

УДК 591.524.11:621.311.25:(581.9:594.1)

А. А. Силаєва, Т. І. Степанова

**ЗМІНИ У ЗООБЕНТОСІ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА
ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ АЕС ЗА УМОВ ІНВАЗІЇ ДВОХ
ВИДІВ МОЛЮСКІВ-ДРЕЙСЕНІД**

Проаналізовано зміни у зообентосі після вселення дрейсени бузької у водойму-охолоджувач Хмельницької АЕС, у якому вже протягом 10 років мешкає дрейсена річкова. Наведено дані щодо таксономічного складу, чисельності і біомаси донних безхребетних.

Ключові слова: зообентос, водойма-охолоджувач, таксономічний склад, чисельність, біомаса, дрейсена, інвазивні види.

В Україні значна частина електроенергії виробляється на теплових та атомних електростанціях (ТЕС і АЕС), більшість з них для технічних потреб використовує воду спеціально створених водойм-охолоджувачів. Енергетичні станції є складними технічними системами, експлуатація яких пов'язана з багатофакторним впливом на навколишнє середовище, у тому числі на водні екосистеми, через підвищення температури води внаслідок скидання підігрітих вод, додаткову циркуляцію водних мас, формування специфічних біотопів, хімічне, органічне, радіонуклідне забруднення тощо [3, 12, 17]. За їх дії в екосистемах відбуваються зміни видового багатства і кількісних показників гідробіонтів, структури їх угруповань. Негативні наслідки техногенного впливу на гідроекосистеми у більшості випадків відносно локальні у просторі, але значною мірою визначаються тривалістю впливу [2, 13, 17]. У технозалежних екосистемах (техно-екосистемах) вкрай важливим є вплив біотичних чинників на технічні системи, зокрема масовий розвиток деяких гідробіонтів може викликати біологічні перешкоди у роботі ТЕС і АЕС [3, 10].

Специфічні умови середовища водойм-охолоджувачів, рибогосподарська діяльність, рекреаційне навантаження, зв'язок з іншими водоймами та ін. сприяють потраплянню в них інвазивних видів з різних географічних зон. Наприклад, у Конінських озерах — охолоджувальній системі двох теплових електростанцій (Польща) значного розвитку досягли двостулкові молюски *Sinanodonta woodiana* (Lea) орієнтального походження, замістивши аборигенні види саме у зонах найбільших температур — скидних каналах [21]. В охолоджувачі Южно-Української АЕС (ЮУАЕС) масово розвиваються донні червононогі молюски тропічного походження *Melanoides tuberculata* (Müller)

© А. А. Силаєва, Т. І. Степанова, 2015

[16], в охолоджувачі Хмельницької АЕС (ХАЕС) знайдено два види молюсків американського походження, один рідкісний південно-азіатський вид губки, два рідкісні види водоростей [15].

У водних екосистемах важливою є роль дрейсени, що суттєво модифікує середовище та створює умови для існування багатьох видів безхребетних [9, 12, 17, 18]. Молюски роду *Dreissena* — представники понто-каспійського фауністичного комплексу широко розповсюджені у водоймах України, у тому числі в охолоджувачах. Дрейсена річкова (*Dreissena polymorpha* Pall.) почала розселятися по Європі на початку XIX ст., а з другої половини 1980-х років розповсюдилася та досягла масового розвитку у водоймах Північної Америки [19, 20]. Поширення другого виду — дрейсени бузької (*D. bugensis* Andr.) з Дніпро-Бузького лиману по водоймам Європи розпочалося пізніше — у середині XX ст. Зазвичай першою у водойми вселяється дрейсена річкова, а лише потім — дрейсена бузька.

