

О. В. ПИЛИПОВИЧ¹, канд. геогр. наук, доц., **Є. А. ІВАНОВ¹**, д-р геогр. наук, доц.,
Т. І. МИКІТЧАК², канд. біол. наук, ст. наук. співроб., **В. П. ШТУПУН²**

¹Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Дорошенка, 41, м. Львів, 79000, Україна

²Інститут екології Карпат Національної академії наук України
вул. Козельницька, 4, м. Львів, 79026, Україна

E-mail: olha.pylypovych@gmail.com
eugen_ivanov@email.ua
tarasmykitchak@yahoo.com
shtupun@ukr.net

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7972-9202>
<https://orcid.org/0000-0001-6847-872X>
<https://orcid.org/0000-0003-2452-7264>
<https://orcid.org/0000-0003-4659-0379>

БУДІВНИЦТВО ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ МАЛОЇ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ: НОВІ ВИКЛИКИ ДЛЯ ДОВКІЛЛЯ

Мета. Аналіз спектру екологічних проблем і ризиків, пов'язаних із будівництвом та експлуатацією малих гідроелектростанцій (МГЕС) в Українських Карпатах.

Методи. Польові, статистичні, гідрологічні, гідроекологічні, аналіз та синтез.

Результати. Розглянуто потенційні екологічні ризики, що виникають при будівництві та експлуатації МГЕС в Українських Карпатах. Досліджено вплив Явірської МГЕС на витрати води у р. Стрий. Проаналізовано щоденні витрати води на двох гідростворах, що розташовані вище і нижче за течією від станції для маловодного (2003) і багатоводного (2008) років. Вказано основні можливі ризики при будівництві та експлуатації МГЕС для руху паводкових вод, річкових наносів, розвитку руслових деформацій тощо. Представлено різницю у витратах води між двома гідростворами і підтверджено, що у весняний період 2008 і 2003 року та осінньо-зимовий період 2003 і 2008 років спостерігали мінімальну різницю у витратах води, що пов'язано із затриманням води у водосховищі вище греблі Явірської МГЕС для максимальної генерації електроенергії. Проаналізовано вплив Явірської МГЕС на біоту р. Стрий упродовж 2014–2015 років. Отримані результати вказують, що основними негативними чинниками впливу на угруповання гідробіонтів р. Стрий є створення водосховищем лімнічних умов у континуумі річкової екосистеми, накопичення наносів і відмерлої органіки на його дні та берегах і знесення цих осадів на нижчі ділянки русла, різке обміління русла Стрия нижче греблі після закриття шлюзів у червні та гідроземельні роботи нижче греблі. Аналіз звітів з оцінки впливу на довкілля дав змогу проаналізувати основні екологічні ризики, які можливі при будівництві та експлуатації малої гідроелектростанції на р. Стрий у с. Довге Дрогобицького району Львівської області.

Висновки. Варто прописати механізм проведення оцінки впливу на довкілля, зазначити природно-географічні, гідрологічні і гідроекологічні обмеження щодо будівництва та експлуатації МГЕС. Визначити ділянки гірських («диких») річок із високими показниками цінності природних ландшафтів та заборонити на них спорудження об'єктів малої гідроенергетики.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: річка, мала гідроелектростанція, донні наноси, витрата води, біота, вплив на довкілля

Pylypovych O. V.¹, Ivanov E. A.¹, Mykitchak T. I.², Shtupun V. P.²

¹Ivan Franko National University of Lviv, Doroshenko St., 41, Lviv, 79000, Ukraine

²Institute of Ecology of the Carpathians of the NAS of Ukraine, Kozelnytska St., 4, Lviv, 79026, Ukraine

CONSTRUCTION AND OPERATION OF SMALL HYDRO POWER PLANTS IN THE UKRAINIAN CARPATHIANS: NEW CHALLENGES FOR ENVIRONMENT

Purpose. Analysis of environmental problems and risks associated with the construction and operation of small hydroelectric power facilities (SHEPP) in the Ukrainian Carpathians.

Methods. Field studies, statistical, hydrological, hydroecological, analysis and synthesis.

Results. Potential environmental risks arising from the construction and operation of SHEPP in the Ukrainian Carpathians are considered. The influence of Yavirska hydroelectric power station on water discharges in the Stryi river was investigated. The daily water discharges for the two hydraulic sections located above and below the station for low-water (2003) and high-water (2008) years are analyzed. Possible risks in the construction and operation of the hydroelectric power plant for the movement of flood waters, river sediments, the development of riverbed deformations, and others, are indicated. The difference in water discharges between the two hydrological stations is presented, and it is confirmed that in the spring of 2008 and 2003 and the autumn and winter of 2003 and 2008 minimal differences in water consumption were observed as a result of the water retention in the reservoir above the dam of Yavirska hydro power station for the maximal electrical power generation. The impact of the Yavirska SHEPP on the biota of the Stryi river during 2014–2015 was analyzed. The obtained results indicate that the main negative factors affecting the communities of river hydrobionts are the creation of reservoir of limnetic conditions in the continuum of the river ecosystem; the accumulation of sediments and dead organic matter on its bottom and banks and the demolition of these sediments on the lower sections of the channel bed; also a decrease of water in the riverbed downstream of the dam after the closure of the floodgates in June. The analysis of the environmental impact assessment reports made it possible to analyze the major environmental threats, which are possible during the building and operation of a small hydroelectric power plant on the Stryi river in the Dovhe village (Drohobych district, Lviv region).

Conclusions. To prevent the impact of the projected SHEPP in the Carpathian region it is necessary to prescribe the mechanism of carrying out the environmental impact assessment, to specify the natural-geographical, hydrological and hydro-ecological restrictions on the construction and operation of the hydroelectric power station. It is also necessary to identify sections of mountain (“wild”) rivers with high values of natural landscapes and prohibit the construction of small hydropower facilities.

KEYWORDS: river, small hydroelectric power plant, bottom sediments, water discharge, hydrobionts, environmental impact

Пыльпович О. В.¹, Иванов Е. А.¹, Мыкитчак Т. И.², Штупун В. П.²

¹Львовский национальный университет имени Ивана Франко, ул. Дорошенко, 41, г. Львов, 79000, Украина

²Институт экологии Карпат НАН Украины, ул. Козельницкая, 4, г. Львов, 79026, Украина

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В УКРАИНСКИХ КАРПАТАХ: НОВЫЕ ВЫЗОВЫ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Цель. Анализ спектра экологических проблем и рисков, связанных со строительством и эксплуатацией малых гидроэлектростанций (МГЭС) в Украинских Карпатах.

Методы. Полевые, статистические, гидрологические, гидроэкологические, анализ и синтез.

