УДК 551.482;627.142

***Ободовський Ю.О., Ободовський О.Г., Хільчевський В.К., Данько К.Ю.***
*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

# ВІДПОВІДНІСТЬ ЗАГАЛЬНОГО ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТИПАМ РУСЕЛ РІЧОК ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ТИСИ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ)

***Ключові слова:*** *загальний гідроенергетичний потенціал, типи русел, репрезентативна ділянка, потужність потоку, зміна похилу на водозборі, водність річки*

***Вступ.*** В Україні з 63119 річок, до малих відносять 63029 [9], гідроенергоресурси яких є потенційним джерелом електроенергії. Найбільш перспективними в цьому контексті є річки Українських Карпат, які характеризуються значною водністю та сприятливими гідравлічними умовами (достатня водність і великі похили) [5,7]. Тому річки Українських Карпат є найбільш репрезентативним з огляду на апробацію комплексної методики встановлення гідроенергетичного потенціалу річок. Крім того, річки карпатського регіону мають надзвичайно важливий екологічний та природно-естетичний потенціал, що саме і змушує підходити комплексно до оцінки енергетичних ресурсів водотоків та майбутнього їх використання через розвиток малої гідроенергетики, як альтернативної. Використання гідроенергетичного потенціалу карпатських річок в басейні Тиси може в майбутньому вирішити проблему не лише забезпечення населення та господарських об’єктів електроенергією (шляхом малих ГЕС), але й її можливе експортування за межі України [6].

**Вихідні матеріали.** Для розрахунку загального гідроенергетичного потенціалу (ЗГП) річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) було залучено 24 річки (довжиною, як правило, понад 10 км), на яких були виділені 86 однорідних ділянок з яких для басейнів річок Чорна Тиса (35 ділянок), Біла Тиса (34 ділянки), Тиса (6 ділянок), Косівська (3 ділянки), Шопурка (8 ділянок) рис. 1. За цими ділянками були встановлені типи русел річок та проведений розрахунок ЗГП для вказаних річок.

На базі натурних експедиційних досліджень, відповідного картографічного матеріалу, космічних знімків визначені типи русел, які знаходяться в суббасейнах Чорної і Білої Тиси, Тиси до держкордону з Румунією, Шопурки, та Косівської. Результатом цих досліджень представлені, і на рис. 3 [4, 7].

**Методичні положення.** Встановлення загального гідроенергетичного потенціалу річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) виконувалось за схемою та алгоритмом [5].

Важливим з огляду на розуміння даної ідеї є визначення терміну «гідроенергетичний потенціал» (ГП) та його складових. У літературі є декілька підходів до його тлумачень [10, 11, 13]. В своїх дослідженнях ми виділяємо (за О.Г.Ободовським) 4 категорії гідроенергетичного потенціалу: загальний (природний теоретичний), екологічно обґрунтованих, технічно можливий та економічно обґрунтований гідроенергетичний потенціал [3,5,6].

Для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) була проведена оцінка типів русел [8]. Найбільш узагальнюючим і важливим показником, що характеризує гідроенергетичну потужність водотоку є *загальний*

*гідроенергетичний потенціал* (ЗГП), як характеристика повної теоретичної енергії річкового стоку. Для його визначення обчислюється потужність енергії стоку води.