Дрейсена як організм, що прикріплюється, для поселення віддає перевагу твердим субстратам, але мешкає і у біотопах бенталі, на ґрунтах різного типу у вигляді друз та на поверхні черепашок інших двостулкових молюсків. У донних біотопах цей молюск зустрічається від урізу води і до значних глибин. У водоймах України зареєстровано два види — *D. polymorpha* та *D. bugensis*, причому у дніпровських водосховищах друга витісняє першу [7]. Представники р. *Dreissena* у певні періоди мешкали у всіх охолоджувачах України. У водоймі-охолоджувачі Чорнобильської АЕС від моменту заповнення (1978 р.) відмічали лише *D. polymorpha*, а з 1990 р. з'явилася *D. bugensis*. За даними досліджень 1999 р. дрейсена бузька переважала у «холодній» частині охолоджувача, а річкова — у «теплій» [6]. За даними наших досліджень після зупинки цієї станції (2002 р.) та на теперішній час (2013 р.) дрейсена бузька домінує на всіх ділянках водойми [4, 11]. В охолоджувачі ЮУАЕС *D. polymorpha* мешкала лише до середини 1990-х років, *D. bugensis* тут не відмічалася, на теперішній час жодного виду дрейсенід не знайдено [16]. Донедавна водойма-охолоджувач ХАЕС був єдиним в Україні охолоджувачем АЕС, в якому не було зареєстровано жодного виду дрейсени, хоча водойма знаходиться в межах ареалу *D. polymorpha*. Вселення молюска відбулося через 15 років після створення охолоджувача (ймовірно у 2002—2003 рр.) [14]. Вперше окремі стулки *D. bugensis* були виявлені у 2009 р., проте живі молюски зареєстровані у перифітоні та бентосі лише у 2012 р.

Після вселення до водойми дрейсена річкова, пройшовши стадію «непомітного розвитку», швидко збільшує кількісні показники, змінює та у подальшому визначає структуру біоценозів. Роль дрейсени у техно-екосистемах двояка — з одного боку вона є причиною біоперешкод, з іншого — завдяки фільтраційному типу живлення освітлює воду, сприяє її очищенню і є харчовим об'єктом для риб та птахів. Так, у водоймі-охолоджувачі ХАЕС після її вселення прозорість води збільшилася більш ніж у два рази, на окремих ділянках (підвідний канал) — до 4,0 м за диском Секкі. Біомаса фіто- та зоопланктону знижується, проникнення світла на більш значні глибини викликає бурхливий розвиток бентичних водоростей, вищих рослин і безхребетних. Це явище отримало назву «бентифікація», згодом поняття було роз-

ширене і отримало назву «контуризація», воно охоплює всю екосистему, але спричиняється мешканцями контурних підсистем — бентосу та перифітону [11].

Метою дослідження було вивчити стан зообентосу водойми-охолоджувача Хмельницької АЕС за умови вселення *D. bugensis* у порівнянні з наслідками первинної інвазії *D. polymorpha*.

Матеріал і методика досліджень. Дослідження зообентосу проводили у серпні — вересні 2012 р. у північному, західному, центральному, східному, південному районах, на виході з відповідного каналу (ВК) і у підвідному каналі (ПК) водойми-охолоджувача (ВО) Хмельницької АЕС. Відбір проб та їх обробку проводили за стандартними методиками [4]. Також було проаналізовано матеріали досліджень зообентосу ВО ХАЕС 1998—2010 рр. з бази даних лабораторії технічної гідробіології Інституту гідробіології НАН України.

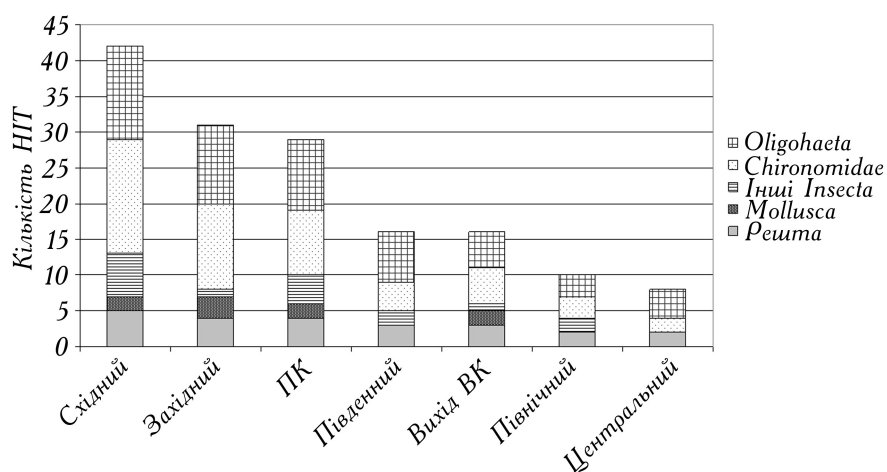
Оскільки визначення гідробіонтів до виду, особливо ранніх личинкових стадій комах і ювенільних олігохет є складним, для опису таксономічного багатства зообентосу використовували термін НІТ — нижчий ідентифікований таксон [1]. Таксономічну різноманітність визначали за кількістю таксонів у групі [7].