Результаты. Рассмотрены потенциальные экологические риски, возникающие при строительстве и эксплуатации МГЭС в Украинских Карпатах. Исследовано влияние Яворской МГЭС на расходы воды в р. Стрый. Проанализированы ежедневные расходы воды на двух гидростворах, расположенных выше и ниже по течению от станции для маловодного (2003) и многоводного (2008) года. Указаны возможные риски при строительстве и эксплуатации МГЭС для движения паводковых вод, речных наносов, развития русловых деформаций и др. Показана разница в расходах воды между двумя гидростворами и подтверждено, что в весенний период 2008 и 2003 году и осенне-зимний период 2003 и 2008 годов наблюдали минимальную разницу в расходах воды, что связано с задержанием воды в водохранилище выше плотины Яворской МГЭС для максимальной генерации электроэнергии. Проанализировано влияние Яворской МГЭС на биоту р. Стрый в 2014–2015 годах. Основными негативными факторами влияния на гидробионтов речки считаем создание водохранилищем лимнических условий в континууме речной экосистемы, накопление наносов и отмершей органики на его дне и берегах и снесение этих осадков на низшие участки русла, резкое обмеление русла ниже плотины после закрытия шлюзов в июне и гидроземельные работы ниже плотины. Анализ отчетов по оценке влияния на окружающую среду позволил проанализировать основные экологические риски, возможные при строительстве и эксплуатации МГЭС на р. Стрый в с. Долгое Дрогобычского района Львовской области.

Выводы. Необходимо прописать механизм проведения оценки влияния на окружающую среду, указать на природно-географические, гидрологические и гидроэкологические ограничения по строительству и эксплуатации МГЭС. Определить участки горных («диких») рек с высокими показателями ценности природных ландшафтов и запретить на них сооружения объектов малой гидроэнергетики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: река, малая гидроэлектростанция, донные наносы, расход воды, биота, влияние на окружающую среду

Вступ

У національній і регіональній про-
грамах розвитку малої гідроенергетики

зазначено, що гідроенергетичний потенціал
Українських Карпат становить 7 628,7 млн.

кВт×год/рік [1]. Високі показники сприяють розвитку малої гідроенергетики і передбачають реалізацію сотень нових проєктів МГЕС на гірських річках регіону. Українські Карпати є унікальною гірською країною, яка потребує належної охорони складових природного середовища, зокрема водних об'єктів та їх екосистем. Сучасні науково-технічні і природоохоронні дослідження у районах експлуатації МГЕС підтверджують малоефективність їхнього використання та необґрунтованість використання «зеленого тарифу». Авторами проаналізовано проблеми, які пов'язані з функціонуванням діючих МГЕС та проєктованих об'єктів, що проходять оцінку впливу на довкілля [2-8].

Відповідно до сучасної міжнародної класифікації ООН з промислового розвитку (United Nations Industrial Development Organization, UNIDO) до МГЕС відносять: мікро-станції – до 0,1 МВт (в Україні до 0,2 МВт); міні-станції – до 1 МВт; малі станції – до 10 МВт (Китай – до 50 МВт, Польща – до 5 МВт). Різницю у класифікаціях МГЕС визначають особливості природних умов, природоохоронного законодавства країн і рівень розвитку їх економіки [9].

Загалом, частка відновлюваних джерел енергії у світовому енергоспоживанні сьогодні складає близько 14 %, в Україні цей показник становить лише 3,6 %. Питом вага енергозабезпечення від МГЕС у загальному енергобалансі країни становить

лише 0,13 %. Згідно з рішенням Ради Міністрів Енергетичного Співтовариства, Україна взяла зобов'язання до кінця 2020 р. досягти рівня 11 % відновлюваної енергії в енергопостачанні країни, що стимулює подальший розвиток використання відновлюваних джерел енергії в Україні [1].

В Українських Карпатах діє 16 МГЕС, у тім числі дев'ять – у Закарпатській, п'ять – в Івано-Франківській, дві – у Львівській областях. Варто відзначити, що у минулому столітті у регіоні діяло 22 таких станції, більшість з яких функціонувала в Івано-Франківській і Львівській областях, натомість в межах Закарпатської області вони були відсутні.

У регіональних програмах розвитку малої гідроенергетики зазначено, що в межах Українських Карпат заплановано будівництво 395 МГЕС. Наприклад, такою програмою у Львівській області визначено 34 об'єкти для будівництва мікро- та міні-ГЕС загальною потужністю 1 814 млн. кВт-год [1]. Реалізацію заходів запроектовано до 2020 р. і не реалізовано, проте і не припинено (табл. 1). Сьогодні в межах Львівської області реалізують проєкти з планованої діяльності щодо будівництва семи МГЕС: Липиці (р. Дністер), Довге (р. Стрий), Борислав (р. Тисмениця); Нижня Стинава (р. Стинавка); Нижнє Синьовидне (три об'єкти, річки Стрий та Опір).

Таблиця 1

Проєктована кількість малих гідроелектростанцій в Українських Карпатах [1]

Адміністративно-територіальна область	Кількість станцій	Потужність станцій, МВт
Закарпатська	330	400
Чернівецька	12	6
Івано-Франківська	19	59
Львівська	34	24
Разом	395	489

Сучасні науково-технічні і природоохоронні дослідження у зонах впливу МГЕС свідчать про низьку ефективність їхньої експлуатації і необґрунтованість використання «зеленого тарифу». Згідно з українським законодавством лише в межах природоохоронних об'єктів заборонено будувати такі станції. Для інших ділянок річок слід

пройти процедуру оцінки впливу на довкілля (ОВД) з метою отримання дозволу на будівництво МГЕС. Зважаючи на те, що Українські Карпати є унікальним гірським утворенням, яке потребує належної охорони складових природного середовища, зокрема водних об'єктів у природоохоронне законодавство з метою збереження цінних

водних об'єктів із високою естетичною, природною і рекреаційною цінністю. Наприклад, досвід США демонструє, що окрім процедури ОВД та інших заборон, електростанції не повинні розміщуватися на річках, яким надано статус «диких» (wild) та які мають високі показники цінності природних ландшафтів чи використовують для рекреації і туризму. Такий список річок затверджено актом Конгресу США «Закон про забезпечення національної системи диких і мальовничих річок і для інших цілей» (1968) і встановлює національну систему диких річок. У 2008 р. список містив 166 ділянок річок загальною довжиною 17,7 тис. км, які захищені федеральним законом. Він оновлюється і сьогодні включає близько 20 тис. км річкової мережі [9].

