

ВПЛИВ ГРЕБЛІ БІЛЯ с. КУЗЕМИН ОХТИРСЬКОГО РАЙОНУ НА РОСЛИННИЙ І ТВАРИННИЙ СВІТ У р. ВОРСКЛА

**О.С. Данильченко, Ю.К. Куцоконь,
В.А. Ляшенко, С.М. Панченко**

Питання пошуку дешевої електроенергії, особливо отриманої з відновлювальних джерел, є надзвичайно важливими для сьогодення. Малу гідроенергетику нині вважають одним із найперспективніших відновлюваних джерел енергії у світі. Розвиток цього напрямку можливий у Сумській області: на річках регіону експлуатується 45 шлюзів-регуляторів, якими зарегульовано 41,7 млрд м³ води, серед них 41 шлюз може бути базою для спорудження малих ГЕС (Програма розвитку малої гідроенергетики Сумської області на 2012—2015 роки [9]). Одним із таких шлюзів-регуляторів є Куземинська гребля на р. Ворскла.

Створення малої ГЕС (МГЕС) надзвичайно важливе, втім вплив функціонування гідроелектростанції на фізичні властивості річкової води, на екосистему річки залишається відкритим питанням.

Куземинська гребля була побудована у 1980-х роках, унаслідок чого утворилось руслове водосховище з площею водного дзеркала 85 га, об'ємом води 2240 тис. м³, пропускною спроможністю споруди 420 м³/с за рівня забезпеченості 1 %. Гребля має 4 затворні клапани по 10 м кожен та напір води за нормального підпірного рівня (НПР) 3 м. Гідроспоруда впливає як на нижні, так і на вищі ділянки русла. Ділянка, розташована вище, перетворилася на руслове водосховище, а нижня — отримує менше води. Серед позитивних аспектів існування Куземинської греблі виділимо: 1) підтримання рівня води у р. Ворскла, якого досягають підйомом води греблею на 2—3 м, що дає змогу зберігати річку порівняно повноводною; 2) отримання електроенергії при будівництві МГЕС потужністю до 200 кВт.

Гідрологічна характеристика. Вплив греблі на річку досліджено на ділянках 500 м вище (точки 1, 2, 3 — 100, 200 та 500 м відповідно) та 500 м нижче гідроспоруди (точки 4, 5, 6 — 100, 200 та 500 м відповідно). В обраних точках здійснювали спостереження за швидкістю течії, фізичними властивостями води (колір, прозорість, запах, мутність води, шар мулу), а також заростанням русла та заболочуванням на прирусловій заплаві.

Зафіксовано цілком логічні показники швидкості течії: мінімальні значення перед греблею 0,01 м/с (точка 1, 100 м вище греблі), мак-

симальні — відразу після греблі 0,6 м/с (точка 4, 100 м нижче греблі). У точках 3 і 6, що за 500 м вище та нижче гідропоруди, швидкість однакова — 0,06 м/с.

Найпрозоріша вода — у точці 4 (відразу після греблі), що пов'язано з високим показником швидкості течії. У точках, де зафіксовано низькі показники швидкості, вода напівпрозора. Колір води спостерігається від злегка зеленкуватого (точка 3, 500 м вище греблі, точка 4, відразу після греблі), злегка жовтуватого-зеленкуватого (точки 5 і 6 після греблі) до жовтуватого-зеленкуватого та зеленкуватого (точки 2 та 1 відповідно). У цілому колір води відповідає літньо-осінній межні, періоду спостереження.

Якість річкової води засвідчують її запах та його інтенсивність. У точках дослідження переважає запах води землистий з інтенсивністю «дуже слабкий» (точки 2, 3, 4, 6) та болотний (точка 1), якраз перед греблею, де сповільнений водообмін, з інтенсивністю «слабкий». У точці 2 (200 м нижче греблі) зафіксовано болотний запах води з інтенсивністю «помітний» — 3 бали (поблизу намівного острова). Поява болотного запаху річкової води вказує на активізацію процесів заболочування та характеризує водойму з уповільненим водообміном як непроточну та малопроточну.