Результати досліджень та їх обговорення

У період досліджень температура у водоймі-охолоджувачі коливалася незначно: від 22°C у північному і східному районах до 26,8—27,8°C у південному районі і на виході з відповідного каналу. Зообентос досліджували на глибині від 0,5 до 9,0 м. Донні ґрунти були представлені замуленим піском, у підвідному каналі — замуленим піском з включенням гравію, у північному та на окремих ділянках західного та південного районів — мулом. На виході з відповідного каналу відмічена значна кількість нитчастих водоростей, що зносяться течією з його берегів. У ПК, у західному та східному районах на дні знаходиться багато ракушняка дрейсени. Протягом осінньо-зимового періоду 2011—2012 рр. рівень води у ВО значно знизився через посушливу погоду. Умовно дослідження ВО ХАЕС було розділено на періоди: перший — 1998, 1999 та 2001 р. та другий — 2005—2010 рр. (після вселення дрейсени річкової та підключення другого енергоблоку станції).

Загалом у 2012 р. у зообентосі водойми-охолоджувача визначили 53 НІТ зообентосу з 15 груп. Найбільш багатими були личинки хірономід (19 НІТ) та олігохети (16 НІТ), відмічені личинки волохокрильців (3 НІТ), п'явки та личинки одноденок (по 2 НІТ), а також по одному таксону — гідри, нематоди, ракушкові раки, клопи, кліщі, личинки мокреців, двостулкові (*Unio pictorum* (L.) та черевоні (*Ferrissia* sp.) молюски. У 2012 р. у ВО вперше було знайдено фітофільну мізиду *Limnomysis benedeni* (Czerniavsky).

Дрейсена зустрічалась у західному та східному районах, у ПК та на виході ВК. При цьому у західному районі на глибині 3—4 м мешкали обидва види дрейсени, у східному («підігрітому») на глибині 3 м — обидва, а на 4 м — лише *D. polymorpha*. У ПК відмічено обидва види, а на виході ВК — тільки



1. Таксономічний склад зообентосу водойми-охолоджувача ХАЕС, серпень — вересень 2012 р. У групу «Решта» увійшли нематоди, гідри, п'явки, кліщі, мізиди, ракушкові раки.

D. polymorpha. На окремих станціях відмічено 2—25 НІТ, в середньому — 13. Найбільшою кількістю таксонів характеризувалися західний та східний район і ПК, у яких є як глибоководні ділянки, так і зона літоралі (рис. 1). На окремих глибоководних ділянках північного та західного районів на мулах значної товщини організмів зообентосу відмічено не було.

Загалом за весь період досліджень розподіл кількості НІТ по акваторії ВО був досить нерівномірним. Середня кількість таксонів коливалася від 8 (2007 р.) до 21 НІТ/станцію (2010 р.), а коефіцієнт варіації кількості НІТ змінювався від 38,08 до 101,65, мінімальним цей показник був на початкових етапах вселення *D. polymorpha* (2005 р.), а максимальним (тобто розподіл був найбільш нерівномірним) — у 2001 р., коли дрейсени у ВО ще не було і функціонував один блок. Проте можна констатувати, що у період стабілізації розвитку популяції *D. polymorpha* (2008—2010 рр.) розподіл кількості НІТ по акваторії ВО був відносно рівномірним, що можна пояснити саме роллю цього моллюска як середоутворюючого організма.

Чисельність зообентосу на окремих ділянках охолоджувача коливалась від 1400 до 68900 екз/м². Найбільшим цей показник був у західному та східному районах ВО на глибині 3—4 м та у ПК (табл. 1). За чисельністю переважали олігохети та личинки хірономід, на окремих ділянках — ракушкові раки та клопи.

Загальна біомаса зообентосу на окремих ділянках ВО змінювалася від 0,13 до 4378,59 г/м², «м'якого» — 0,13—13,03 г/м². Максимальні показники загальної біомаси визначала дрейсена, а «м'якого» зообентосу — олігохети та личинки хірономід. Найбільше значення зареєстроване у ПК, де дрейсена складала 99,8% загальної біомаси (табл. 2).

