V.A. Groza, A.E. Guy
National Aviation University, Kyiv, Ukraine

FRACTAL-STATISTICAL METHODS OF ANALYSIS OF WATER LEVELS DYNAMICS IN RIVERS

Possibility and advisability of application of methods of fractal statistics for investigation and prediction of hydro-ecological processes have been grounded. The R/S-analysis and quasi-cyclical analysis of water level indicators for the Trubizh river have been carried out.

Keywords: time series, Hurst exponent, quasi-cycle, persistence, phase portrait, water level

УДК 574.583 (282.247.322)

Ю.Ф. ГРОМОВА, О.В. МАНТУРОВА

Інститут гідробіології НАН України
пр. Героїв Сталінграду, 12, Київ, 04210, Україна

ФІТО- І ЗООПЛАНКТОН р. ІКВИ (БАСЕЙН р. ПРИП'ЯТІ)

У рамках проекту по розробці та впровадженню засад ВРД у басейні р. Прип'яті було досліджено склад та кількісний розвиток фіто- і зоопланктону модельної малої р. Ікви. Пункти досліджень були прив'язані до водних тіл, виділених на підставі експертних висновків та даних Рівненського обласного управління екології та природних ресурсів. Встановлено, що фітопланктон був достатньо багатим та рясним, у той же час при високому видовому багатстві зоопланктону його кількісний розвиток був незначним.

Ключові слова: фітопланктон, зоопланктон, мала річка, водне тіло, русло, водосховище

У рамках проекту по розробці та впровадженню засад Водної рамкової директиви (ВРД) [2] у басейні р. Прип'яті було досліджено склад та кількісний розвиток фіто- і зоопланктону р. Ікви – притоки другого порядку р. Прип'яті. Русло цієї малої річки (довжина 155 км, площа басейну 2250 км^2) перетинає три області України – Львівську, Тернопільську і Рівненську, що дало підстави вибрати її як модельну для розробки Плану управління річковим басейном Прип'яті на засадах ВРД, тобто без урахування адміністративних кордонів. Пункти досліджень були прив'язані до водних тіл, виділених у її басейні на підставі експертних висновків [7] та даних Рівненського обласного управління екології та природних ресурсів. Річка дотепер не була досліджена у відношенні планктонної складової гідробіоти. Проте такі дані важливі, зокрема для моніторингу та оцінки стану водних об'єктів, оскільки планктонні угруповання суттєво реагують на вплив природних і антропогенних чинників.

Матеріал і методи досліджень

Річка Іква протікає Волино-Подільською височиною, а у нижній течії – Поліською низовиною і впадає в р. Стир. Долина р. Ікви у верхів'ї коритоподібна, з крутими схилами, в нижній частині ширина заплави перевищує 5 км. Заплава переважно двостороння, подекуди заболочена, шириною від 100–200 до 650 м. Русло слабко звивисте, на окремих ділянках зарегульоване ставками та водосховищами (зокрема Млинівським), його ширина 5–25 м, глибина 0,5–2,2 м. Живлення мішане, переважно снігове. Основна притока – р. Тартацька (права). Середні витрати води 3,27 м^3/с, середні витрати наносів – 0,62 кг/с, середня каламутність – 0,212 кг/м^3. У басейні споруджено меліоративні системи «Іква», «Тартацька» та інші [1, 5].

Станції відбору проб фіто- і зоопланктону знаходились в межах восьми водних тіл, характеристику яких наведено у роботах [3, 7]. Проби відбирали та оброблювали загальноприйнятими методами [6]. Дослідження проводили в червні 2010 р. на восьми станціях. Мета дослідження – оцінити сучасний стан фіто- та зоопланктону р. Ікви.

