

11. Черногоренко М.И. К фауне и экологии церкарий моллюсков верхнего Днепра / М.И. Черногоренко // Паразиты и паразитозы человека и животных. – К.: Наук. думка, 1965. – С. 236 – 245.

*Ю.В. Тарасова*

Житомирский государственный университет им. Ивана Франко, Украина

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ „МОЛЛЮСКИ РОДА *THEODOXUS* – ТРЕМАТОДЫ”**

Впервые осуществлено эколого-паразитологическое исследование семи видов моллюсков рода *Theodoxus* Украины с целью выяснения особенностей взаимоотношений моллюсков и их паразитов-трематод.

*Ключевые слова: трематоды, моллюски, Theodoxus*

*J.V. Tarasova*

Zhytomyr Ivan Franko State University, Ukraine

**ECOLOGICAL ASPECTS OF CORRELATION IN THE BIOLOGICAL SYSTEM “MOLLUSK OF THEODOXUS GENUS –THE TREMATODS”**

The ecologically-parasitologic research of seven species of *Theodoxus* genus was carried out for the first time for the purpose of identification of the peculiarities of mollusks and its parasites-trematodas' correlation.

*Key words: trematoda, mollusks, Theodoxus*

УДК [574.63:627,8][282.447.32]

**В.М. ТИМЧЕНКО**

Інститут гідробіології НАН України

пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210

**МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ЯКОСТІ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА КАСКАДНИХ ВОДОСХОВИЩ (НА ПРИКЛАДІ ДНІПРОВСЬКИХ)**

Запропоновано модель оптимізації якості водного середовища дніпровських водосховищ, використана для розробки екологічних вимог до правил їх експлуатації.

*Ключові слова: якість води, екологічний стан, водосховища*

Метою регулювання (оптимізації) екологічного стану і якості води каскадних водосховищ є штучне формування в них умов для переважання процесів самоочищення над сумарною дією на екосистеми самозабруднення та надходження забруднювальних речовин ззовні. Найбільш дієвим фактором впливу на внутрішньоводоймові фізичні, хімічні та біологічні процеси, що формують якість водного середовища, є водний режим. На каскадних водосховищах, до яких безумовно відносяться дніпровські, водний режим в значній мірі регулюється штучно попусками гідроелектростанцій.

**Матеріал і методи досліджень**

Напрацювання з науково обґрунтованої оптимізації режиму експлуатації дніпровських водосховищ нині здійснено щодо гирлової ділянки Дніпра та ділянок водосховищ, що знаходяться нижче гідроелектростанцій (річкових ділянок) водосховищ [2, 4, 7, 8]. Розроблено модель, що забезпечує реалізацію розрахункового механізму управління якістю води на вказаних ділянках за допомогою водоохоронних (екосистемного, екологічного, цільового та екстремального) попусків ГЕС. Її принципові положення наступні.

Як інтегральний показник стану екосистем використовується концентрація легкоокиснюваної органічної речовини (за БСК<sub>повн</sub>) або вміст розчиненого у воді кисню (O<sub>2</sub>). Якщо в процесі перебування водної маси на ділянці відбувається збільшення БСК – екосистема забруднюється, якщо навпаки – в ній домінують процеси самоочищення. Підвищення вмісту кисню у воді свідчить про позитивну динаміку якості водного середовища.

Екосистеми річкових ділянок водосховищ складаються з декількох підсистем: руслової мережі, приток, заплавної водойми і самої заплави. Кожна з цих підсистем бере участь у формуванні

якості води в екосистемі в цілому. Ступінь цієї участі залежить від функціональних характеристик підсистем і інтенсивності взаємобміну водними масами, речовинами і енергією між ними.

В основу моделі покладено рівняння, що враховує зміну балансу легкоокиснюваної органічної речовини чи розчиненого кисню в елементарному об'ємі води протягом часу його переміщення по ділянці. Як елементарний використовується добовий об'єм попуску розташованої вище ГЕС.

