

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 004.942 ; 626/627 ; 504.05

Д.В. СТЕФАНИШИН, Ю.С. ВЛАСЮК

ДО ПИТАННЯ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ВОДНОЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАЛИХ І ВЕЛИКИХ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ УКРАЇНИ У СКЛАДІ ГІДРОВУЗЛІВ З ВОДОСХОВИЩАМИ

***Анотація.** Наведено результати порівняльного аналізу водноенергетичних характеристик малих і великих гідроелектростанцій України, розміщених у складі гідровузлів з водосховищами. В якості розрахункових характеристик при аналізі розглядалися: встановлена потужність гідроелектростанцій та виробіток електроенергії на них, площа водосховищ і розрахунковий напір, та різні співвідношення між ними. Серед об'єктів представлено десять великих і сорок малих гідроелектростанцій. Проаналізовано залежності абсолютних і питомих значень площ водосховищ та розрахункових напорів від встановленої потужності і очікуваного виробітку електроенергії на гідроелектростанціях в контексті їх можливого впливу на довкілля.*

***Ключові слова:** водноенергетичні характеристики, водосховища, великі і малі гідроелектростанції, довкілля, порівняльний аналіз.*

Вступ

В останні роки, завдяки «зеленому» тарифу, мала гідроенергетика в Україні демонструє достатньо стабільне нарощування встановленої потужності і кількості малих гідроелектростанцій (МГЕС) (табл. 1). Значної питомої ваги в загальному енергобалансі країни (лише близько 0,15%) вона при цьому не набула і реально не може впливати на умови енергозабезпечення навіть в окремих регіонах [1-3]. Однак, своїм стихійним та необґрунтованим розвитком, який не супроводжувався належними науковими та технічними дослідженнями стану гідроенергетичної галузі як в цілому [4, 5], так і аналізом впливу МГЕС на довкілля зокрема [6, 7], мала гідроенергетика призвела до ряду соціально-екологічних проблем, без вирішення яких під питанням не лише її майбутнє, а й майбутнє великої гідроенергетики в країні. Остання ж, на відміну від малої, наразі відіграє надзвичайно важливу роль практично єдиного аварійного резерву у вітчизняній об'єднаній енергосистемі [8, 9].

Таблиця 1 – Динаміка введення МГЕС в Україні в 2009-2017 рр. [1, 2]

Показник	Роки								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Встановлена потужність МГЕС, МВт	49,2	62,6	70,8	73,5	75,3	79	82,2	85,5	94,6
Кількість МГЕС	46	60	72	80	90	98	111	123	136

1. Загальний огляд проблеми

Як відомо, терміном «малі гідроелектростанції» (МГЕС) у світі прийнято називати гідроенергетичні установки малої потужності (до 5-30 МВт) [9, 10]. В Україні до МГЕС відносять гідроелектростанції (ГЕС) потужністю до 10 МВт. Серед них гідроустановки зі встановленою потужністю до 0,2 МВт прийнято виділяти в категорію мікро ГЕС, до 1 МВт – міні ГЕС, від 1 до 10 МВт – власне малих ГЕС. Саме через малу потужність гідроустановок в професійному середовищі гідроенергетиків існує думка [3, 9, 11-15], що МГЕС суттєво не можуть впливати на довкілля і є екологічно і соціально безпечними, в порівнянні з великими ГЕС. Єдиним недоліком МГЕС вважають лише значно більші капіталовкладення в одиницю встановленої потужності [6] (рис. 1), що, до речі, може негативно впливати на інвестиційну привабливість подібних гідроенергетичних проектів в умовах нашої країни за відсутності «зеленого» тарифу. Серед інших переваг МГЕС перед великими ГЕС виділяють також таке: порівняно невеликий об'єм загальних інвестицій і більш короткий термін будівництва станцій, можливість використовувати гідроенергетичний потенціал численних малих річок та приток, близькість до індивідуального споживача, можливість забезпечення електропостачання віддалених від загальних електромереж поселень тощо [3, 9-15].

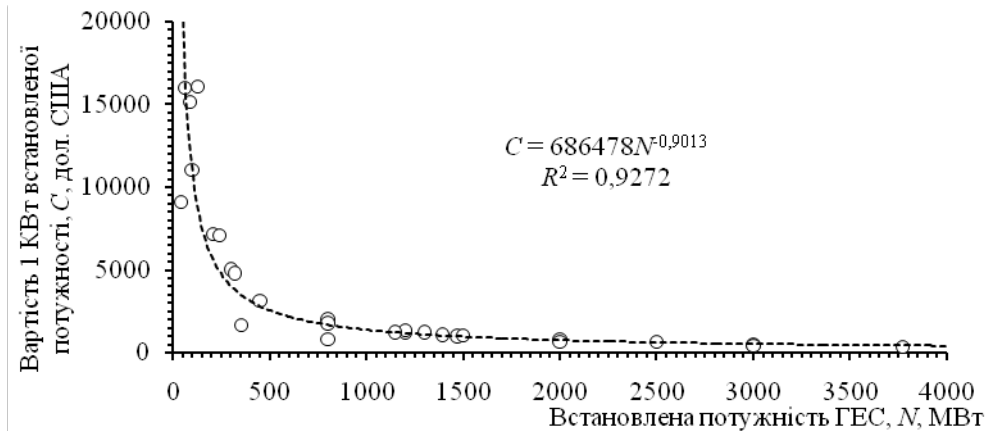


Рисунок 1 – Залежність вартості 1 кВт встановленої потужності на ГЕС від загальної їх встановленої потужності N , МВт (за даними [16])

