

UDC 582.26(282.247.324):627.8(477.51)

DOI: 10.58407/bht.2.26.6



Copyright (c) 2026 Oleksandr Lukash, Anastasia Zmeu, Anna Radchenko, Maryna Liubko, Viktoriia Shumska, Ivan Kirvel

Ця робота ліцензується відповідно до [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) / This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Олександр Лукаш, Анастасія Змеу, Анна Радченко,
Марина Любко, Вікторія Шумська, Іван Кірвель
ПРОСТОРОВО-СЕЗОННА ДИНАМІКА СТРУКТУРИ
ПРИБЕРЕЖНОЇ АЛЬГОФЛОРИ РІЧКИ СНОВ
У ЗОНІ ВПЛИВУ СЕДНІВСЬКОЇ ГЕС: ПІЛОТНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ



Oleksandr Lukash, Anastasia Zmeu, Anna Radchenko,
Maryna Liubko, Viktoriia Shumska, Ivan Kirvel

SPATIAL-SEASONAL DYNAMICS OF
THE RIPARIAN ALGAL FLORA STRUCTURE
IN THE AREA OF THE SEDNIV HPP IMPACT ON THE SNOV RIVER: PILOT STUDY

АНОТАЦІЯ

Метою роботи є встановлення особливостей сезонної зміни родового складу та рясності водоростевих угруповань р. Снов у зоні впливу Седнівської ГЕС.

Методологія. Матеріал збирали у листопаді 2024 р. та березні 2025 р. у б'єфах ГЕС на мілководдях (до 0,5 м) в угрупованнях макрофітів. Зразки формували об'єднанням 6 локальних проб. Камеральну обробку здійснювали світловою мікроскопією. Частоту трапляння таксонів визначали за 4-бальною шкалою.

Наукова новизна. Вперше для малих річок Полісся деталізовано просторово-сезонну перебудову структури альгоценозів за умов регулювання стоку малою ГЕС.

Висновки. Установлено, що руслова гребля ГЕС на річці Снов виступає потужним екологічним та гідродинамічним бар'єром для розвитку мікрофітобентосу, ефект якого найбільш яскраво проявляється в осінній період. Уповільнення течії та підпір води до ГЕС сприяють евтрофікації мілководь, формуванню фітоценозів асоціації *Glucierietum maximae* та масовому розвитку нитчастих зелених (*Zygnema*, *Ulothrix*) і десмідієвих водоростей. Гідродинамічний режим після ГЕС (транзитний потік, елімінація мулу) призводить до збіднення альгофлори вдвічі, руйнування нитчастих матів та залишає життєздатним лише стійке ядро прикріплених діатомей (*Navicula*, *Gomphonema*) в угрупованнях асоціації *Caricetum ripariae*. У ранньовесняний період фактор проточності весняного водопілля та низькі температури нівелюють просторові відмінності, спричинені ГЕС, переводячи фітобентос обох ділянок у пригнічений стан із домінуванням кріофільних діатомових водоростей. Обґрунтовано, що для встановлення точних причинно-наслідкових екологічних закономірностей у зоні впливу ГЕС перспективні дослідження потребують переходу від бальних оцінок до абсолютних кількісних показників (чисельності та біомаси водоростей) із залученням розгорнутого гідрохімічного аналізу (вмісту біогенних елементів та розчиненого кисню). Це дозволить застосувати методи багатовимірного статистичного аналізу для побудови математичних моделей і точного доведення ступеня впливу гідродинамічного та хімічного факторів на альгоценози річки Снов.

Ключові слова: альгофлора, антропогенний вплив, гідротехнічні споруди, просторово-сезонна динаміка, фітоценози

ABSTRACT

Purpose of the work is to establish the features of seasonal transformation of the generic composition and abundance of algal communities of the Snov River in the zone of the Sedniv HPP impact.

Methodology. Material was collected in November 2024 and March 2025 in the HPP tailwaters in shallow waters (up to 0.5 m) within macrophyte communities. Samples were formed by combining 6 local samples. Laboratory processing was performed using light microscopy. The frequency of occurrence of taxa was determined using a 4-point scale.

Scientific novelty. For the first time for small rivers of Polesie, the spatial-seasonal restructuring of the algal flora under flow regulation by a small HPP was detailed.

Conclusions. The channel dam of the HPP on the Snov River acts as a powerful ecological and hydrodynamic barrier for the development of microphytobenthos, the effect of which is most clearly manifested in the autumn period. Slowing down the current and water support to the HPP contribute to the eutrophication of shallow waters, the formation of phytocoenoses of the *Glycerietum maximae* association and the massive development of filamentous green (*Zygnema*, *Ulothrix*) and desmid algae. The hydrodynamic regime after the HPP (transitional flow, elimination of silt) leads to a twofold depletion of the algal flora, destruction of filamentous mats and leaves viable only a stable core of attached diatoms (*Navicula*, *Gomphonema*) in communities of the *Caricetum ripariae* association. In the early spring period, the flow factor of spring floods and low temperatures level the spatial differences caused by the HPP, shifting the phytobenthos of both areas into a depressed state dominated by cryophilic diatoms. It is substantiated that to establish accurate cause-and-effect ecological patterns in the zone of the HPP impact, future studies require transition from point scales to absolute quantitative indicators (algal abundance and biomass) with the involvement of a detailed hydrochemical analysis (nutrients and dissolved oxygen). This will allow the use of multivariate statistical analysis methods to build mathematical models and precise mathematical proof of the degree of hydrodynamic and chemical factors influence on the Snov River algal communities.

