

Корнієнко В.О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

БАГАТОМІРНИЙ АНАЛІЗ ЧИННИКІВ МОДУЛЯ ЗАГАЛЬНОГО ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РІЧОК БАСЕЙНУ ПРИП'ЯТІ В МЕЖАХ УКРАЇНИ

Важливість оцінки гідроенергетичних ресурсів останнім часом обумовлює дослідження кількісної характеристики гідроенергії річок. Цікавим і, водночас, важливим для розуміння оцінки загального гідроенергетичного потенціалу та його модуля є багатомірний аналіз визначальних чинників, які визначають їх величину. Такий підхід дає можливість встановити вплив та оцінити можливі зв'язки природних та антропогенних показників на його формування. Особливо важливим є встановлення факторів, які визначають величину модуля загального гідроенергетичного потенціалу, показника за яким можна в просторовому контексті відобразити загальну гідроенергію річок.

Оскільки на величину гідроенергетичного потенціалу і його модуля впливають численні фактори, які можуть бути слабкозалежними між собою, то для встановлення найбільш значимих показників було вирішено застосувати багатомірний статистичний аналіз, використавши при цьому метод факторного аналізу. Дослідження показали, що найбільший вплив на величину модуля гідроенергетичного потенціалу мають гідроенергетичні, стокові показники, площа водозбору, показники ерозійної діяльності та показники похилу річки. Показники розораності водозбору, залісеності водозбору, зарегульованості стоку мають опосередкований вплив на величину модуля загального гідроенергетичного потенціалу. В ході дослідження були побудовані залежності загального гідроенергетичного потенціалу від площі водозбору та середньорічної витрати води та модуля гідроенергетичного потенціалу від показника глибини ерозійного візсу річок. Встановленні зв'язки характеризуються добрими ступенями кореляції та можуть застосовуватись для розрахунків величини гідроенергії річок, для яких відсутні або недостатні вхідні дані.

Ключові слова: *гідроенергоресурси; гідроенергетичний потенціал; модуль гідроенергетичного потенціалу; факторний аналіз; модуль стоку; річки.*

Вступ. Для розрахунків величини гідроенергії річок змінними вихідними даними є дані спостережень за стоком води на річках. Оскільки стаціонарна мережа спостережень, зазвичай, не охоплює всю територію досліджуваного регіону, тому для визначення потенційно можливих гідроенергетичних ресурсів річок було б доцільно встановити відповідні зв'язків між модулем загального гідроенергетичного потенціалу та його основними визначальними чинниками. Для більш об'єктивного і незалежного оцінювання зв'язків між модулями загального гідроенергетичного потенціалу та його визначальними чинниками був застосований багатомірний статистичний аналіз з використанням методу факторного аналізу.

Метод дослідження та вихідні дані. Факторний аналіз пов'язаний з методикою комплексного системного вивчення і оцінки впливу факторів на величину результативних показників. Він дає можливість формувати та змінювати параметри досліджуваного об'єкта шляхом відповідного підбору та коригуванням чинників, які їх обумовили. Фактори повинні знаходитись в причинно-наслідкових зв'язках із досліджуваним показником [2].

Застосуванню факторного аналізу в гідрології є доволі поширеним, зокрема, варто відзначити роботи Смирнова Н.П., Склярєнка В.Л., Ободовського О.Г., Ободовського Ю.О., Василенко Є.В., Лободи Н.С. [1, 5, 10, 14].

За допомогою факторного аналізу можливо зведення великої кількості чисельних параметрів до кількох незалежних та простих факторів [3]. А його застосування дозволяє виявити головні чинники впливу на кількісну величину потенційних гідроенергетичних ресурсів та оцінити ступінь впливу кожного з них [1].

В наших дослідженнях факторний аналіз було виконано за допомогою програми Статистика Statistica — програмний продукт для статистичного аналізу, розроблений компанією StatSoft [11].

Вихідними даними для його застосування було обрано дані 23 гідрологічних постів в межах української частини басейну Прип'яті по 15 основних параметрах, серед яких виділяються 4 групи.

До першої групи відносяться гідроенергетичні параметри:

- модуль загального гідроенергетичного потенціалу на ділянці річки в межах гідрологічного поста, у кВт/ км²;
- загальний гідроенергетичний потенціал на ділянці річки в межах гідрологічного поста, у кВт/год;

До другої групи – стокові параметри:

- середньорічна витрата води на ділянці в межах гідрологічного поста, у м³/с;
- модуль стоку води (картографований), у л/с*км²;
- коефіцієнт стоку, у %.