Встановлені показники мутності води (способом фільтрування) та товщини шару мулу біля берегів, за винятком аномально високих значень, мають таку залежність: точка 1 (100 м вище греблі) — високі показники мутності (65 г/м^3) і товщини шару мулу біля берегів (20 см), з мінімальними значеннями показника швидкості течії; точка 4 (100 м нижче греблі) — низький показник мутності (27 г/м^3) і найнижчий показник товщини шару мулу біля берегів (3 см), з максимальним показником швидкості течії. Аномально високі показники мутності води та показники потужності мулу біля берегів зафіксовані у точці 6 (500 м нижче греблі) й точці 5 (200 м нижче греблі) — 466 та 118 г/м^3 відповідно, що більш ніж у 10 разів вищі, ніж перед греблею. Зазначене пояснює утворення у цьому місці руслового острова, очевидно, внаслідок нерівномірної пропускної здатності затворних клапанів гідропоруди, що створює різну швидкість течії з правого та лівого берегів, а також, можливо, активних пропусків води через греблю, що супроводжуються 2—3-кратною активізацією розмиву берегів нижче греблі (правий берег поблизу точки 6 ерозійний) та характеризуються змивом прируслових мілин, що в природних умовах оберігали береги від впливу потоку. Подібну картину спостерігали при дослідженні впливу Низівської МГЕС на гідроекосистему р. Псел (Данильченко, Кисорець, 2018).

Усім точкам спостереження (як вище греблі, так і нижче) властиві процеси заростання. На ділянках русла вище гідроспороди вздовж берегів переважають рогіз вузьколистий та очерет, а для ділянок нижче греблі характерні ценози лататтевих та ряска, типові індикатори прісноводних непроточних і малопроточних водойм з мулистоторф'янистими донними відкладами. Отже, ділянки р. Ворскла перетворилися на водойму, в якій відбуваються процеси заболочення. Як не дивно, ці процеси найактивніші не для руслового водосховища, а навпаки, для ділянок нижче греблі поблизу руслового острова, який утворився швидше за все після її спорудження. Негативний вплив греблі помітний і на прируслових ділянках заплави. Підтоплення території заплави вище греблі призводить до загибелі дерев.

Водна та прибережно-водна рослинність. За 500 м вище греблі існує заплава з доволі високим прирусловим валом. Уздовж правого берега насаджено *Pinus sylvestris* на відстані близько 50 м від русла. Біля самого берега — смуга дерев *Alnus glutinosa* та *Acer negundo*. Вздовж води завширшки 5—10 м тягнеться смуга угруповань *Typha angustifolia*, а на глибині — зануреноводна рослинність. За 200 м вище греблі з правого берега завширшки до 40 м спостерігаються зарості *Typha angustifolia*. Схил лівого берега стрімкий. Від води — смуга *Typha angustifolia*, дерева *Alnus glutinosa*. Далі від берега існує псамофітна лука з домінуванням *Agrostis vinealis*, *Carex hirta* та *Artemisia campestris*. Тут було зроблено спробу створити насадження сосни, в нарізаних борознах деревця погано прижилися, вціліли одиниці. За 100 м перед греблею на правому березі рослинний покрив зазнає рекреаційного впливу. Прибережно-водна рослинність не виражена. По берегу ростуть окремі дерева *Pinus sylvestris*, *Robinia pseudoacacia*, *Populus nigra*, *Salix alba*. Вздовж лівого берега — смуга заростання завширшки 5—7 м. Далі у воді — поширений *Schoenoplectus lacustris*, ближче — *Typha latifolia* + *Typha angustifolia*. Берег відносно стрімкий, на ньому псамофітна лука з помірним рекреаційним навантаженням.