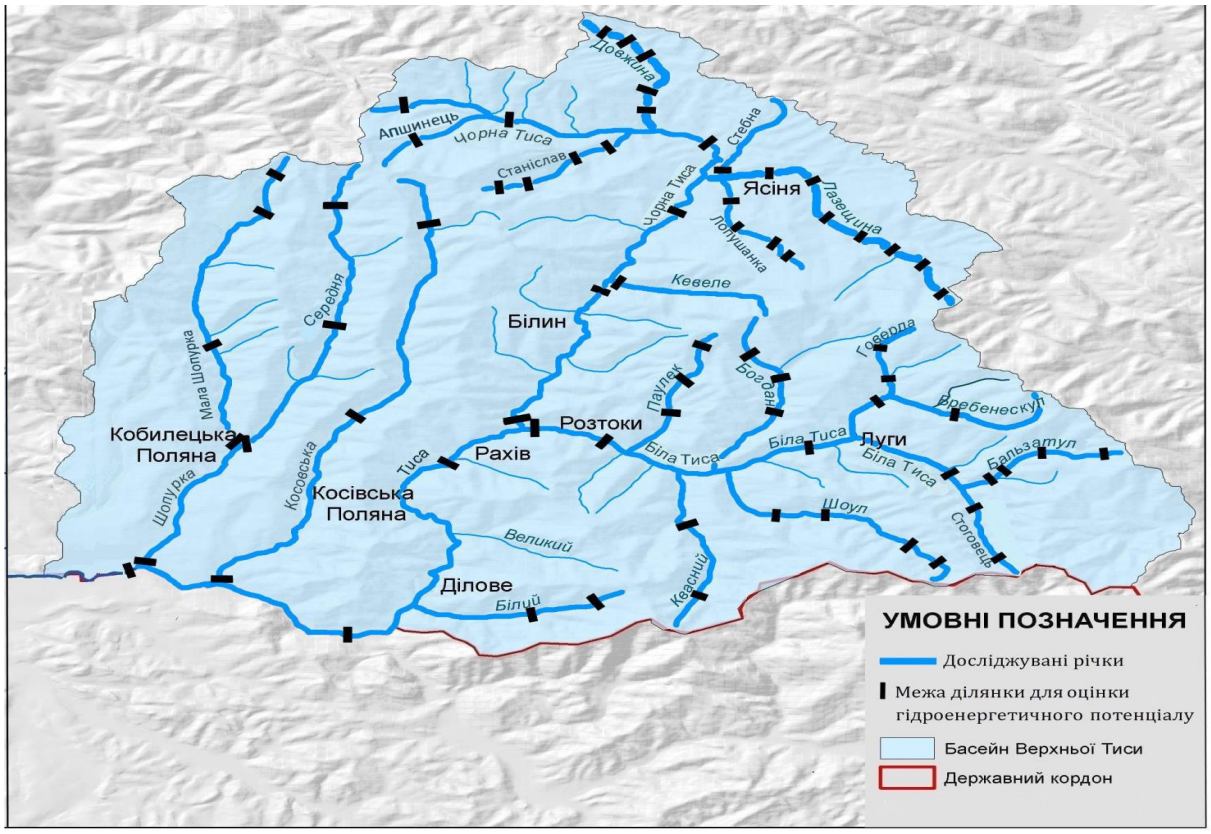


*Рис 1.* **Ділянки річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) за якими розрахований загальний гідроенергетичний потенціал**

На думку ряду авторів [10, 12] найбільш коректні та об'єктивні результати дає метод сумарного поділянкового 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 русла річок з похилом I>30‰), або значна бокова приточність, яка змінює гідравлічні умови річки. Для кожної ділянки визначається її загальна потужність (*N*, кВт) [6].

**Основні результати досліджень**. Для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) встановлено, що найбільшою гідроенергетичною потужністю характеризуються річки басейну Білої Тиси де їх, енергетичний представляє 53926 кВт (що складає 25,3% від загального по вказаному водозбору Тиси) (рис. 2). Дещо меншою гідроенергетичною потужністю характеризуються басейни річок Чорна Тиса та Тиса, енергетичний потенціал водотоків яких являється 52714 кВт (24,7%) та 51561 кВт (24,2%) відповідно від загального енергетичного потенціалу. Басейн річки Шопурка має значно менші показники загального енергетичного потенціалу, який складає 37551 кВт (17,6%) від його загальної величини. Найменшу гідроенергетичну потужність має басейн річки Косівська, енергетичний потенціал водотоків становить лише 17295 кВт (8,1%) від загального (рис. 2) [2].

При оцінці загального енергетичного потенціалу вказаного водозбору варто використовувати оцінку типів русел (рис. 3), які також значною мірою обумовлюються зміною похилу за довжиною. А цей показник показово визначає гідроенергетичний потенціал річки.

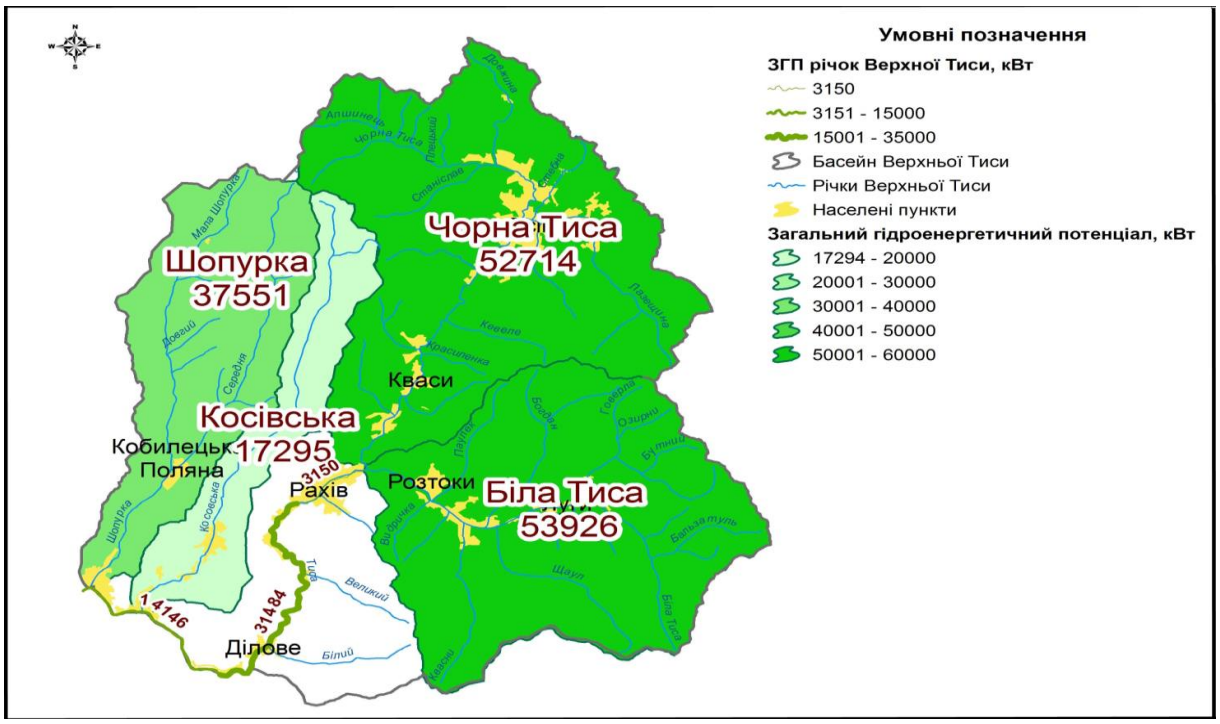


*Рис 2.* **Загальний гідроенергетичний потенціал річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)** [2]

