

## ВСТАНОВЛЕННЯ ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РІЧОК БАСЕЙНУ ТИСИ

## ASSESSMENT OF HYDROPOWER POTENTIAL OF THE TISZA RIVER BASIN

Ободовський Олександр, доктор географічних наук, професор, професор кафедри географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Україна  
Obodovskiy Oleksandr, Doctor of Science in Geography Sciences, Professor

Данько Костянтин, кандидат географічних наук, завідувач науково дослідного сектору географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Україна  
Danko Kostiantyn, Ph.D, in Geography Sciences, Head of laboratory

Почасєвць Олена, аспірантка, провідний інженер науково дослідного сектору географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Україна  
Pochaievets Olena, postgraduate student, Leading Engineer, geography faculty Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

**Анотація.** В статті представлені результати обчислення загального та екологічного гідроенергетичного потенціалів річок басейну Тиси в межах України. Загальний гідроенергетичний потенціал був розрахований на 114 водотоках довжиною понад 10 км, які входять до основних суббасейнів Тиси. Він встановлювався по характерним ділянкам, межі яких визначались за зміною гідравлічних характеристик русел (гідравлічний напір, водність). Також було встановлено величину екологічно допустимого потенціалу. Для цього із розрахунків були виключені ділянки в межах яких розташовані території природно-заповідного фонду та ділянки величина валової середньої витрати води яких є меншою від 0,71 м<sup>3</sup>/с. Такі витрати притаманні для верхів'їв річок, та їх верхніх течій.

**Abstract.** The results of calculating the total and ecofriendly hydropower potential of the rivers of the Tisza River Basin within Ukraine are represented in the paper. Total hydropower potential at 114 streams with length of 10 km in the main sub-basin of Tisza has been calculated. The boundaries of the areas (parts) potential with the change of hydraulic characteristics of channels to assess hydropower were identified. The value of ecofriendly hydropower potential was installed. Parts within protected areas and the value of the average flow of water which is less than 0.71 m<sup>3</sup>/s, which typical for upper parts of the rivers of calculations were excluded.

**Ключові слова:** річки басейну Тиси, річковий стік, загальний гідроенергетичний потенціал, екологічно допустимий гідроенергетичний потенціал, природно-заповідні території

**Key words:** rivers of the Tisa river basin, total hydropower potential, ecofriendly hydropower potential, protected areas of Ukraine

**Актуальність досліджень.** В умовах інтенсивного використання вичерпних паливних енергоресурсів постає проблема енергозабезпечення країн Дунайського басейну, і зокрема, його гірської території. В цьому контексті значна увага має приділятися альтернативним видам енергії, до яких можна віднести гідроенергетичні ресурси, які в значній кількості знаходяться в басейні Тиси, яка бере початок в Україні і має транскордонний басейн (в межах України його площа домірна Закарпатській області). Від раціонального та безпечного використання її водних ресурсів залежить, в тому числі, обґрунтоване виробництво гідроелектроенергії.

Гідроенергетичні ресурси басейну Тиси є найбільшими на одиницю площі водозбору в Україні. Обумовлено це тим, що модуль річкового стоку тут сягає близько  $40 \text{ л}^*/\text{км}^2$ , а перепад висот між гірською та долинною частинами басейну становить у середньому 1500 м.

Проте, на сьогодні в басейні працюють лише п'ять ГЕС: Терембле-Рікська ГЕС (1956 р.) потужністю 29,5 тис. кВт, Оноківська і Ужгородська малі ГЕС потужністю відповідно 4,5 та 1,9 тис. кВт, які були побудовані в 30-ті–50-ті роки минулого століття, а також дві міні-ГЕС: на р. Ільмин в с. Білин Рахівського району (2006 р.) потужністю 630 кВт, та на р. Красношурка в с. Красна Тячівського району (2010 р.) потужністю 800 кВт.

Тому розвиток саме малої гідроенергетики, як альтернативного джерела енергії, є одним із пріоритетних напрямків, особливо враховуючи те, що водотоки Карпат характеризуються значною водністю (в порівнянні з річками рівнинної території України) та гідравлічним напором, який є визначальним показником гідроенергетичного потенціалу водотоку. Саме тому вивчення гідроенергоресурсів річок басейну Тиси є першим кроком на шляху їх використання для виробництва електроенергії.

**Методичні положення.** Найбільш узагальнюючим і важливим показником, що характеризує гідроенергетичну потужність водотоку є загальний гідроенергетичний потенціал (ЗГП), як характеристика повної теоретичної енергії річкового стоку. Для визначення цього потенціалу обчислюється потужність енергії стоку води [11].