Третя група параметрів являє собою гідрографічні характеристики річок та їх водозборів:

- площа водозбору, у км²;
- різниця висот на ділянці, м;
- похил та середньозважений похил річки, м/км;
- залісеність водозбору, виражена коефіцієнтом лісистості, у %;
- заболоченість водозбору, виражена коефіцієнтом заболоченості, у %.

Четверта група характеризується показниками, що визначають вплив господарської діяльності :

- зарегульованість стоку, (відношення корисного об'єму штучних водойм, створених у межах водозборів до об'єму середнього багаторічного об'єму стоку в створі поста, у %);
- розорюваність водозборів, виражена коефіцієнтом розорюваності, у %;
- категорія ерозійної діяльності, яка визначає ступінь водної ерозії в межах водозборів, у балах;
- глибина ерозійного врізу річки, у м.

Результати дослідження. За методикою визначення загального гідроенергетичного потенціалу (ЗГП), яка висвітлена в роботах [7, 9, 12], на його величину впливають характеристика стоку води річки (середня величина витрати на ділянці) та різниця висот на ділянці річки. Оскільки різниця висот на ділянці – це характеристика, яка залежить від поділу річки на ділянки та може змінюватись (в залежності від обраного методу визначення), було вирішено встановити зв'язки і взаємозалежності між модулем загального гідроенергетичного потенціалу та витратою води, яка є відображенням інтегральності процесів стоку в межах водозбору. В якості предиктора було вибрано модуль стоку води, щоб виключити вплив площі водозбору на стокову величину.

Для встановлення зв'язків між модулем загального гідроенергетичного потенціалу (ЗГП) та модулем стоку води були використані відповідні карти їх просторового розподілу, які відображені в роботах [6, 8, 13, 15].

За допомогою цих карт було визначено величини модулів стоку води та модулів загального гідроенергетичного потенціалу для точок, які відповідають гідрологічним постам в межах української частини Прип'яті. Для оцінки ступеня взаємозв'язку між ними було побудовано залежність картографованих значень модулів загального гідроенергетичного потенціалу (ЗГП) від модулів стоку води (рис.1) .

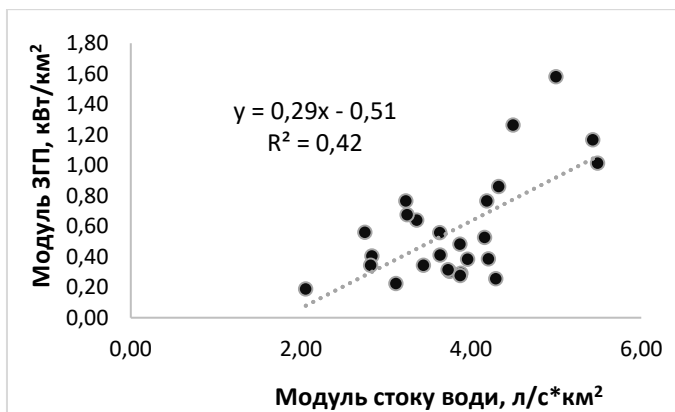


Рис. 1. Залежність картографованих значень модулів загального гідроенергетичного потенціалу (ЗГП) від модулів стоку води

Оскільки коефіцієнт кореляції становить $r=0,63$ (задовільний ступінь лінійного зв'язку), можна говорити про існування тенденції до існування певної взаємозалежності цих показників. Тим самим, зрозуміло, що на величину загального гідроенергетичного потенціалу впливають і інші характеристики. Тому для визначення, які саме параметри впливають на модуль загального гідроенергетичного потенціалу та оцінки ступеня їх впливу, був задіяний метод факторного аналізу.

Згідно алгоритму застосування вказаного аналізу [2, 3, 4, 10], було виділено за значеннями власних чисел (табл. 1) основні групи головних компонентів факторного навантаження (табл. 2), які мають безпосередній вплив на модуль загального гідроенергетичного потенціалу.

Значущими факторами, за методом багатомірного статистичного аналізу, є ті, у яких значення власних чисел становить більше одиниці [2, 3, 4, 10].

Відповідно до результатів розрахунку за методом факторного аналізу, встановлено п'ять головних груп факторів (де власні числа більше 1) з відповідним факторним навантаженням (табл.2).