1. Чисельність зообентосу (екз/м²) у водоймі-охолоджувачі ХАЕС (серпень — вересень 2012 р.)

Групи	Райони						
	північний	центральний	західний	східний	південний	ПК	вихід ВК
Oligohaeta	1800	1600	7007	4750	5900	16 400	3550
Chironomidae	700	1000	4737	4100	2600	3800	2250
Crustacea	700	1200	3106	4725	1000	5650	2100
Інші Insecta	1200	—	551	1575	850	1000	100
Dreissenidae	—	—	1344	1288	—	10 285	3850
Решта	—	400	534	325	2250	22 250	550
Загалом	4400	4200	17 278	16 763	12 600	59 385	12 400

Примітка. Тут і у табл. 2 у групу «Решта» увійшли нематоди, гідри, п'явки, кліщі, мізиди, ракушкові раки, інші Mollusca.

2. Біомаса зообентосу (г/м²) у водоймі-охолоджувачі ХАЕС (серпень — вересень 2012 р.)

Групи	Райони						
	північний	центральний	західний	східний	південний	ПК	вихід ВК
Oligohaeta	0,30	1,85	4,20	2,22	2,69	6,95	1,82
Chironomidae	1,33	0,67	2,35	3,06	0,31	2,12	3,13
Crustacea	0,13	0,02	0,25	0,25	0,02	0,36	0,2
Інші Insecta	0,41	—	0,12	0,56	0,35	0,39	0,05
Dreissenidae	—	—	261,17	38,51	—	2880,97	2,84
Решта	—	—	3,07	0,04	0,07	2,86	0,13
Загалом	2,16	2,54	271,15	44,63	3,44	2893,65	8,18

Слід відмітити, що незважаючи на появу *D. bugensis*, у зообентосі на всіх ділянках ВО продовжувала домінувати *D. polymorpha* — 61,5—100% чисельності, 91,6—100% біомаси обох видів.

Таксономічна різноманітність зообентосу була невисокою (1,95 біт/таксон) при досить високій вирівненості (0,85), що пояснюється невеликою кількістю НІТ на окремих станціях. Різноманітність за чисельністю була досить високою (2,87 біт/екз), тобто розподіл чисельності організмів різних НІТ по акваторії охолоджувача був відносно рівномірним. Наявність дрейсени та її значне домінування визначили низьку різноманітність за біомасою (0,87 біт/г), на решті ділянок розподіл значень біомаси був більш рівномірний (1,82 біт/г).

У 2012 р. кількість таксонів і груп зообентосу порівняно з 2010 р. скоротилася і складала відповідно 54 і 72 НІТ та 15 і 19 груп. У північному районі кількісні показники зообентосу знизились (рис. 2). На пригреблевих ділянках дрейсена була відсутня, хоча у 2010 р. 10% дна було вкрито окремими друзами. У центральному районі значних змін у кількісних показниках не відбулося, домінування *Chironomus plumosus* L. (у 2010 р.) змінилося переважанням ракушкових раків та олігохет за чисельністю та олігохет р. *Dero* за біомасою (у 2012 р.).