Будівництво багатьох МГЕС в Українських Карпатах заплановане на територіях, включених до Смарагдової мережі України. Наприклад, дев'ять МГЕС на р. Шопурка плановані у «Долині річки Шопурка» (код об'єкту UA0000374), дві – у «Долині річки Стрий» (UA0000326), дві – у «Долині річки Опір» (UA0000325), дві – на р. Тересва, «Східний Свидовець» (UA0000259), щонайменше одна – у «Мармароські та Чивчинські гори» (UA0000117) та на територіях інших смарагдових об'єктів. Така діяльність порушує міжнародні зобов'язання України, зокрема, положення Бернської конвенції (Закон України «Про приєднання України до Конвенції 1979 року про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі», № 436/96-ВР від 29 жовтня 1996 р.) та Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат (Закон України «Про ратифікацію Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат», № 1672-IV від 7 квітня 2004 р.).

З огляду на те, що українське законодавство не передбачає збереження цінних ділянок річкової мережі, ґрунтуючись на міжнародних і вітчизняних документах природоохоронної та енергетичної сфер, а також «Методиці встановлення гідроенергетичного потенціалу річок» [10], слід враховувати такі можливі ризики при спорудженні та експлуатації малих гідроелектростанцій:

1. станції вплинуть на рух паводкових вод, особливо під час наповнення водосховищ та зумовлять затоплення поселень, доріг, комунікацій та інших об'єктів;
2. греблі зменшують швидкість потоків вище за течією і впливають на зміни лімнологічних умов впродовж 50 % часового проміжку в межах року для довжини річки більшої, ніж 30-ти кратна природна ширина водотоку. Наприклад, за ширини греблі у 30 м, зміна лімнологічних умов відбудеться вздовж 900 м вище течії від греблі. Зміна швидкостей потоку провокує зміну екологічних параметрів водойми, зокрема термічного і кисневого режимів і вплине на зміну біологічного різноманіття;
3. греблі проектуєть так, що донні наноси затримуються вище від них і не переміщуються вниз за течією без втручання людини (спорудження донних водовипусків). Це негативно впливає на морфологію русел і провокує інтенсивні вертикальну (донну) і бічну ерозії нижче за течією;
4. проект, який передбачає підвищення або укріплення одного або обох берегів чи дна русла (рісберма) нижче дамби на довжину, що перевищує подвійну природну ширину русла призводить до деградації (спрямлення русла) і посилення руслової ерозії;
5. деградація гирлових ділянок допливів і порушення зв'язку між головним водотоком та його притоками. У випадку затоплення гирлових ділянок вище греблі можливе руйнування гідрологічних зв'язків між головним водотоком і допливів;
6. можливі годинні або добові зменшення витрат води нижче греблі на 20 % від природних витрат водотоку. Вища вартість енергії у години їх пікового використання провокує операторів станцій до збільшення прибутку і формує максимальні забори води;
7. діючі і потенційні МГЕС у майбутньому унеможливають збільшення забору води для інших побутових потреб. Наприклад, якщо на річці існує водозабір, а вище за течією побудовано станцію, то через зростання обсягів випаровування з поверхні водойми зменшиться стік води, що знизить об'єми води для потреб населення. Особливо варто звертати увагу у районах із нестачею питної води;

8. у верхів'ях гірських річок, не зважаючи на значні похили русел і великий напір, відзначають малі стоки води. Використання цих водотоків доцільне виключно із врахуванням достатнього співвідношення середньорічного стоку до мінімального $Q_{\text{серед}}/Q_{\text{мін}} = 1/5-1/7$, стік у верхів'ї водотоку становить 14–20 % від загального стоку [10]. Наприклад, якщо середньорічний стік у річці складає 20 м³/с, то мінімальний – до 4 м³/с. При невідповід-

ному співвідношенні стоків будівництво МГЕС не можливе.

Загалом, оцінка впливу на довкілля з метою будівництва МГЕС повинна розширено розкривати спектр геоекологічних проблем і потребує науково-обґрунтованого підходу до їхнього вирішення, залучення спеціалістів геологів, гідрогеологів, гідрологів тощо, а також подальшого удосконалення науково-методичних рекомендацій щодо проведення такої оцінки.

Об'єкти та методи дослідження

Проблеми будівництва та експлуатації МГЕС в Українських Карпатах розглянуто на прикладі двох об'єктів (діючого і проєктованого), які розміщені на річці Стрий (басейн Верхнього Дністра), що дало змогу обґрунтувати природно-географічні і гідрологічні обмеження та екологічні ризики.

Об'єктом геоекологічного дослідження обрано діючу Явірську малу гідроелектростанцію потужністю 0,45 МВт, в околицях с. Явора Турківського району Львівської області. За результатами дослідження проаналізовано вплив МГЕС на зміни витрат води у річці, зокрема порівняно динаміку щоденних витрат води у двох гідростворах: вище за течією від станції (Завадівка) і нижче за течією (Ясениця) для малово-

дного (2003) і багатоводного (2008) років. У 2014–2015 рр. проведено цілорічні гідроекологічні дослідження впливу функціонування Явірської МГЕС на гідроекосистему р. Стрий у межах шести кілометрів вище й нижче за течією.

Іншим об'єктом геоекологічного аналізу виступила проєктована МГЕС потужністю до 2,0 МВт, в околицях села Довге Дрогобицького району Львівської області. Проаналізовано звіти з оцінки впливу на довкілля МГЕС під час її будівництва, проведення русло-регулюючих робіт та експлуатації, підготовлено відповідні зауваження і пропозиції з метою доопрацювання забудовником проєктної документації.

Результати та обговорення

Результати аналізу динаміки щоденних витрат води показали, що в осінньо-зимовий період 2003 року і літній період 2008 року у гідростворі, що вищий за течією від станції витрати води вищі, ніж у гідростворі нижче за течією (рис. 1, 2). Суттєве зменшення витрат пов'язане з тим, що суб'єкти господарювання наповнюють водосховище для генерації електроенергії і зменшують витрати води у річці Стрий нижче за течією. Відстань між гідростворами становить 24 км, на цьому відтинку у річку Стрий впадає 14 водотоків першого, 13 – другого і 8 – третього і вищого порядків, серед них такі річки як Яблунька та Ясениця. Тобто, ділянка русла має щільну гідромережу допливів і добре водозабезпечення.

Коливання витрат небезпечне для екосистеми річки і для екосистеми водосховища,

а саме для гідробіологічних і термічних умов, а також для кисневого та біопродуктивного режимів [11]. Зменшення витрат води у гірській річці має соціально-екологічні ризики тому, що басейн річки Стрий є джерелом водопостачання для побутових, промислових і рекреаційних потреб населення. З огляду на глобальні кліматичні зміни, штучне зменшення витрат води є невиправданим.

На рисунку 3 показано різницю у витратах води впродовж 2003 і 2008 років. У весняний період 2008 і 2003 рр. та осінньо-зимовий період 2003 і 2008 рр. надто мала різниця у витратах води, що пов'язано із затримкою води у водосховищі вище греблі МГЕС для максимальної генерації електроенергії.