На думку ряду авторів [2,3] найбільш коректні та об'єктивні результати дає метод сумарного подільного обліку встановлення ЗГП. Його сутність полягає в тому, що проводиться оцінка загальної потужності всіх ділянок річки, які потенційно можна енергетично використати. Основними критеріями для вибору ділянок є наявність більш-менш однорідного похилу (наприклад, поріжно-водоспадні з похилом  $I > 30\%$ ), або значна бокова приточність, яка змінює гідравлічні умови річки.

Стосовно технологічних аспектів встановлення загального енергетичного потенціалу, то вихідними даними для річок басейну Тиси є наступні:

- відомості по рельєфу. При цьому використані цифрові моделі рельєфу SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) з роздільною здатністю 30м на піксель та електронні карти масштабом 1:10 000, 1:50 000 та 1:100 000 [13];
- інформація про витрати води в межах гідрологічних постів та на виділених ділянках річок.

Для розрахунку гідроенергетичного потенціалу однією із задач була побудова модельної річкової мережі, яка була створена на основі результатів математичної обробки даних про цифрову модель рельєфу з використанням прикладних розрахункових програм на базі ГІС-технологій, а саме ArcGis Desktop 10.2. Модельна річкова мережа, створена на основі ЦМР має деякі недоліки, які обумовлені локальними особливостями рельєфу території. Це досить добре ілюструється на рівнинних частинах річок досліджуваних басейнів, де широко розвинуте господарське освоєння території. Тому, лише поєднання паперового картографічного матеріалу, ЦМР та даних ДЗЗ інших відкритих ресурсів дає досить високу точність оцінювання річкової мережі.

Для розрахунків загального енергетичного потенціалу всі річки були розбиті на ділянки. Основними параметрами для цього, як вже було сказано, використані зміни похилу річки та її водності (впадіння великої притоки). Похили річок були визначені на основі повздовжніх їх профілів. Вони були побудовані за висотними відмітками топографічних карт, уточнені за довідниковими джерелами та даними ДЗЗ.

Встановлення екологічного гідроенергетичного потенціалу (ЕкГП) є надзвичайно важливою, доцільною та необхідною складовою для річок басейну Тиси. Введення цього показника обумовлене збереженням річкових водних об'єктів та їх відповідності вимогам Водної Рамкової Директиви ЄС [5]. Поряд з цим варто також враховувати основні положення Директиви ЄС «Про оцінку та управління ризиками наводнень» [4]. І для умов виконання протипаводкового захисту русло-заплавного комплексу річок при їх енергетичному освоєнні.

Основними критеріями для встановлення ЕкГП є:

- 1) наявність на території річкового басейну територій різної категорії охорони в тому числі меж природно-заповідного фонду (ПЗФ).
- 2) величина валової середньої витрати води, яка є меншою від  $0,71 \text{ м}^3/\text{с}$ . Такі витрати притаманні для верхів'їв річок, та їх верхніх течій [9].

Вищенаведені показники витрат води запропоновані з огляду на співвідношення між середніми та мінімальними витратами води ( $Q_{\text{сеп}}/Q_{\text{мін}}$ ) в басейнах основних річок. Таким чином більшість верхів'їв річок, які є дуже незначними за водністю (потічки), не можуть бути використані і гідрологічних цілях. Це повністю зберігає їх екологічний стан і всі вони входять до переліку особливо цінних річкових ділянок в басейні Тиси [7,9].

Що стосується першого критерію при встановлення екологічного потенціалу, то виключення із загальної оцінки охоронних зон забезпечить меншу зарегульованість річки та збереження її гідроенергетичного режиму.

Щодо другого критерію, його врахування буде сприяти збереженню ділянок річок, які знаходяться біля їх витоків і, як правило, мають референційні умови [6] функціонування, що є вкрай важливим при встановленні екологічного стану річки [5].

**Виклад основного матеріалу.** Встановлення величини гідроенергетичного потенціалу річок в басейні Тиси проводилось в два етапи. Спершу було оцінено загальний гідроенергетичний потенціал (ЗГП) на 114 водотоках, довжиною понад 10 км (табл. 1), і які входять до основних 11 суббасейнів басейну Тиси (основні притоки першого порядку) (табл. 1) [10]. Наступним важливим етапом було виключення територій природно-

заповідного фонду та ділянок річок, стік з яких є непридатним до використання з огляду на гідроекологічні проблеми.