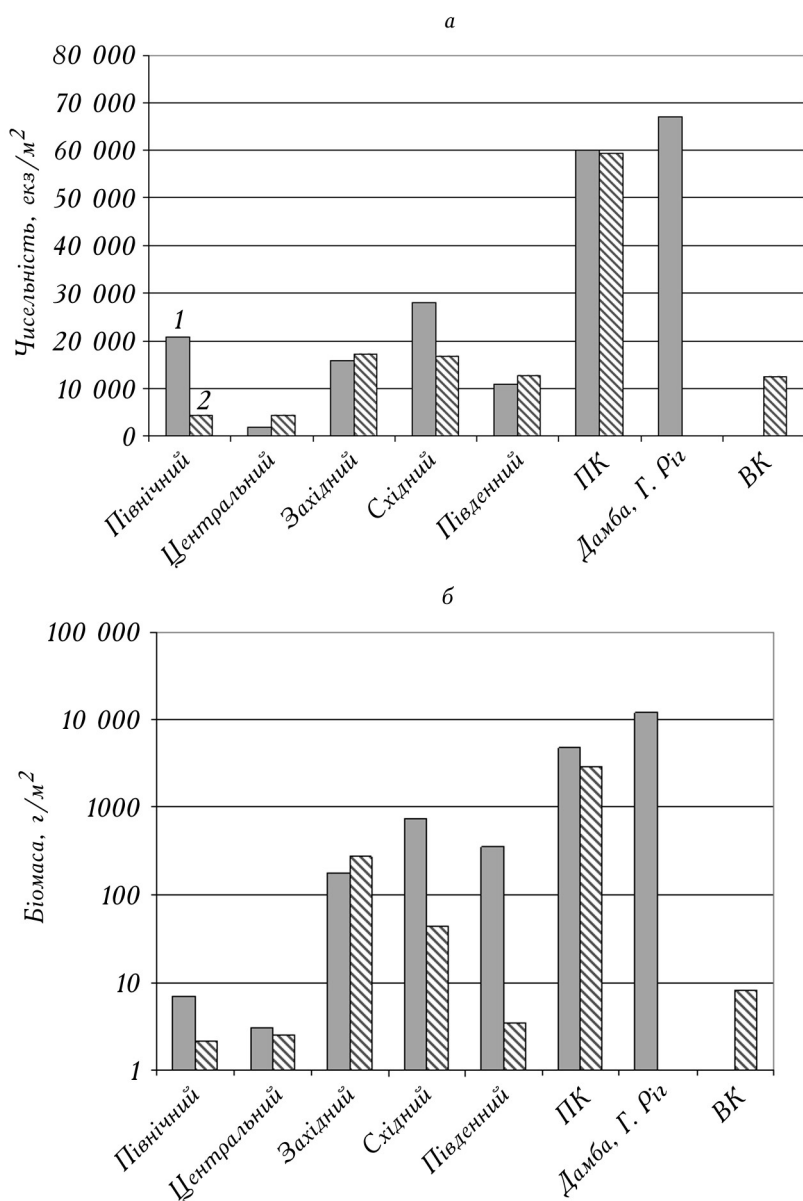
На відкритих мілководних (0,7—1,2 м) ділянках західного району у 2012 р. значні скупчення нитчастих водоростей, відзначені у 2010 р., були відсутні, кількісні показники перлівниць знизилися (від 2,8 до 0,5 екз/м² та від 119,28 до 12,20 г/м²), дрейсена була відсутня. Чисельність «м'якого» зообентосу знизилася у 3,5 рази, біомаса — майже у два, в той же час домінанти не змінилися — у обидва роки переважали личинки хірономід, в основному псаммофільні *Lipiniella arenicola* Schilova та *Stictochironomus histrio* Fabr. На глибших (2—3 м) ділянках західного району загальна біомаса зообентосу також знизилася (з 171,40 до 18,83 г/м²), а на глибині 4—5 м — зросла за рахунок розвитку дрейсени до 1031,61 г/м², тобто максимум біомаси був характерний для більш глибоких ділянок. Це пов'язано, ймовірно, зі значним зниженням рівня води у водоймі-охолоджувачі у зимово-весняний період 2011—2012 рр.

У східному районі є ділянки, що поступово відокремлюються від основної акваторії ВО за рахунок заростання повітряно-водними рослинами. Незважаючи на вплив підігрітих вод, у цих закритих мілководдях температура значно нижче, ніж на основній акваторії — різниця поверхневої температури може перевищувати 6°C (2010 р.). Такі ділянки можуть слугувати своєрідними рефугіумами, наприклад для молюсків р. *Anodonta*, які в інших частинах ВО не реєструвалися з 2001 р.

У 2010 р. у закритому східному мілководді відмічена дрейсена, що мешкала на дні у друзах та на черепашках перлівниць. Загалом ця ділянка характеризувалася високим таксономічним багатством (50 НІТ) та значними показниками рясності (32 929 екз/м² та 79,81 г/м²). У 2012 р. кількісний розвиток був значно нижчим (17 НІТ, 12 450 екз/м² та 8,24 г/м²), молюски відмічені не були. В той же час домінуючий комплекс у «м'якому» бентосі не змінився — переважали личинки хірономід *Cladotanytarsus mancus* Walker, *C. plumosus*, *L. arenicola* та *S. histrio*.