Втім, незважаючи на привабливість гідроенергетики, в багатьох країнах світу, особливо тих, що сповідують сталий розвиток і екологічні пріоритети, подальший розвиток гідроенергетики, як великої, так і малої, починаючи з кінця минулого століття, почав обмежуватися [17-19]. Посилилась увага до соціально-екологічних проблем, які гідроенергетика, так чи інакше, спричинює [20]. Симптоматично, що ці обмеження було запроваджено в країнах, де все ще існує значний, порівняно з вітчизняним, резерв придатного для використання гідроенергетичного потенціалу. Серед них, наприклад, Австрія, Норвегія, Швеція (табл. 2). Слід зазначити, що навіть в цих країнах, де гідроенергетика традиційно відігравала і продовжує відігравати значну роль в загальному енергобалансі, і де і раніше існували строгі соціально-екологічні стандарти в гідроенергетичній галузі, наразі пріоритети в електроенергетиці надаються насамперед енергозберігаючим технологіям та іншим галузям альтернативної відновлювальної енергетики – вітрової і сонячній енергетиці, біоенергетиці, геотермальній енергетиці тощо [19].

Таблиця 2 – Порівняння стану та перспектив розвитку гідроенергетики Австрії, Норвегії, Швеції та України (за даними 2000 р. [16, 21])

Країна	Сумарний економічно ефективний гідроенергетичний потенціал, млрд кВт·годин	Рівень освоєння, %	Доля в енергобалансі, %
Австрія	53,7	69,8	62,0
Норвегія	179,6	64,8	99,4
Швеція	90,0	75,9	47,7
Україна	17,0-18,0	61,0-64,0	9,1

Так, за даними Міжнародної гідроенергетичної асоціації, встановлена потужність гідрогенерації в Норвегії (практично вся електроенергія в країні виробляється на ГЕС) з 2000 р. по 2014 р. зросла лише на 4,6% (з 27,4 ГВт до 28,72 ГВт). В якості ілюстрації «озеленення» гідроенергетики на рис. 2 виділено басейни норвезьких річок (388 річок / ділянок річок), де заборонено розвивати гідроенергетику. Їх сукупний гідропотенціал складає близько 50 млрд кВт·годин, що майже в 2,8 разу перевищує весь доступний гідропотенціал України, включно той, що вже використовується. Розглядається питання про заборону будь-якої господарської діяльності на цих річках. Подібна заборона для гідроенергетики діє і в Швеції – з метою збереження в незайманому стані річок, на яких ще не велось гідроенергетичне будівництво. Як наслідок, сумарна потужність гідрогенерації в Швеції з 2000 р. по 2014 р. зросла менше ніж на 1% (з 16,2 ГВт до 16,32 ГВт) – головним чином за рахунок реконструкції і модернізації вже існуючих ГЕС.

В останній час і в Україні з'явилась численна кількість публікацій (зокрема і за нашим авторством [4-7]) з критичними зауваженнями щодо негативних наслідків будівництва та експлуатації ГЕС, в тому числі і МГЕС, для екології річок, довкілля, життєдіяльності місцевого населення. Поряд з фіксацією проблем малої гідроенергетики [22], аргументацією необхідності детального аналізу ризиків [23] будівництва і експлуатації «сучасних» МГЕС [24], в цих роботах вказується і на свідоме перекручування проектантими і забудовниками фактів негативних впливів та нехтування ними чинними

нормами. В роботах зауважуються грубі підтасовки зі сторони інвесторів в оцінках впливу на довкілля, відмічаються недоліки екологічних експертиз тощо, підкреслюється «винятково прагматичний і безпринципний бізнес-інтерес» та корупційна складова у вітчизняній малій гідроенергетиці [25-29]. При цьому, якщо щодо впливу великих ГЕС на довкілля існує певна узгодженість думок екологів і інженерів-гідроенергетиків на рахунок того, що ці об'єкти дійсно впливають на довкілля і що цей вплив є суттєвим [20, 30], то стосовно МГЕС думки експертів кардинально розбігаються.



Рисунок 2 – Басейни норвезьких річок, де заборонено здійснювати гідроенергетичне будівництво (виділено зеленим кольором) [19]

Зокрема, в «Повідомленнях про плановану діяльність, яка підлягає оцінці впливу на довкілля» [31], що стосуються МГЕС, мають місце звичні, жодним чином не обґрунтовані фрази про «відсутність» впливу будівництва і експлуатації МГЕС на довкілля взагалі, «негативного» впливу зокрема, про «покращення», причому «значне», екологічної ситуації завдяки МГЕС. Серед негативних впливів на довкілля зазвичай згадується тільки можливість тимчасового забруднення території паливно-мастильними матеріалами при роботі будівельних механізмів та транспортних засобів тощо, тобто лише ті впливи на довкілля, які власне можуть бути приписані будь-якій діяльності.

2. Постановка задачі досліджень та дані для аналізу

Через переважно рівнинний характер, порівняно невеликі перепади висот та відносно малу водність річок, що протікають територією України, більшість вітчизняних ГЕС, які на них розміщені, як великі, так і малі, мають у своєму складі водосховища. Зазвичай цим водосховищам приписується комплексне призначення, часто вони мають різну відомчу приналежність та різних власників. Втім, одним з найбільш активних і впливових учасників водогосподарчого комплексу, що створився на них, є гідроенергетика.