Отже, визначення загального гідроенергетичного потенціалу досліджуваних водотоків басейну Тиси (табл. 1) здійснювались загалом за оцінкою гідроенергетичних потужностей 385 окремих ділянок річок [11].

В результаті проведених досліджень встановлено, що сумарний загальний гідроенергетичний потенціал досліджуваних річок басейну Тиси складає – 1092435 кВт або 1092 МВт. Найбільшою гідроенергетичною потужністю в даному басейні характеризуються річки суббасейну Тересви. Їх сумарний гідроенергетичний потенціал складає 14,1% (153782 кВт або 154 МВт) від загальної гідроенергетичної потужності річок басейну Тиси. Зокрема на сумарну гідроенергетичну потужність самої річки Тиси припадає 31,5% (350842 кВт або 350,8 МВт) від загальної її басейнової величини. Серед суббасейнів малих річок басейну Тиси найбільшим потенціалом характеризуються річки басейну Шопурки, валова частка потужності яких складає 3,44% (37551 кВт або 37,6 МВт).

Серед 114 досліджуваних річок басейну Тиси (без врахування самої головної), найбільшою гідроенергетичною потужністю характеризується річка Тересва. Її гідроенергетичний потенціал сягає 80978 кВт (80,9 МВт) тобто 7,41% від сумарного потенціалу всіх водотоків. Крім Тересви та Тиси для інших річок басейну загальний гідроенергетичний потенціал яких перевищує 10 МВт, виділяються ще 15 водотоків (табл. 1).

Аналіз даних, взятих з табл. 1 засвідчує, що сумарний гідроенергетичний потенціал вказаних основних водотоків складає 859,7 МВт, тобто 78,7% сумарного загального гідроенергетичного потенціалу всіх досліджуваних річок басейну Тиси в межах України. Вага інших водотоків басейну Тиси (до яких можна віднести в основному малі річки на передгір'ї та низовині) в сумарному загальному гідроенергетичному потенціалі не перевищує 22%. Більшість водотоків (68 річок басейну) мають загальний гідроенергетичний потенціал, що входить у діапазон від 1000 до 10000 кВт. Частка їх сумарного гідроенергетичного потенціалу становить 19,95%. На інші водотоки (29 річок) припадає лише 1,35%, що характеризує їх дуже незначний внесок до ЗГП басейну (табл. 1, рис.1).

Потенційний загальний обсяг річної енергопотужності всіх річок басейну Тиси складає 9569730 тис. кВт\*год/рік. (табл. 1).

Таблиця 1

**Розподіл показників (% , кВт) загального гідроенергетичного потенціалу річок основних суббасейнів басейну р. Тиса (в межах регіону Українських Карпат)**

№	Річка/Басейн (суббасейн)	$E_{заг.},$ кВт	$E_{заг.},$ МВт	$E_{заг}$ за рік, тис, кВт*г	% від сумарного ЗГП
1	2	3	4	5	6
1	Тиса (річка)	350842	351	3073376	32,1
2	Чорна Тиса	52710	52,7	461740	4,50
3	Біла Тиса	53925	53,9	472383	4,94
4	Косівська	17294	17,3	151495	1,58
5	Шопурка	37551	37,6	328947	3,44
6	Апшиця	6802	6,80	59586	0,62
7	Тересва	153782	154	1347130	14,1
8	Теребля	93334	93,3	817606	8,54
9	Ріка	90310	90,3	791116	8,27
10	Боржава	58469	58,5	512188	5,35
11	Латориця	81344	81,3	712573	7,45
12	Уж	80316	80,3	703568	7,35
<b>Потенціал річок суббасейнів</b>		<b>722282</b>	<b>722</b>	6327190	66,1
Потенціал річок суббасейнів + р, Тиса		1081459	1081	9473581	97,9

