72.
4. *Глазовская М. А.* Геохимия природных и техногенных ландшафтов СРСР / М. А. Глазовская. – М. : Высш. школа, 1988. – 328 с.
5. *Горбачова Л. О.* Часові закономірності дат настання основних характеристик весняного водопілля в басейні річки Десна / Л. О. Горбачова, О. В. Кошкіна // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т. 2(29). – С. 30-37.
6. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області за 2010 р. – Чернігів, 2009. – 349 с.
7. *Лузовіцька Ю. А.* Винос

біогенних елементів з басейну річки Десни / Лузовіцька Ю. А., Осадча Н. М., Осадчий В. І. // Зб. наук. пр. УкрНДГМІ. – 2011. – Вип. 261. – С. 117–138. **8.** Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчётных значений по неоднородным данным // ГУ «ГГИ». – 2010. – С. 39-40. **9.** Определение расчетных гидрологических характеристик СниП 2.01.14-83. – М. : Госкомитет СССР по делам строительства, 1983. – 97 с. **10.** *Осадчий В. І.* Кисневий режим поверхневих вод України / В. І. Осадчий, Н. М. Осадча // Зб. наук. пр. УкрНДГМІ. – 2007. – Вип. 256. – С. 265–285. **11.** *Лузовіцька Ю. А.* Оцінка виносу біогенних елементів з водозбору річки Десни у сучасний період (1991-2011) : Друга міжнародна конференція «Географічні та геоекологічні дослідження в Україні та суміжних територіях» : тези доп. / Ю. А. Лузовіцька, Н. М. Осадча. – Сімферополь : ДиАйПи, 2013. – С. 327–332. **12.** Справочник по водным ресурсам СССР. Т. VIII. Украинская ССР. Ч. 2 / Под ред. М. С. Каганера. – К. : Изд-во АН УССР, 1955. – 657 с. **13.** Экологические риски, возникающие вследствие сброса загрязненных вод г. Чернигова в водотоки / Усов А. Е., Афанасьев С. А., Гулейкова Л. В. и др. // Гидробиол. журн.– 2008.– Т. 44, №1. – С. 45–59. **14.** Хендерсон-Селлерс Б. Умирающие озера. Причины и контроль антропогенного ефтрофирования / Б. Хендерсон-Селлерс, Х.П. Марклед. – Л. : Гидрометиздат, 1990. – 277 с.

Вплив водного стоку на формування виносу біогенних елементів у басейні річки Десни

Лузовіцька Ю.А., Кошкіна О.В., Осадча Н.М.

Розраховано водний стік та винос біогенних елементів (мінеральних сполук азоту фосфору, силіцію), а також кисню на різних ділянках р. Десна (с. Літки, гирлова ділянка та у створі м. Чернігів). За різницевиими інтегральним кривими досліджено циклічність коливання водного стоку, виносу біогенних елементів та кисню. Побудовано хронологічні графіки та графіки зв'язку стоку води і біогенних елементів. Виявлена синхронність коливань біогенних елементів з водним стоком у створі р. Десна - с. Літки. Біля м. Чернігова така синхронність порушена впливом комунально-господарських стічних вод. Виявлено, що формування виносу сполук силіцію на обох постах обумовлено дією природних чинників.

Ключові слова: біогенні елементи, стік, різницеві інтегральні криві, об'єм водного стоку, точкові та дифузні джерела забруднення.

Влияние водного стока на формирование выноса биогенных элементов в бассейне реки Десны

Лузовицкая Ю.А., Кошкина О.В., Осадчая Н.Н.

Рассчитан водный сток и вынос биогенных элементов (минеральных соединений азота фосфора, кремния), а также кислорода на различных участках р. Десна (с. Летки, устьевой участок и в створе г. Чернигов). По разностным интегральным кривым исследованы цикличность колебания водного стока, выноса биогенных элементов и кислорода. Построены хронологические графики и графики связи стока воды и биогенных элементов. Обнаружена синхронность колебаний биогенных элементов с водным стоком в створе р. Десна - с. Летки. У г. Чернигова такая синхронность нарушена влиянием коммунально-хозяйственных сточных вод. Обнаружено, что формирование выноса соединений кремния на обоих постах обусловлено действием природных факторов.

Ключевые слова: биогенные элементы, вынос, разностные интегральные кривые, объем водного стока, точечные и диффузные источники загрязнения.

Influence of water runoff on the nutrient removal formation in the basin of the Desna River Luzovitska Yu.A., Koshkina O.V., Osadcha N.N.

The water runoff and removal of nutrients (nitrogen minerals compounds of phosphorus, silicon) and oxygen on the different segments of the Desna River (Litky Village, mouth reach of the river and in the gauge Chernihiv City) were calculated. The cyclical fluctuations of the water runoff, nutrients removal and oxygen by the difference integral curves were studied. The chronological graphs and the correlation graphs of the water runoff and nutrients runoff were plotted. The synchronicity of their fluctuations on the hydrological station Desna River - Litky Village was found. In Chernihiv City such synchronicity is violated by the municipal wastewater influence. Found that the formation of silicon compounds removal on both hydrological stations is caused by influence of natural factors.

Keywords: nutrients, removal, difference integral curves, volume of runoff, point and diffuse sources of pollution.

Надійшла до редколегії 12.05.2014

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Т.2(33)