За 100 м нижче дамби внаслідок відкладання алювію майже посеред русла утворився острів завдовжки до 15 м і завширшки до 7 м. На острові — зарості *Acer negundo* (розмір великого та середнього підросту) та *Salix alba* (теж розміру підросту). Обидва рукави русла Ворскли заросли *Nuphar lutea*, *Sagittaria sagittifolia*, *Butomus umbellatus*. Русло навколо алювіального острова розвивається асиметрично, підмивається лівий берег. Уздовж нього — зарості *Butomus umbellatus*, *Glyceria maxima*, *Sagittaria sagittifolia*. У воді — *Ceratophyllum demersum*, *Nuphar lutea*. По високих і крутих берегах — великий підпіст *Acer negundo*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus pennsylvanica*. За 500 м

нижче дамби берег крутий, по ньому — зарості *Acer negundo* з домішкою *Alnus glutinosa*. Вздовж правого берега ліс росте понад водою, нема суцільної смуги водних макрофітів. Подекуди спостерігаються *Nuphar lutea* з *Lemnaceae* та *Hydrocharis morsus-ranae*. З лівого берега крутий схил майже 45 %, піщаний. У воді *Nuphar lutea* + *Lemnaceae* завширшки 3—4 м. Подекуди наявні сплавини *Agrostis stolonifera*. Смуга завширшки до 1 м з *Glyceria maxima*. Понад урізом води — смуга з підросту *Alnus glutinosa*, *Tanacetum vulgare*, *Stenactis annua*.

Загалом характер прибережно-водної та водної рослинності відповідає швидкості течії та русловим процесам. Укорінення інвазійних порід дерев спричинене відсутністю природних лісових ділянок по берегах і наявністю джерел насіння на прилеглих ділянках.

Оцінювання якості води за організмами макрозообентосу. Видове різноманіття донних безхребетних досліджено на двох станціях спостереження. Відбір проб здійснено у серпні 2020 р.

Станція 1 — 50°08'12,2" N 34°40'52,9" E, околиці с. Куземин, 100 м за течією р. Ворскла до греблі — глибина 1,5 м, дно вкрите товстим шаром мулу.

Станція 2 — 50°08'08,1" N 34°40'54,4" E, околиці с. Куземин, 100 м за течією р. Ворскла після греблі — глибина 1,5 м, піщане дно.

Усі проби відібрано з прибережних ділянок русла, переважно із заростей водної рослинності на відстані 0,5—1,5 м від берегів. Кожен зразок було зібрано гідробіологічним сачком з площі 1 м². Проби фіксували 4%-м розчином формальдегіду і транспортували до лабораторії для подальшого аналізу. Представників усіх таксономічних груп визначено до найнижчого таксона, зручного для розрахунку біотичних індексів (нижчий ідентифікований таксон НІТ) за спеціалізованими визначниками [3—5, 7]. Для визначення представників донних макробезхребетних за морфологічними критеріями використовували біокуляри зі змінним збільшенням від ×4 до ×70.

Біоіндикацію якості вод за організмами макрозообентосу виконано із застосуванням трьох широковідомих біотичних індексів: Trent Biotic Index (TBI), Belgian Biotic Index (BBI), Biological Monitoring Working Party Index (BMWP). Для оцінювання рівня органічного забруднення розраховано індекс сапробності Зелінки—Марвана (табл. 1). Видове різноманіття угруповань макрозообентосу (табл. 2) оцінювали за індексом Шеннона, а подібність видового складу — за індексом Жаккара.

Для розрахунку індексів BBI, BMWP, індексу Зелінки—Марвана та індексу Шеннона використано програмне забезпечення

Таблиця 1

Оцінка якості вод, відповідно до розрахованих значень індексів

Індекс	Клас якості				
	Відмінний	Добрий	Задовільний	Поганий	Дуже поганий
TBI	9—10	7—8	5—6	3—4	0—2
VBI	9—10	7—8	5—6	3—4	0—2
BMWP	>51	31—50	21—30	11—20	0—10
Зелінки— Марвана	<1,5	1,5—2,5	2,5—3,5	3,5—4,5	>4,5

Таблиця 2

Видове багатство та чисельність представників бентосних безхребетних
Гетьманського НПП, екз/м²