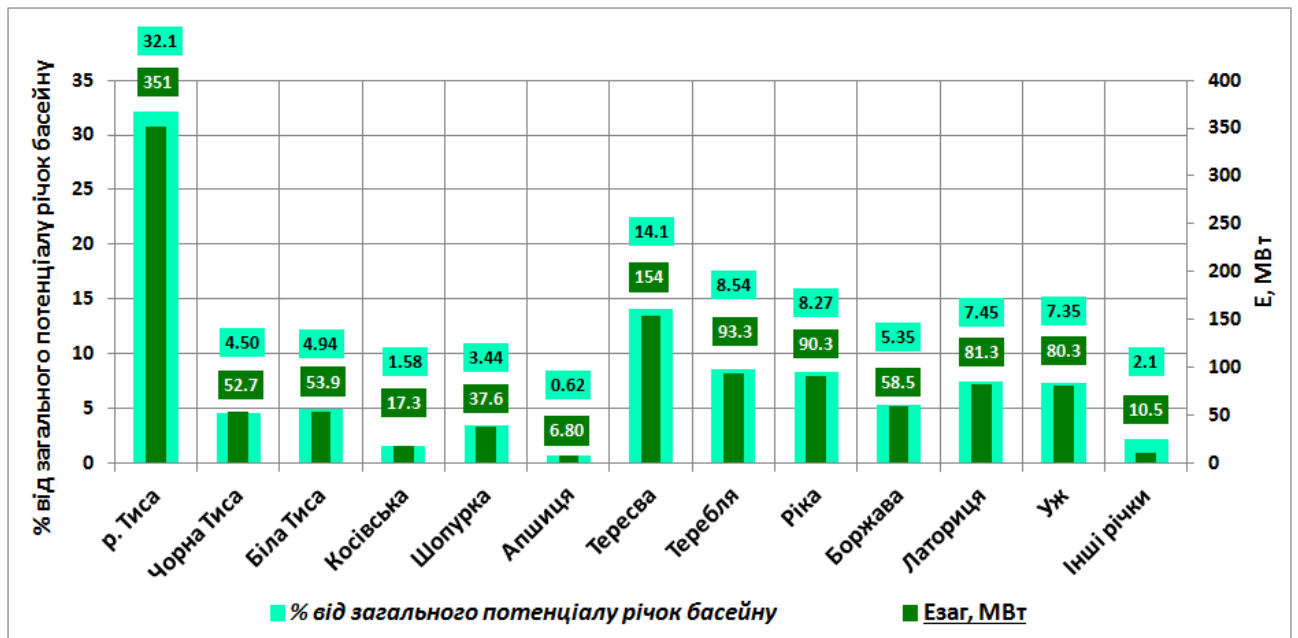


Рис. 1. Розподіл показників (% , МВт) загального енергетичного потенціалу річок основних суббасейнів басейну р. Тиси (в межах регіону Українських Карпат)

Для більш наглядного представлення результатів табл.1 і рис.1 була побудована карта ЗГП річок басейну Тиси в межах України з виділенням основних суббасейнів (рис.2).

