

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ МАЛИХ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ²

*О. М. Маценко, канд. екон. наук, доцент;
С. І. Німко, аспірант;
Д. М. Овчаренко, аспірант,
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна*

У статті розглянуто вплив малої гідроенергетики на навколишнє середовище та господарську діяльність. Запропоновано методика оцінки еколого-економічної ефективності функціонування малих гідроелектростанцій.

Ключові слова: *мала гідроелектростанція, гідроенергетика, еколого-економічна ефективність, біорізноманіття, зарегульовані річки.*

ВСТУП

Після прийняття 25 вересня 2008 року Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення «зелених» тарифів», що зобов'язує постачальні енергокомпанії купувати за фіксованими тарифами електроенергію, вироблену за допомогою альтернативних джерел енергії, приватні енергокомпанії проявили значний інтерес до цієї сфери, як до об'єкта інвестування. Через значний строк експлуатації, досить невеликі капіталовкладення в будівництво та незначні експлуатаційні витрати особливо привабливими для приватних інвесторів стали малі ГЕС. Сьогодні на території України діють 71 мала гідроелектростанція (роботу 52 з яких відновлено на протязі останніх 10 років) загальною встановленою потужністю 72 МВт, що виробляють 275-400 млн кВт год. електроенергії на рік. Але в останні два роки в вітчизняній пресі можна все частіше зустріти критику на адресу малих ГЕС щодо їх негативного впливу на екосистему та господарську діяльність місцевого населення. Та незважаючи на це українська влада планує подальший розвиток малих ГЕС не маючи ні розробленого методичного підходу до еколого-економічної оцінки доцільності роботи певної гідроелектростанції, ні чіткого механізму державного контролю її функціонування.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Питанням негативного впливу функціонування малих гідроелектростанцій на навколишнє середовище та господарську діяльність населення, а також економічної доцільності розвитку таких джерел електроенергії присвячені роботи закордонних та вітчизняних вчених Е. Андерсона, С. Нильсона, Р. Янссона, В. Ярдли, Т. Аббаси, Ф. А. Стенфорда, Р. А. Бодали, Д. М. Розенберга, В. М. Каргієва, Л. В. Нефедовой, В. А. Ясинського, Н. І. Коронкевича, С. О. Подольського та інших.

Матеріал підготовлено та публікується у рамках НДР (№ г/р 0111U003566)

Проте низка проблем, пов'язаних з відсутністю методичних підходів щодо еколого-економічної оцінки ефективності функціонування малих гідроелектростанцій та механізму державного регулювання їх роботи зумовлюють необхідність подальших досліджень.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Стратегічні плани розвитку малої гідроенергетики в Україні, оприлюднені в «Енергетичній стратегії України до 2030 року» (збільшення встановленої сумарної потужності малих ГЕС з 72 до 1140 МВт), передбачають зарегулювання майже всіх малих річок Західної та Центральної України. Зважаючи на таку значну кількість запланованих до будівництва малих гідроелектростанцій необхідно визначити всі негативні наслідки та доцільність введення їх в експлуатацію для національного господарства в умовах стратегії сталого розвитку. Зважаючи на це метою статті є:

- 1) дослідження еколого-економічних факторів на які впливає спорудження гідроелектростанцій дериваційного та дамбового типу на малих річках;
- 2) формування методичного підходу до оцінки ефективності функціонування малої ГЕС.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Завдяки наявності досить розгалуженої річкової системи на території України, що налічує більш ніж, 63 тис. малих річок та водотоків загальною площею 135,8 тис. км, мала гідроенергетика має значний енергетичний потенціал, який оцінюється в 3750 млн кВт год. або 1387,6 тис. т. у. п. [1]. Бажання зменшити енергозалежність української економіки від поставок енергоносіїв з сусідніх країн спонукало владу до створення умов для освоєння цього енергетичного потенціалу приватними енергокомпаніями. Введені в дію податкові пільги для енергокомпаній, що працюють з альтернативними джерелами енергії, відміна оподаткування на обладнання відновлюваних джерел енергії, а також впровадження «зеленого» тарифу роблять малі гідроелектростанції одними з найбільш інвестиційно привабливих в енергетиці (табл. 1). Зазвичай строк окупності малої ГЕС не перевищує 5 років при економічно доцільному строку експлуатації в 30 років.