Характерною особливістю більшості вітчизняних водосховищ є те, що вони мають не лише значні об'єми, а й значні площі водної акваторії. При цьому наявність водосховищ у складі ГЕС може вказувати на подібність основних впливів різних ГЕС на довкілля, незалежно від їх встановленої потужності. Зокрема, більша площа водосховища, за подібності всіх інших показників, може вказувати на більш розширений спектр і відносно більшу інтенсивність негативних впливів на навколишнє середовище, на більші втрати цінних земельних ресурсів внаслідок затоплення і підтоплення, на більші втрати води на фільтрацію, випаровування, льодостав тощо.

Відповідно, площа водосховища F , км², була вибрана нами одним з основних розрахункових параметрів для здійснення порівняльного аналізу водноенергетичних характеристик великих і малих ГЕС. Серед інших параметрів також розглядалися: встановлена потужність ГЕС, N , МВт; виробіток електроенергії, E , млн кВт-годин; напір, H , м. Кількісні дані для аналізу наведено в табл. 3 (для десяти великих ГЕС України) та табл. 4 (для МГЕС, серед яких всього було розглянуто сорок ГЕС з водосховищами).

Таблиця 3 – Розрахункові параметри великих ГЕС України
(F – площа водного дзеркала водосховища, НПР – нормальний підпірний рівень; N – встановлена потужність; E – виробіток електроенергії; H – розрахунковий напір)

№ з/п	ГЕС	Ріка	F при НПР, км ²	N , МВт	E , млн кВт-годин	H , м
1	Каховська	Дніпро	2155	351	1489	13,8
2	Кременчуцька	Дніпро	2250	625	1506	14,2
3	Київська	Дніпро	922	364	683	12,0
4	Дніпровська	Дніпро	410	1538	972	11,0
5	Канівська	Дніпро	675	444	1328	10,5
6	Середньодніпровська	Дніпро	567	352	4008	34,3
7	Дністровська ГЕС-1	Дністер	142	702	865	40,0
8	Дністровська ГЕС-2	Дністер	6,1	40,8	105	11,4
9	Теребле-Рікська	Теребля, Ріка	1,6	27	123	200,0
10	Олександрівська*	Південний Буг	12	11,5	22	10,0

* Не враховано зниження встановленої потужності ГЕС до 9,8 МВт з метою отримання права на «зелений» тариф [32]

Таблиця 4 – Розрахункові параметри МГЕС України, що мають у своєму складі водосховища (F – площа водного дзеркала водосховища, НПР – нормальний підпірний рівень; N – встановлена потужність; E – виробіток електроенергії; H – розрахунковий напір)

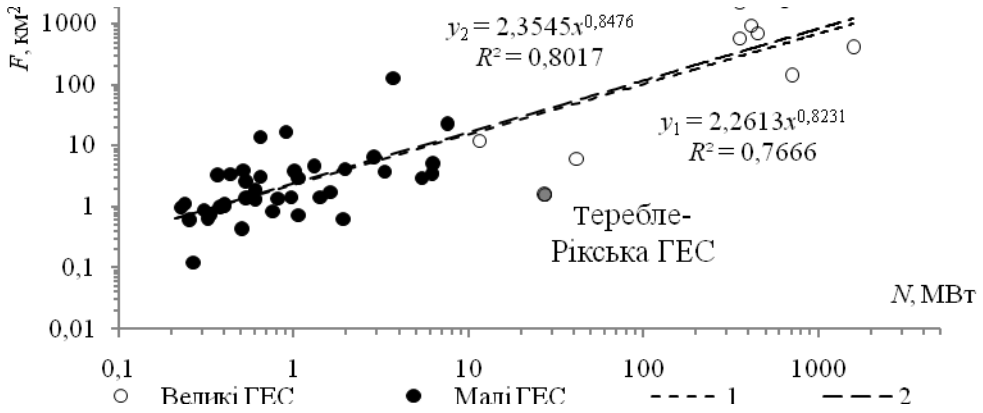
№ з/п	ГЕС	Ріка	F при НПР, км ²	N , МВт	E , млн кВт-годин	H , м
1	2	3	4	5	6	7
1	Червонооскільська	Оскіл	122	3,68	12,5	11,0
2	Ладжинська	Південний Буг	22,3	7,5	32,8	16,5
3	Щедрівська	Південний Буг	13,3	0,64	1,6	4,5