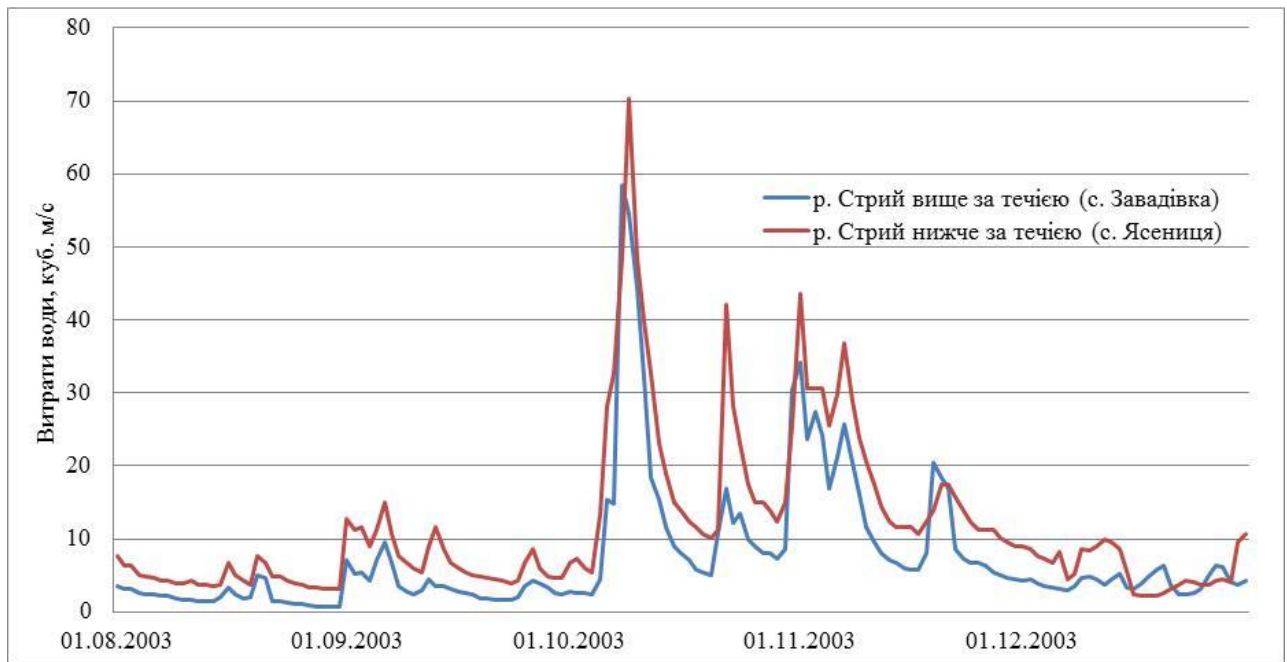


Рис. 1 – Динаміка щоденних витрат води для гідропостів, що розташовані вище і нижче за течією від Явірської МГЕС у маловодний рік

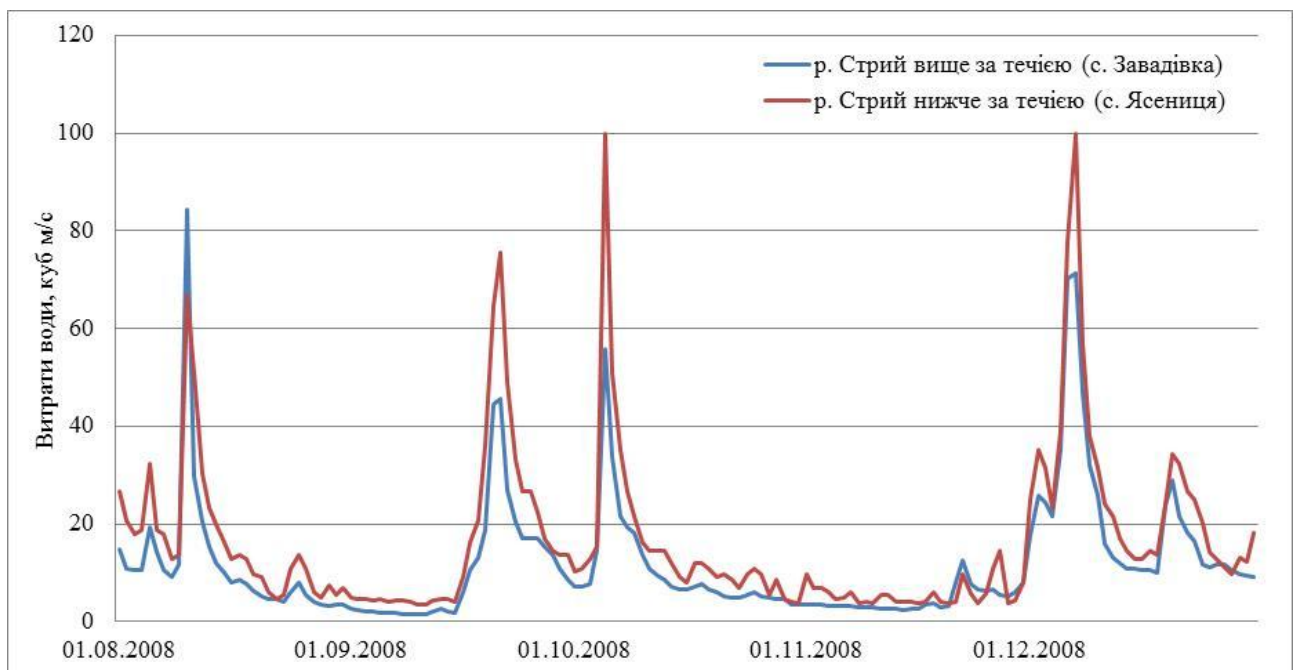


Рис. 2 – Динаміка щоденних витрат води для гідропостів, що розташовані вище та нижче за течією від Явірської МГЕС у багатоводний рік