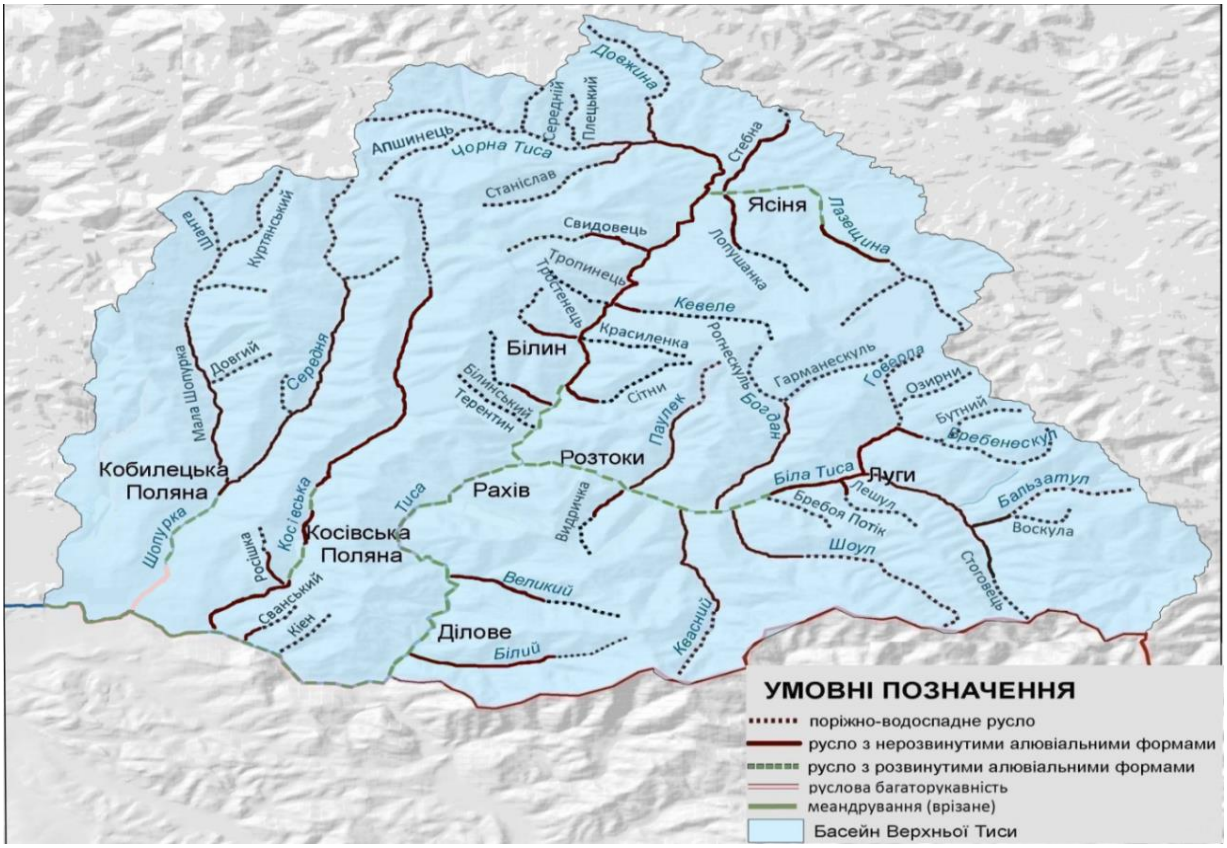


*Рис. 3.* **Типи русел річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)** [8]

Для 86 репрезентативних ділянок було виділено 4 типи русла: 1 - поріжно-водоспадне русло; 2 – русло з нерозвинутими алювіальними формами; 3 – русло з розвинутими алювіальними формами; 4 – меандрування (врізане) (рис. 3) [8]. Їх

відповідність до виділених ділянок, похили та загальний гідроенергетичний потенціал наведені в табл. 1. Варто відмітити, що руслова багаторукавність, яка розташованоа на річці Шопурка біля впадіння в річку Тиса займає незначну площу для однієї із ділянок при оцінці загального енергетичного потенціалу, тому цей тип русла не було враховано.

Аналізуючи дані таблиці 1 можна зробити висновок, що поріжно–водоспадні русла зустрічаються на 41 ділянці (47,7% від загальної протяжності русел річок досліджуваного басейну), русла з нерозвинутими алювіальними формами – на 37 ділянках (43,0%), русла з розвинутими алювіальними формами відповідно на 6 ділянках (7,0%), і меандрування (врізане) притаманно для 2 ділянок (2,3%).

*Для річок басейну Чорної Тиси* характерним є розповсюдження 21 ділянки з поріжно–водоспадним руслом, 12 ділянок з руслом з нерозвинутими алювіальними формами та 3 ділянкок з розвинутими алювіальними формами (табл.1, рис.1, рис.3). Варто відмітити, що найбільше розповсюдження ділянок з поріжно–водоспадним руслом зустрічається для гірських районів і витоків річок басейну Чорної Тиси. Для них також притаманні і найбільші похили на вказаному водозборі значення яких досягають 242,2 ‰ для р. Чорна Тиса та 281,8 ‰ для р. Лазещина (табл. 1). Що стосується русел з нерозвинутими алювіальними формами, то вони розповсюджені переважно в середній і ніжній течії річок Чорної Тиси. Похили тут зменшуються (максимальний показник 32,1‰ для р. Довжина), але водність збільшується за рахунок впадіння приток. Русла з ровинутими алювіальними формами притаманні лише для 2 ділянок на р. Лазещина. Похил на цих ділянках коливається від 3,7 ‰ до 4,8 ‰ (табл. 1, рис. 3).