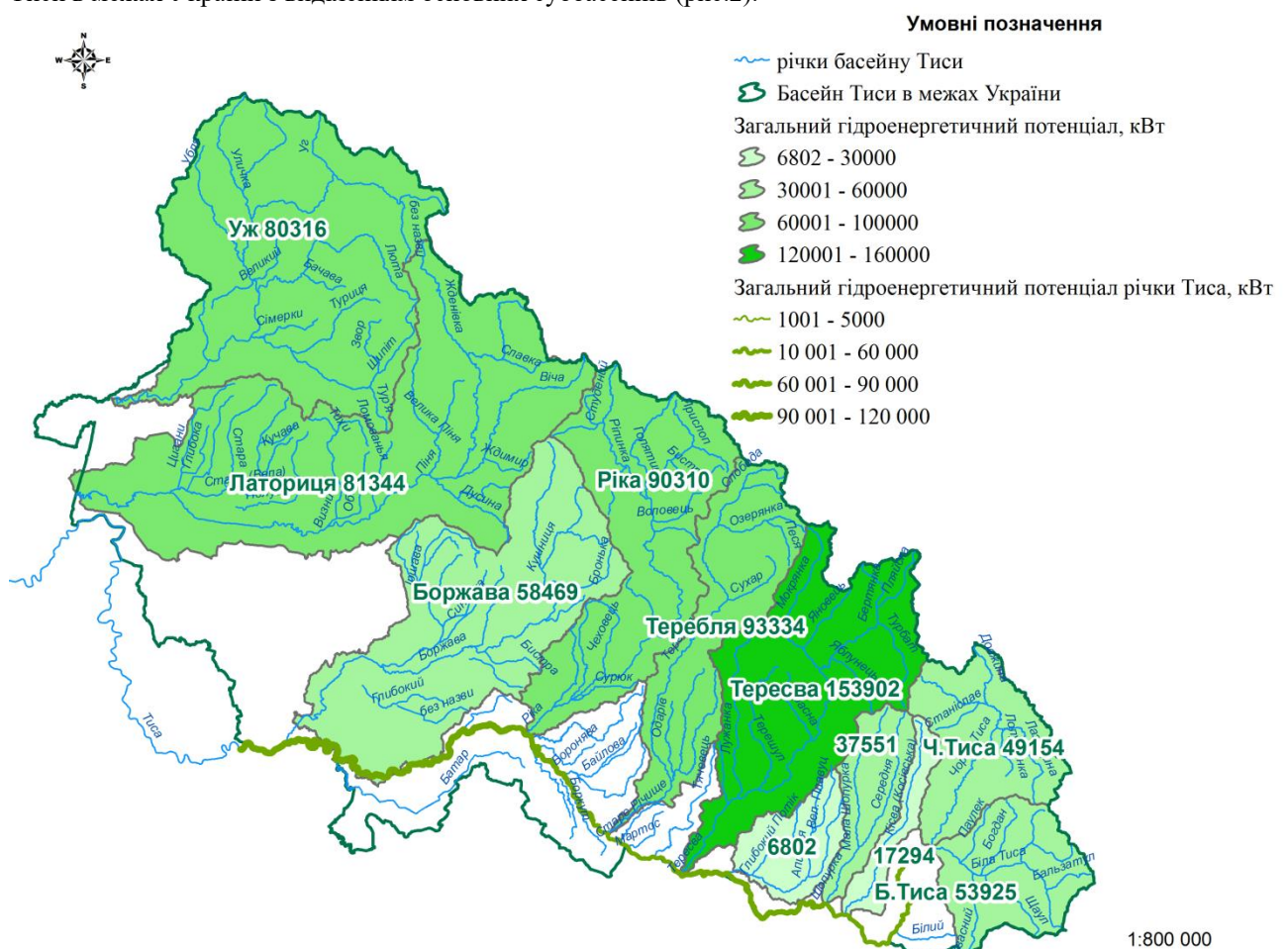


Рис.2. Карта загального гідроенергетичного потенціалу річок басейну Тиси в межах України по суббасейнам

Окрім оцінки загального гідроенергетичного потенціалу річок, актуальною задачею сьогодення є встановлення екологічно допустимого гідроенергетичного потенціалу (ЕкГП). Згідно методичних положень

[11] із розрахунків були виключені ділянки, в межах яких розташовані об'єкти природно-заповідного фонду та верхів'я річок. В результаті виключення виділені потенційно неможливі для використання ділянки та визначені їх площі. Варто відмітити, що використання цих підходів у цілому призводить до суттєвого зменшення загального гідроенергетичного потенціалу річок.

Результати обчислень показників екологічно обґрунтованого гідроенергетичного потенціалу основних суббасейнів річок басейну Тиси представлені у табл. 2, та на рис.3.

Таблиця 2

**Показники екологічного гідроенергетичного потенціалу основних суббасейнів річок Українських Карпат**

№	Річка/Басейн (суббасейн)	Е <sub>заг.</sub> , кВт	Втрати потенціалу, кВт	%	Е <sub>еко.</sub> , кВт	%
1	2	3	4	5	6	7
1	Тиса (річка)	350842	48777	13,9	302065	86,1
2	Чорна Тиса	52710	12886	24,4	39824	75,6
3	Біла Тиса	53925	16963	31,5	36962	68,5
4	Косівська	17294	8729	50,5	8565	49,5
5	Шопурка	37551	5672	15,1	31879	84,9
<i>Продовження таблиці 1</i>						
1	2	3	4	5	6	7
6	Апшиця	6802	4633	68,1	2169	31,9
7	Тересва	153782	14062	9,1	139720	90,9
8	Теребля	93334	39059	41,8	54275	58,2
9	Ріка	90310	8877	9,8	81433	90,2
10	Боржава	58469	24976	42,7	33493	57,3
11	Латориця	81344	26973	33,2	54371	66,8
12	Уж	80316	27007	33,6	53309	66,4
Потенціал річок суббасейнів		722282	189837		536000	74,2
Потенціал річок суббасейнів + р. Тиса		<b>1081459</b>	238614		<b>838065</b>	77,5