Таблиця 1. Власні числа та їх частка від загальної дисперсії, визначені для басейну Прип'яті в межах України

№ групи факторів	Власні Числа	% загальної дисперсії	Кумулятивні власні числа	Кумулятивність дисперсії, %
Ф1	5.09	33.9	5.09	33.9
Ф2	3.21	21.4	8.30	55.3
Ф3	2.46	16.4	10.8	71.7
Ф4	1.33	8.85	12.1	80.6
Ф5	1.15	7.64	13.2	88.2

Таблиця 2. Головні компоненти факторного навантаження, визначені для басейну Прип'яті в межах України

Параметри	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5
Модуль ЗГП на ділянці річки, кВт/км ²	0.73	-0.34	-0.17	0.34	0.43
Витрата води на ділянці річки, м ³ /с	0.71	0.58	0.13	-0.28	-0.03
ЗГП на ділянці річки, кВт/год	0.85	0.28	-0.01	0.01	0.15
Площа водозбору, км ²	0.74	0.60	0.04	-0.21	0.05
Модуль стоку води (картографований), л/с*км ²	0.20	-0.22	0.93	-0.02	0.10
Різниця висот на ділянці річки, м	0.45	-0.52	-0.35	0.32	0.50
Похил річки ‰	-0.16	-0.82	0.17	-0.33	-0.05
Середньозважений похил річки ‰	-0.12	-0.86	0.22	-0.22	-0.01
Зарегульованість стоку, %	0.48	-0.25	0.23	0.42	-0.52
Глибина ерозійного врізу річки, м	0.95	0.03	-0.06	-0.05	-0.13
Коефіцієнт стоку	0.24	-0.10	0.92	-0.03	0.10
Категорія ерозійної діяльності в межах водозбору, бал	0.79	-0.20	0.19	-0.32	0.05
Заболоченість водозбору, %	-0.43	0.11	-0.09	-0.58	0.47
Залісеність водозбору, %	-0.40	0.31	0.50	0.46	0.37
Розораність водозбору, %	0.58	-0.60	-0.39	-0.11	-0.08
<i>Загальна дисперсія</i>	<u>5.09</u>	<u>3.21</u>	<u>2.46</u>	<u>1.33</u>	<u>1.15</u>
<i>Частка від загальної дисперсії</i>	<u>0.34</u>	<u>0.21</u>	<u>0.16</u>	<u>0.09</u>	<u>0.08</u>

Загальна частка виділених головних компонентів факторного навантаження складає 88 % від загальної дисперсії розподілу. Це свідчить про те, що виділені групи факторів мають найбільший вплив на модуль загального гідроенергетичного потенціалу (ЗГП) річок. Решту чинників можна вважати чинниками опосередкованого впливу (близько 12 % від загальної дисперсії розподілу).

Першу групу значущих факторів становлять: модуль загального гідроенергетичного потенціалу розрахований для ділянок річок; середньорічна витрата води на ділянці річки, загальний гідроенергетичний потенціал на ділянці річки; площа водозбору; глибина ерозійного врізу річки та категорія ерозійної діяльності в межах водозбору. Ця група складає 34 % від загальної дисперсії розподілу змінних. Це означає, що найбільший вплив на модуль ЗГП становлять стокова характеристика у вигляді витрати води, показник потенційної гідроенергії, площа водозбору та показники впливу ерозії.

Показник потенційної гідроенергії на ділянці, що відповідає загальному гідроенергетичному потенціалу річки, та площа водозбору входять до розрахунку модуля загального гідроенергетичного потенціалу, а витрата води на ділянці річки складає змістовну частину загального гідроенергетичного потенціалу. Отже, цілком очевидно, що ці показники мають найбільший вплив на значення модуля ЗГП.

Для підтвердження висловленого були побудовані графічні залежності величини загального гідроенергетичного потенціалу від морфометричних характеристик басейну у вигляді площі водозбору та від характеристики стоку води річки у вигляді витрати води (рис.2).