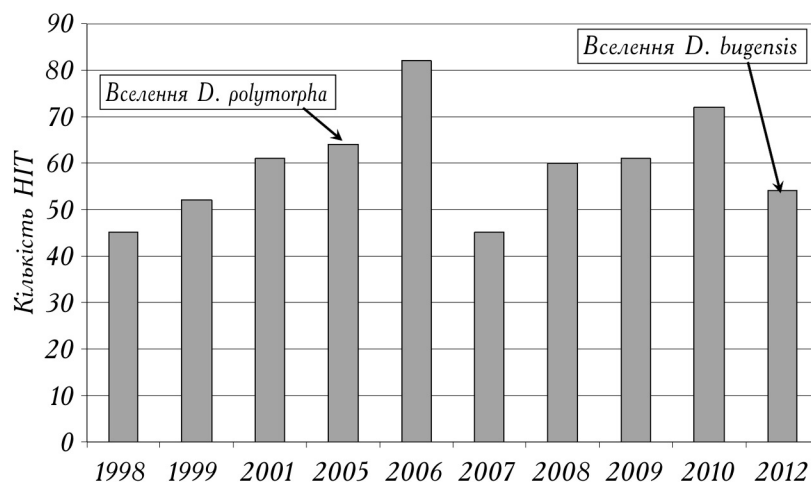
На відкритих ділянках східного району у 2010 р. на глибині 2,0—3,0 м відзначені поселення дрейсени річкової у друзах, загальна біомаса зообентосу досягала 2,7 кг/м². На початковому етапі вселення дрейсени (2006 р.) такої значної біомаси на глибині 2 м у східному районі не відзначали, високими біомасами тут характеризувалися глибини 3 м і особливо 4 м. У 2012 р., незважаючи на наявність другого виду дрейсени, біомаса зообентосу на цій ділянці на глибині 3—4 м була лише близько 80 г/м².

Значні мілководні ділянки південного району були постійним місцем мешкання перлівниць. У 2010 р. відмічено чотири види — *Anodonta anatina*



2. Кількісні показники зообентосу водойми-охолоджувача Хмельницької АЕС у 2010 (1) та 2012 (2) рр.: а — чисельність, екз/м², б — біомаса, г/м².

(L.), *A. cygnea* (L.), *U. pictorum* (L.) та *U. tumidus* (Philipsson). На черепашках деяких з них траплялися поселення дрейсени. Загалом рясність зообентосу була досить високою — 12 572 екз/м² і 694,84 г/м², чисельність визначали личинки хірономід, біомасу — перлівниці (62,8% загальної), частка дрейсени становила 36,6%. У 2012 р. біомаса у південному районі значно знизилась через відсутність тут перлівниць і дрейсени.



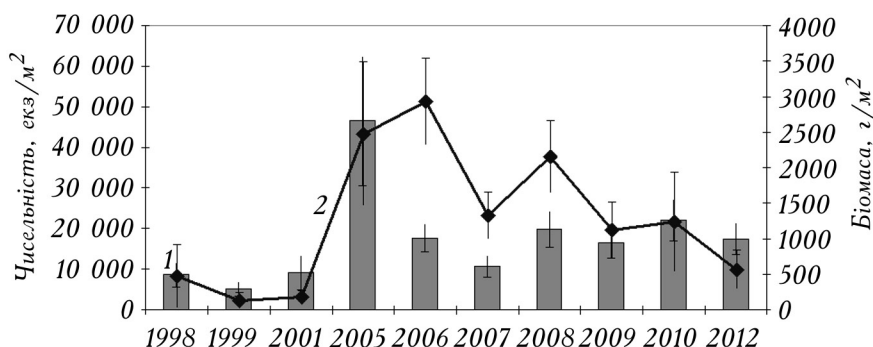
3. Кількість таксонів зообентосу водойми-охолоджувача Хмельницької АЕС (літньо-осінній період).

У донних біотопах ПК чисельність зообентосу практично не змінилась, а біомаса, незважаючи на наявність двох видів дрейсени, зменшилась у 1,7 разу (див. рис. 2). Зміни відбулися і у домінуючому комплексі — у 2010 р. переважала *D. polymorpha* (56,8% загальної чисельності і 99,7% загальної біомаси). У 2012 р. вона домінувала лише за біомасою, а за чисельністю переважали гідри та олігохети (відповідно 36,3 та 27,6% загальної).