Зважаючи на те, що більшість існуючих на сьогоднішній день в Україні малих гідроелектростанцій збудовано на існуючих гідровузлах, де вартість будівництва не перевищує 1100-1800 долл. США за 1 кВт потужності, термін окупності таких ГЕС зменшується до 3-4 років [3]. Отже, можна стверджувати, що деякі енергокомпанії дуже зацікавлені в подальшому розвитку малої гідроенергетики.

Головним аргументом щодо доцільності масового будівництва малих гідроелектростанцій на річках України як з боку центральної влади, так і з боку зацікавлених енергокомпаній є твердження про майже повну екологічну безпеку цих споруд. Дійсно, якщо порівнювати малі ГЕС з іншими видами електрогенеруючих станцій за кількістю шкідливих викидів в атмосферу вони виглядають набагато екологічно «чистішими» (табл. 2).

Таблиця 1-Економічні показники будівництва, експлуатації та окупності різних видів електростанцій, приведених до потужності 1000 МВт [2]

Тип електростанції	Будівництво		Експлуатація		Вивід з експлуатації		Загальні витрати	Строк окупності, роки
	Строк, роки	Вартість, млрд дол. США	Строк, роки	Вартість, млрд дол. США	Строк, роки	Вартість, млрд дол. США		
Комплекс вітрових електростанцій	2,0	3,6	20,0	0,2	1,0	0,3	4,1	3,5-6,0
Комплекс сонячних електростанцій	2,0	14,3	10,0	0,2	0,1	0,5	15,0	>20,0
Комплекс малих ГЕС	3,0	3,5	50,0	0,5	1,0	1,0	4,8	5,0
Атомна електростанція	13,0	5,0-8,0	29,0	1,2	50,0-130,0	3,0-5,0	9,2-14,2	15,0-20,0
Парогазова електростанція	2,0	0,7	30,0	2,0	0,8	0,4	3,1	4,8
Газомазутна електростанція	2,0	1,1	30,0	2,8	0,8	0,4	4,3	5,7
Вугільна електростанція	2,0	1,3	30,0	3,2	1,0	0,9	5,4	7,3

Таблиця 2 – Емісія різних електростанцій по повному циклу виробництва електроенергії (г/кВт год) [4]

Викиди	Малі ГЕС	Великі ГЕС	Сонячні фото-електростанції	Вугільні електростанції	Газомазутні електростанції
CO ₂	11,6	9	98-167	1026	402
SO ₂	0,024	0,03	0,20-0,34	1,2	0,2
NO _x	0,006	0,07	0,18-0,30	1,8	0,3

Дослідження проведені іспанською асоціацією відновлюваної енергетики показали, що виробництво 1 кВт год. електроенергії малими ГЕС в цілому в 31 раз більш екологічно «чисте», ніж 1 кВт год. електроенергії вироблене на ТЕС [5].

Незважаючи на таку екологічну та комерційну привабливість малої гідроенергетики в Україні існує сукупність негативних наслідків від її впровадження, що ставить питання про доцільність розвитку цього напрямку енергетики (рис. 1).