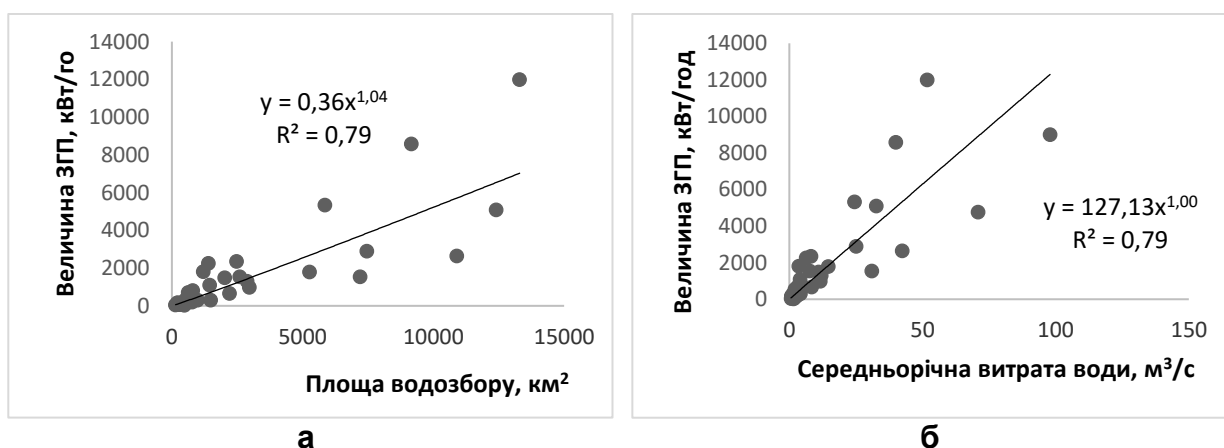


Рис 2. Залежність величини гідроенергетичного потенціалу від площі водозбору (а) та середньорічної витрати води (б) для річок басейну Прип'яті в межах України

Відповідно до побудованих залежностей (рис. 2), отримано досить тісні зв'язки між визначеними показниками з відповідними кореляційними відношеннями для обох випадків $r=0,89$ (добрий ступень степеневого зв'язку), які можна використовувати для практичного застосування, при відсутності можливості проведення розрахунків визначення загального гідроенергетичного потенціалу. Отримані залежності, показують що найбільш тісний зв'язок характерний для невеликих водозборів (до 3000 км²) та для річок з витратою води в межах 1-20 м³/с.

Додатковими факторами впливу на модуль ЗГП виявились показники ерозії в межах досліджуваних територій: глибина ерозійного врізу річки та категорія ерозійної діяльності в межах водозбору (рис. 3).

Залежність має доволі тісний зв'язок, про що свідчить коефіцієнт кореляції $r=0,75$ (добрий ступень лінійного зв'язку). Таким чином, чим більшою буде глибина врізу річок і категорія ерозійної діяльності в межах водозбору, тим більшою буде величина модуля гідроенергетичного потенціалу.

Другу групу значущих факторів складають такі параметри як похил та середньозважений похил річок, які складають 21 % від загальної дисперсії розподілу

змінних. Це означає, що вплив цих характеристик на модуль ЗГП простежується в слабшій мірі.

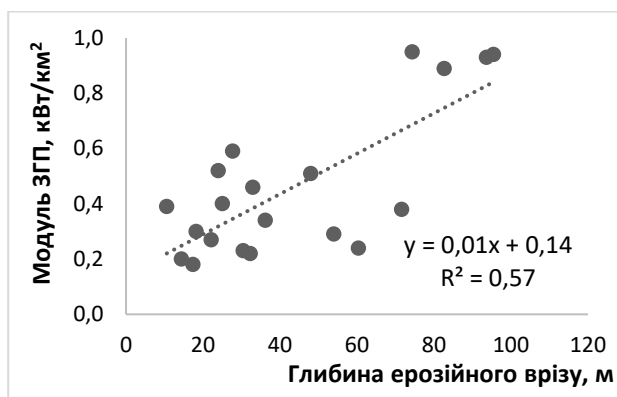


Рис.3 Залежність величини модуля ЗГП від глибини ерозійного врізу річки для басейну Прип'яті в межах України

Таким чином, можна вважати, що додатковий визначальний вплив на величину модуля загального гідроенергетичного потенціалу мають показники похилу, чим більшим є похил ділянки річки, тим виразніше прослідковується зростання кількісної характеристики гідроенергії річок.

Третя група, до складу якої входять модуль стоку води та коефіцієнт стоку, має ще менший вплив на розподіл дисперсії (16%) .

Четверта та п'ята група представлена по одному чиннику - в першій з них - заболоченістю, в другій - різницею висот на ділянці. Відповідне відсоткове навантаження на загальну дисперсію складає лише 9 та 8 %.