Key words: algal flora, anthropogenic impact, hydraulic structures, phytocoenoses, spatial-seasonal dynamics

Вступ

Сучасні дослідження свідчать про суттєве розширення вегетаційних меж водоростей у просторі й часі: від активного підльодного розвитку у бореальних водоймах (Grosbois et al., 2024) та зимових спалахів чисельності ціанобактерій (Soto Cárdenas et al., 2025) до стабільного літньо-осіннього домінування зелених водоростей і ціанопрокаріот у річкових системах (Wang et al., 2017; Zhu et al., 2025). Для багатьох гідроекосистем, зокрема басейну Прип'яті та Полісся загалом, характерним є формування високодиверсифікованих полідомінантних структур фітопланктону та мікрофітобентосу (Sukhodolska & Basaraba, 2023). Хоча температура води традиційно вважається головним чинником сукцесії, її вплив у зарегульованих руслах часто опосередкований та трансформований специфічними гідродинамічними характеристиками.

Будівництво та функціонування гідротехнічних споруд докорінно змінюють екологічний режим річок, трансформуючи швидкість течії, термічний режим, процеси седиментації та цикли біогенних елементів (Zhu et al., 2025). Перегородження русла греблями створює штучну диференціацію умов існування гідробіонтів, що призводить до зміщення сезонних піків біомаси та перебудови структури прибережних обростань вище і нижче за течією (Zębek & Szymańska, 2014). Крім того, наявність водозливних споруд суттєво збільшує час водообміну, внаслідок чого гідрологічний фактор стає провідним фактором розвитку альгофлори, переважаючи за екологічним значенням температуру та світло (Kim et al., 2022). Навіть у випадку екстремальних сценаріїв, таких як демонтаж або руйнування гребель,

раптова зміна гідродинамічного тиску та імпульсне вимивання нутрієнтів здатні спровокувати масштабні хвилеподібні спалахи «цвітіння» води та перебудову конкурентних взаємозв'язків між планктонними й бентосними компонентами (Minicheva et al., 2024). Таким чином, гідродинамічне регулювання стоку виступає провідним чинником просторово-часової організації альгоценозів.

Дослідження малих річок в умовах гідротехнічного регулювання має важливе значення для збереження регіонального біорізноманіття та екологічної стабільності великих річкових басейнів. Малі річки, до яких належить і р. Снов, виконують роль природних екологічних коридорів та репродуктивних зон, проте через низьку водність вони мають мінімальний буферний потенціал до антропогенного навантаження. Функціонування Седнівської ГЕС створює специфічний техногенний «бар'єр», який фрагментує русло річки на дві екологічно відмінні зони: зарегульовану верхню ділянку (руслове водосховище) та нижній б'єф зі змінним режимом стоку та постійною турбулізацією водних мас. На відміну від великих водосховищ, де процеси екологічної трансформації вивчені детально, на малих річках Полісся вплив ГЕС на сезонну динаміку родового складу прибережних альгоценозів залишається фрагментарним. Зміна швидкості течії безпосередньо впливає на співвідношення прикріплених та донних форм водоростей, що є чутливим індикатором стану екосистеми. Вивчення реакції альгофлори до і після греблі дозволяє оцінити ступінь порушення річкового континууму та розробити заходи з мінімізації негативного впливу малої гідроенергетики на якість води в басейні р. Десна.

Метою роботи є встановлення особливостей сезонної зміни родового складу та рясності планктонних і бентосних водоростевих угруповань р. Снов у зоні впливу Седнівської ГЕС.

Характеристика району дослідження

Дослідження проводилися поблизу Седнівської гідроелектростанції (ГЕС), розташованої на річці Снов (Чернігівська обл.). Зазначений гідровузол є русловою пригребельною ГЕС малої потужності, яка функціонує з 1954 року і суттєво трансформує природний гідрологічний режим річки, створюючи специфічні техногенно змінені екотопи у верхньому та нижньому б'єфах.