Група організмів	Вид	Станція 1	Станція 2
Bivalvia	<i>Anodonta cygnea</i> (Linnaeus, 1758)	1	5
	<i>Sphaerium rivicola</i> (Lamarck, 1818)	1	15
Gastropoda	<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	1	1
	<i>Myxas glutinosa</i> (Müller, 1774)	7	4
	<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)	5	3
	<i>Anisus vortex</i> (Linnaeus, 1758)	2	
	<i>Viviparus viviparus</i> (Linnaeus, 1758)		5
	<i>Erpobdella</i> sp. (de Blainville, 1818)	8	
Hirudinea	<i>Glossiphonia</i> sp. (Johnson, 1816)	3	
	<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1761)	3	
Ephemeroptera	<i>Caenis horaria</i> (Linnaeus, 1758)	1	
	<i>Anax parthenope</i> (Selys, 1839)	11	2
Odonata	<i>Libellula fulva</i> (Müller, 1764)	3	2
	<i>Gomphus vulgatissimus</i> (Linnaeus, 1758)		5
	<i>Calopteryx splendens</i> (Harris, 1780)	4	23
Megaloptera	<i>Sialis</i> sp.	1	
Hemiptera	<i>Ranatra linearis</i> (Linnaeus, 1758)	1	
	<i>Nepa cimicoides</i> (Linnaeus, 1758)	3	1
	<i>Notonecta glauca</i> (Linnaeus, 1758)	3	
	<i>Gerris</i> sp.	1	1
Coleoptera	<i>Hydrophilus aterrimus</i> (Eschscholtz, 1822)	1	
	<i>Halipus</i> sp.	1	
Diptera (окрім Chironomidae)	Diptera sp.	2	3
Chironomidae	Chironomidae sp.	4	
Загальна кіль- кість НІТ		22	13
Загальна чисель- ність, екз/м²		67	70

Asterics 3.1.11; значення індексів ТВІ та Жаккара встановлено за відповідними авторськими методиками [10, 11]. Кластерний аналіз показника видової подібності проведено за алгоритмом UPGMA у програмному забезпеченні DendroUPGMA.

Трофічність, класи якості вод та їх відповідність зонам сапробності визначено відповідно до загальноприйнятих рекомендацій [8]. З огляду на те що обрані індекси мають неузгоджені оціночні шкали, для уніфікації подання результатів застосовано п'ятирівневу шкалу, розроблену нами у відповідності до формату Водної Рамкової Директиви ЕС 2000 [1] та попередньо апробовану в аналогічних дослідженнях [6].

Привертає увагу зниження видового багатства між станціями (з 22 до 13 НІТ) — відстань між ними близько 200 м за течією річки, але вони розділені греблею через р. Ворскла. Припускаємо, що зниження видового багатства цих ділянок ріки спричинює антропогенний вплив.

Між станціями 1 та 2 зареєстровано зниження показників тих біотичних індексів, які засновані на обліку видового різноманіття організмів макрозообентосу — ТВІ, ВВІ, BMWP (табл. 3). Такі показники можуть засвідчувати погіршення якості води між станціями.

Таблиця 3

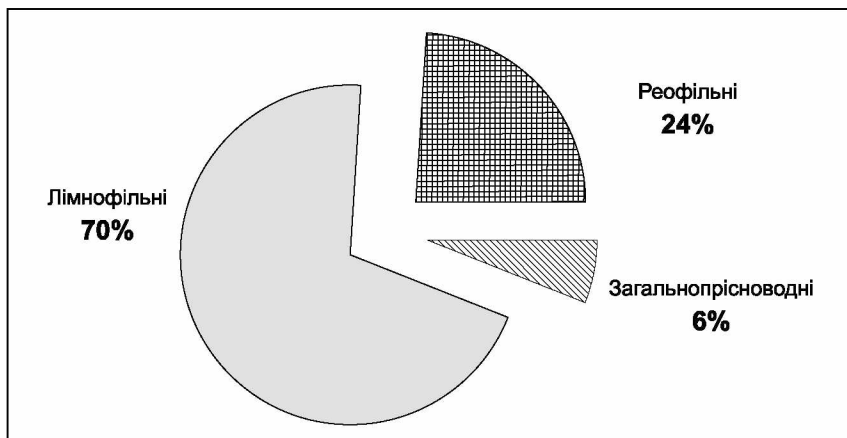
**Бальна оцінка та вербальна характеристика якості вод
р. Ворскла у межах Гетьманського НПП**