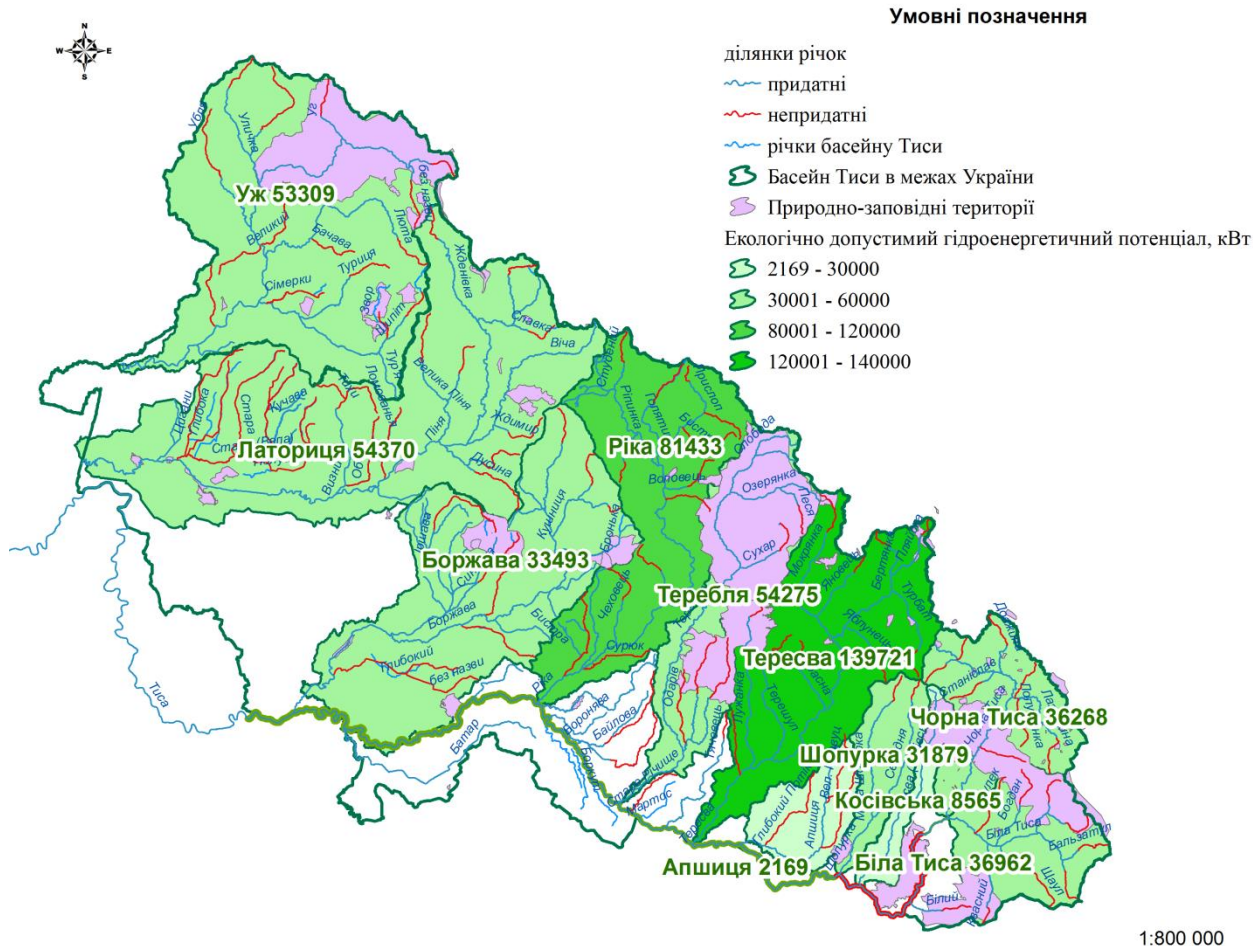


Рис.3. Карта екологічно обґрунтованого енергетичного потенціалу річок основних суббасейнів річок басейну Тиси в межах України

За результатами оцінки величина екологічно допустимого гідроенергетичного потенціалу річок басейну Тиси в межах України сягає 247354 кВт. Вцілому, в басейні Тиси величина втрат гідроенергетичного потенціалу, пов'язаного з екологічними обмеженнями для двох суббасейнів перевищує 50%. Це басейни річок – Косівська - 50,5% та Апшиця - 68,1% (табл. 2). Суббасейни Тересви та Ріки характеризуються найнижчим відсотком втрат потужності з урахуванням екологічних обмежень - 9,14% та 9,83% відповідно.

За результатами досліджень у басейні Тиси гідроенергетичний потенціал річок з урахуванням екологічних обмежень складає 83 8065кВт.

Варто відмітити, що ЕкГП є доволі новою складовою у визначенні гідроенергетичного потенціалу річок басейну Тиси. Разом з тим його величина забезпечує малі за водністю річки від дій, пов'язаних зі зміною їх екологічного стану. Навпаки, визначення ЕкГП спрямовано на збереження і потенційне покращення (зони впливу ПЗФ) екологічної ситуації на багатьох річкових водних об'єктах. Це питання є актуальним для річок саме басейну Тиси в межах України ще й з огляду на дотримання положень ВРД ЄС для даного транскордонного басейну.