За даними табл. 1 видно, що для річки Чорна Тиса найбільші значення загального енергетичного потнеціалу характерні для русел з нерозвинутими алювіальними формами – 32425 кВт. Для поріжно–водоспадних русел він складає всього 3170 кВт.

Найбільші показники ЗГП характерні для поріжно–водоспадних русел, річка Станіслав – 1597 кВт. Що стосується річки Довжина, то для неї характерним є найбільше значення загального енергетичного потнеціалу для поріжно–водоспадних русел – 904 кВт, русла з нерозвинутими алювіальними формами мають дещо меншу потужність потоку, що становить 789 кВт. Для р. Лазещина найбільше значення ЗГП притаманне для русел з розвинутими алювіальними формами – 2401 кВт, русла з нерозвинутими алювіальними формами мають 1691 кВт, найменше значення ЗГП притаманне для поріжно–водоспадних русел – 711 кВт. Для Лопушанки найбільші величини загального гідроенергетичного потенціалу характерні для русел з нерозвитутими алювіальними формами – 801 кВт, для поріжно – водоспадних русел значення ЗГП менше і становить – 222 кВт (табл. 1, рис. 2).

*Для річок басейну Білої Тиси* характерним є наявність 17 ділянок русел з нерозвинутими алювіальними формами, 15 ділянок з поріжно–водоспадними руслами і 2 ділянки з розвинутими алювіальними формами (рис.1, рис. 3). Варто відмітити, що найбільше розповсюдження русел з нерозвинутими алювіальними формами характерне в середніх течіях лівобережних і правобережих приток річки Біла Тиса [8]. Поріжно–водоспадні русла в свою чергу розташовані біля витоків і у найбільш високогірних районах річок басейну Білої Тиси і мають найбільші похили на р. Бальзатул 454,5‰ та на на р. Паулек 359,0‰ (табл. 1).

Русла з розвинутими алювіальними формами мають найбільшу протяжність ділянок і розташовані на річці Біла Тиса в середній течії і до впадіння з річкою Чорна Тиса (рис. 3., табл. 1).

*Таблиця 1.* **Співвідношення репрезентативних ділянокпри оцінці загального гідроенергетичного потенціалу до типів русел для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України), їх похили і ЗГП**

| Річка | Тип русла | Зміна похилу, ‰ | Ділянки № | $E_{заг.}$, кВт |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Чорна Тиса | Поріжно - водоспадне русло | 242,2 | 1 | 380 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 36,0 | 2 | 2790 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 8,4 | 3 | 5125 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 4,3 | 4 | 4704 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 2,4 | 5 | 3849 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 4,9 | 6 | 18747 |
| Апшинець | Поріжно - водоспадне русло | 40,6 | 1 | 2424 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 12,4 | 2 | 312 |
| ВеликийВедмежий | Поріжно - водоспадне русло | 37,4 | 1 | 505 |
| Станіслав | Поріжно - водоспадне русло | 168,0 | 1 | 498 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 35,9 | 2 | 191 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 42,0 | 3 | 755 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 13,3 | 4 | 153 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 11,3 | 5 | 394 |
| Довжина | Поріжно - водоспадне русло | 223,3 | 1 | 226 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 69,3 | 2 | 151 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 30,3 | 3 | 109 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 17,9 | 4 | 418 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 32,1 | 5 | 295 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 9,7 | 6 | 494 |
| Лазещина | Поріжно - водоспадне русло | 281,8 | 1 | 76 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 110,2 | 2 | 357 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 19,7 | 3 | 141 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 16,9 | 4 | 137 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 14,8 | 5 | 838 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 8,9 | 6 | 853 |
| | Русло з розвинутими алювіальними формами | 4,8 | 7 | 618 |
| | Русло з розвинутими алювіальними формами | 3,7 | 8 | 1783 |

*Продовження табл. 1*

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Лопушанка | Поріжно - водоспадне русло | 209,2 | 1 | 45 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 100,0 | 2 | 25 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 48,8 | 3 | 152 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 17,1 | 4 | 485 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 10,2 | 5 | 316 |
| Стебна | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 20,3 | 1 | 812 |
| Кевеле | Поріжно - водоспадне русло | 103,7 | 1 | 3556 |
| Біла Тиса | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 12,6 | 1 | 233 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 8,7 | 2 | 4177 |
| | Русло з розвинутими алювіальними формами | 3,4 | 3 | 12926 |
| | Русло з розвинутими алювіальними формами | 3,6 | 4 | 7200 |
| Стоговець | Поріжно - водоспадне русло | 116,5 | 1 | 91 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 20,3 | 2 | 1395 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 8,4 | 3 | 546 |
| Бальзатул | Поріжно - водоспадне русло | 454,5 | 1 | 34 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 102,0 | 2 | 1194 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 57,1 | 3 | 903 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 16,1 | 4 | 225 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 13,6 | 5 | 567 |
| Говерла | Поріжно - водоспадне русло | 282,6 | 1 | 298 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 92,5 | 2 | 638 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 15,9 | 3 | 983 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 12,8 | 4 | 2224 |
| Бербенес-кул | Поріжно - водоспадне русло | 133,9 | 1 | 2152 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 31,9 | 2 | 1936 |
| Шаул | Поріжно - водоспадне русло | 230,8 | 1 | 159 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 83,3 | 2 | 373 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 42,0 | 3 | 1269 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 16,2 | 4 | 1114 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 13,6 | 5 | 2026 |