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7
4	Хрінницька	Стир	16,3	0,9	3,44	4,9
5	Касперівська	Серет	2,86	5,37	17,4	14,8
6	Стеблівська	Рось	6,38	2,85	12,7	13,3
7	Новоархангельська	Синюха	4,57	1,3	5,55	8,3
8	Тернівська	Синюха	4	1,95	7,4	8,3
9	Гайворонська	Південний Буг	4,96	6,18	23,7	8,15
10	Дмитренківська	Соб	3,85	0,51	2,3	9,0
11	Глибочанська	Південний Буг	3,38	6,13	25,0	12,3
12	Сабарівська	Південний Буг	2,9	1,05	2,8	4,58
13	Мислятинська	Горинь	3,02	0,64	3,3	6,2
14	Мартинківська	Збруч	1,84	0,6	1,2	8,0
15	Корсунь-Шевченківська	Рось	1,7	1,6	5,8	9,8
16	Юрпільська	Гірський Тікич	1,39	0,55	1,2	7,0
17	Брацлавська	Південний Буг	1,1	0,4	1,8	3,0
18	Ніверківська	Збруч	1,32	0,8	3,2	7,07
19	Новокостянтинівська	Південний Буг	2,54	0,525	1,6	5,5
20	Шишацька	Псел	1,36	0,525	2,2	3,57
21	Кунцівська	Ворскла	1,01	0,4	1,8	4,0
22	Коржівська	Случ	0,63	0,32	1,4	7,6
23	Пендиківська	Случ	0,43	0,5	2,0	3,65
24	Сугиська	Південний Буг	3,77	1	2,8	4,8
25	Чернятська	Південний Буг	1,4	1,4	8,5	5,45
26	Скалопільська	Мурафа	0,86	0,304	2,4	12,0
27	Слобода-Бушанська	Мурафа	0,12	0,264	0,78	4,1
28	Любарська	Случ	0,6	0,25	0,8	3,6
29	Ужгородська	Уж	0,62	1,9	4,5	7,5
30	Богуславська	Рось	0,7	1,05	5,15	9,1
31	Дибенська	Рось	3,27	0,43	2,17	4,2
32	Червонохутірська	Синюха	3,63	3,3	9,0	12,0
33	Сухорабівська	Псел	0,73	0,328	1,3	2,9
34	Опішнянська	Ворскла	0,95	0,225	0,9	3,2
35	Остапівська	Псел	0,96	0,375	0,9	2,2
36	Млинівська	Іква	3,24	0,362	2,5	3,8
37	Низівська	Псел	0,81	0,75	2,0	4,1
38	Скородинська	Серет	1,4	0,96	4,8	6,5
39	Боднарівська	Збруч	1,3	0,6	3,1	6,85
40	Седнівська	Снов	1,1	0,235	0,94	2,2

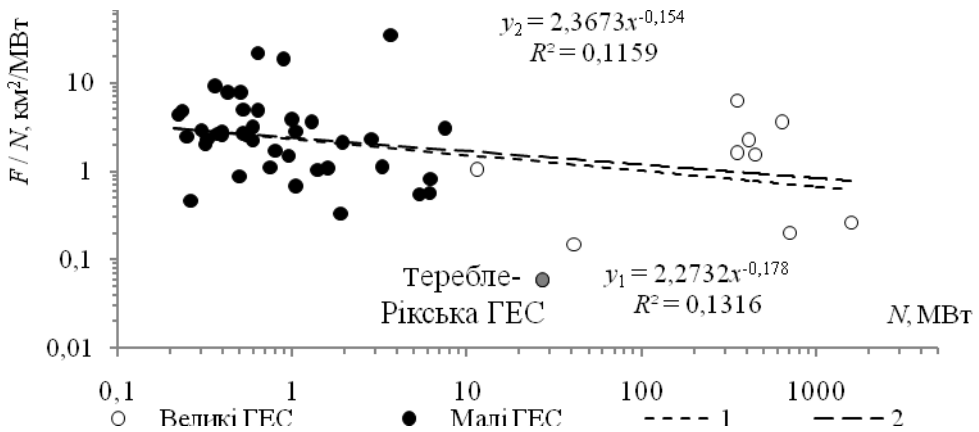
3. Отримані результати досліджень та їх аналіз

Результати виконаних нами досліджень наведено нижче на рис. 3-10.



Модельні регресії: 1 – з Теребле-Рікською ГЕС; 2 – без Теребле-Рікської ГЕС

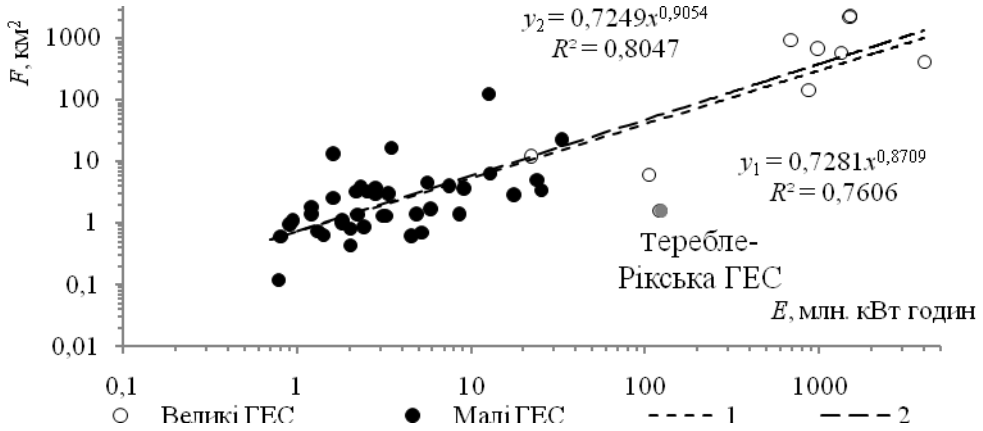
Рисунок 3 – Залежність площі F , км², водосховищ гідровузлів від встановленої потужності N , МВт, ГЕС (за даними табл. 3, 4)



Модельні регресії: 1 – з Теребле-Рікською ГЕС; 2 – без Теребле-Рікської ГЕС

Рисунок 4 – Залежність відношення F / N , км²/МВт, F – площа водосховища, від встановленої потужності N , МВт, ГЕС (за даними табл. 3, 4)