Станція	ТВІ	ВВІ	BMWP	Зелінки— Марвана
1	9 / Відмінний	6 / Задовільний	95 / Відмінний	2,1 / Добрий
2	4 / Поганий	5 / Задовільний	65 / Відмінний	2,13 / Добрий

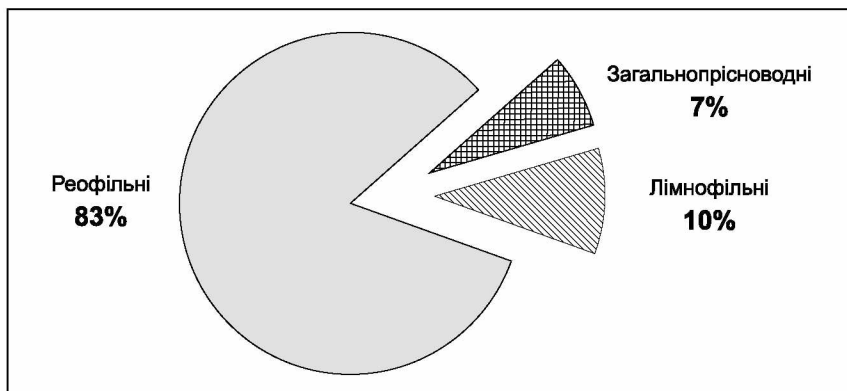
Натомість за індексом Зелінки—Марвана показники між станціями практично не відрізняються. Цей індекс використовують для оцінювання рівня сапробного забруднення води. Таким чином, можна зробити висновок, що зниження видового різноманіття донних макробезхребетних між станціями 1 та 2 не пов'язане із забрудненням води органічними речовинами.

Дослідження *рибного населення* було проведене на тих самих місцях і в той самий час, що й збір макрозообентосу.

Вище греблі у прибережних біотопах виявлено 8 видів риб: верховодка звичайна *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758), вівсянка *Leucaspis delineatus* (Heckel, 1843), гірчак європейський *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782), пічкур звичайний *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758), лин *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758), щука звичайна *Esox lucius* Linnaeus,



a



б

Співвідношення виявлених риб у екологічних групах за течією вище (*a*) та нижче (*б*) Куземинської греблі

1758, окунь звичайний *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, бичок-цуцик західний *Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837). Гірчак європейський занесений до переліку Резолюції 6 Оселищної директиви Бернської конвенції. За кількістю особин переважає лімnofільна екологічна група (рисунк, *a*).

Нижче греблі виявлено 15 видів риб: головень європейський *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), плітка звичайна *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), краснопірка звичайна *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), бистрянкa руська *Alburnoides rossicus* Berg, 1924,

верховодка звичайна, вівсянка, плоскирка *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758), лящ *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), гірчак європейський, лин, щипавка звичайна *Cobitis taenia* Linnaeus, 1758, щука звичайна, окунь звичайний, бичок-цуцик західний, бичок-пісочник *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814). За кількістю особин переважає реофільна екологічна група (рисунок, б). До Резолюції 6 занесені гірчак європейський та щипавка звичайна, до поточного видання «Червоної книги України» — бистрянкa руська.

На обох станціях у прибережних ділянках чужорідних видів не виявлено.

Таким чином, Куземинська гребля має помітний негативний вплив на розподіл риби. Рибохід на ній відсутній, що унеможливорює рух риби вгору за течією. Крім перешкоджання міграціям особин та, як наслідок, фрагментації популяції одного виду спостерігається також зменшення кількості видів у прибережних мілководних ділянках через замулення. Внаслідок уповільнення течії вище греблі в утвореному водосховищі переважають особини лімнофільних видів риби. Та сама «червонокнижна» бистрянкa руська не витримує підтоплення і зменшення швидкості течії, тому й відсутня на ділянці вище греблі, натомість, є домінуючим видом нижче греблі, так само як і на інших подібних ділянках Ворскли в межах НПП Гетьманський. Для деяких видів риби ділянка вище греблі втрачається також як нерестовище, оскільки є доволі глибокою і замуленою, з невеликою кількістю рослин, в основному, лише біля берегів. Нижче греблі природне русло річки забезпечує різноманітніші умови, де можуть нереститися як фітофіли (на водних та занурених рослинах), так і псамофіли (на піщаному дні), літофіли (на кам'янистому твердому дні).