*Продовження табл. 1*

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Богдан | Поріжно - водоспадне русло | 227,0 | 1 | 726 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 40,7 | 2 | 1033 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 17,2 | 3 | 790 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 12,1 | 4 | 2386 |
| Квасний | Поріжно - водоспадне русло | 217,0 | 1 | 846 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 15,1 | 2 | 2019 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 9,6 | 3 | 1319 |
| Паулек | Поріжно - водоспадне русло | 359,0 | 1 | 55 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 104,6 | 2 | 520 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 17,9 | 3 | 389 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 24,6 | 4 | 1180 |
| Білий | Поріжно - водоспадне русло | 353,2 | 1 | 264 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 53,8 | 2 | 996 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 15,4 | 3 | 1523 |
| Косівська | Поріжно - водоспадне русло | 99,3 | 1 | 975 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 13,8 | 2 | 7755 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 6,5 | 3 | 8565 |
| Середня | Поріжно - водоспадне русло | 175,1 | 1 | 3529 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 14,3 | 2 | 5720 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 8,0 | 3 | 7164 |
| Мала Шопурка | Поріжно - водоспадне русло | 204,1 | 1 | 549 |
| | Поріжно - водоспадне русло | 79,4 | 2 | 1594 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 8,7 | 3 | 5230 |
| | Русло з нерозвинутими алювіальними формами | 6,2 | 4 | 4339 |
| Шопурка | Русло з розвинутими алювіальними формами | 2,1 | 1 | 9426 |
| Тиса | Русло з розвинутими алювіальними формами | 1,3 | 1 | 3150 |
| | Меандрування (врізане) | 1,2 | 2 | 31481 |
| | Меандрування (врізане) | 0,6 | 3 | 14146 |

Аналізуючи (табл.1, рис.2, рис.3), можна відмітити, що для самої Білої Тиси найбільші показники загального гідроенергетичного потенціалу характерні для русел з розвинутими алювіальними формами – 20126 кВт, а русла з нерозвинутими алювіальними формами мають набагато меншу потужність потоку, яка становить 4410 кВт. Для річок Стоговець та Говерла превалюючі значення ЗГП характерні для русел з нерозвинутими алювіальними формами – 1941 кВт та відповідно 3207 кВт; поріжно–водоспадні русла мають менші показнки потужності потоку і становлять для р. Стоговець - 91 кВт, для р. Говерла – 936 кВт. Для річки Бальзатул найбільше значення ЗГП притаманне для поріжно–водоспадних русел – 2131 кВт. Набагато менші показники характерні для русел з нерозвинутими алювіальними формами – 792 кВт. Для річок Шаул та Богдан найбільше значення загального енергетичного потенціалу притаманне для русел з нерозвинутими алювіальними формами відповідно 3160 кВт та 3176 кВт. Що стосується поріжно–водоспадних русел, то показники потужності потоку дещо менші для вищевказаних річок і становлять 1801 кВт для р. Шаул та 1759 кВт для р. Богдан. Для річок Квасний та Паулек спостерігається подібна ситуація з превалюванням русел з нерозвинутими алювіальними формами, для яких характерні найбільші показники потужності потоку відповідно 3338 кВт та 1569 кВт. Поріжно–водоспадні русла мають менший загальний енергетичний потенціал для вищенаведених річок і становить відповідно 846 кВт для річки Квасний та 846 кВт для річки Паулек 575 кВт (табл. 1).

*Для річок басейну Тиси (нижче злиття Чорної та Білої Тиси)* характерним є розповсюдження 2 ділянок русел з нерозвинутими алювіальними формами та меандрування врізаного та по одній ділянці з поріжно–водоспадними руслами та руслами з розвинутими алювіальними формами (рис. 1, рис. 3). Варто відмітити, що для Тиси характерним є розповсюдження русел з розвинутими алювіальними формами та меандрування (врізаного) після впадіння річки Косівська. Що стосується р. Білий, то для неї характерними є поріжно–водоспадні русла біля витоку і русла з нерозвинутими алювіальними формами в середній і нижній течії. На останніх сконцентрований і найбільший гідроенергетичний потенціал ( табл. 1, рис. 2).

Що стосується річки Тиса, то найбільші значення ЗГП характерні для русел з меандруванням (врізаним) - 45627 кВт, значно менші потужності потоку мають русла з нерозвинутими алювіальними формами – 3150 кВт (рис. 2, табл.1).

*Для річки Косівська* характерним є розповсюдження для 3 ділянок двох типів русел: поріжно–водоспадне, яке розташоване в найбільш високогірній її частині і русла з нерозвинутими алювіальними формами, яке займає превалюючи положення для вказаного водозбору. Варто зазначити, що русла з розвинутими алювіальними формами, на річці Косівська мають локальний характер і займають незначне положення на досліджуваних ділянках (рис. 1, рис. 3), тому вони не брались до розрахунків.

Для річки Косівська найбільші значення загального енергетичного потенціалу характерні для русел з нерозвинутими алювіальними формами – 16320 кВт, поріжно–водоспадні русла мають значно меншу потужність потоку відповідно 975 кВт (табл. 1).

*Для річок басейну Шопурка* характерним є наявність 4 ділянок для русел з нерозвинутими алювіальними формами, 3 ділянок з поріжно–водоспадними руслами та 1 ділянки для русел з розвинутими алювіальними формами (рис. 1, рис. 3). Поріжно–водоспадні русла характерні для високогірних районів річок Середня та Мала Шопурка. Що стосується русел з нерозвинутими алювіальними формами то вони розташовані в середній течії річок Середня і Мала Шопурка, а ж до впадіння в

річку Шопурка. Русла з розвинутими алювіальними формами характерні для річки Шопурка від злиття річок Середня і Мала Шопурка і до злиття з річкою Тиса.