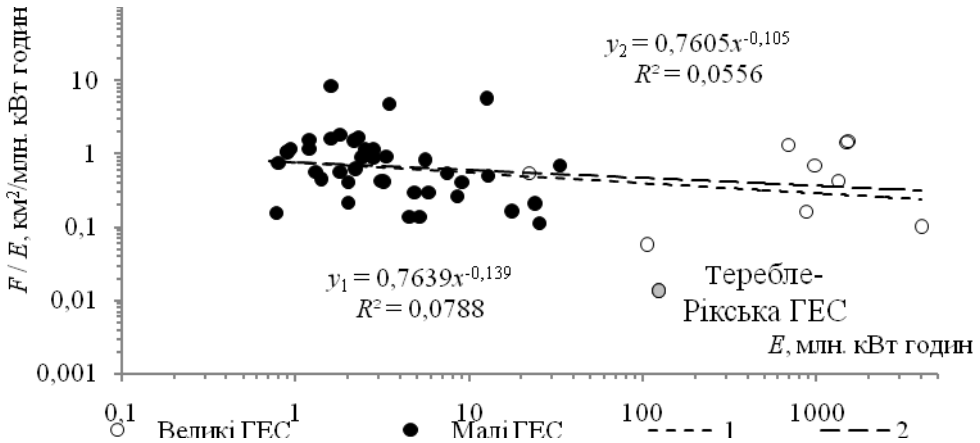
З рис. 3, 5 видно, що існує досить тісний регресійний зв'язок (при додатній кореляції) між встановленою потужністю (рис. 3) і виробітком електроенергії (рис. 5) на вітчизняних ГЕС (як на малих, так і на великих) і площею водосховищ при них, яка збільшується зі збільшенням потужності і виробітку електроенергії.



Модельні регресії: 1 – з Теребле-Рікською ГЕС; 2 – без Теребле-Рікської ГЕС

Рисунок 5 – Залежність площі F , km^2 , водосховищ гідровузлів від виробітку електроенергії E , млн кВт-годин, на ГЕС (за даними табл. 3, 4)

Особливої відмінності в характері цього зв'язку для великих і малих ГЕС немає. Однак, регресійний зв'язок між встановленою потужністю і відношенням площі водосховища до встановленої потужності (рис. 4), виробітком електроенергії і відношенням площі водосховища до виробітку електроенергії (рис. 6) не тільки значно слабший, але і має інший характер (від'ємна кореляція).



Модельні регресії: 1 – з Теребле-Рікською ГЕС; 2 – без Теребле-Рікської ГЕС

Рисунок 6 – Залежність відношення F/E , $\text{km}^2/\text{млн кВт-годин}$, F – площа водосховища, від виробітку електроенергії E , млн кВт-годин, на ГЕС (за даними табл. 3, 4)

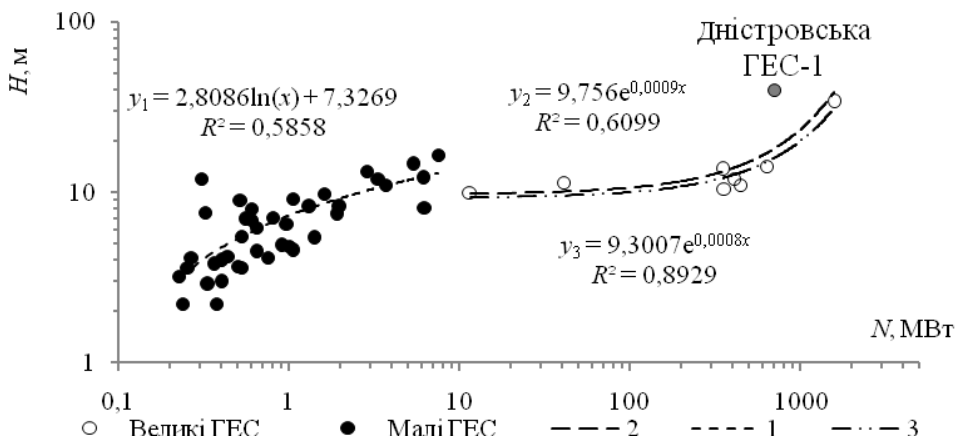
Слід відмітити, що на одиницю встановленої потужності або на одиницю виробітку електроенергії питома площа водосховищ великих ГЕС дещо

зменшується, в порівнянні з оцінками для МГЕС. Тобто водосховища при МГЕС можуть спричиняти відносно більший питомий вплив на довкілля на одиницю встановленої потужності станцій і одиницю виробленої ними електроенергії, ніж водосховища великих ГЕС.

Порівняльний аналіз результатів, які наведено на рис. 3-6, показує, що серед вітчизняних ГЕС з водосховищами у складі гідровузлів виділяється Тербле-Рікська ГЕС. Вона, на відміну від більшості ГЕС з водосховищами, побудованими на рівнинних річках, розміщується в гірському районі Закарпаття. Відповідні водноенергетичні характеристики Тербле-Рікської ГЕС в порівнянні з іншими вітчизняними ГЕС, як з малими, так і великими, що мають водосховища, виявилися найкращими. Для України – це справді унікальна ГЕС серед гідроелектростанцій, експлуатація яких пов'язується з водосховищами, якій немає аналогів в Україні не лише за абсолютною величиною (200 м) розрахункового напору, а і за способом його організації (напір на греблі + напір на деривації, з перекидом води з одного річкового басейну в інший). Втім, якщо врахувати те, що заповнення Вільшанського водосховища при будівництві Тербле-Рікської ГЕС потребувало ліквідації трьох сіл, то затоплення територій при спорудженні нових ГЕС у складі гідровузлів з водосховищами слід визнати одним з визначальних факторів при порівнянні проектів нових ГЕС з іншими енергетичними проектами.