В результаті проведених досліджень встановлено, що безпосередньо на модуль загального гідроенергетичного потенціалу впливає чимало факторів: середньорічна витрата води на ділянці річки, загальний гідроенергетичний потенціал на ділянці річки; площа водозбору; глибина ерозійного врізу річки, категорія ерозійної діяльності в межах водозбору, похил та середньозважений похил річок. Перераховані чинники відповідають найбільш значимим першій та другій групам факторів, а їхній внесок в загальну дисперсію розподілу складає більше 80%.

Висновки. Таким чином, використання факторного аналізу дало можливість встановити зв'язки між всіма 15 чинниками, за даними 26 гідрологічних постів і поміж цим виділити основні визначальні чинники, які впливають на формування і просторовий розподіл модуля загального гідроенергетичного потенціалу річок басейну Прип'яті в межах України.

Визначальні чинники (які складають більше 80 % від загальної дисперсії) розподілились наступним чином:

- Перша група факторів: середньорічна витрата води на ділянці річки, загальний гідроенергетичний потенціал на ділянці річки; площа водозбору; глибина ерозійного врізу річки, категорія ерозійної діяльності в межах водозбору;
- Друга група факторів: похил та середньозважений похил річок.

Список літератури

1. Василенко Є.В. Аналіз факторів формування весняного водопілля на річках Правобережжя Прип'яті. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2011, Т 3 (24), С.99-105.
2. Загребя М. М. Теоретичні аспекти використання факторного аналізу при аналізі динаміки фінансового стану підприємства. Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки. 2014. Вип. 25. С. 455-460.
3. Иберла К. Факторный анализ. М.: Статистика, 1980. 398 с.
4. Йерескоз К.Г. Кловен Д.И., Реймент Р.А. Геологический факторный анализ. Л.: Нежра, 1980. 223 с.
5. Лобода Н.С. Розрахунок та узагальнення характеристик річкового стоку річок України в умовах антропогенного впливу. Одеса: Екологія, 2005. 208 с.

6. Лук'янець О.І., Ободовський О.Г., Гребінь В.В., Почаєвець О.О., Корнієнко В.О. Просторові закономірності зміни середнього річного стоку води річок України. Український географічний журнал, 2021 (1), с. 06-14. URL: <https://doi.org/10.15407/ugz2021.01.006>.

7. Ободовський О. Г., Данько К. Ю., Почаєвець О.О., Онищук В.В., Сніжко С.І., Лук'янець О. І. Методичні аспекти гідроекологічної оцінки гідроенергетичного потенціалу рівнинних річок правобережжя Дніпра. Гідробіологічний журнал, 2020. т.56, в. 2. с. 83-102.

8. Ободовський, О., Лук'янець, О., Москаленко, С. & Корнієнко, В. Узагальнення середнього річного стоку води річок відповідно до гідрографічного районування України. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, Серія «Геологія. Географія. Екологія», 2019. №51, С. 158-170. URL: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2019-51-11>.

9. Ободовський О., Данько К., Почаєвець О., Ободовський Ю. Методика встановлення гідроенергетичного потенціалу річок (на прикладі річок Українських Карпат). Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 2016. Вип. 1 (64). С. 5-12.

10. Смирнов Н.П., Склярєнко В.Л. Методы многомерного статистического анализа в гидрологических исследованиях. Л.: Изд-во ЛГУ, 1986. 192 с.

11. Статистика – Програмний продукт. URL: <http://statsoft.ru/>.

12. Korniienko V., Obodovskiy O., Pochaievets O., Lukianets O., Kryvets O., Korohoda N. Use open GIS technologies to determine hydropower potential for lowland rivers on the example of Ukrainian part of Pripjat basin. XIXth International Conference "Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects, 11-14 May 2020, Kiev, Ukraine

13. Korniienko V., Obodovskiy O., Snizhko S. The spatial analysis of the hydropower modules distribution for the Pripjat basin within Ukraine using open gis technologies. Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects. 2021.

14. Obodovskiy Iurii, Obodovskiy Oleksandr, Onischuk Vasily. Hydro-morphodynamic assessment processes channel forming rivers in the upper part of the Tisza River Basin (in Ukraine). Journal of Education, Health and Sport. 2016; 6(13):307-316. URL: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.376656>.