Аналізуючи табл. 1 варто зазначити для річок Середня та Мала Шопурка найбільші значення загального енергетичного потенціалу характерні для русел з нерозвинутими алювіальними формами відповідно 12884 кВт та 9569 кВт , поріжно – водоспадні русла мають значно меншу потужність потоку відповідно 3529 кВт для річки Середня та 2143 кВт для річки Мала Шопурка. Що стосується річки Шопурка, то найбільші показники ЗГП характерні для русел з розвинутими алювіальними формами, що становлять 9426 кВт.

Для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) була проведена оцінка відповідності загального енергетичного потенціалу до типів русел, яка наведена рис. 4 та табл. 2. Аналізуючи їх, встановлено, що ЗГП характерним є превалювання русел з нерозвинутими алювіальними формами, які мають потужність потоку 36912 кВт (70%). Це пояснюється збільшенням водності річок вказаного басейну. Поріжно–водоспадні русла мають значно меншу потужність потоку – 13401 кВт (25,4%).

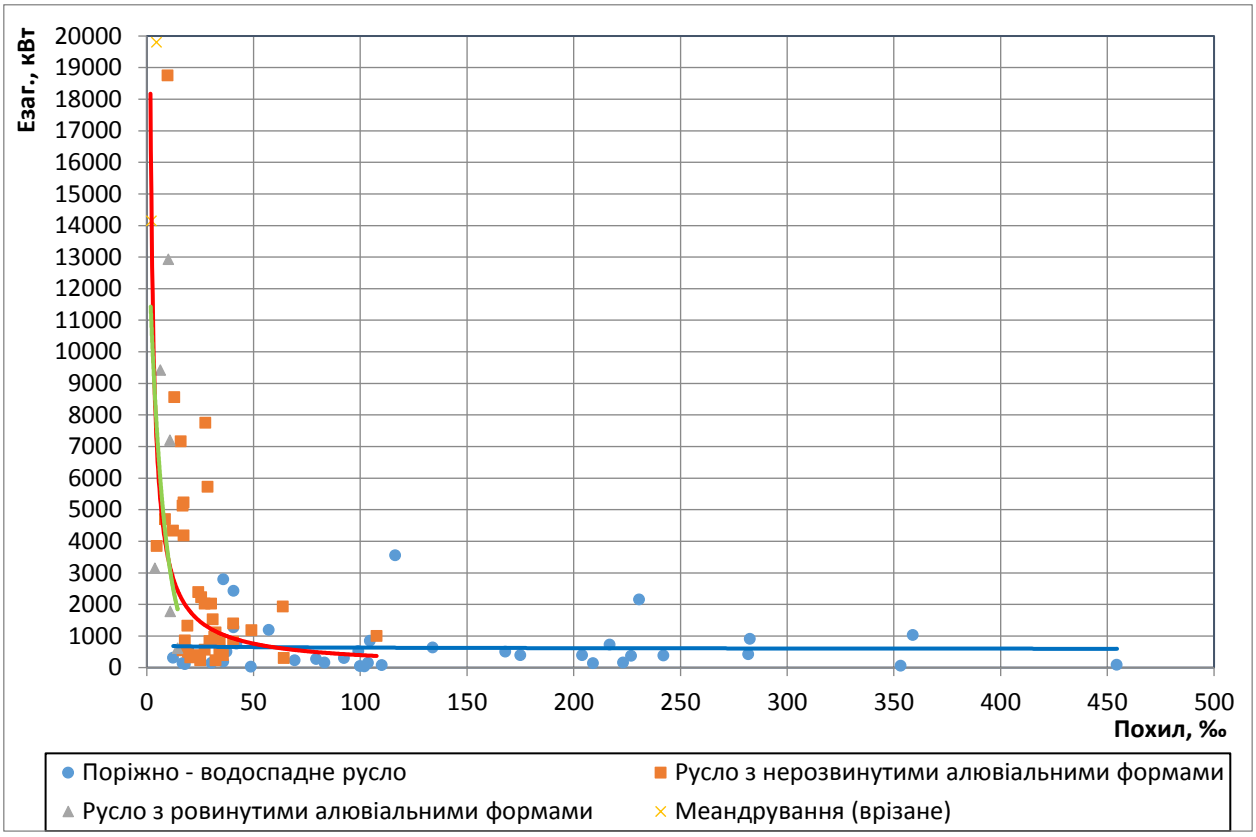


*Рис. 4.* **Відповідність оцінки ЗГП до типів русел для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)**

Це можна пояснити в першу чергу їх малою водністю, оскільки цей тип русла розташований у високогірних районах вказаного водозбору. Русла з розвинутими алювіальними формами мають найменшу потужність водотоку, що складає 2401 кВт (4,6%). Це обумовлено достатньо короткими ділянками даного типу русла, а також відносно незначними їх похилами (табл. 1).

Для річок басейну Чорної Тиси, за даними табл. 2 та рис. 4 при оцінці загального енергетичного потенціалу характерна превалюючи присутність русел з нерозвинутими алювіальними формами – 36912 кВт (70,0%), що пояснюється в першу чергу найбільшою протяжністю цього типу русла і значними похилами на

водозборі (табл. 1). Поріжно–водоспадні русла також мають значну потужність потоку – 13401 кВт (25,4%), що можна пояснити значними похилами на вказаному водозборі. Водність річок для цього типу русла незначна, оскільки розташована в найбільш високогірних районах вказаного водозбору. Що стосується русел з розвинутими алювіальними формами, то вони займають найменшу площу і потужність потоку – 2401 кВт (4,6%). Водність цього типу русла найбільша, особливо в місці впадіння Чорної і Білої Тиси, але похили стають значно меншими (рис. 3).