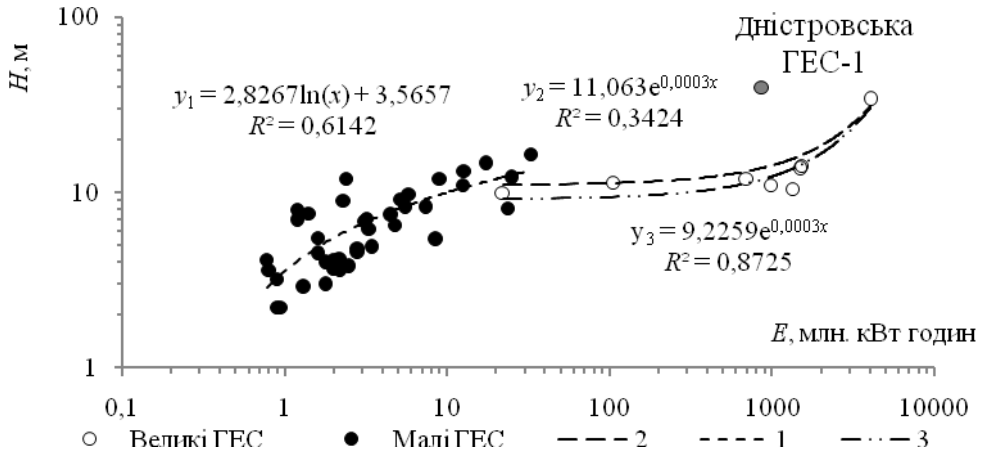
Як відомо, потужність ГЕС визначається витратою води і напором. Забезпечити більші потужність і виробіток електроенергії на ГЕС можна або завдяки збільшенню витрат через агрегати, або підвищуючи напір. Вибір рішення може мати значення з точки зору впливу ГЕС на довкілля.

На рис. 7, 8 наведено залежності між розрахунковим напором і встановленою потужністю (рис. 7) та очікуваним виробітком електроенергії (рис. 8) на вітчизняних ГЕС – окремо для малих і великих. З розгляду було виключено Тербле-Рікську ГЕС, на якій напір створюється переважно за рахунок деривації і наразі є практично постійною величиною внаслідок суттєвого замулення Вільшанського водосховища.



Модельні регресії: 1 – для МГЕС; 2 – для великих ГЕС; 3 – для великих ГЕС без Дністровської ГЕС-1

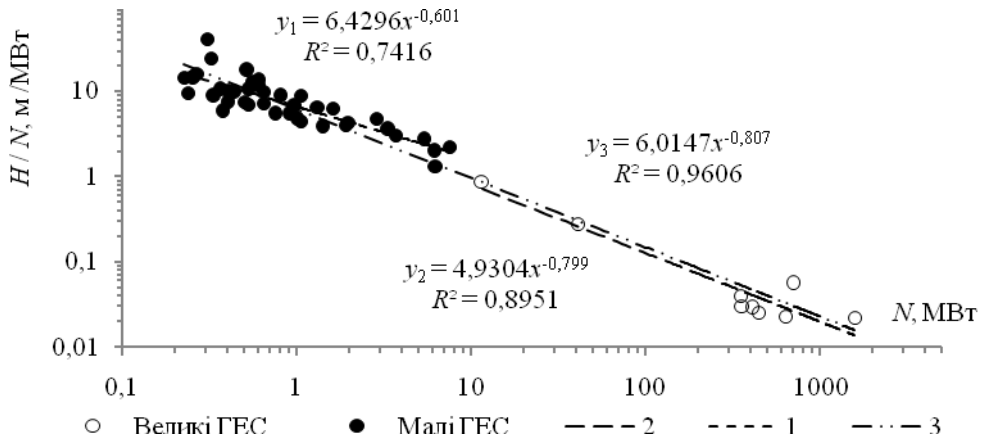
Рисунок 7 – Залежність розрахункового напору H , м, на ГЕС від її встановленої потужності N , МВт (за даними табл. 3, 4)



Модельні регресії: 1 – для МГЕС; 2 – для великих ГЕС; 3 – для великих ГЕС без Дністровської ГЕС-1