Район відбору проб охоплював акваторію пригребельного розширення водосховища та ділянку русла в нижньому б'єфі після водоскиду. Сформоване греблею руслове водосховище має протяжність 13,5 км при середній ширині дзеркала 40 м. Загальна площа водного дзеркала становить 50 га, а повний об'єм акумульованої води досягає 1,5 млн. м³ (Yedynyi Enerhostandart, 2018). Гідродинамічні умови у верхньому б'єфі визначаються значними глибинами, які безпосередньо біля греблі становлять у середньому 3,2 м, сягаючи максимуму 3,5 м. Такі морфометричні показники сприяють суттєвому сповільненню швидкості течії та формуванню зон акумуляції дрібнодисперсних мулистих відкладень і органічної речовини, що безпосередньо впливає на структуру прибережно-водних макрофітів та мікрофітобентосу.

Регулювання стоку на станції здійснюється за добовим характером. Основним

гідротехнічним бар'єром є розбірна щитова гребля довжиною 40 м та висотою 3 м. Робота гідровузла забезпечує стабільний напір води, який у розрахунковому режимі становить 2,0 м, варіюючи від мінімального значення 1,8 м до максимального – 2,2 м. Розрахункова витрата води через турбінні агрегати ГЕС складає 15,4 м³/с, що зумовлює постійну високу турбулізацію та перемішування водних мас у нижньому б'єфі (Yedynyi Enerhostandart, 2018).

Різниця екологічних умов у місцях відбору проб обумовлена постійним перепадом висот водного дзеркала. За нормальних умов експлуатації рівень верхнього б'єфу підтримується на позначці 109,5 м, тоді як у нижньому б'єфі він становить 107,5 м. Під час весняного водопілля рівні можуть синхронно зростати до максимальної паводкової позначки 111,8 м, що призводить до тимчасового нівелювання підпірного ефекту та зміни структури проточних ділянок (Yedynyi Enerhostandart, 2018).

Матеріали та методи дослідження

Збір альгологічного матеріалу здійснювали у два контрастних за гідротермічними умовами сезони: пізньої осені (листопад 2024 р., температура води +9°C) та на початку весняного водопілля (березень 2025 р., температура води +1°C). Проби відбирали з лівого берега р. Снов на двох дослідних ділянках: ділянка 1 (рис. 1) розташовувалася за 300 м вище створу ГЕС (зона підпору водосховища), ділянка 2 (рис. 2) – за 300 м нижче греблі (зона турбулентного транзитного потоку).



Рис. 1. Ділянка 1 у прибережній зоні р. Снов (за 300 м вище створу Седнівської ГЕС). Демонструє застійний характер екотопу та формування щільного заростання в угрупованні асоціації *Glycerietum maximae* (фото О. Лукаша)



Рис. 2. Ділянка 2 у прибережній зоні р. Снов (за 300 м нижче греблі Седнівської ГЕС). Відображає проточний характер нижнього б'єфу та структуру фітоценозу асоціації *Caricetum ripariae* (фото О. Лукаша)

На обох ділянках збір проводили у прибережно-водній смузі на мілководді з фіксованою глибиною до 0,5 м серед угруповань вищої водної рослинності, що належать до асоціацій *Glycerietum maximae* Nowiński 1930 corr. Šumberová, Chytrý et Danihelka in Chytrý 2011 та *Caricetum ripariae* Máthé et Kovács 1959 відповідно.

Враховуючи специфіку екотопу, об'єктом дослідження виступав мікрофітобентос з домішкою епіфітних обростань макрофітів. Відбирали поверхневий шар піщано-мулистих донних відкладень разом із придонним шаром води та змивами з підводних частин рослин. Для забезпечення репрезентативності та нівелювання просторової мікронеоднорідності біотопу, на кожній ділянці безпосередньо під час виїзду відбирали по 6 локальних точкових проб. Надалі їх попарно об'єднували по 3 первинні проби, формуючи у підсумку дві інтегральні об'єднані проби для кожної ділянки в межах одного туру. Фіксацію матеріалу проводили 4 % розчином формаліну безпосередньо на місці збору.

Камеральну обробку та ідентифікацію таксономічного складу альгоугруповань виконували у лабораторії методом світлової мікроскопії. Для детального морфологічного аналізу живих та фіксованих клітин використовували світловий бінокулярний мікроскоп Delta Optical Genetic Pro (Poland) з вбудованим освітлювачем при збільшеннях $\times 200$ та $\times 400$. Візуалізацію та ідентифікацію об'єктів проводили у тимчасових препаратах.

Ідентифікацію таксонів здійснювали переважно до родового рівня за допомогою базових вітчизняних та закордонних визначників прісноводних водоростей (Torachevskyi & Masiuk, 1984; Bourrelly, 1981, 1985, 1988, 1990). Номенклатуру та авторство таксонів уніфіковано згідно з міжнародною базою даних AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2026).

Оскільки кількісний підрахунок клітин у лічильних камерах на даному етапі не проводився, для оцінки щільності популяцій водоростей у препаратах було застосовано бальну шкалу рясності (частоти трапляння) мікроводоростей (дивись огляд різних шкал оцінки рясності клітин у Barinova et al., 2019). Візуальну оцінку кількості організмів у полі зору мікроскопа трансформували у таку систему балів: 1 бал («поодинокі») – поодинокі екземпляри (1–2 клітини або нитки) виявляються лише в кількох препаратах; 2 бали («рідко») – таксон реєструється регулярно, але у незначній кількості (поодинокі у деяких полях зору); 3 бали («помірно») – організми трапляються майже в кожному полі зору мікроскопа, формуючи помітну групу супроводу; 4 бали («значно») – представники таксону домінують у препараті, заповнюючи значну частину полів зору.