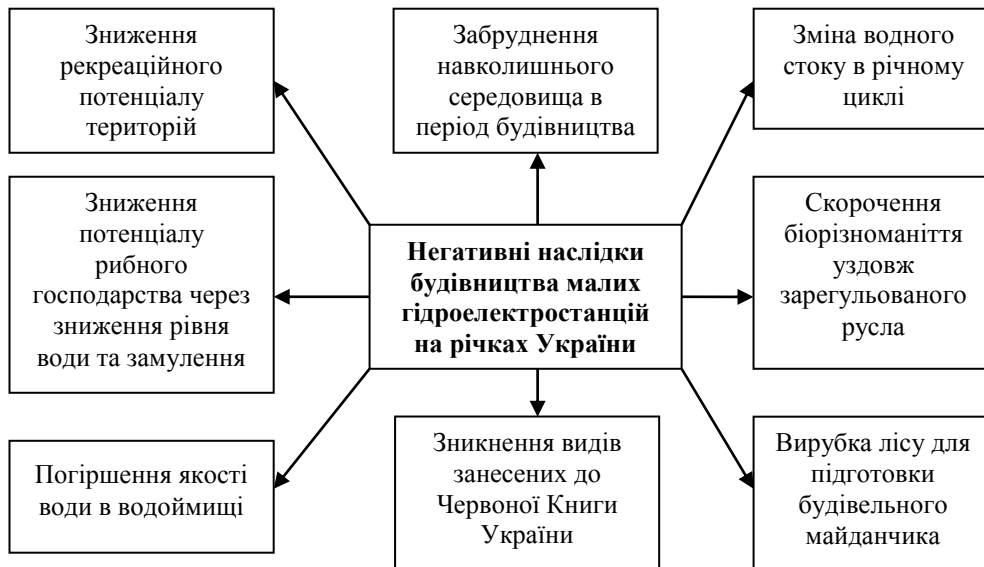


Рисунок 1 – Негативні наслідки будівництва малих гідроелектростанцій на річках України

Дослідження проведені В. А. Бринихом щодо будівництва каскаду малих ГЕС на р. Адир-Су показали, що ще на етапі будівельно-монтажних робіт має негативний вплив на навколишнє середовище, а саме [6]:

- тимчасове вилучення земель під будівельні майданчики для будівництва гідротехнічних споруд, траси і для будівництва виробничих автодоріг;
- знищення лісу на схилах при вибірці ґрунту;
- порушення цілісності надр при прокладанні в них дериваційного тунелю, будівництві гідротехнічних споруд;
- утворення в ході будівництва виробничих відходів у вигляді витягнутої породи;
- зміна якості води річок (збільшення вмісту завислих речовин) при будівництві водозаборів і тимчасових гребель;
- забруднення атмосферного повітря при роботі автотранспортної техніки та роботі установок, проведенні буро-вибухових робіт;
- забруднення водотоків стічними водами від будівельних містечок;
- втрата середовища існування об'єктів тваринного світу та порушення шляхів міграцій внаслідок відчуження земель під будівельні майданчики.

Через зарегулювання малих річок та зменшення водного потоку у випадку будівництва нових малих гідроелектростанцій перед місцевими громадами стає загроза зменшення чи повного зникнення туристичного потоку, що подекуди є єдиним способом заробітку для населення. Особливо актуальна ця загроза для Карпат, де згідно «Програми енергозбереження та енергозабезпечення на період до 2015 року», розробленої на замовлення Закарпатської облдержадміністрації, заплановано будівництво 330 малих ГЕС [7]. Масове будівництво МГЕС на малих річках Карпат повністю знищить сферу водного туризму (рафтинг, гребний слалом та інші) та скоротить обсяги зеленого туризму, що приносять прибутки в розмірі 57,5 млн долл. США на рік. Яскравим прикладом негативного впливу

спорудження малих ГЕС на туристичну сферу регіону стало будівництво дериваційної гідроелектростанції на р. Білий Черемош (територія Бистрецької сільради). До будівництва гідроелектростанції цю місцевість відвідували 20 тис. туристів лише в період травневих свят. Але в минулому році, після закінчення будівництва малої ГЕС, сюди не завітала жодна туристична група, адже річка придатна для туристичних сплавів перетворилася на струмок [8].