Зміна вмісту органічної речовини чи кисню в елементарному об'ємі ( $\Delta C_n$ ) при переміщенні його від вхідного створу до  $n$ -ної підділянки (мг  $O_2/дм^3$ ) визначається у вигляді суми:

$$\Delta C_n = \sum_{i=1}^n \Delta C_{p,i} + \sum_{i=1}^n \Delta C_{оз,i} + \sum_{i=1}^n \Delta C_{запл,i} + \sum_{i=1}^n \Delta C_{бок,i}, \quad (1)$$

де:  $\sum_{i=1}^n \Delta C_{p,i}$  – частка загальної зміни концентрації інтегрального показника, яка обумовлена

внутрішньоводоймовими процесами у русловій мережі, мг  $O_2/дм^3$ ;  $\sum_{i=1}^n \Delta C_{оз,i}$  – те саме у заплавних

водоймах;  $\sum_{i=1}^n \Delta C_{запл,i}$  – те саме у заплавних масивах;  $\sum_{i=1}^m \Delta C_{бок,i}$  – те саме при надходженні на ділянку бокового притоку.

Участь, наприклад, підсистеми руслової мережі в зміні концентрації легкоокиснюваної органічної речовини оцінюється за рівнянням:

$$\sum_{i=1}^n \Delta C_{p,i} = \sum_{i=1}^n \frac{\tau_i W_{p,i}}{W_i} (A_{p,i} - R_{p,i} + F_{p,i}) \quad (2)$$

У цій і попередній формулах:  $i$  – номер підділянки;  $n$  – число підділянок до розрахункового створу;  $\tau_i$  – тривалість перебування води (час добігання) на  $i$ -тій підділянці, доба;  $W_i$  – добовий об'єм стоку води, м<sup>3</sup>/доба;  $W_{p,i}$  – частина цього стоку, яка здійснюється по русловій мережі, м<sup>3</sup>/доба.

Багаточлен, що знаходиться в дужках рівняння (2), є результатом спільної дії процесів продукції ( $A_{p,i}$ ) і деструкції ( $R_{p,i}$ ) легкоокиснюваної органічної речовини в русловій мережі, а також антропогенно обумовленого надходження його ззовні ( $F_{p,i}$ ).

У такий самий спосіб оцінюється внесок заплавних водойм і масивів у формування вмісту органічної речовини у воді річкової ділянки водосховища. При цьому враховується інтенсивність водообміну в озерах і заплаві ( $W_{оз}$ ,  $W_{запл}$ ), а також валова продукція, деструкція і антропогенне навантаження безпосередньо в цих елементах водної системи. Вплив бокового притоку ( $\Delta C_{бок}$ ) залежить від його об'єму ( $W_{бок,i}$ ) і від різниці концентрації органічної речовини у воді притоку і руслової мережі.

У тому випадку, коли для оцінки реакції екосистеми річкової ділянки водосховища на штучну зміну водного режиму більш інформативною є динаміка вмісту у воді розчиненого кисню, рівняння балансу цього газу включає два додаткових компоненти: надходження у воду кисню за рахунок атмосферної аерації ( $At$ ) та витрат його на хімічне окиснення речовин ( $G$ ).

Отже, суть управління станом екосистем річкових ділянок водосховищ Дніпровського каскаду складається в регулюванні попусками ГЕС величин стоку і водообміну:  $W_b$ ,  $W_p$ ,  $W_{оз}$ ,  $W_{запл}$ , а через них інтегральних показників – БСК<sub>повн</sub> і  $O_2$ .

### Результати досліджень та їх обговорення

На основі розглянутої балансової моделі може вирішуватися також проблема управління станом екосистем озерних ділянок Дніпровських водосховищ. Принципові положення методу щодо озерних ділянок остаються такими самими як і для річкових ділянок. Які вихідні показники руслової мережі варто використовувати показники транзитних зон [6], іншу частину акваторій водосховищ (нетранзитні зони) слід сприймати як додаткову мережу.

У зв'язку з суттєвою трансформацією короткочасних попусків ГЕС, застосування наведеної моделі для озерних ділянок доцільне лише в екстремальних умовах. Як правило, це періоди різкого (катастрофічного) зменшення вмісту у воді розчиненого кисню, що спостерігаються влітку та при льодоставі. В такі періоди питання покращання якості водного середовища стає більш актуальним, ніж необхідність забезпечення потреб споживачів та користувачів водних ресурсів Дніпра.

При існуючому режимі експлуатації дніпровських ГЕС водообмін між транзитними і нетранзитними зонами генерується в основному за рахунок вітрових течій і хвилювання – чинників, які штучно не регулюються. Якщо показники вмісту кисню у воді основної акваторії особливо низькі, доцільно і можливо здійснювати підйоми рівня води в озерній частині водосховища за рахунок несинхронної роботи верхньої і нижньої ГЕС. Результати розрахунків [5] свідчать, що за одноразового підйому рівня води, наприклад, у Канівському водосховищі на 0,5 м вміст кисню у воді основної акваторії можна збільшити на 0,16 мг/дм<sup>3</sup> лише за рахунок водообміну з зайнятими вищою водною рослинністю мілководдями.