Результати дослідження та обговорення

У результаті опрацювання альгологічного матеріалу, відібраного у прибережній зоні річки Снов у районі розташування ГЕС протягом двох контрастних гідротермічних періодів, у складі

мікрофітобентосу та прибережно-водних обростань було ідентифіковано 20 таксонів на рівні роду. Виявлені роди належать до 5 відділів, зокрема *Cyanobacteria*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Streptophyta* та *Chrysophyta*.

Загальна структура альгоценозів, розподіл таксонів за екологічними групами та оцінка їхньої рясності за сезонами і дослідними ділянками (до та після греблі ГЕС) відображені у таблиці 1.

Таблиця 1

Оцінка частоти трапляння таксонів водоростей та ціанобактерій у прибережній зоні р. Снов за сезонами (інтегральний бал за 4-бальною шкалою)

Таксони	Листопад 2024 р. Ділянка 1 (до ГЕС)	Листопад 2024 р. Ділянка 2 (після ГЕС)	Березень 2025 р. Ділянка 1 (до ГЕС)	Березень 2025 р. Ділянка 2 (після ГЕС)
Cyanobacteria				
<i>Microcystis</i> Lemmermann	1	1	0	0
Bacillariophyta				
<i>Cymbella</i> Agardh	1	0	2	0
<i>Diatoma</i> Bory	1	0	1	0
<i>Fragilaria</i> Lyngbye	1	0	1	0
<i>Gomphonema</i> Ehrenberg	1	1	1	1
<i>Navicula</i> Bory	3	2	2	1
<i>Nitzschia</i> Hassall	2	1	2	1
<i>Pinnularia</i> Ehrenberg	2	1	1	1
<i>Synedra</i> Ehrenberg	2	1	2	1
Chlorophyta				
<i>Chlorella</i> Beijerinck	2	2	1	1
<i>Klebsormidium</i> P.C.Silva, Mattox & W.H.Blackwell.	2	0	1	0
<i>Ulothrix</i> Kützing	3	0	1	0
Streptophyta				
<i>Closterium</i> Nitzsch ex Ralfs	3	1	0	1
<i>Cosmarium</i> Corda ex Ralfs	1	0	0	0
<i>Desmidium</i> C.Agardh ex Ralfs	1	0	0	0
<i>Euastrum</i> Ehrenberg ex Ralfs	1	0	0	0
<i>Mougeotia</i> Agardh	1	0	1	0
<i>Spirogyra</i> Link	2	0	1	0
<i>Zygnema</i> Agardh	4	1	1	0
Chrysophyta				
<i>Lagynion</i> Pascher	1	0	1	0
Загальна кількість родів на ділянці	20	9	14	6

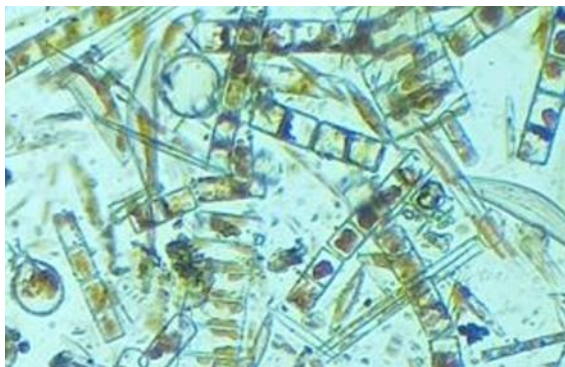
За результатами аналізу даних щодо мікрофітобентосу та прибережних обростань р. Снов у листопаді зафіксовано чітку просторову неоднорідність альгоценозів. На ділянці 1 (до ГЕС) виявлено високе родове різноманіття (рис 3 Б) – 20 таксонів. Абсолютним домінантом виступив рід

Zygnema (4 бали), що утворював масові скупчення. До групи субдомінантів (3 бали) увійшли *Navicula*, *Ulothrix* та *Closterium*. Помірний розвиток (2 бали) відзначено для родів *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Synedra*, *Chlorella*, *Klebsormidium* та *Spirogyra*. На ділянці 2 (після ГЕС) спостерігався збіднений

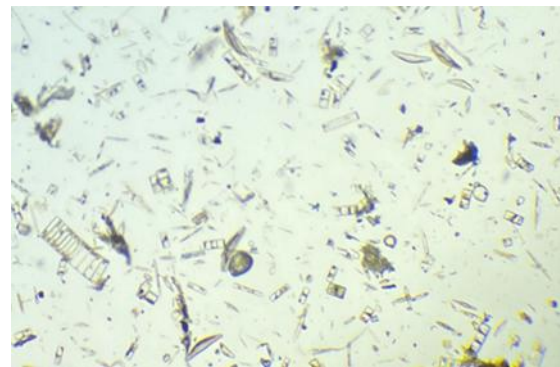
альгологічний склад – виявлено лише 9 родів. Чіткі домінанти тут були відсутні, а відносний розвиток (2 бали) зафіксовано лише для *Navicula* та *Chlorella*. Більшість нитчастих зелених та харових водоростей (*Ulothrix*, *Klebsormidium*, *Spirogyra*, *Mougeotia*) повністю випали зі структури фітоценозу, а рясність *Zygnema* знизилася до поодиноких знахідок (1 бал).