**Висновки.** Виходячи з того, що басейн Тиси є транскордонним використання його водних ресурсів набуває міжнародного значення. Екологічно допустимий гідроенергетичний потенціал встановлюється як частина загального гідроенергетичного потенціалу, що виключає потенціал ділянок водотоків, використання яких в гідроенергетичних цілях буде мати згубний екологічний характер. Встановлення екологічно допустимого гідроенергетичного потенціалу річок басейну Тиси в межах України було проведено з урахуванням виключення природо-охоронних територій та верхів'їв річок, з метою збереження референційних умов. В межах басейну виділено 11 основних суббасейнів, в річках яких сконцентровано 97,94% ЗГП. Загальний гідроенергетичний потенціал всього басейну Тиси становить 1081459 кВт. Враховуючи витрати потенціалу, пов'язані з екологічними обмеженнями екологічного гідроенергетичного потенціалу зменшилась приблизно на 22% і становить 838065 кВт.

## References

1. Басюк Т. О. Оцінка гідрологічних і гідроекологічних умов розвитку та реконструкції малих гідроелектростанцій (на прикладі р. Південний Буг) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» / Т. О. Басюк. – К., 2013. – 20 с.

2. Беляков Ю. П. Экономические предпосылки восстановления малых ГЭС в Киргизии / Ю. П. Беляков, А. Г. Зырянов // Гидротехническое строительство. – 1991. – № 1. – С. 12-19.
3. Васько П.Ф. Мала гідроенергетика в структурі електроенергетичної галузі України / П.Ф. Васько, В.П. Васько, М.Р. Ібрагімова // Відновлюв. Енергетика. – 2015. - №3. - С. 53-61. 2. Гребінь В.В. Ретроспективний аналіз досліджень річкової мережі України та застосування типології річок Водної рамкової директиви ЄС на сучасному етапі / В.В.Гребінь, В.К.Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія і гідрокологія. – 2016. – Т.2 (41).
4. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення / [підгот. : Алієв К. та ін.]. – Вид. офіц. – К., 2006. – 240 с.
5. Директива 2007/60/ЕС Европейского парламента и Совета от 23 октября 2007 г. об оценке и управлении рисками наводнений: [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/994\\_b29](http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/994_b29) – Назва з екрану.
6. Ковальчук І. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз / Іван Ковальчук. – Львів: Ін-тут українознавства, 1997. – 440 с.
7. Латориця : гідрологія, гідроморфологія, руслові процеси / Ободовський О. Г., Онищук В. В., Розлач З. В. та ін. ; [за ред. О. Г. Ободовського]. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2012. – 319 с.
8. Ободовський О. Г. Коротка історія розвитку та сучасний стан малої гідроенергетики на рівнинних річках України / О. Г. Ободовський, Е. Р. Рахматулліна, Л. М. Тимуляк // Гідрологія, гідрохімія і гідрокологія. - 2016. - Т. 4. - С. 94-106.
9. Ободовський О. Г. Оцінка зв'язків мінімального та середнього стоку води річок Українських Карпат / О. Г. Ободовський, О. О. Почаєвець, М. А. Заварзін. // Наук. збірник. Гідрологія, гідрохімія і гідрокологія. Київ: ВГЛ Обрії. – 2016. – №40. – С. 60–69.
10. Ободовський О. Г. Середній річний водний стік річок Українських Карпат та особливості його територіального розподілу / О. Г. Ободовський, О. І. Лук'янець, О. С. Коноваленко, В. О. Корнієнко // Гідрологія, гідрохімія і гідрокологія. - 2016. - Т. 4. - С. 25-32.
11. Ободовський О. Методика встановлення гідроенергетичного потенціалу річок (на прикладі річок Українських Карпат) / О. Ободовський, К. Данько, О. Почаєвець, Ю. Ободовський // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2016 - Вип. 1 (64), С. – 5-12.
12. Паламарчук М. М. Водний фонд України. Довідковий посібник / М. М. Паламарчук, Н. Б. Закорчевна; за ред. В. М. Хорева, К. А. Алієва. – К. 2001.
13. Global Data Explorer / U.S. Geological Survey [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://gdex.cr.usgs.gov/gdex/> – Назва з екрану.