Аналіз результатів попередніх досліджень показав, що після появи *D. polymorpha* кількість НІТ зообентосу ВО ХАЕС зросла і влітку 2006 р., коли був відмічений максимальний розвиток молюска, становила 82 НІТ, зокрема збільшилася кількість НІТ п'явок, личинок бабок, одноденок і волохокрильців. У 2010 р. кількість НІТ також була високою (рис. 3). Мінімальні значення у 2007 та 2012 рр. ймовірно пов'язані з режимом експлуатації охолоджувача, зокрема, зниженням рівня води. З 2008 р. у зообентосі ВО ХАЕС реєструються види-вселенці — губка *Eunapius carteri* (Bowerbank) і поліпи *Craspedacusta sowerbii* Lankester, асоційовані з поселеннями дрейсени.

Поява *D. polymorpha* призвела до різкого збільшення показників рясності зообентосу: у середньому по ВО протягом 2005—2010 рр. чисельність зросла у 2,9, а біомаса — 7,2 разу. При цьому у 2005 р. зросли чисельність і біомаса, а з 2006 р. чисельність певним чином стабілізувалась. Зміни біомаси були більш значними, ніж чисельності, з тенденцією зниження від 2008 р. до 2012 р. (рис. 4). Таким чином, поява другого виду дрейсени не спричинила різкого збільшення рясності зообентосу, яке було відмічене при появі дрейсени річкової.

У 2012 р., як і протягом попередніх досліджень [17], кількісні показники зообентосу у ВО на глибині 3—4 м були найбільшими за рахунок розвитку дрейсени. Ймовірно, умови тут найбільш сприятливі для цього молюска — менш відчутний вплив температури, хвильового перемішування та коливання рівня води відносно мілководних ділянок, прийнятний кисневий режим



4. Кількісні показники зообентосу водойми-охолоджувача Хмельницької АЕС (літньо-осінній період).

та відсутність значного замулення відносно глибоководних ділянок. Крім того, за лотичних умов (ПК та вихід ВК) значний розвиток дрейсени відмічається і на глибоководних (8—10 м) ділянках.

Висновки

За умов посилення техногенного навантаження (після 2004 р.) та впливу біотичного чинника (вселення дрейсени), зообентос ВО ХАЕС зазнав значних змін. Зросла загальна біомаса саме за рахунок *Dreissena polymorpha*. Розвиток популяції дрейсени в умовах інвазії за досить короткий період є дуже динамічним — після швидкого зростання кількісні показники знижуються, особливо у зонах підігріву. У багаторічному аспекті можна констатувати зниження показників біомаси в середньому по водоймі до мінімального рівня за період від 2005 р., а чисельність знаходиться на відносно стабільному рівні протягом 2008—2012 рр.

У 2012 р. кількість таксонів зообентосу у ВО ХАЕС знизилась відносно 2010 р., проте цей показник не досяг мінімальних значень, відмічених у водоймі-охолоджувачі протягом періоду досліджень. У багаторічному аспекті у таксономічному складі продовжує зберігатися домінування олігохет і личинок хірономід.

Кількісні показники зообентосу у 2012 р. були найбільшими у підвідному каналі за рахунок масового розвитку дрейсенід, а найменшими — у центральному та північному районах. Біомасу «м'якого» зообентосу в основному визначали олігохети і личинки хірономід.

Після вселення *D. bugensis* у водойму-охолоджувач показники рясності цього молюска не досягають високих значень. За чисельністю і біомасою з двох видів домінувала *D. polymorpha*. Зниження рівня розвитку зообентосу у 2012 р., найвірогідніше, пояснюється техногенними факторами, зокрема зниженням рівня води у 2011 р., тобто поява другого виду-вселенця практично не вплинула на розвиток зообентосу.

**

Проанализированы изменения в зообентосе после вселения дрейссены бугской в водоем-охладитель Хмельницкой АЭС, где на протяжении десяти лет обитает дрейссена речная. Приведены данные о таксономическом составе, численности и биомассе зообентоса.

**

The changes in zoobenthos after Dreissena bugensis invasion in the cooling pond of the Khmelnytsky NPP, where Dreissena polymorpha already occurs for 10 years, was analyzed. The data on the taxonomic composition, abundance and biomass of zoobenthos are given.