Висновки. Оцінивши вплив Куземинської греблі на гідроекосистему річки та фізичні властивості води, можна стверджувати, що позитивні аспекти будівництва МГЕС полягають лише в утворенні електроенергії та підтриманні рівня води у р. Ворсклі, що дає змогу зберігати річку порівняно повноводною. Втім негативних аспектів регулювання річки набагато більше, їх викладено у таких положеннях: 1) уповільнення водообміну (зменшення швидкості течії) вище Куземинської греблі (до 0,01 м/с); 2) акумуляція наносів у руслі вище греблі (високі показники мутності та потужності шару мулу), а також нижче греблі (створення руслового острова внаслідок нерівномірної пропускної здатності затворних клапанів, що створює різну швидкість течії з правого та лівого берегів); 3) зниження якості води як наслідок зниження самоочисної здатності (прозорість, мутність, запах, «цвітіння» води), особливо на ділянках вище греблі та поблизу руслового острова; 4) негативний вплив на навколишні

території: затоплення і підтоплення (особливо вище греблі); 5) підтоплення спричиняється підвищенням рівня ґрунтових вод на ділянках вище гідроспороди. Негативними наслідками можна вважати: додаткові втрати води на випаровування у результаті збільшення площі водного дзеркала руслового водосховища, що є додатковою причиною зменшення стоку річок; руйнування природного водного режиму річок (регулювання рівня водопілля та паводків), що змінює характер заливання заплав та порушує руслові процеси; перешкоджання міграціям риб, зменшення кількості видів риби, особливо реофілів, на слабопроточній ділянці, втрата нерестовищ і порушення умов існування риби; втрата річкою рекреаційної цінності та ін.

Література

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення / EU Water Framework Directive 2000/60/EC. Definitions of Main Terms. Київ, 2006. 240 с.
2. Данильченко О.С., Кисорець М.В. Історія становлення та сучасний стан малої гідроенергетики України та Сумської області. Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії: матеріали II Всеукр. наук. конф., м. Суми, 25 квітн. 2018 р. Суми, 2018. С. 112—116.
3. Кутикова Л.А., Старобогатов Я.И. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос). Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 512 с.
4. Лукашов Д.В. Визначник прісноводних двостулкових молюсків (Mollusca: Bivalvia). Посібник для студентів біологічних факультетів. Київ: Фітосоціоцентр, 2003а. 27 с.
5. Лукашов Д.В. Визначник прісноводних черевонігих молюсків (Mollusca: Gastropoda). Посібник для студентів біологічних факультетів. Київ: Фітосоціоцентр, 2003б. 27 с.
6. Ляшенко В.А., Лукашов Д.В. Оцінка якості вод р. Удай за організмами макрозообентосу у межах НПП «Пирятинський». *Гідробіологічний журнал*. 2019. Т. 55, № 1. С. 23—31.
7. Матушкіна Н.О., Хрокало Л.А. Визначник бабок (Odonata) України: личинки та екзувії. Навчальний посібник для студентів біологічних спеціальностей. Київ: Фітосоціоцентр, 2002. 72 с.
8. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод (за ред. В.Д. Романенка). Київ: ЛОГОС, 2006. 408 с.
9. Програма розвитку малої гідроенергетики Сумської області на 2012—2015 роки. URL: <http://sm.gov.ua/ru/dokumenty> (дата звернення: 09.12.2019).
10. Jaccard P. Distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranses et dans quelques régions voisines. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*. 1901. Vol. 37. P. 241—272.
11. Woodiwiss F.S. The biological system of stream classification used by the Trent River Board. *Chem. ical Ind.* 1964. Vol. 11. P. 443—447.