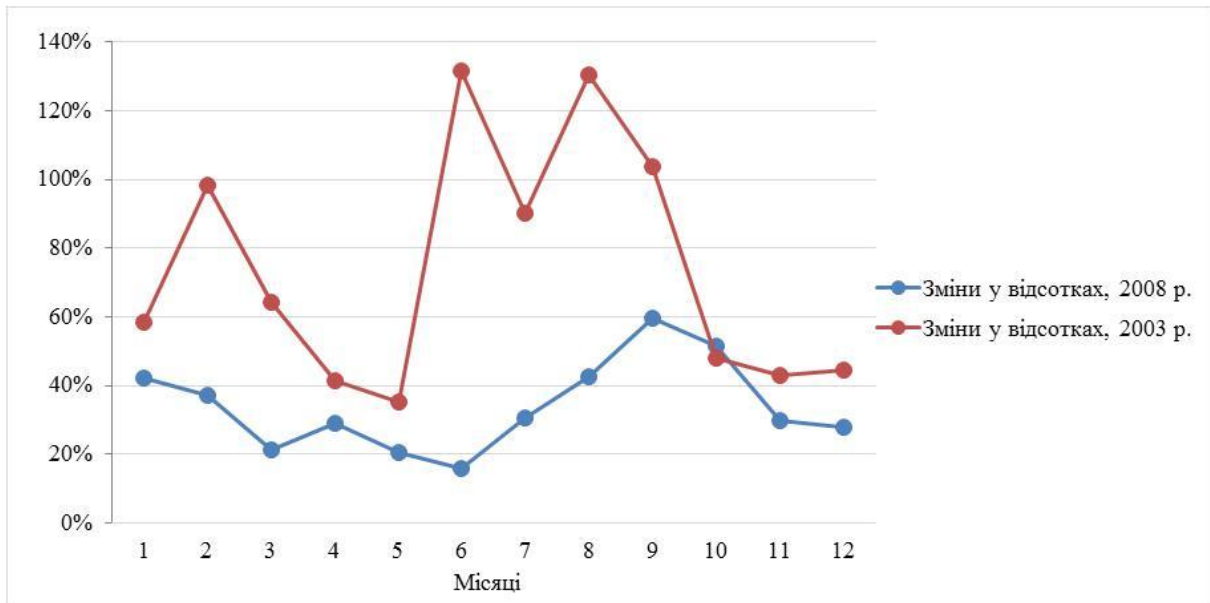


Рис. 3 – Розрахована різниця у витратах води між гідростворами для маловодного (2003) і багатоводного (2008) років

Функціонування МГЕС негативно впливає на біоту річок та їх долин, викликаючи деградацію природних екосистем та їхню докорінну перебудову на значних відтинках русел. Цілорічні гідроекологічні дослідження впливу функціонування Явірської МГЕС на гідроекосистеми р. Стрий у 2014–2015 роках у межах шести кілометрів вище й нижче за течією від водосховища показали значне зменшення біорізноманіття, чисельності та біомаси на нижніх створах ріки (у два-три рази) порівняно з верхніми, а також зниження якості води нижче греблі на одну категорію (рис. 4). Якісний склад угруповань нижніх досліджених створів змінюється на 40 % у порівнянні з верхніми [11].

Упродовж досліджуваного періоду відзначено низку негативних явищ та процесів для екосистем р. Стрий, які спричинює функціонування Явірської МГЕС, а саме:

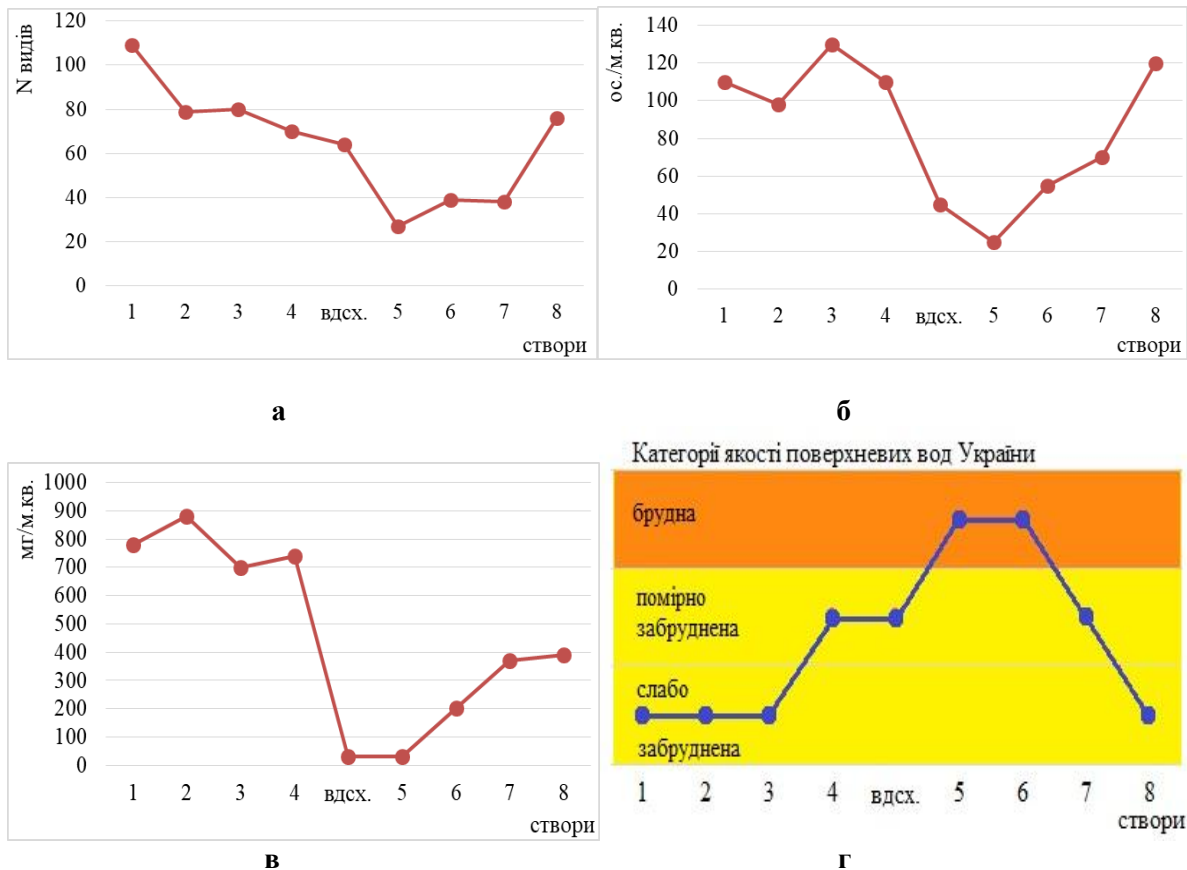
1. Утворення в зимовий період суцільного крижаного покриву та заторів криги у водосховищі та на відтинку перед ним, що унеможлиблює насичення води киснем через різке сповільнення течії та сприяє деградації зимових угруповань гідробіонтів на цьому відтинку ріки.

2. Залповий спуск вод водосховища наприкінці березня під час відкриття шлюзів-шандор перед нерестовим періодом. Наноси промиваються з ложа водосховища і

вкривають дно русла, щонайменше на відстані шести кілометрів нижче греблі, товщею 10–20 см та узбережні рослинні угруповання на урізі води товщею до 60 см і шириною до двох метрів. Під час цього за лічені дні деградують аборигенні угруповання безхребетних гідробіонтів і з них випадають веснянки, одноденки, бокоплави та інші таксони, приурочені до кам'янистого субстрату. Натомість відбувається інтенсивний розвиток олігохет, п'явок і молюсків.