Також зарегулювання малих річок має негативний вплив на рибне господарство. Так дослідження Дж. Хенриксона довели, що спорудження малих гідроелектростанцій на гірських річках призводить до повного зникнення осетрових і лососевих риб, через замулення водоймищ та зменшення рівня води в них, а також заняття їх ніші озерними видами (найчастіше щукою та окунем) [9]. Отже, будівництво гідроелектростанцій на річках Карпат ставить під загрозу вільні шляхи міграції до нерестилищ, природні нерестилища та місця нагулу рідкісних, зникаючих та занесених до Червоної книги України видів риб (такими видами є стерлядь прісноводна, дунайський лосось, харіус європейський, марена, струмкова форель та інші) та видів, які на території України зустрічаються лише в Закарпатському регіоні (ялець андруга європейський (закарпатський), мінога угорська), що в загальному є унікальною національною цінністю фауни України.

Особливістю зарегульованих малих річок є те, що рівень води в них коливається в залежності від потреб ГЕС. Найчастіше такі коливання відбуваються щоденно в межах 1 метра (рис. 2). Береги річки стають крутими і вузькими, а складові їх речовини (пісок, глина і ін) регулярно вимиваються [10]. Як результат відбувається замулення річки, а також прибережна рослинність уздовж руслових водосховищ часто утворює вузьку смугу без ознак зональності близько самого високого рівня води, а внизу зрідка можна виявити болотні і водні рослини.

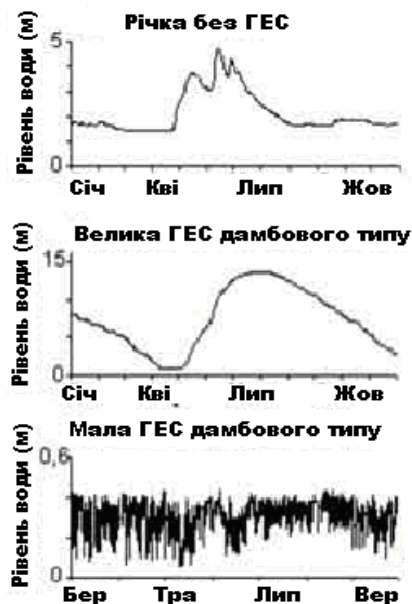


Рисунок 2 – Коливання рівня води на зарегульованих та незарегульованих річках на протязі року [13]

Також в значній мірі від зарегульованості річки залежить біорізноманіття видів нижче рівня гідроелектростанції (нижній б'єф). Так, наприклад, зарегулювання малої річки призводить до того, що площа рослинного покриву після гідроспоруд скорочується в середньому з 42 % від площі берегової зони до 2 % [11], без найменших ознак відновлення, а площа рослинного покриву з трав і чагарників падає приблизно з 50 до 30 % площі берегової зони. Таким чином, вплив малих гідроелектростанцій на біорізноманіття прибережних рослин зберігається приблизно 70 років після його початку, і можливо, є необоротним [12].

Проаналізувавши основні негативні наслідки впливу малих гідроелектростанцій на навколишнє середовище та господарську діяльність важливим є формування методичного підходу до оцінки еколого-економічної ефективності їх функціонування, що враховував би перелічені вище фактори. Тим паче, що до теперішнього часу не розроблено такої методики, а при експертній оцінці найчастіше користуються методиками розробленими для великих ГЕС [14].

Необхідною умовою реалізації проекту спорудження малої гідроелектростанції є:

$$k_{ef} = \frac{D_{en}}{B_{в.з.}} \geq 1, \quad (1)$$

де k_{ef} – коефіцієнт еколого-економічної ефективності функціонування МГЕС;

D_{en} – сумарний дохід від виробництва електроенергії за весь період функціонування малої гідроелектростанції, грн:

$$D_{en} = t_p \cdot (8760 - t_{np}) \cdot P_{ном} \cdot k_{кнд} \cdot T_{зел}, \quad (2)$$

де $t_p=30$ – економічно доцільний період експлуатації гідроагрегатів, років;

t_{np} – кількість часу на рік, коли мала гідроелектростанція не працює через брак води, погодні умови чи через планові ремонти, годин;

$P_{ном}$ – встановлена сумарна потужність всіх гідроагрегатів малої ГЕС, кВт;

$k_{кнд}$ – коефіцієнт приведення до реальної потужності, що залежить від швидкості течії, зазвичай коливається в рамках 0,65-0,95;

$T_{зел}$ – ставка «зеленого» тарифу, грн/кВт год.