## References

1. Basyuk T. O. Otsinka hidrollohichnykh i hidroekolohichnykh umov rozvytku ta rekonstruktsiyi malykh hidroelektrostantsiy (na prykladi r. Pivdennyu Buh) : avtoref. dys. na здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : spets. 11.00.07 «Hidrolohiya sushy, vodni resursy, hidrokhiimiya» / T. O. Basyuk. – K., 2013. – 20 s.
2. Belyakov Yu. P. Ekonomicheskiye predposylky vosstanovleniya malykh HЭС v Kyrhyzyy / Yu. P. Belyakov, A. N. Zyryanov // Hydrotekhnicheskoye stroitel'stvo. – 1991. – # 1. – S. 12-19.
3. Vas'ko P.F. Mala hidroenerhetyka v strukturi elektroenerhetychnoyi haluzi Ukrayiny / P.F. Vas'ko, V.P. Vas'ko, M.R. Ibrahimova // Vidnovlyuv. Enerhetyka. – 2015. - #3. - S. 53-61. 2. Hrebin' V.V. Retrospektyvnyy analiz doslidzhen' richkovoyi merezhi Ukrayiny ta zastosuvannya typolohiyi richok Vodnoyi ramkovoyi dyrektyvy YeS na suchasnomu etapi / V.V.Hrebin', V.K.Khil'chevskyy // Hidrolohiya, hidrokhiimiya i hidroekolohiya. – 2016. – Т.2(41).
4. Vodna Ramkova Dyrektyva YeS 2000/60/YeS : osnovni terminy ta yikh vyznachennya / [pidhot. : Aliyev K. ta in.]. – Vyd. ofits. – K., 2006. – 240 s.
5. Dyrektyva 2007/60/ES Evropeyskoho parlamenta y Soveta ot 23 oktyabrya 2007 h. ob otsenke y upravlenyyi ryskamy navodnenyy : [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: [http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/994\\_b29](http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/994_b29) – Nazva z ekranu.
6. Koval'chuk I. Rehional'nyy ekoloho-heomorfolohichnyy analiz / Ivan Koval'chuk. – L'viv: In-tut ukrayinoznavstva, 1997. – 440 s.
7. Latorytsya : hidrolohiya, hidromorfolohiya, ruslovi protsesy / Obodovs'kyy O. H., Onyshchuk V. V., Rozlach Z. V. ta in. ; [za red. O. H. Obodovskoho]. – K. : VPTs «Kyivskyy universytet», 2012. – 319 s.
8. Obodovs'kyy O. H. Korotka istoriya rozvytku ta suchasnyy stan maloyi hidroenerhetyky na rivnyynykh richkakh Ukrayiny / O. H. Obodovs'kyy, E. R. Rakhmatullina, L. M. Tymulyak // Hidrolohiya, hidrokhiimiya i hidroekolohiya. - 2016. - Т. 4. - S. 94-106.
9. Obodovs'kyy O. H. Otsinka zv'yazkiv minimal'noho ta seredn'oho stoku vody richok Ukrayins'kykh Karpat / O. H. Obodovs'kyy, O. O. Pochayevets', M. A. Zavarzin. // Nauk. zbirnyk. Hidrolohiya, hidrokhiimiya i hidroekolohiya. Kyiv: VHL Obriyi. – 2016. – #40. – S.60–69.
10. Obodovs'kyy O. H. Seredniy richnyy vodnyy stik richok Ukrayins'kykh Karpat ta osoblyvosti yoho terytorial'noho rozpodilu / O. H. Obodovs'kyy, O. I. Luk'yanets', O. S. Konovalenko, V. O. Korniyenko // Hidrolohiya, hidrokhiimiya i hidroekolohiya. - 2016. - Т. 4. - S. 25-32.

11. Obodovs'kyi O. Metodyka vstanovlennya hidroenerhetychnoho potentsialu richok (na prykladi richok Ukrayins'kykh Karpat) / O. Obodovs'kyi, K. Dan'ko, O. Pochayevets', Yu. Obodovs'kyi //Visnyk Kyyivs'koho natsional'noho universytetu imeni Tarasa Shevchenka, 2016 - Vyp. 1 (64), S. – 5-12.
12. Palamarchuk M. M. Vodnyy fond Ukrainy. Dovidkovyy posibnyk / M. M. Palamarchuk, N. B. Zakorchevna; za red. V. M. Khoreva, K. A. Aliyeva. – K. 2001.
13. Global Data Explorer / U.S. Geological Survey [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: <http://gdex.cr.usgs.gov/gdex>