3. Забір води у водосховище в червні після закінчення нерестового періоду. Внаслідок забору русло нижче греблі різко міліє. Нижче греблі в цей період середня глибина у руслі на відтинку 6 км становила 0,1 м, а температура води сягала до +29 °С, що є стресовими умовами для аборигенної гідрофауни. Такі зміни гідрологічних параметрів також зумовлюють масовий розвиток олігохет, п'явок і молюсків.

4. Цвітіння вод водосховища впродовж липня-вересня. Автори звітів ОВД щодо будівництва МГЕС на карпатських ріках заперечують можливість цвітіння товщі води у запланованих водосховищах, мотивуючи це потенційним швидким водообміном водойми. Проте основним субстратом цвітіння у цих випадках є придонна товща води у водосховищах, оскільки їх дно вкрите товстим шаром наносів і відмерлої органіки (висотою до 1,5 м для Явірської МГЕС).



а – кількість видів, відзначених упродовж року; б – середня чисельність за рік; в – середня біомаса за рік; г – середні показники якості води за індексом

Рис. 4 – Зміни в угрупованнях безхребетних гідробіонтів русла р. Стрия вище і нижче Явірської МГЕС

На дні Явірського водосховища відзначено масовий розвиток таких родів синьо-зелених водоростей, як: *Anabaena*, *Dactylococcopsis*, *Microcystis*, *Oscillatoria* та ін. Їхня чисельність впродовж липня-вересня сягала до 86 млн. клітин/дм³, а біомаса – до 54 мг/м³, що є чіткими ознаками цвітіння води.

5. Створення лімнічної водойми у річковому континуумі. Різке сповільнення течії або її відсутність у водосховищі, вкриття наносами кам'янистого субстрату дна сприяє низці негативних явищ. Чисельність дрефту безхребетних після проходження водосховища зменшується в середньому у десять разів. Таким чином, види безхребетних гідробіонтів не мають змогу мігрувати вниз за течією і заселяти русло нижче греблі, натомість осідають на дно водосховища, де потрапляють на нетиповий для них субстрат, і гинуть. Натомість у водосховищі масово розвиваються олігохети,

нетипові для гірських рік види коловерток і циклопів. Водосховище розриває річкову екосистему і сприяє деградації аборигенних угруповань гідробіонтів.

6. Інвазія чужорідних видів тварин і масових їх розвиток в акваторії в межах впливу функціонування МГЕС. Зміна типових умов існування для аборигенних угруповань гідробіонтів сприяє заселенню водних екосистем Стрия чужорідними видами. З безхребетних це, насамперед, види олігохет, п'явок, коловерток, двостулкових молюсків, веслоногих ракоподібних, двокрилих комах, які є типовими для рівнинних водойм. Масовий розвиток цих організмів спричинює конкурентне витіснення аборигенних видів гідрофауни. З-поміж риб у водосховищі домінантами за чисельністю й біомасою є інвазійні види чебачок амурський (*Pseudorasbora parva*) та ротань-головешка (*Perccottus glenii*), які знищують ікру та малька інших видів.

7. Зміна природних водних та узбережних рослинних угруповань. У водосховищі наявність значної кількості угруповань з переважанням *Myriophyllum spicatum* вказує на забруднення вод біогенними елементами. У прибережній зоні трапляються угруповання з переважанням видів-індикаторів (*Batrachium circinatum* та інших) сильно (α -мезосапробні) забруднених територій. В угрупованнях, які потрапляють у зону дії водосховища, трапляються види-індикатори високих значень рН, великого вмісту азоту та засолення ґрунту (*Typha laxmanii* (адвентивний вид для Західної України) та *Ranunculus sceleratus*). Накопичення солей може бути викликано, як затопленням ґрунтів, так і надходженням їх з річковим стоком з подальшим затриманням у донних відкладах водосховища. Зокрема, на берегах русла неподалік водосховища трапляються види-індикатори підвищеної мінералізації води (*Myriophyllum spicatum*) і прибережних ґрунтів (*Eleocharis uniglumis*). У водосховищі індикаторами мінералізації вод і донного субстрату виступають *M. spicatum* і *Polygonum amphibium*. Зміна субстрату берегів водосховища і земляні роботи нижче греблі сприяють заростання узбережних ділянок борщівником Сосновського (*Heracleum sosnowskyi*).

8. Випадання з угруповань типових великорозмірних гірських видів веснянок, одноденок, бокоплавів, волохокрильців і масовий розвиток дрібних олігохет, двокрилих комах, а також двостулкових молосків і п'явок призводить до деградації кормової бази аборигенних видів риби, пристосованих до водотоків з кам'янистим субстратом.

9. Гребля МГЕС є істотною перешкодою для міграції та обміну генофонду між популяціями аборигенних видів риби, насамперед червонокнижних яльця звичайного (*Leuciscus leuciscus*), марени звичайної (*Barbus barbus*) та марени карпатської (*Barbus carpathicus*), а також інших видів риби, розвиток і міграції яких істотно залежать від субстрату дна, швидкості течії та кисневого режиму водотоків: головня європейського (*Squalius cephalus*), підуста звичайного (*Chondrostoma nasus*), рибиця звичайного (*Vimba vimba*), форелі струмкової (*Salmo trutta*).

10. Зміна гідрологічних умов р. Стрий, вселення і масовий розвиток нетипових видів гідробионтів зумовлює спрощення типових

оселищ риби, їх деградацію і заміну на антропогенізовані біотопи.