*Таблиця 2.* **Відповідність оцінки ЗГП до типів русел для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)**

| Показники | Номер та назва басейну (річки) | | | | | **Разом** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | |
| | Чорна Тиса | Біла Тиса | Тиса | Косівська | Шопурка | |
| Езаг, кВт | 52714 | 53926 | 51561 | 17295 | 37551 | **213047** |
| Е для поріжно-водоспідне русло | 13401 | 10291 | 265 | 975 | 5672 | **30604** |
| % від Езаг | 25,4 | 19,1 | 0,5 | 5,6 | 15,1 | **14,4** |
| Е для русел з нерозвинутими алювіальними формами | 36912 | 23509 | 2519 | 16320 | 22453 | **101713** |
| % від Езаг | 70,0 | 43,6 | 4,9 | 94,4 | 59,8 | **47,7** |
| Е для русел з розвинутими алювіальними формами | 2401 | 20126 | 3150 | 0,0 | 9426 | **35103** |
| % від Езаг | 4,6 | 37,3 | 6,1 | 0,0 | 25,1 | **16,5** |
| Е для меадрування (врізаного) | 0,0 | 0,0 | 45627 | 0,0 | 0,0 | **45627** |
| % від Езаг | 0,0 | 0,0 | 88,5 | 0,0 | 0,0 | **21,4** |

Для річок басейну Білої Тиси, за даними рис. 4 та табл. 2 при оцінці загального енергетичного потенціалу характерна найбільша присутність русел з нерозвинутими алювіальними формами – 23509 кВт (43,6%), що пояснюється підвищеною водністю її приток і значними похилами водотоків вказаного водозбору (табл. 1). Русла з розвинутими алювіальними формами також мають значну потужність потоку – 20126 кВт (37,3 %), що обумовлено також значною водністю річок, хоча похили тут дещо зменшуються. Поріжно–водоспадні русла мають найменше розповсюдження і потужності потоку – 10291 кВт (19,1 %). Це відображає, в першу чергу, їх локальне розміщення в найбільш високогірних районах вказаного водозбору. Водність річок для цього типу русла є незначною, але їх похили найбільші, що і дає досить значну енергетичну потужність потоку (табл. 1)

Для річок басейну Тиси аналізуючи рис. 4 та табл. 2 при оцінці загального енергетичного потенціалу характерні найбільші його показники для меандрування (врізаного), що складає 45627 кВт (88,5%). Це обумовлено найбільшою водністю головної річки для всього досліджуваного басейну, але похили в свою чергу для цього типу русла є найменшими (табл. 1). Русла з розвинутими алювіальними формами та русла з нерозвинутими алювіальними формами (малі бокові притоки) мають значно меншу потужність потоку, яка складає відповідно 3150 кВт (6,1%) та 2519 кВт (4,9%). В свою чергу найменша потужність потоку характерна для поріжно–водоспадного типу русла - всього 265 кВт (0,5%), що можна пояснити його локальним розташуванням в високогірній частині річки Білий (рис. 1, рис. 3).

Результати, які наведені в рис. 4 та таблиці 2 для річок басейну Косівська при оцінці загального енергетичного потенціалу засвідчили, що найбільші значення притаманні для русел з нерозвинутими алювіальними формами і становлять 16320 кВт (94,4%), що пояснюється значною протяжністю цього типу русел на водозборі (близько 65%) та збільшенням водності від впадіння приток. Поріжно–водоспадні русла мають набагато меншу потужність потоку - 975 кВт (5,6%), що обумовлено локальним характером їх розповсюдження (в високогірних районах вказаного водозбору).

Для річок басейну Шопурки найбільші значення загального енергетичного потенціалу характерні для русел з нерозвинутими алювіальними формами - 22453 кВт (59,8%). Цьому сприяє значна протяжність цього типу русла на річках Середня та Мала Шопурка. Русла з розвинутими алювіальними формами мають значно меншу протяжність на самій Шопурці, яка складає 9426 кВт (25,1%). Найменші ж показники потужності потоку мають поріжно–водоспадні русла 5672 кВт (15,1%), що обумовлено незначною водністю та локальним розташуванням на річках Середня та Мала Шопурка (рис. 2, рис. 3).

Таким чином, для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) встановлені наступні показники потужності потоку: 1) поріжно–водоспадні русла - 30604 кВт (14,4%); 2) русла з не розвинутими алювіальними формами - 101713 кВт (47,7%); 3) русла з розвинутими алювіальними формами - 35103 кВт (16,5%); 4) меандрування (врізане) – 45627 кВт (21,4%) (табл. 2). Це добре підтверджується також відповідними зображеннями типів русел з їх гідроенергетичним потеніалом на рис. 4. З нього слідує, що русла з нерозвинутими алюівальними формами описують найбільший спектр потенціалу досліджуваних річок. Натомість, поріжно–водоспадні русла, мають доволі вузький спектр гідроенергетичного потенціалу і характеризується найменшими його значеннями для вказаних річок.

**Висновки.** Встановлено, що найбільшою гідроенергетичною потужністю для водозбору верхньої частини Тиси характеризуються річки басейну Білої Тиси, енергетичний потенціал водотоків якого представляє 53926 кВт (що складає 25,3% від загального по вказаному водозбору Тиси). Дещо меншою гідроенергетичною потужністю характеризуються басейни річок Чорна Тиса та Тиса, енергетичний потенціал водотоків яких являється 52714 кВт (24,7%) 52714 кВт та 51561 кВт (24,2%) відповідно від загального енергетичного потенціалу. Басейн річки Шопурка має значно менші показники загального енергетичного потенціалу, який складає 37551 кВт (17,6%) від його загальної величини. Найменшу гідроенергетичну потужність має басейн річки Косівська, енергетичний потенціал водотоків становить лише 17295 кВт 8,1% від загального.