15. Obodovskiy O., Korniienko V., Spatial distribution of average annual water runoff in the Pripjat basin rivers (Ukraine). Geography and Tourism, Vol. 8, No. 2 (2020), 97-106, URL: <https://doi.org/10.36122/GAT20200819>.

References

1. Vasilenko E.V. Analiz faktoriv formuvannya vesnyanoho vodopyllyya na richkakh Pravoberezhzhya Pryp'yati [Analysis of the spring flood forming factors on the rivers of right bank of the Pripjat] Hidrolohiya, hidrokimiya i hidroekolohiya, 2011 , Т 3 (24), S. 99-105.

2. Zahreba M.M. Teoretychni aspekty vykorystannya faktornoho analizu pry analizi dynamiky finansovoho stanu pidpryyemstva [Theoretical aspects of the use of factor analysis in the analysis of the financial condition of the company], Naukovi pratsi Kirovohrads'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu. Ekonomichni nauky. 2014. Vyp. 25. S. 455-460.

3. Iberla K. Faktornyy analiz. M.: Statistika, 1980. 398 s.

4. Yyereskog K.G. Kloven D.I., Reymont R.A. Geologicheskyy faktornyy analiz [Geological factor analysis]. L.: Nezhra, 1980. 223 s.

5. Loboda N.S. Rozrakhunok ta uzahal'nennya kharakterystyk richnoho stoku richok Ukrayiny v umovakh antropohennoho vplyvu [Calculation and generalization of characteristics of river runoff of rivers of Ukraine in the conditions of anthropogenic influence]. Odesa: Ekolohiya, 2005. 208 s.

6. Lukianets O.I., Obodovs'kyy O.H., Hrebin' V.V., Pochayevets' O.O., Korniyenko V.O.. Prostorovi zakonomirnosti zminy seredn'oho richnoho stoku vody richok Ukrayiny [Spatial regularities of change in average annual water flow of rivers of Ukraine]. Ukrayins'kyy heohrafichnyy zhurnal, 2021 (1), s. 06-14. URL: <https://doi.org/10.15407/ugz2021.01.006>.

7. Obodovs'kyy O.H., Dan'ko K.YU., Pochayevets' O.O., Onyshchuk V.V., Snizhko S.I., Lukianets O.I. Metodichni aspekty hidroekolohichnoyi otsinky hidroenerhetychnoho potentsialu rivnynnykh richok pravoberezhzhya Dnipra [Methodical aspects of hydroecological assessment of hydropower potential of plain rivers of the right bank of the Dnieper]. Hidrobiolohichnyy zhurnal, 2020. Т. 56, в. 2. с. 83-102.

8. Obodovs'kyy, O., Lukianets, O., Moskalenko, S., & Korniyenko, V. Uzahal'nennya seredn'oho richnoho stoku vody richok vidpovidno do hidrohrafichnoho rayonuvannya Ukrayiny [Generalization of the average annual water runoff of the rivers according to the hydrographic zoning of Ukraine]. Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho universytetu imeni V. N. Karazina, Seriya «Heolohiya. Heohrafiya. Ekolohiya», 2019. №51, S. 158-170. URL: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2019-51-11>.

9. Obodovs'kyy O. Dan'ko K., Pochayevets' O., Obodovs'kyy YU. Metodyka vstanovlennya hidroenerhetychnoho potentsialu richok (na prykladi richok Ukrayins'kykh Karpat) [Methods of assessment

hydropower potential of the rivers (the example of Ukrainian Carpathians rivers)]. Visnyk Kyivskoho natsional'nogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka. 2016. Vyp. 1 (64). S. 5-12.

10. Smirnov N.P., Sklyarenko V.L. Metody mnogomernogo statisticheskogo analiza v gidrologicheskikh issledovaniyakh [Multivariate statistical analysis methods in hydrological research]. L.: Izd-vo LGU, 1986. 192 s.

11. Statystyka – Prohramnyy produkt. URL: <http://statsoft.ru/>.

12. Korniienko V., Obodovskyi O., Pochaievets O., Lukianets O., Kryvets O., Korohoda N. Use open GIS technologies to determine hydropower potential for lowland rivers on the example of Ukrainian part of Pripjat basin. XIXth International Conference "Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects, 11-14 May 2020, Kiev, Ukraine.

13. Korniienko V., Obodovskyi O., Snizhko S. The spatial analysis of the hydropower modules distribution for the Pripjat basin within Ukraine using open GIS technologies. Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects. 2021.