З огляду на затверджені плани розвитку енергетики, МГЕС будуть будувати, а отже порятунком для довкілля є чіткі вимоги ОВД та контроль за їх функціонуванням. Розглянемо спектр природно-географічних і гідрологічних обмежень щодо будівництва та експлуатації об'єктів малої гідроенергетики в Українських Карпатах на прикладі досвіду формування зауважень і пропозицій до повідомлення і звіту з оцінки впливу на довкілля МГЕС в околицях села Довге Дрогобицького району Львівської області [3, 5]. На хвилі активної агітації зі сторони органів обласної і місцевої влади та приватних структур щодо «доцільності» будівництва МГЕС слід висловити й науково-обґрунтовану позицію. Аналіз цих документів дав змогу підготувати негативний висновок із застереженнями до проекту. Виокремимо окремі зауваження, які, на нашу думку, важливі і нехтування якими може спровокувати прояв небезпечних природно-антропогенних процесів у зоні впливу станції:

1. У звіті зазначено, що з русла річки Стрий з метою розчищення острова на ділянці від ПК14+40 до ПК18+40 проєктоване перекриття правобережної протоки і пропуск витрат річки по лівобережній протоці з попереднім її розширенням на 20 м. Весь гравійно-гальковий матеріал від розчищення острова в об'ємі 43,64 тис. м³ планують використати для підняття відміток внутрігосподарської дороги вздовж правого берега [3, 5]. Водночас, виконано часткове розбирання відмілини з поширенням русла у бік лівого берега до 100 м і глибиною до 1,0 м. Гравійно-гальковий ґрунт від розчищення відмілини в об'ємі 38,47 тис. м³ використають для підняття відміток внутрігосподарської дороги вздовж лівого берега [3, 5]. Разом, з річки заберуть 82,11 тис. м³ гравійно-галечникового матеріалу. Попри значні масштаби забору гравію забудовник не передбачив ризиків вертикальної і горизонтальної деформації у руслі річки вище ділянки забудови, спровокованої різким зниженням базису ерозії. З огляду на те, що ділянку русла-регулюючих робіт розташовано у зоні активних морфодинамічних процесів, тому такі великі об'єми забору гравію з русла річки спровокують вертикальні деформації русла річки Рибник (притока Стрия) та активізують гравітаційні процеси у басейні цих річок вище за течією від ділянки планованої діяльності.

2. Не відображено інформації про витрати і параметри донних наносів. Як зазначено вище, русло річки Стрий характеризується високою транспортуючою здатністю донних наносів. Це свідчить про ризики інтенсивних вертикальних і горизонтальних руслових деформацій, що можуть підсилюватися впливом поглиблення русла і проєктованого водосховища. Робити прогнози витрат донних наносів за річкою-аналогом (р. Теремля) не коректно, тому що витрата донних наносів є показником, який залежить від індивідуальних умов потоку: похилу русла, витрат води, інтенсивності горизонтальних і вертикальних деформацій, геологічної будови тощо. При масштабних русло-регулюючих роботах слід провести дослідження витрат та параметрів донних наносів і створити модель зміни вертикальних деформацій русла річки, спровоковане заборою великої кількості гравію.

3. Метеорологічну інформацію подано некоректно. Проаналізовано ряд даних лише до 2010 року, а з огляду на стрімкі зміни температурних характеристик в Україні за останнє десятиліття, ряд даних мав осягати період від 1980 до 2018 року.

4. У звіті зазначено, що заходи з русло-регулюючих робіт належать до природоохоронних заходів? Забудовник не розуміє відповідальності впливу проєкту на компоненти довкілля басейну річки. При заборі з русла річки гравійно-галечникового матеріалу (82,11 тис. м³) відбудуться колосальні зміни в якісних та кількісних параметрах компонентів довкілля у зоні впливу русло-регулюючих робіт при будівництві гідроелектростанції.

5. У зауваженнях наведено перелік ризиків для екосистем р. Стрий, згідно з результатами досліджень впливу Явірської МГЕС на річкову біоту, які матимуть місце за умови здійснення планованої діяльності. У звіті ОВД потенційні негативні та критичні впливи на річкову біоту та мешканців басейну Стрия у висновках означені як «допустимий», «мінімальний» чи «незнач-

ний» вплив, хоча мова йде про докорінну перебудову екосистем р. Стрий, деградацію популяцій значної кількості охоронюваних видів і типових гірських угруповань гідробіонтів та різке зниження якості води.

6. Зважаючи на численні неточності та недостовірності у звіті інформації, мало-ефективність пропонованої малої гідроелектростанції, екологічні ризики для водного середовища та руслово-заплавного комплексу річки, вважаємо недоцільним будівництво станції, а, отже, проведення русло-регулюючих робіт.

Зрозуміло, аналізуючи перелік природно-географічних і гідрологічних обмежень щодо будівництва та експлуатації МГЕС, ми розглядаємо й екологічні ризики як ймовірність настання небажаного (небезпечного для людини і природного середовища) процесу та його наслідків природного або антропогенного походження. Групи екологічних ризиків, які формують об'єкти гідроенергетики, висвітлено у статтях [11, 12]. Як зазначено у дослідженнях, малі гідроелектростанції матимуть низькі показники еколого-економічного ефекту та значний негативний вплив на довкілля. Незважаючи на поширені заклики щодо доцільності застосування «зеленої» енергетики, результати порівняння обсягів виробленої електроенергії з обсягами екологічних втрат не на користь будівництва станцій. Адже самі обсяги виробництва електроенергії МГЕС є незначними (потужність проєктованої станції у с. Довге лише 2,0 МВт), а їхнє розташування в межах особливо цінних природних територій Українських Карпат зумовлює значні екологічні втрати.

Варто зауважити, що в Україні немає апробованих методик щодо визначення кумулятивного впливу на довкілля кількох МГЕС на одному водотоці чи в басейні однієї ріки, тому достовірні масштаби негативних екологічних наслідків будівництва та функціонування нових МГЕС на р. Стрий та на інших ріках Карпат складно передбачити.

Висновки

З огляду на високі показники гідроенергетичного потенціалу Українських Карпат та зобов'язань досягти рівня 11 % відновлюваної енергії у енергопостачанні країни заплановано будівництво 395 МГЕС. Карпатський регіон є унікальною гірською краї-

ною і потребує належної охорони складових природного середовища, зокрема водних об'єктів. Нами проаналізовано проблеми, що пов'язані з діючою Явірською МГЕС та об'єктів, що проходять оцінку впливу на довкілля і можливо почнуть функціонувати.

Результати проведеного аналізу показали, що в осінньо-зимовий період 2003 р. та літній період 2008 р. у гідростворі, що розташований вище за течією від Явірської МГЕС витрати води у 2,5 рази вищі, ніж у гідростворі нижче за течією від станції. Це при тому, що на відтинку між гідростворами у річку Стрий впадає 37 водотоків, зокрема повноводні річки Яблунька та Ясениця. Суттєве зменшення витрат пов'язане з наповненням водосховища для генерації електроенергії станцією.

Аналізуючи звіти з оцінки впливу на довкілля для проекрованої МГЕС на річці Стрий, в околицях села Довге Дрогобицького району Львівської області, науково обґрунтовано зауваження, нехтування якими може спровокувати прояв небезпечних природно-антропогенних процесів у зоні впливу станції.

Проведення планованої діяльності будівництва МГЕС на р. Стрий, Опір, Шопурка, Тересва, Біла Тиса призведе до деградації річкових екосистем, які включені

до переліку об'єктів Смарагдової мережі України. Таким чином, екосистеми цих рік втратять свою природоохоронну цінність. Також нижче МГЕС відбувається істотне зниження біологічної якості води, що негативно вплине на водокористувачів.