$B_{в.з.}$ – сумарні витрати на будівництво та експлуатацію гідроспоруд, а також витрати пов'язані з компенсацією збитків природним об'єктам та господарській діяльності, млн грн:

$$B_{в.з.} = B_{буд} + B_{екс.} + B_{стр} + 3_{нфг.д.}, \quad (3)$$

де $B_{буд}$ – сумарні витрати на проведення дозвільних процедур та виконання будівельно-монтажних робіт, млн грн;

$B_{екс.}$ – сумарні поточні витрати за весь період експлуатації гідроелектростанції на виконання планових та аварійних ремонтів, періодичну чистку русла, підготовку гідроспоруд до зими та інше, млн грн;

$B_{стр}$ – витрати на страхування гідроспоруд від прориву та затоплення об'єктів господарського призначення нижче за течією, млн грн;

$Z_{нф.г.д}$ – збитки нанесені природному фонду та господарській діяльності функціонуванням малої гідроелектростанції:

$$Z_{нф.г.д} = Z_{рек} + Z_{риб}. \quad (4)$$

$Z_{рек}$ – збитки від погіршення чи знищення рекреаційної зони:

$$Z_{рек} = \sum_{i=1}^n Z_p + P_n + P_l, \quad (5)$$

де Z_p – збитки об'єкта рекреаційної зони та недоотриманий прибуток від рекреаційної діяльності внаслідок функціонування гідроспоруди, млн грн;

i – кількість об'єктів рекреаційної зони;

P_n – витрати на відновлення ресурсів природного походження, млн грн;

P_l – витрати на відновлення ресурсів антропогенного походження, млн грн.

$Z_{риб}$ – збитки рибному господарству, млн грн:

$$Z_{риб} = \sum_{i=1}^n (N_i \cdot B_i + \sum_{p=1}^5 N_p \cdot B_p), \quad (6)$$

де N_i – прямі збитки рибному господарству від зменшення чисельності риби i -го виду в натуральному вираженні, т (од.);

B_i – вартість 1 т (од.) риби i -го виду;

N_1 – збитки від втрат потомства в натуральному вираженні, т;

N_2 – збитки від загибелі кормових організмів для планктону в натуральному вираженні, т;

N_3 – збитки від загибелі кормових організмів для бентосу в натуральному вираженні, т;

N_4 – збитки від втрат нерестовищ в натуральному вираженні, т;

N_5 – збитки від втрати потомства в натуральному вираженні, т.

ВИСНОВКИ

Отже, проведені дослідження показали, що не зважаючи на аргументи центральної влади та приватних енергокомпаній, які зацікавлені в розвитку малої гідроенергетики через її надприбутковість в сучасних умовах, щодо її користі для національної економіки та екологічної безпеки малих ГЕС не зовсім відповідають дійсності. Було визначено ряд негативних наслідків від будівництва малих гідроелектростанцій, а саме: зниження водного стоку в річному циклі, зниження туристичного потоку до рекреаційних зон, зникнення лососевих та осетрових видів риб в гірських річках Карпат через замулення, значне скорочення біорізноманіття берегової рослинності нижче за течією та інше. Крім того, було встановлено, що малі гідроелектростанції досить не ефективні, адже питома затоплюваність (га/кВт) у них в 3–10 разів вища, ніж у великих ГЕС. Отримані результати ставлять під питання доцільність масового впровадження малих гідроелектростанцій в Україні. Тому в подальшому планується більш детально проаналізувати вплив МГЕС на екосистему та господарську діяльність і розробити механізм державного контролю за їх функціонуванням.