Ранньовесняний комплекс водоростей на обох ділянках характеризувався вираженим кількісним та якісним пригніченням (максимальна рясність не перевищувала 2 балів) – рис. 3 Б. Повністю зникли представники ціанобактерій

(*Microcystis*). На ділянці 1 (до ГЕС) ідентифіковано 14 родів із перевагою холодолюбних діатомей *Cymbella*, *Navicula*, *Nitzschia* та *Synedra* (2 бали). Нитчасті форми перебували на рівні поодиноких знахідок (1 бал), а більшість десмідієвих водоростей не були відмічені. На ділянці 2 (після ГЕС) біорізноманіття скоротилося до мінімуму – 6 родів. Усі виявлені таксони (*Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Synedra*, *Chlorella*) реєструвалися виключно поодинокі. Винятком у структурі цієї ділянки стала поодинокі трапляння представника роду *Closterium* (1 бал).



А



Б

Рис. 3. Мікрофотографії проб мікрофітобентосу та прибережних обростань р. Снов у районах впливу ГЕС (світлова мікроскопія): А – осінній комплекс альгоценозу на ділянці 1 (до ГЕС, листопад 2024 р.), що характеризується високим таксономічним різноманіттям та значною рясністю нитчастих водоростей (фото Ю. Жук); Б – весняний кріофільний комплекс на ділянці 2 (після ГЕС, березень 2025 р.) із вираженим домінуванням пеннатних діатомових водоростей за низької загальної щільності організмів (фото А. Змеу)

Отримані результати свідчать про те, що формування альгоценозів мікрофітобентосу та обростань у прибережній зоні р. Снов підпорядковане комплексному впливу двох чинників: антропогенно зміненому гідродинамічному режиму (наявність руслової греблі ГЕС) та природній сезонній періодичності.

Просторова диференціація структури водоростевих угруповань до і після греблі логічно пов'язана зі зміною біотопічних умов та структурою фітоценозів макрофітів.

Ділянка 1 (до ГЕС) перебуває в зоні гідродинамічного підпору. Уповільнення течії та інтенсивне замулення мілководдя (0,5 м) створили умови для розвитку щільного заростання угрупованнями, що належать до асоціації *Glycerietum maximae*. Високе проекційне покриття *Glyceria maxima* (Hartm.)

Holmb. та наявність *Lemna minor* L. восени (листопад) сформували специфічний застійний мікроклімат із високим вмістом розчиненої органіки та біогенів (азоту й фосфору), що вимиваються з опадів *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Саме ці умови зумовили осінній спалах водорості *Zygnema* (4 бали) та високу рясність зелених нитчастих водоростей *Ulothrix* (3 бали). Ці таксони мають довгі нитчасті талому, які потребують стабільної підкладки (стебел макрофітів таких як *Glyceria maxima*, *Ceratophyllum submersum* L., *Nuphar lutea* (L.) Sm.) та відсутності сильної течії, що здатна розірвати або змити їхні мати (Graham & Wilcox, 2000). Крім того, застійні умови підпору та накопичення гумусових речовин пояснюють присутність великої кількості десмідієвих водоростей (*Closterium* – 3 бали, *Cosmarium*,

Euastrum, *Desmidium* – по 1 балу), які біологічно приурочені до заторфованих, слабокислих або нейтральних біотопів із високим вмістом органіки (Barinova et al., 2019).

Ділянка 2 (після ГЕС) зазнає кардинально іншого гідродинамічного тиску. Скид води через споруди ГЕС зумовлює постійну турбулентність, коливання рівня та вищий ступінь проточності. Внаслідок цього дрібнодисперсні мулисті фракції змиваються, залишаючи щільніший піщаний субстрат. У таких умовах сформувався значно розрідженіший фітоценоз асоціації *Caricetum ripariae* з домінуванням *Carex acuta* L. (50 %), а плаваючі рослини *Lemna minor* повністю елімінувалися течією. Подібний «гідродинамічний шок» виявився руйнівним для більшості водоростей: восени різноманіття родів знизилось з 20 до 9. Крихкі нитчасті форми (*Ulothrix*, *Spirogyra*) та десмідієві водорості не здатні утримуватися у транзитному потоці і повністю вимиваються. На цій ділянці виживає лише екологічно стійке ядро прикріплених (перифітонних) діатомей (*Navicula*, *Gomphonema*, *Synedra*), які мають міцний кремнієвий панцир і здатні щільно фіксуватися на підводних частинах осоки або частинок піску, а також ультрапланктонна дрібна зелена водорість *Chlorella*, стійка до механічного перемішування (Torachevskyi & Masiuk, 1984; Graham & Wilcox, 2000; Barinova et al., 2019).