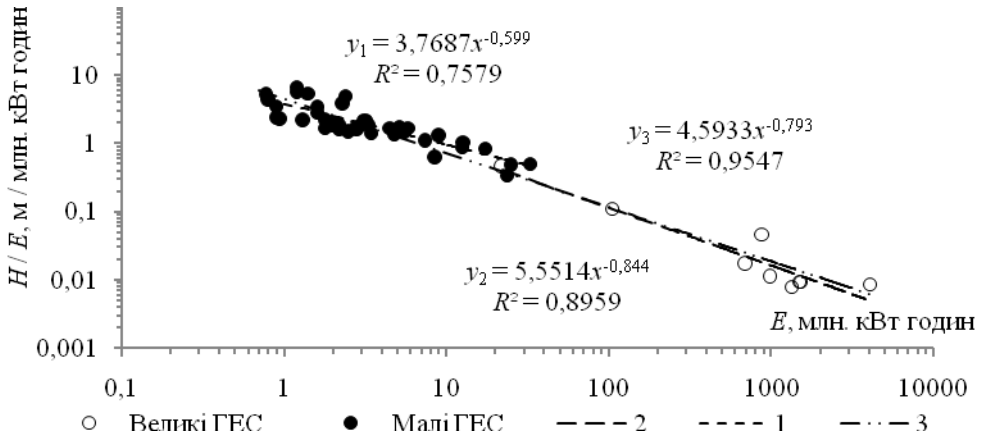
Рисунок 8 – Залежність розрахункового напору H , м, на ГЕС від виробітку електроенергії E , млн кВт-годин (за даними табл. 3, 4)

Слід відмітити відмінності в характері регресійних залежностей між розрахунковим напором та встановленою потужністю (рис. 7), напором і виробітком електроенергії (рис. 8) для малих і великих вітчизняних ГЕС з водосховищами. Для досягнення більших значень потужності і виробітку електроенергії на МГЕС напір має більшу вагу, ніж для великих ГЕС. На це вказують і значення розрахункового напору на одиницю встановленої потужності (рис. 9) та на одиницю виробітку електроенергії (рис. 10).



Модельні регресії: 1 – для МГЕС; 2 – для великих ГЕС; 3 – для всіх ГЕС

Рисунок 9 – Залежність величини H/N , м/МВт, H – розрахунковий напір, м, на ГЕС від її встановленої потужності N , МВт (за даними табл. 3, 4)



Моделні регресії: 1 – для МГЕС; 2 – для великих ГЕС; 3 – для всіх ГЕС

Рисунок 10 – Залежність величини H / E , м/млн кВт·годин, H – розрахунковий напір, м, на ГЕС від виробітку електроенергії E , млн кВт·годин (за даними табл. 3, 4)

В цілому можна стверджувати, що із забезпеченням проектних значень розрахункових напорів на МГЕС з водосховищами, що розміщуються на рівнинних ріках країни, особливо в періоди маловоддя, власне і можуть пов'язуватися основні соціально-екологічні проблеми. Одна з них – це забезпечення мінімального екологічного стоку в нижніх б'єсах МГЕС. В цьому відношенні великі вітчизняні ГЕС для вирішення екологічних проблем в нижніх б'єсах мають значно більші можливості, ніж малі. Справа лише за тим, що ці можливості мають використовуватися.

Висновки

Виконано порівняльний аналіз водноенергетичних характеристик малих і великих ГЕС України у складі гідровузлів, що мають водосховища. В якості розрахункових характеристик при аналізі було використано дані щодо встановленої потужності, виробітку електроенергії, площ водосховищ і розрахункових напорів десяти великих і сорока малих вітчизняних ГЕС. Проаналізовано залежності абсолютних і питомих значень площ водосховищ та розрахункових напорів від встановленої потужності і очікуваного виробітку електроенергії в контексті можливого негативного впливу ГЕС різної потужності на довкілля.

Як великі, так і малі ГЕС, що розміщуються у складі гідровузлів з водосховищами, мають неоднозначний, зокрема і негативний, вплив на довкілля. Показано, що в силу природно-географічних умов для більшості вітчизняних МГЕС з водосховищами відносні впливи на довкілля, відносні втрати і шкода тощо на одиницю встановленої потужності і одиницю виробітку електроенергії можуть бути не меншими, а навіть суттєво більшими, ніж від великих ГЕС.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку гідроелектроенергетики України. Аналітична доповідь. За ред. О. М. Суходолі. Київ : Національний інститут стратегічних досліджень при Президентові України. 2014 р. 54 с. URL: <http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/GES-993ae.pdf>.
2. Гідроенергетика. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. URL: <http://saee.gov.ua/ae/hydroenergy>.
3. Васько П. Ф., Васько В. П., Ібрагімова М. Р. Мала гідроенергетика в структурі електроенергетичної галузі України. *Відновлювана енергетика*. 2015. № 3. С. 53-61.
4. Стефанишин Д. В. Про перспективи розвитку вітчизняної гідроенергетики в контексті планів будівництва каскаду гідроелектростанцій у Дністровському каньйоні. *Екологічна безпека та природокористування*. Зб. наук. праць. Вип. 23 (№ 1-2). Київ : ІТГП НАНУ, КНУБА. 2017. С. 5-19.
5. Stefanyshyn D. On peculiarities of hydropower development in the world and in Ukraine. *Екологічна безпека та природокористування*. Зб. наук. праць. Вип. 25 (№ 1). Київ : КНУБА, ІТГП НАНУ. 2018. С. 12-23.
6. Стефанишин Д. В. Соціально-екологічні проблеми відновлення та модернізації малих гідроелектростанцій в Україні. *Гідроенергетика України*. № 1-2. 2015. С. 18-22.
7. Власюк Ю. С., Стефанишин Д. В. Про проблеми та перспективи малої гідроенергетики в Україні. *Математичне моделювання в економіці*. № 1 (10). 2018. С. 126-138.
8. Шидловський А. К., Поташник С. І., Федоренко Г. М. Надійні гідроелектростанції – гарант технологічної безпеки та ефективної експлуатації АЕС та ТЕС. *Гідроенергетика України*. № 1. 2005. С. 8-11.
9. Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики / за ред. В. М. Клименко, Ю. О. Ландау, І. Я. Сігал. 2013. 399 с. URL: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-2/section-2/2-8>.
10. Мала гідроенергетика світу. URL: <https://msd.in.ua/mala-gidroenergetika-svitu/>.
11. Васько П. Ф. Сучасний стан та перспективи розвитку малої гідроенергетики України : Національний інститут стратегічних досліджень при Президентові України. URL: <http://www.niss.gov.ua/articles/1583/>.
12. Ландау Ю. А. Основные тенденции развития гидроэнергетики Украины. *Техногенна безпека*. Наукові праці. 2012. Том 53. Вип. 40. С. 82-86.
13. Васько П. Ф., Мороз А. В. Потенціал використання гідроенергетичних ресурсів основних малих річок України. *Відновлювана енергетика*. 2016. № 3. С. 50-56.
14. Ландау Ю. О., Сташук І. В. Перспективи створення Верхньодністровського каскаду ГЕС. *Гідроенергетика України*. 2016. № 1-2. С. 2-6.
15. Шкробот М. В. Сучасний стан та перспективи розвитку гідроелектроенергетики України. *Бізнес-навігатор*. №1 (27). 2012. С. 66-70.
16. Стефанишин Д. В. Про перспективи гідроенергетики в Україні та вибір варіанту розвитку Дніпровського каскаду з врахуванням ризику. *Гідроенергетика України*. №3. 2010. С. 5-11.
17. Шульга І. Мировые тенденции развития гидроэнергетики. *ЭнергоРынок*, 2004. URL: <http://www.e-m.ru/er/2004-09/22584/>.
18. Головні тенденції розвитку української та світової енергетики. URL: <http://www.bakertilly.ua/en/news/id1145>.
19. Hydropower Case Studies and Good Practice Examples. "Guiding Principles in Sustainable Hydropower Development in the Danube Basin". Published by: ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River. 35 p. URL: <http://docplayer.net/15409764-Hydropower-case-studies-and-good-practice-examples.html>.