14. Obodovskyi Iurii, Obodovskyi Oleksandr, Onischuk Vasily. Hydro-morphodynamic assessment processes channel forming rivers in the upper part of the Tisza River Basin (in Ukraine). Journal of Education, Health and Sport. 2016. 6(13):307-316. URL: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.376656>.

15. Obodovskyi O., Korniienko V. Spatial distribution of average annual water runoff in the Pripjat basin rivers (Ukraine). Geography and Tourism, Vol. 8, No. 2 (2020), 97-106. URL: <https://doi.org/10.36122/GAT20200819>.

Многомерный анализ факторов модуля гидроэнергетического потенциала рек бассейна Припяти в пределах Украины

Корниенко В.А.

Важность оценки гидроэнергетических ресурсов в последнее время обуславливает исследования количественной характеристики гидроэнергии рек. Интересным и одновременно важным для понимания оценки гидроэнергетического потенциала и его модуля является многомерный анализ определяющих факторов, которые определяют их величину. Такой подход дает возможность установить влияние и оценить возможные связи природных и антропогенных показателей на его формирование. Особенно важным является установление факторов, определяющих величину модуля гидроэнергетического потенциала, показателя по которому можно в пространственном контексте отразить общую гидроэнергию рек.

Поскольку на величину гидроэнергетического потенциала и его модуля влияют многочисленные факторы, которые могут быть слабозависимы между собой, то для установления наиболее значимых показателей было решено применить многомерный статистический анализ, используя при этом метод факторного анализа. Исследования показали, что наибольшее влияние на величину модуля гидроэнергетического потенциала имеют гидроэнергетические, стоковые показатели, площадь водосбора, показатели влияния эрозийных процессов и показатели уклона рек. Показатели распаханности, лесистости, зарегулированности имеют косвенное влияние на величину модуля общего гидроэнергетического потенциала. В ходе исследования были построены зависимости гидроэнергетического потенциала от площади водосбора и среднегодового расхода воды, модуля общего гидроэнергетического потенциала и показателя глубины эрозийного вреза реки. Установленные связи характеризуются хорошими степенями корреляции и могут применяться для расчетов величины гидроэнергии рек, для которых отсутствуют или недостаточны входные данные.

Ключевые слова: гидроэнергоресурсы; гидроэнергетический потенциал; модуль гидроэнергетического потенциала; факторный анализ; модуль стока; реки.

Multivariate factor analysis of the hydropower potential modules in the Pripjat basin rivers (Ukraine)

Korniienko V.O.

The importance of assessing hydropower resources in recent years determines the study of the quantitative characteristics of river hydropower. Interesting and at the same time important for understanding the assessment of hydropower potential and its module is a multivariate analysis of the determining factors that determine their magnitude. This approach makes it possible to establish the impact and assess the possible relationship between natural and anthropogenic indicators on its formation. It is especially important to establish the factors that determine the magnitude of the modulus of the hydropower potential, an indicator by which it is possible to reflect the total hydropower of rivers in a spatial context.

Since the magnitude of the hydropower potential and its modulus is influenced by numerous factors that may be weakly interdependent, it was decided to apply multivariate analysis to establish the most significant indicators using factor analysis. Studies have shown that hydropower, runoff indicators, catchment area, indicators of erosional activity of the catchment, and indicators of the river's slope exert the greatest influence on the magnitude of the modules of the hydropower potential. The indicators of plowing, forest cover, and regulation indirectly affect the magnitude of the modulus of the total hydropower potential. In the course of the study, the dependences of the hydropower potential on the catchment area and the average annual water discharge, the module of the hydropower potential and the indicator of the depth of the erosional incision of the rivers were built. The connections are characterized by good degrees of correlation and can be used to calculate the magnitude of hydropower in rivers for which there are no or insufficient input data.

In a conclusion, the use of factor analysis made it possible to establish a relationship between all 15 factors, according to 26 hydrological stations, and to identify the main determining factors influencing the formation and spatial distribution of the total hydropower potential module for the Pripjat basin rivers within Ukraine. According to the results of the calculation by the method of factor analysis, five main groups of factors with the corresponding factor load. The first two groups of factors accounted for more than 80% of the total variance of the distribution.

Keywords: *hydropower resources; hydropower potential; hydropower potential module; multivariate factor analysis; factor analysis; water runoff module; rivers.*

Надійшла до редколегії 05.04.2021