Як показує практика екологічних досліджень, розрахунків та прогнозів на дніпровському каскаді актуальною є проблема управління екосистемами водосховищ в цілому, включаючи річкові та озерні ділянки. Як правило, необхідно оцінити ступінь трансформації екологічних показників водної маси при переміщенні її по всьому водосховищу.

Цю задачу також можна вирішити на основі балансової моделі. Залишаючи правомірними її принципів положення, звернемо увагу на те, що модель повинна використовувати обмежену кількість вхідних показників (аргументів), зокрема необхідно зменшити в моделі кількість розрахункових ділянок.

Найбільш кардинальні відмінності фізичних, хімічних і біологічних умов функціонування існують між річковими та озерними ділянками, а також між транзитними та нетранзитними зонами дніпровських водосховищ. Тому при моделюванні нами запропоновано кожне з водосховищ ділити на дві розрахункові ділянки і дві зони. За вказаної схеми поділу загальна зміна інтегрального показника якості водного середовища при переміщенні водної маси від вхідного до вихідного створу водосховища  $\Delta C$  складатиметься з величин змін (добавок) його в системі за рахунок трансформації в основному руслі річкової ділянки  $\Delta C_{тр,р}$ ; в додатковій мережі річкової ділянки  $\Delta C_{нт,р}$ ; бокового притоку на річковій ділянці  $\Delta C_{б,р}$ ; трансформації в транзитній зоні озерної ділянки  $\Delta C_{тр,оз}$ , те ж в нетранзитній зоні озерної ділянки  $\Delta C_{нт,оз}$  та бокового притоку на озерній ділянці водосховища  $\Delta C_{б,оз}$ :

$$\Delta C = \Delta C'_{тр,р} + \Delta C'_{нт,р} + \Delta C'_{б,р} + \Delta C'_{тр,оз} + \Delta C'_{нт,оз} + \Delta C'_{б,оз} \quad (3)$$

Кожна з добавок до загальної зміни інтегрального показника залежить від інтенсивності продукційних ( $A$ ), та деструкційних ( $R$ ) процесів на ділянках і в зонах, антропогенно обумовленого надходження легкоокиснюваної органічної речовини ( $F$ ), її надходження з боковим притоком, інтенсивності водообміну в кожній з ділянок і зон ( $W_p, W_{оз}, W_{нт,р}, W_{нт,оз}$ ).

В тому випадку, коли для оцінки реакції екосистеми водосховища на штучну зміну водного режиму більш інформативною виявляється динаміка вмісту у воді розчиненого кисню, рівняння балансу цього газу повинно включати надходження в воду кисню внаслідок атмосферної аерації  $At$ , та витрати кисню на хімічне окиснення органічних та неорганічних речовин  $G$ .

Розрахункове рівняння в такому разі має вигляд:

$$\begin{aligned} \Delta C = & \frac{\tau_p \cdot W_{тр,р}}{W_p} (A_{тр,р} - R_{тр,р} + At_{тр,р} - G_{тр,р}) + \frac{\tau_p \cdot W_{нт,р}}{W_p} (A_{нт,р} - R_{нт,р} + At_{нт,р} - G_{нт,р}) + \\ & + \frac{\tau_p \cdot W_{б,р}}{W_p} (C_{б,р} - C_n) + \frac{\tau_{оз} \cdot W_{тр,оз}}{W_{оз}} (A_{тр,оз} - R_{тр,оз} + At_{тр,оз} - G_{тр,оз}) + \\ & + \frac{\tau_{оз} \cdot W_{нт,оз}}{W_{оз}} (A_{нт,оз} - R_{нт,оз} + At_{нт,оз} - G_{нт,оз}) + \frac{\tau_{оз} \cdot W_{б,оз}}{W_{оз}} (C_{б,оз} - C_{н,оз}), \end{aligned} \quad (4)$$

Як і для окремих ділянок, суть управління станом екосистем кожного з водосховищ дніпровського каскаду в цілому, полягає в регулюванні попусками ГЕС величин стоку і внутрішнього водообміну на ділянках і зонах. Оптимізуючими параметрами в розрахунках виступають: 1) об'єм стоку води, який надходить до ділянок ( $W_p, W_{оз}$ ), м<sup>3</sup>/доба; 2) термін перебування води на річковій ( $\tau_p$ ) та озерній ( $\tau_{оз}$ ) ділянках водосховища, доба; 3) об'єми перетоку води між транзитними і нетранзитними зонами ( $W_{нт,р}, W_{нт,оз}$ ), м<sup>3</sup>/доба.