20. Векслер А. Б., Ивашинцов Д. А., Стефанишин Д. В. Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решений. Санкт-Петербург : ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. 2002. 591 с.
21. Bartle A. Hydropower potential and development activities. *Energy Policy*. Vol. 30. Issue 14. 2002. P.P. 1231-1239.
22. Поп С. С. Гідроенергетичний потенціал Закарпаття: стан та перспективи його раціонального використання. Науковий вісник Ужгородського ун-ту. Серія: Географія. Землеустрій. Природокористування. Ужгород : Говерла. Вип. 2. 2013. С. 98-111.
23. Левковська Л., Мандзик В. Ідентифікація екологічних ризиків об'єктів малої гідроенергетики. *Економіст*. № 12. 2016. С. 8-12.
24. Сухарева О. Ю., Рябухіна Т. С. та ін. Вплив греблі малої ГЕС на стан річки Шипот. *Наук. Вісник Ужгородського ун-ту (Сер. хімія)*. №2(34). 2015. С. 51-54.
25. Станкевич-Волосянчук О.І., Лукша О. В. Стоп масовому будівництву міні ГЕС у верхів'ї річок Карпат (хроніки та аналіз адвокаційної кампанії у Закарпатті). Ужгород : Поліграфцентр «Ліра». 2013. 84 с.
26. Павелко А., Проць Б., Станкевич-Волосянчук О. Гідроенергетика у Карпатах: міфи та реальність. ГО «Дунайсько-Карпатська Програма» Всесвітнього фонду природи WWF. Львів : 2015. 40 с.
27. Станкевич О. Півроку експлуатації Тур'я-Полянської міні-ГЕС показали її «екологічність» та «європейськість». URL: http://miniges.bei.org.ua /2013/06/blog-post_19.html.
28. Станкевич-Волосянчук О., Лукша О. Лобісти ГЕС на гірських річках Закарпаття підтасовують факти! Закарпатські «експерти» і близько не розбираються у проблемах будівництва станцій на ріках області, а тільки лобіюють інтереси своїх замовників. URL: <http://chas-z.com.ua/news/5709>.
29. Стефанишин Д. В. Про негативні наслідки будівництва малої гідроелектростанції на р. Случ біля с. Губків. Перспективи розвитку сільського та екологічного туризму в Україні. Збірник тез I Міжнародної наук.-практ. конф. Березне, 20-21 травня 2016 р.; «Рівненський центр маркетингових досліджень». Рівне: Видавець Олег Зень. 2016. С. 145-147.
30. Гидроэнергетика и окружающая среда / Под общ. ред. Ю. Ландау и Л. А. Сиренко. Киев: Либра, 2004. 484 с.
31. Оцінка впливу на довкілля. Єдиний реєстр. URL: <http://eia.menr.gov.ua/search>.
32. Фахівці ЮУАЕС взяли участь у відкритих обговореннях з питань застосування «зеленого» тарифу для Олександрівської ГЕС і інвестпрограм Енергоатома. URL: <https://www.sunpp.mk.ua/uk/article/5434-fahivci-yuuaes-vzyaly-uchast-u-vidkrytyh-obgovorenyah-z-pytan-zastosuvannya-zelenogo>.

Стаття надійшла до редакції 26.04.2018.