Результати досліджень та їх обговорення

На ділянках р. Ікви біля сіл Лукаші (ст. 1) і Богданівка (ст. 2), які розташовані на практично незміненому руслі, фітопланктон був представлений переважно діатомовими водоростями, з яких велику частку складали бентосні форми. Незважаючи на вплив на другу ділянку скидів м. Кременця та низки рибничих ставків, розташованих у безпосередній близькості до основного русла і з'єднаних з ним каналами, видовий склад та кількісні показники фітопланктону були близькими (відповідно 21 і 23 види, 456 і 390 тис. кл/дм^3, 0,230 і 0,223 мг/дм^3). Максимальних кількісних показників досягали *Diatoma vulgare* Bory, *Meridion circulare* (Grev.) Ag., *Caloneis amphisbaena* (Bory) Cl., *Pinnularia major* (Kütz.) Rabenh., *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh. і *Surirella robusta* Ehr. У зоопланктоні цих ділянок виявлено відповідно 28 і 24 види, їхня подібність за індексом Серенсена [8] достатньо висока – 0,54. На обох станціях домінував евритопний вид *Bosmina longirostis* (O.F. Müller) (38–64% чисельності і 28–34% біомаси). За біомасою на ділянці біля с. Лукаші переважала *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F. Müller) (47%), біля с. Богданівка – *Daphnia cucullata* Sars (46%). Кількісний розвиток зоопланктону на ст. 1 був вище (7303±2187 екз/м^3 і 0,15±0,02 г/м^3), ніж на ст. 2 (2980±890 екз/м^3 і 0,04±0,01 г/м^3). На обох ділянках домінували представники Cladocera.

Ділянка р. Ікви біля с. Берег (ст. 3) знаходиться під значним впливом рибничих господарств, активного сільськогосподарського використання водозбірної площі, частково каналізована. Характер фітопланктону цієї ділянки відрізнявся від попередніх: кількість видів зросла практично вдвічі (до 37), переважно за рахунок хлорококових і евгленових, з'явились представники синьозелених. Максимальної чисельності досягали *Gomphosphaeria lacustris* Chod., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Chlamydomonas* sp., *Actinastrum fluviatile* (Schröd.) Fott, *Oocystis borgei* Snow, біомаси – *Euglena limnophila* Lemm., *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim. і *Chlamydomonas* sp. Видове багатство зоопланктону на цій ділянці суттєво не змінилось (25 видів), однак відбулись перебудови у структурі домінування. Найбільш чисельними були молоді особини циклопів (17%) і *B. longirostris* (16%), 35% біомаси складала коловертка *Asplanchna sieboldi* (Leydig). Чисельність і біомаса зоопланктону зменшились до 827±24 екз/м^3 і 0,02±0,006 г/м^3, одночасно відбулися зміни в таксономічній структурі – головну роль в угрупованні почали відігравали коловертки.

У межах третьої ділянки у р. Ікву впадають дві притоки, виділені як окремі водні тіла – Повчанка і Тартацька, каналізовані в місцях відбору проб. Фіто- та зоопланктон цих річок бідний. У фітопланктоні виявлено відповідно 13 і 16 видів, кількісні показники низькі: 230 тис. кл/дм^3 і 0,03 мг/дм^3. У зоопланктоні річок Повчанки і Тартацької виявлено відповідно 11 і 7 видів. Його чисельність складала 420–480 екз/м^3, біомаса не перевищувала 0,01 г/м^3. В р. Повчанці домінували *Euchlanis dilatata* Ehrenberg і молоді особини циклопів, в р. Тартацькій – *B. longirostris*.

Ділянка річки (ст. 4), що розташована нижче скидів з очисних споруд м. Дубно (включаючи стоки з молокозаводу), зазнає найбільшого навантаження біогенними речовинами. Також в районі міста на річці створена система протипаводкових польдерів, що заростають вищими водяними рослинами. Фітопланктон цієї ділянки налічував 45 видів, кількісні показники становили 2500 тис. кл/дм^3 і 2,01 мг/дм^3, структура угруповань була полідомінантною. Видове багатство зоопланктону високе – 38 видів, чисельність становила 2333±1053 екз/м^3, біомаса – 0,09±0,07 г/м^3. Домінували гіллястовусі ракоподібні: за чисельністю – *B. longirostris*, за біомасою – *Simocephalus vetulus* (O.F. Müller).

У Млинівському водосховищі (сильно змінене водне тіло, ст. 5) на момент дослідження був сформований типовий ставковий фіто- та зоопланктон. Кількісні показники фітопланктону на цій ділянці були найвищими (57 видів, 2850 тис. кл/дм^3 і 2,48 мг/дм^3). У зоопланктоні водосховища відмічено 40 видів. Чисельність складала 61479±17537 екз/м^3, біомаса – 1,10±0,16 г/м^3. Серед таксономічних груп верхньої і середньої ділянок водосховища найбільше значення мали коловертки з домінуванням *Asplanchna priodonta* Gosse, в нижній ділянці переважали кладоцери, серед яких домінували *B. longirostris* і *S. vetulus*.