Сезонний фактор у березні 2025 року кардинально переналаштував структуру фітобентосу, нівелювавши вплив підпору ГЕС. Весняне водопілля принесло великі маси талої води, збільшивши проточність на обох ділянках. Низька температура стала лімітуючим чинником для теплолюбних ціанобактерій (*Microcystis* повністю зник) та уповільнила вегетацію зелених нитчанок (їхня рясність впала до 1 або 0 балів).

Натомість першість перейшла до кріофільних (холодолюбних) діатомей (*Cymbella*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*), які першими починають активний фотосинтез за низьких температур (Torachevskyi & Masiuk, 1984; Graham & Wilcox, 2000). Зміна сапробіологічних характеристик родів чітко вказує на зміну трофічного статусу річки. Зокрема, роди *Navicula*, *Nitzschia* та *Synedra* містять багато видів-індикаторів α - та β -мезосапробних зон (Barinova et al., 2019). Їхня

стабільна присутність на обох ділянках вказує на помірне органічне забруднення річки Снов. Спад рясності цих родів після ГЕС (з 2 балів до 1 балу у березні) свідчить скоріше не про покращення якості води, а про фізичне вимивання клітин швидкою весняною течією у нижньому б'єфі. Цікавим маркером є поодинокі поява десмідієвої водорості *Closterium* (1 бал) на ділянці після ГЕС у березні, тоді як до ГЕС її не виявлено. Біологічно це пояснюється транзитним характером паводку: весняна вода вимиває десмідієві водорості з боліт та стариць у верхній течії річки Снов, і вони транзитом проходять через створ ГЕС, тимчасово затримуючись у прибережній зоні нижнього б'єфу.

Ураховуючи отримані результати, слід зазначити, що використання напівкількісної бальної оцінки рясності родів за умов відсутності повного спектра інструментальних гідрохімічних показників накладає певні обмеження на глибину інтерпретації причинно-наслідкових зв'язків. Для уникнення умовностей у висновках та встановлення строгих, математично доведених екологічних закономірностей у функціонуванні екосистеми річки Снов, подальші дослідження мають базуватися на комплексному поєднанні абсолютних кількісних величин та багатовимірного статистичного моделювання.

По-перше, важливим є перехід від бальних оцінок до точного кількісного підрахунку чисельності клітин (кл/мл) або (млн кл/л) та розрахунку біомаси (мг/дм³) водоростей із застосуванням спеціалізованих лічильних камер (наприклад, камер Нажотта, Горяєва чи Седжвіка-Рафтера), що є методологічним стандартом у сучасній гідробіології (Barinova et al., 2019). По-друге, паралельно з альгологічним збором необхідно виконувати детальний фізико-хімічний аналіз води безпосередньо в точках відбору проб. Особливу увагу слід приділити пулу біогенних елементів – концентраціям нітратів, амонію, фосфатів, а також рівням розчиненого кисню, перманганатної та біохімічної окиснюваності, які безпосередньо лімітують розвиток окремих екологічних груп мікроводоростей.

Наявність таких розгорнутих матриць кількісних (абсолютна біомаса родів або видів) та факторальних (гідрохімічні та

гідрологічні параметри) даних дозволить застосувати методи багатовимірної статистики. Зокрема, використання аналізу головних компонент та канонічного кореляційного аналізу є загально визнаним світовим підходом для виявлення прихованих екологічних градієнтів (Ter Braak, 1986). Це дозволить побудувати точні математичні моделі та чітко розмежувати, які саме чинники – антропогенні (швидкість течії та рівневий режим у нижньому і верхньому б'єфах ГЕС) чи гідрохімічні (температура води, рівень біогенного навантаження) – є головними рушійними силами структурно-функціональних перебудов прибережних альгоценозів.

Висновки

Установлено, що руслова гребля ГЕС на річці Снов виступає потужним екологічним та гідродинамічним бар'єром для розвитку мікрофітобентосу, ефект якого найбільш яскраво проявляється в осінній період.

Уповільнення течії та підпір води до ГЕС сприяють евтрофікації мілководь, формуванню фітоценозів асоціації *Glycerietum maximae* та масовому розвитку нитчастих зелених (*Zygnema*, *Ulothrix*) і десмідієвих

водоростей. Гідродинамічний режим після ГЕС (транзитний потік, елімінація мулу) призводить до збіднення альгофлори вдвічі, руйнування нитчастих матів та залишає життєздатним лише стійке ядро прикріплених діатомей (*Navicula*, *Gomphonema*) в угрупованнях асоціації *Caricetum ripariae*. У ранньовесняний період фактор проточності весняного водопілля та низькі температури нівелюють просторові відмінності, спричинені ГЕС, переводячи фітобентос обох ділянок у пригнічений стан із домінуванням кріофільних діатомових водоростей.