Перші два параметри формуються об'ємами скидів ГЕС, третій – режимом попусків, точніше діапазоном коливань витрат (рівнів) води. Функціональні характеристики водних екосистем



ділянок і зон водосховищ (*A, R, At, G*) є інформацією, котра враховує результати багаторічних гідробіологічних досліджень на водоймах регіону [7, 8].

#### Висновки

Екологічна оптимізація режиму експлуатації каскаду дніпровських водосховищ є проблемою принципово важливою і потребує комплексного вивчення. Методичні підходи, що викладені вище, використані для розробки екологічних вимог до нових Правил експлуатації каскаду [1]. В діючих Правилах [3] вони частково враховані.

1. *Екологічні вимоги до правил експлуатації дніпровських водосховищ (наукові засади та проблеми)* / [Тімченко В. М., Окснюк О. П., Романенко В. Д. та ін.] – К. : Ін-т гідробіології НАН України, 2002. – 36 с.
2. *Окснюк О.П. Управление состоянием экосистемы и качеством воды в устьевом участке Днепра. Ч. 1, 2.* / О.П. Окснюк, В.М. Тимченко, В.С. Полищук [и др.]. – К. : Институт гидробиологии НАН Украины, 1996, 1997.
3. *Правила експлуатації водосховищ дніпровського каскаду.* – К.: Генеза, 2001. – 180 с.
4. *Тимченко В.М.* Экологическая гидрология водоемов Украины / В.М. Тимченко – К. : Наук. думка, 2006. – 384 с.
5. *Тимченко О.В.* Кисневий режим Канівського водосховища і можливі шляхи його поліпшення в критичних умовах / Тимченко О.В., Линник П.М. // Наук. праці УкрНДГМІ. – Вип. 251. – К.: Ніка-Центр, 2003. – 204 с.
6. *Тимченко В.М.* Еколого-гідродинамічне районування каскадних долинних водосховищ / Тимченко В.М., Тимченко О.В. // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – Луганськ, 2009. – С.193–195.
7. *Timchenko V.M.* A model for ecosystem state and water quality management in the Dnieper River delta. / V.M. Timchenko, O.P. Oksnyuk, I.Gore // *Ecol. Eng.* – 2000. – N 16. – P. 119–125.
8. *Timchenko V.* Ecosystem condition and water quality control at impounded sections of rivers by the regulated hydrological regime / Timchenko V., Oksnyuk O. // *Ecohydrology and Hydrobiology.* – 2002. – Vol. 2, N 1–4. – P. 259–264.

*В.М. Тимченко*

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

#### МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ КАСКАДНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ (НА ПРИМЕРЕ ДНЕПРОВСКИХ)

Предложена модель оптимизации качества водной среды днепровских водохранилищ, которая использована для разработки экологических требований к правилам их эксплуатации.

*Ключевые слова: качество воды, экологическое состояние, водохранилища*

*V.M. Timchenko*

Institute hydrobiology NAS of Ukraine, Kyiv

#### THE OPTIMIZATION MODEL OF WATER QUALITY OF RESERVOIR CASCADE BY THE EXAMPLE OF DNIEPER RESERVOIR

The optimization model of water quality of the Dnieper reservoirs have been offered, which has been used for working out ecological requisition for their exploit.

*Key word: water quality, ecological conditions, reservoir*

УДК 582+502.7

В.В. ТИХОСТУП

Криворізький коледж національного авіаційного університету, Україна  
вул. Гуполева, 1, Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., 50045

#### ФЛОРИСТИЧНА СТРУКТУРА ПРИБЕРЕЖНОЇ ТА ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ В ПІДЗОНІ ПІВНІЧНИХ СТЕПІВ

Досліджували таксономічну, екологічну, біоморфологічну, екологоценотичну та географічну структуру прибережних та водних рослинних суспільств. Встановлено, що основними факторами, які впливають на структурну організацію рослинних суспільств, є природні та антропогенні впливи.

*Ключові слова: таксономічна, екологічна, біоморфологічна, екологоценотична та географічна структура, гідрофітна, гігрофітна та мезофітна рослинність, спектр*