Нижче, біля с. Остріїв (ст. 6), розташована ділянка природного русла з зарегульованим стоком. Фітопланктон цієї ділянки багатий (42 види), однак у його складі зменшилась частка

хлорококових та синьозелених, і збільшилась – діатомових, зокрема бентосних форм. Кількісні показники становили 1750 тис. кл/дм^3 і 1,701 мг/дм^3. Максимальних показників кількісного розвитку досягали *D. vulgare*, *Cymbella lanceolata* (Ehr.) Kirchn., *Gomphonema acuminatum* Ehr., *G. acuminatum* і *S. robusta*. Зоопланктон пригирлової ділянки був слабо розвинутий і складався з 15 видів. Подібність видового складу з іншими ділянками р. Ікви найнижча (0,33–0,37 за Серенсеном). Чисельність складала 283±228 екз/м^3, біомаса – 0,007±0,004 г/м^3. Домінували кладоцери, серед яких максимальна частка належала *Moina brachiata* (Jurine).

Загалом, у фітопланктоні р. Ікви було виявлено 112 видів та внутрішньовидових таксонів (ВВТ) водоростей із восьми відділів. За кількістю ВВТ переважали зелені (42, з яких хлорококових – 36) та діатомові (39). Евгленові та синьозелені були представлені відповідно 15 і 7 видами, а інші відділи – одним–двома. Кількість видів по станціях коливалась від 13 (р. Тартацька) до 57 (Млинівське водосховище). Кількісні показники коливались у значних межах: чисельність – від 37 до 2850 тис. кл/дм^3, біомаса – від 0,037 до 2,480 мг/дм^3. Мінімальні кількісні показники відмічені в р. Повчанці, а максимальні, як і видове багатство – у Млинівському водосховищі. В зоопланктоні р. Ікви виявлено 81 вид, серед яких 42 коловерток, 14 веслоногих і 25 гіллястовусих ракоподібних. Найбільше видове багатство відмічали у водосховищі (40 видів) і нижче м. Дубно (38 видів). Склад фауни зоопланктону р. Ікви на станціях 1–5 подібний: 0,47–0,65 за Серенсеном. Кількісний розвиток зоопланктону в руслі річки невисокий: 50–9570 екз/м^3 і 0,004–0,22 г/м^3, з мінімальними показниками на ст. 6. У Млинівському водосховищі чисельність і біомаса зоопланктону збільшувались до 43548–96550 екз/м^3 і 0,78–1,32 г/м^3. Мінімальні показники кількості видів, чисельності і біомаси зоопланктону відмічались у притоках Тартацькій і Повчанці.

Висновки

Влітку в р. Ікві розвивається достатньо багатий і рясний фітопланктон. Його найвищі кількісні показники відмічені на ділянках із сповільненою течією. Високе видове багатство зоопланктону р. Ікви поєднувалось з його незначним кількісним розвитком, що характерно для річок Полісся [4]. Розповсюдження в річці ставкових видів пояснюється впливом рибничих господарств і руслового водосховища. Пригнічення розвитку зоопланктону відбувалось на ділянках із каналізованим руслом і зарегульованим стоком. Відмінності у складі й структурі планктонних угруповань в цілому відповідають поділу річки на водні тіла.

1. *Вишневський В. І.* Гідрологічні характеристики річок України / В. І. Вишневський, О. О. Косовиць. – К.: Ніка-Центр, 2003. – 324 с.
2. *Водна* рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення / [підгот. К. Алієв та ін.]. – К., 2006. – 240 с.
3. *Гідроекологічна* характеристика басейну річки Іква та оцінка його стану / О.М. Лєтицька, С.О. Афанасьєв, О.О. Голуб [та ін.] // Наук. зап. Тернопіль. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2013. – № 3(56). – С. 61–66.
4. *Гідроекосистеми* заповідних територій верхньої Прип'яті в умовах кліматичних змін / за ред. В. Д. Романенка, С. О. Афанасьєва, В. І. Осадчого. – К.: Кафедра, 2013. – 228 с.
5. *Залеський І. І.* Оцінка стану басейну малої річки Іква / Ресурси природних вод Карпатського регіону / І. І. Залеський, З. М. Буднік. – Львів, 2011. – С. 32–34.
6. *Методи* гідроекологічних досліджень поверхневих вод / за ред. В. Д. Романенка. – К.: Логос, 2006. – 408 с.
7. *Організація* водного управління басейну річки Прип'ять та характеристика річки Іква / П. Д. Колодич, Д. Берге, О. В. Мантурова [та ін.]. – Рівне, 2011. – 108 с.
8. *Дедю И. И.* Экологический энциклопедический словарь / И. И. Дедю. – Кишинев: Гл. ред. МСЭ, 1990. – 408 с.