Для встановлення точних причинно-наслідкових екологічних закономірностей у зоні впливу ГЕС перспективні дослідження потребують переходу від бальних оцінок до абсолютних кількісних показників (чисельності та біомаси водоростей) із залученням розгорнутого гідрохімічного аналізу (вмісту біогенних елементів та розчиненого кисню). Це дозволить застосувати методи багатовимірної статистичного аналізу для побудови математичних моделей і точного математичного доведення ступеня впливу гідродинамічного та хімічного факторів на альгоценози річки Снов.

Подяки / Acknowledgements

Автори висловлюють подяку Юлії Жук (природничо-математичний факультет Національного університету імені Т.Г. Шевченка «Чернігівський колегіум») за допомогу (фотографування) під час камеральної обробки зібраних проб / The authors express their gratitude to Yuliia Zhuk (Faculty of the Natural Sciences and Mathematics of the T.H. Shevchenko National University "Chernihiv Colehium") for her assistance (photography) during the laboratory processing of the collected samples.

Фінансування / Funding

Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування / This research received no external funding.

Заява про доступність даних / Data Availability Statement

Не застосовується / Not applicable.

Заява інституційної ревізійної ради / Institutional Review Board Statement

Не застосовується / Not applicable.

Заява про інформовану згоду / Informed Consent Statement

Не застосовується / Not applicable.

Конфлікт інтересів / Conflict of interest

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів / The authors declare no conflicts of interest.

Декларація про генеративний штучний інтелект і технології на основі штучного інтелекту в процесі написання / Declaration on Generative Artificial Intelligence and AI-enabled Technologies in the Writing Process

У цьому дослідженні не використовувався генеративний штучний інтелект або технології штучного інтелекту для збору, аналізу чи інтерпретації даних / This study did not use generative artificial intelligence or AI-enabled technologies to collect, analyze, or interpret data.

References

- Barinova, S. S., Bilous, O. P., & Tsarenko, P. M. (2019). *Algal indication of water bodies in Ukraine: Methods and perspectives*. University of Haifa Publishing House. https://www.researchgate.net/profile/Sophia-Barinova/publication/332441691_Algoindikacia_vodnyh_obektov_Ukrainy_metody_i_perspektivy/links/5cb6dbe592851c8d22f0c65d/Algoindikacia-vodnyh-obektov-Ukrainy-metody-i-perspektivy.pdf
- Bourrelly, P. (1981). *Les Algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome II: Les Algues jaunes et brunes. Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées*. Société Nouvelle des Editions Boubée.
- Bourrelly, P. (1985). *Les Algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome III: Les Algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines*. Société Nouvelle des Editions Boubée.
- Bourrelly, P. (1988). *Les Algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome I: Les Algues vertes*. Société Nouvelle des Editions Boubée.
- Bourrelly, P. (1990). *Les Algues d'eau douce. Compléments Tome I: Les Algues vertes*. Société Nouvelle des Editions Boubée.
- Graham, L. E., & Wilcox, L. W. (2000). *Algae*. Prentice Hall. <https://www.scribd.com/document/415005995/Linda-E-Graham-Lee-Warren-Wilcox-Algae-pdf>
- Grosbois, G., Anjum Mou, T., & Girona, M. M. (2024). Cyanobacteria in winter: Seasonal dynamics of harmful algal blooms and their driving factors in boreal lakes. *Heliyon*, 10(24), e40687. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40687>
- Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2026). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Retrieved July 11, 2026, from <https://www.algaebase.org/>
- Kim, J., Seo, D., & Jones, J. R. (2022). Harmful algal bloom dynamics in a tidal river influenced by hydraulic control structures. *Ecological Modelling*, 467, Article 109931. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2022.109931>
- Minicheva, G. G., Garkusha, O. P., Kalashnik, K. S., Marinets, G. V., & Sokolov, Y. V. (2024). Reaction of planktonic and benthic algae in the Black Sea to the consequences of the destruction of the Kakhovska Reservoir dam on the Dnipro River (Ukraine). *Algologia*, 34(2), 104–129. <https://doi.org/10.15407/alg34.02.104>
- Soto Cárdenas, C., Gereá, M., Queimaliños, C., & Jara, F. G. (2025). Seasonal dynamics of winter-spring algal blooms in the temporary wetlands of Andean Patagonia, Argentina. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 59(5), 1202–1219. <https://doi.org/10.1080/00288330.2025.2506697>
- Ter Braak, C. J. (1986). Canonical correspondence analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67(5), 1167–1179. <https://doi.org/10.2307/1938672>