SUMMARY

METHODIC BASIS OF EVALUATION OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF SMALL HYDROPOWER PLANTS

O. Matsenko, S. Nimko, D. Ovcharenko,

Sumy State University,

2, Rimskogo-Korsakova Str., 40007, Sumy, Ukraine

The article considers the influence of small hydropower plants on the environment and economic activity.

The authors offer the method of estimation of environmental and economic efficiency of small hydropower plants.

Keywords: *small hydropower plant, hydropower, environmental and economic efficiency, biodiversity, overregulated rivers.*

РЕЗЮМЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАЛЫХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

О. М. Маценко, С. І. Нимко, Д. М. Овчаренко,

Сумський державний університет,

ул. Римського-Корсакова, 2, г. Суми, 40007, Україна

В статтю розглянуто вплив малої гідроенергетики на оточуючу середовище та господарську діяльність. Предложена методика оцінки еколого-економічної ефективності функціонування малих гідроелектростанцій.

Ключевые слова: *малая гидроэлектростанция, гидроэнергетика, эколого-экономическая эффективность, биоразнообразие, зарегулированные реки.*

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Проблемы восстановления и развития малой гидроэнергетики Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://prodex.dn.ua/article/16>
2. Лаврентьев Н. А., Белорусская ветроэнергетика – реалии и перспективы / Н. А. Лаврентьев, Д. Д. Жуков // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://esco-ecosys.narod.ru/2007_1/art93.htm
3. Васильев Ю. С. Оценки ресурсов возобновляемых источников энергии в России / Ю. С. Васильев, П. П. Безруких, В. В. Елистратов, Г. И. Сидоренко. – СПб. : Изд-во Политехн. ун., 2009. – 250 с.
4. Прошкина И. П. Малая ГЭС – экологически чистый способ получения энергии / И. П. Прошкина // Возобновляемая энергия. - 2002. - № 1 - С. 8-13.
5. Möllersten V. Vattenkraftsutbyggnad i små vattendrag. Swedish Society for the Conservation of Nature / V. Möllersten. – Stockholm, 1998. – P. 7-10.
6. Бриних В. А. Особое мнение к протоколу предварительного согласования участка под строительство каскада малых ГЭС на реке Адыр-Су о правовых основаниях строительства, негативном влиянии малых ГЭС, проектируемых к строительству на территории национального парка «Приэльбрусье» на окружающую среду, о видах воздействия на компоненты природной среды и предварительных расчетах прямого ущерба в результате реализации проекта / В. А. Бриних // Тематическое сообщество по вопросам больших плотин [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://russiandams.ru/sites/russiandams/files/review-page/files/brinih.doc>
7. Гидробум [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://esco-ecosys.narod.ru/2012_5/art237.htm
8. Карпаты: для всех или для малой энергетики? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://esco-ecosys.narod.ru/2012_8/art200.htm
9. Henricson J. Stream regulation in Sweden with some examples from central Europe The ecology of regulated streams / J. Henricson, K. Müller. – Plenum Press, New York, 1979. – P. 183-199.
10. Bednarek A. T. Undermining rivers: a review of the ecological impacts of dam removal / A. T. Bednarek // Environmental Management. – 2001. – N 27. – P. 803-814.

11. Nilsson C. Long-term responses of river-margin vegetation to water-level regulation / C. Nilsson, R. Jansson // *Science* 276, 1997. – P. 798-800.
12. Jansson R. Effects of river regulation on river-margin vegetation: a comparison of eight boreal rivers / R. Jansson, C. Nilsson, M. Dynesius // *Ecological Applications* 10, 2000. – P. 203-224.
13. Jansson R. The biological cost of hydropower / R. Jansson. – Umea, 2002. – 10 p.
14. Abbasi T. Small hydro could add up to big damage / T.Abbasi, S.Abbasi // *Science & Technology for Development News & Analysis* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://scidev.net/en/opinions/small-hydro-could-add-up-to-big-damage-1.html>

Надійшла до редакції 28 листопада 2013 р.