Погоджуємося, за екологічно чистою електроенергією майбутнє, тому її слід впроваджувати та продовжувати стимулювати для малих приватних підприємств і домогосподарств. Однак заробляння грошей на платниках податків і нищенні унікальної карпатської природи не припустиме. Варто чіткіше прописати механізм проведення оцінки впливу на довкілля, у тім числі зазначити природно-географічні, гідрологічні і гідроекологічні обмеження щодо будівництва МГЕС. Водночас важливо визначити ділянки гірських («диких») річок із високими показниками цінності природних ландшафтів, які активно використовують для рекреації і туризму та заборонити на них спорудження об'єктів малої гідроенергетики.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагиат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Література

1. Вовчак В., Тесленко О., Самченко О. Мала гідроенергетика України. Т. І. Аналітичний огляд. 2018. URL: <http://energyukraine.org/wp-content/uploads/2018/05/Otchet-MGES1.pdf>
2. Науково-методичні рекомендації щодо підготовки звіту ОВД при будівництві малої ГЕС (Методичний посібник) / за ред. С. О. Афанасьєва. Київ, 2019. 94 с.
3. Звіт з оцінки впливу на довкілля № 20181252331/8907 від 26.02.2019 р. Єдиний Реєстр ОВД. URL: <http://eia.menr.gov.ua/places/view/2331#wrap-table>
4. Звіт оцінки впливу на довкілля № 2018614992 від 31.07.2018 р. Єдиний Реєстр ОВД. URL: <http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/992/reports/fbbe9306214702534dc15324645bbf61.pdf>
5. Звіт оцінки впливу на довкілля № 20191024604 від 02.12.2019 р. Єдиний Реєстр ОВД. URL: <http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/4604/reports/05ea941992758231a475746e9ad6f7e4.pdf>
6. Пилипович О. В., Ковальчук І. П. Геоекотологія річково-басейнової системи верхнього Дністра. Львів-Київ: ЛНУ ім. І. Франка, 2017. 284 с.
7. Павелко А., Сиротюк М. Екологічні ризики в гідроенергетиці. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр.* 2014. Вип. 45. С. 178–184. URL: <http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/geography/article/view/1163>
8. Wytuczne do uwarunkowan rozwoju hydroenergetyki w obszarze dzialania RZGW w Krakowie / red. G. Mazurkiewicz-Boroń. Krakow, 2010. URL: http://www.krakow.rzgw.gov.pl/wodypolskie_old/
9. National Wild and Scenic Rivers System. URL: <https://rivers.gov/alaska.php>
10. Ободовський О., Данько К., Почаєвець О., Ободовський Ю. Методика встановлення гідроенергетичного потенціалу річок (на прикладі річок Українських Карпат). *Вісн. Київ. націон. ун-ту ім. Т. Шевченка.* 2016. Вип. 1 (64). С. 5–12. <http://doi.org/10.17721/1728-2721.2016.64.1>
11. Микітчак Т. І., Штупун В. П. Вплив функціонування Явірської ГЕС на угруповання безхребетних гідробіонтів р. Стрий (Українські Карпати). *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол.* 2017. Вип. 76. С. 77–86. URL: <http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/biology/article/view/8012>

12. Пилипович О., Іванов Є. Природно-географічні і гідрологічні обмеження щодо будівництва об'єктів малої гідроенергетики в Українських Карпатах. *Міждисциплінарні інтеграційні процеси у системі географічної та екологічної науки: матер. міжнарод. наук.-практ. конф.* Тернопіль, 2019. С. 106–109.

References

1. Vovchak V., Teslenko O., Samchenko O. (2018). Small hydropower Ukraine. Analytical Review. Vol. 1. Retrieved from <http://energyukraine.org/wp-content/uploads/2018/05/Otchet-MGES1.pdf> (in Ukrainian).
2. Afanasyev, S. O. (Ed.). (2019). Scientific and methodological recommendations for the preparation of the EIA report for the construction of a small hydroelectric power station (Methodical manual). Kyiv (in Ukrainian).
3. Environmental Impact Assessment Report No. 20181252331/8907. (2019). Unified Register of EIA. Retrieved from <http://eia.menr.gov.ua/places/view/2331#wrap-table> (in Ukrainian).
4. Environmental Impact Assessment Report No. 2018614992. (2018). Unified Register of EIA. Retrieved from <http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/992/reports/fbbe9306214702534dc15324645bbf61.pdf> (in Ukrainian).
5. Environmental Impact Assessment Report No. 20191024604. (2019). Unified Register of EIA. Retrieved from <http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/4604/reports/05ea941992758231a475746e9ad6f7e4.pdf> (in Ukrainian).
6. Pylypovych, O. V. & Kovalchuk, I. P. (2017). Geoecology of the Upper Dniester River Basin System. Lviv-Kyiv: LNU (in Ukrainian).
7. Pavelko, A., & Syrotyuk, M. (2014). Environmental risks in hydropower industry. *Visnyk of L'viv University. Series Geography*, (45), 178–184. Retrieved from <http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/geography/article/view/1163> (in Ukrainian).
8. Mazurkiewicz-Boroń G. (Ed.). (Wytyczne do uwarunkowan rozwoju hydroenergetyki w obszarze dzialania RZGW w Krakowie. Krakow. Available at: http://www.krakow.rzgw.gov.pl/wodypolskie_old (in Poland).
9. National Wild and Scenic Rivers System. Retrieved from <https://rivers.gov/alaska.php>.
10. Obodovsky, O., Danko, K., Pochayets, O., & Obodovsky, Y. (2016) Methods of establishing the hydropower potential of rivers (on the example of the rivers of the Ukrainian Carpathians). *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geography*. 1 (64), 5–12. <http://doi.org/10.17721/1728-2721.2016.64.1> (in Ukrainian).
11. Mykytchak, T. I., & Stupun, V. P. (2017). Influence of functioning of Yavirskaya hydroelectric power plant on the grouping of invertebrate hydrobionts of the river Stryi (Ukrainian Carpathians). *Visnyk of L'viv University. Biological Series*, (76), 77–86. Retrieved from <http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/biology/article/view/8012> (in Ukrainian).
12. Pylypovych, O., & Ivanov, E. (2019). Natural-geographical and hydrological restrictions on the construction of small hydropower facilities in the Ukrainian Carpathians.. *Proceedings of the international scientific-practical conference dedicated to the 25th anniversary of the opening of the specialty "Ecology" at Ternopil National Pedagogical University: Interdisciplinary Integration Processes In The System Of Geographical And Ecological Science*, Ternopil, 106–109. (in Ukrainian).

Надійшла до редколегії 04.05.2020

Прийнята 22.05.2020