Topachevskyi, A. V., & Masiuk, N. P. (1984). *Freshwater algae of the Ukrainian SSR*. Vyshcha Shkola. (in Ukrainian)

Топачевський А. В., Масюк Н. П. Прісноводні водорості Української РСР. Київ: Вища школа, 1984. 336 с

Sukhodolska, I., & Basaraba, I. (2023). Seasonal dynamics of algal flora of Lake Zasvitske (Rivne region, Ukraine). *Algologia*, 33(2), 83–97. <https://doi.org/10.15407/alg33.02.083>

Wang, T., Zhang, H., Zhao, L., & Huang, H. (2017). Responses of a phytoplankton community to seasonal and environmental changes in Lake Nansihu, China. *Marine and Freshwater Research*, 68(10), 1877–1886. <https://doi.org/10.1071/MF16331>

Yang, Z., Wei, C., Liu, D., Lin, Q., Huang, Y., Wang, C., Ji, D., Ma, J., & Yang, H. (2022). The influence of hydraulic characteristics on algal bloom in Three Gorges Reservoir, China: A combination of cultural experiments and field monitoring. *Water Research*, 211, 118030. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.118030>

Yedynyi Enerhostandart. (2018, November 7). *Sedniv Hydroelectric Power Plant*. Retrieved July 11, 2026, from <https://oes.com.ua/station/sednivska-ges/> (in Ukrainian)

Седнівська ГЕС // Єдиний енергостандарт: офіційний сайт товариства. 2018. URL: <https://oes.com.ua/station/sednivska-ges/> (дата звернення: 11.07.2026).

Zębek, E. & Szymańska, U. (2014). Gastropods and periphytic algae relationships in the vicinity of a small hydroelectric plant on the Pasłęka River in northeast Poland. *Fisheries & Aquatic Life*, 22(1), 69-80. <https://doi.org/10.2478/aopf-2014-0007>

Zhu, J., Liu, X., Wang, Y., Chen, L., & Li, H. (2025). Effect of hydraulic projects on the phytoplankton community structure in the mainstream of the Ganjiang River. *Water*, 17(21), 3126. <https://doi.org/10.3390/w1721312>

Received: 13.07.2026. Accepted: 19.08.2026. Published: 07.09.2026.

Ви можете цитувати цю статтю так:

Лукаш О., Змеу А., Радченко А., Любко М., Шумська В., Кірвель І. Просторово-сезонна динаміка структури прибережної альгофлори річки Снов у зоні впливу Седнівської ГЕС: пілотне дослідження. *Biota. Human. Technology*. 2026. № 2. С. 83-93. DOI: <https://doi.org/10.58407/bht.2.26.6>

Cite this article in APA style as:

Lukash, O., Zmeu, A., Radchenko, A., Liubko, M., Shumska, V., & Kirvel, I. (2026). Prostorovo-sezonna dynamika struktury pryberezhnoi alhoflory richky Snov u zoni vplyvu Sednivskoi HES: pilotne doslidzhennia [Spatial-seasonal dynamics of the riparian algal flora structure in the area of the Sedniv HPP impact on the Snov River: pilot study]. *Biota. Human. Technology*, (2), 83-93. <https://doi.org/10.58407/bht.2.26.6> (in Ukrainian)

Information about the authors:

Lukash O. [in Ukrainian: **Лукаш О.**] ¹, Dr. of Biol. Sc., Prof., email: lukash2011@ukr.net
ORCID: 0000-0003-2702-6430 Scopus-Author ID: 57202369398

Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University “Chernihiv Colehium”
53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

Zmeu A. [in Ukrainian: **Змеу А.**] ², Student, email: zmeunastya@gmail.com
ORCID: 0009-0003-5572-8066

Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University “Chernihiv Colehium”
53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

Radchenko A. [in Ukrainian: **Радченко А.**] ³, Student, email: radchenkoanna369@gmail.com

ORCID: 0009-0002-4679-6094

Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University "Chernihiv Colehium"
53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

Liubko M. [in Ukrainian: **Любко М.**] ⁴, Student, email: luibkomarina12@gmail.com

ORCID: 0009-0007-4285-2702

Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University "Chernihiv Colehium"
53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

Shumska V. [in Ukrainian: **Шумська В.**] ⁵, Student, email: viktoriausmskaa2@icloud.com

ORCID: 0009-0002-2943-0269

Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University "Chernihiv Colehium"
53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

Kirvel I. [in Ukrainian: **Кірвель І.**] ⁶, Dr. of Geogr. Sc., Prof., email: ivan.kirvel@upsl.edu.pl

ORCID: 0000-0002-8996-6789

Institute of Geography, Pomeranian University in Słupsk
27 Partyzantow Street, Słupsk, 76-200, Poland

¹ Study design, data collection, manuscript preparation.

² Data collection, manuscript preparation.

³ Data collection, manuscript preparation.

⁴ Data collection, manuscript preparation.

⁵ Data collection, manuscript preparation.

⁶ Study design, manuscript preparation.