**

1. Баканов А.И. Использование характеристик разнообразия зообентоса для мониторинга состояния пресноводных экосистем // Мониторинг биоразнообразия. — М., 1997. — С. 278—282.
2. Безносков В.Н., Суздалева А.Л. Сукцессионное развитие экосистем техногенных водоемов // Антропогенные влияния на водные экосистемы. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. — С. 120—128.
3. Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины. — Киев: Наук. думка, 1991. — 192 с.
4. Гудков Д.И., Протасов А.А., Щербак В.И. и др. Современное гидробиологическое и радиэкологическое состояние водоема-охладителя Чернобыльской АЭС // Доп. НАН України. — 2015. — № 1. — С. 173—179.
5. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В. Д. Романенка. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
6. Модельні групи безхребетних тварин як індикатори радіоактивного забруднення екосистем. — К.: Фітосоціоцентр, 2002. — 204 с.
7. Плигин Ю.В., Матчинская С.Ф., Железняк Н.И., Линчук М.И. Распространение чужеродных видов макробеспозвоночных в экосистемах водохранилищ р. Днепра в многолетнем аспекте // Гидробиол. журн. — 2013. — Т. 49, № 6. — С. 21—36.
8. Протасов А.А. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсикология. — Киев, 2002. — 105 с.
9. Протасов А.А. О роли дрейссенид в гидроэкосистемах // Дрейссениды: эволюция, систематика, экология: Лекции и мат-лы докл. II Междунар. школы-конференции, 11—15 ноября 2013 г. — Ярославль: Канцлер, 2013. — С. 36—48.
10. Протасов А.А., Панасенко Г.А., Бабарига С.П. Биологические помехи в эксплуатации энергетических станций, их типизация и основные гидробиологические принципы ограничения // Гидробиол. журн. — 2008. — Т. 44, № 5. — С. 36—53.
11. Протасов А.А., Силаева А.А. Сообщества беспозвоночных водоема-охладителя Чернобыльской АЭС. Сообщение 3. Сообщества зообентоса, их состав и структура // Там же. — 2006. — Т. 42, № 1. — С. 3—24.
12. Протасов А.А., Силаева А.А. Контурные группировки гидробионтов в техно-экосистемах ТЭС и АЭС. — Киев, 2012. — 274 с.

13. Протасов А.А., Силаева А.А. Контуризация и ее особенности в техно-экосистемах // Биология внутр. вод. — 2014. — № 2. — С. 5—12.
14. Протасов А.А., Юришинец В.И. О вселении *Dreissena polymorpha* Pallas в водоем-охладитель Хмельницкой АЭС // Вестн. зоологии. — 2005. — Т. 39, № 5. — С. 74.
15. Силаева А.А., Протасов А.А., Ярмошенко Л.П., Бабарига С.П. Инвазийные виды водорослей и беспозвоночных в водоеме-охладителе Хмельницкой АЭС // Гидробиол. журн. — 2009. — Т. 45, № 6. — С. 13—24.
16. Слепнев А., Силаева А. Зообентос водоема-охладителя Южноукраинской АЭС // Озера та штучні водойми України: сучасний стан й антропогенні зміни: Матеріали І Міжнар. наук.-практ. конф., 22—24 трав. 2008 р. — Луцьк: Вежа, 2008. — С. 342—345.
17. Техно-экосистема АЭС. Гидробиология, абиотические факторы, экологические оценки. — Киев, 2011. — 234 с.
18. Щербина Г.Х. Структура и функционирование биоценозов донных макробеспозвоночных верхневолжских водохранилищ // Динамика разнообразия гидробионтов во внутренних водоемах России. — Ярославль: Изд-во Ярослав. ун-та, 2002. — С. 121—142.
19. Benson A.J. Range expansion of *Dreissena* species in the USA: Лекции и материалы докл. I Междунар. шк.-конф. «Дрейссениды: эволюция, систематика, экология», 28 окт. — 1 нояб. 2008 г. — Борок, 2008. — С. 61.
20. Karatayev A.Y., Burlakova L.E., Padilla D.K. The effects *Dreissena polymorpha* (Pallas) invasion on aquatic communities in Eastern Europe // Acta hydrobiol. — 1979. — Vol. 21, N 3. — P. 243—259.
21. Afanasyev S.A., Protasov A.A., Zdanowski B., Tunowski J. Specific features of bivalve distribution in the system of heated Konin lakes (Poland). — Hydrobiol. J. — 1998. — Vol. 34, Iss. 4—5. — P. 50—60.