Ю.Ф. Громова, О.В. Мантурова

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ФИТО- И ЗООПЛАНКТОН р. ИКВЫ (БАССЕЙН р. ПРИПЯТИ)

В рамках проекта по разработке и внедрению принципов ВРД в бассейне р. Припяти был исследован состав фито- и зоопланктона модельной малой реки Иквы. Пункты наблюдений

были привязаны к водным телам, выделенным на основании экспертных заключений и данных Областного управления экологии и природных ресурсов. Установлено, что фитопланктон реки был достаточно богатым и обильным, в то же время при высоком видовом богатстве зоопланктона его количественное развитие было незначительным.

Ключевые слова: фитопланктон, зоопланктон, малая река, водное тело, русло, водохранилище

Yu.F. Gromova, O.V. Manturova
Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

PHYTO- AND ZOOPLANKTON OF THE IKVA RIVER (PRYPIAT RIVER BASIN)

Within the frames of project on development and implementation of the WFD provisions in the Prypiat' River Basin District we investigated phyto- and zooplankton of the model small Ikva River – the second-order tributary. Sampling sites were associated with water bodies, delineated on the basis of expert propositions and data of the Rivne regional environmental-protective authority. Phytoplankton was found to be quite diverse and abundant. Zooplankton species number was quite high, whereas its quantitative characteristics were low.

Keywords: phytoplankton, zooplankton, small river, water body, riverbed, reservoir

УДК [628.3.575]

Т.В. ГУДЗЕНКО, О.Г. ГОРШКОВА, Т.О. БЄЛЯЄВА, С.І. РАКІТСЬКА, Г.В. ЛІСЮТІН, В.О. ІВАНИЦЯ

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

БІОТЕХНОЛОГІЯ ОЗДОРОВЛЕННЯ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА З ВИКОРИСТАННЯМ ІММОБІЛІЗОВАНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ

Розроблено технологію біоремедіції морського середовища з використанням іммобілізованих на природних носіях біохімічно-активних, непатогенних бактерій, що володіють антагоністичними властивостями по відношенню до санітарно-показових мікроорганізмів, яка дозволяє високоефективно очищати водне середовище від нафтового забруднення та умовно-патогених мікроорганізмів.

Ключові слова: бактерії-деструктори, вуглеводні нафти, морське середовище, оздоровлення, біотехнологія, іммобілізовані мікроорганізми

Антропогенна діяльність інтенсивно позначається на стані водних ресурсів, особливо в прибережних густонаселених районах Чорного та Азовського морів, що значно погіршує їх рекреаційну привабливість та умови проживання місцевого населення. Хімічні полютанти, включно важкі метали, нафтопродукти, біорезистентні поверхнево-активні речовини, негативно впливають на метаболічний та генетичний апарат гідробіонтів. З прибережних населених пунктів, особливо міст мегаполісів та з річковим стоком в море разом з небезпечними мікроорганізмами надходить велика кількість біогенних елементів та органіки, що призводить до значної евтрофікації та погіршення рекреаційної якості берегової зони моря. Мікробне забруднення є небезпечним, перш за все, з епідеміологічних позицій, може безпосередньо впливати на здоров'я людей. Тому актуальною соціально-екологічною проблемою є оздоровлення морського середовища шляхом зниження ступеня біологічного і хімічного забруднення прибережних морських вод.

Мета роботи – розробка технології біоремедіції морського середовища з використанням іммобілізованих на природних носіях біохімічно-активних, непатогенних бактерій, що володіють антагоністичними властивостями по відношенню до санітарно-показових мікроорганізмів.