Для русел річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) виявлені наступні показники потужності потоку: 1) поріжно–водоспадні русла - 30604 кВт (14,4%); 2) русла з не розвинутими алювіальними формами - 101713 кВт (47,7%); 3) русла з розвинутими алювіальними формами - 35103 кВт (16,5%); 4) меандрування (врізане) – 45627 кВт (21,4%). Це добре підтверджується відповідністю типів русел їх гідроенергетичному потенціалу. З нього слідує, що русла з нерозвинутими алюівальними формами описують найбільший спектр потенціалу досліджуваних річок. Натомість, поріжно–водоспадні русла, мають доволі вузький спектр гідроенергетичного потенціалу і характеризується найменшими його значеннями.

**Список літератури**

***1.*** *Впровадження методики* гідроморфологічної оцінки якості річок басейну Латориці для прийняття оптимальних водогосподарських управлінських рішень: Закл. звіт. КНУ імені Тараса Шевченка. – К.:2008. - 163 с.- № др. 0108U007524. ***2.*** *Гідроекологічна оцінка* та прогноз енергетичного потенціалу річок Українських Карпат: Закл. звіт. КНУ імені Тараса

Шевченка. – К.: 2015. – 319 с. – 14ББП050-01. ***3.*** *Ободовський О.Г.* Гідроекологічна оцінка та прогноз енергетичного потенціалу річок Українських Карпат / О.Г. Ободовсьий – Зб. Наук. праць у 3-х т. – К.: Прінт-Сервіс, 2016. – Т. ІІІ. – С. 118-121. ***4.*** *Ободовський О.Г.* Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України).// О.Г.Ободовський / К.:Ніка-Центр. 2001. – 274 с. ***5.*** *Ободовський О.Г.* Коротка історія розвитку та сучасний стан малої гідроенергетики на рівнинних річках України / О.О. Ободовський, Е.Р. Рахматуліна, Л.М Тимуляк. – Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2016. - Т.4 (43). – С. 94-106. ***6.*** *Ободовський О.Г.* Методика встановлення гідроенергетичного потенціалу річок (на прикладі річок Українських Карпат) / О.Г.Ободовський, К.Ю. Данько, О.О Почаєвець, Ю.О. Ободовський. – Вісник Київського університету. Сер. Географія. – 2016. – Вип. 64. – С. 5-12. ***7.*** *Ободовський О.Г.* Руслові процеси річки Лімниця // О.Г. Ободовський, В.В. Онищук, В.В. Гребінь, З.В. Розлач, О.С. Коноваленко, М.В. Яцюк / К.: Ніка-Центр, 2010. – 256 с. ***8.*** *Ободовський Ю.О.* Гідроморфодинамічна оцінка типів русел річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) / Ю.О. Ободовський. – Фізична географія та геоморфологія. – 2016. - Вип. 2 (82). - С. 23-34. ***9.*** *Паламарчук М. М.* Водний фонд України. Довідковий посібник // М. М. Паламарчук, Н. Б. Закорчевна; за ред. В. М. Хорева, К. А. Алієва / К. – 2001. ***10.*** *Разработка методологического обеспечения* процесса автоматизированного вычисления гидроэнергетического потенциала рек с использованием геоинформационных систем / Н. В. Баденко , Н. С.Бакановичус , О. К. Воронкови др. – Инж.-строительный журнал. – 2013. – № 16. – С. 62-76. ***11.*** *Рудько Г. І.* Наукові засади екологічної оцінки та оптимального використання гідроресурсів Карпатського регіону / Г. І. Рудько, Л. М. Консевич. – К.: Знання. – 1998. – 137 с. ***12.*** *Цепенда М. М.* Методичні особливості економіко-геогарфічної оцінки гідроенергетичного потенціалу Середнього Придністров'я / М. М. Цепенда. – Наук. записки Вінницького держ. пед. ун-ту ім. М. Коцюбинського. Серія Географія. – 2009. – Вип. 18.– С. 211-219. ***13.*** *Энергетические ресурсы СССР* : Гидроэнергетические ресурсы / Авакян А. Б., Баранов В. А., Бернштейн Л. Б. и др., 1967.

**Відповідність загального гідроенергетичного потенціалу типам русел річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)**

***Ободовський Ю.О., Ободовський О.Г., Хільчевський В.К., Данько К.Ю.***

*Для 24 річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) за даними 86 репрезентативних ділянок найбільшою гідроенергетичною потужністю характеризуються річки басейну Білої Тиси 53926 кВт (що складає 25,3% від загального по вказаному водозбору Тиси). Дещо меншою гідроенергетичною потужністю характеризуються басейни річок Чорна Тиса та Тиса, енергетичний потенціал водотоків яких являється 52714 кВт (24,7%) та 51561 кВт (24,2%) відповідно від загального енергетичного потенціалу. Басейн річки Шопурка має значно менші показники загального енергетичного потенціалу, який складає 37551 кВт 17,6% від його загальної величини. Найменшу гідроенергетичну потужність має басейн річки Косівська, енергетичний потенціал водотоків становить лише 17295 кВт 8,1% від загального.*

*Для вказаного водозбору при оцінці загального енергетичного потенціалу використана оцінка типів русел, формування яких обумовлюються зокрема зміною похилу за довжиною. Цей показник також значною мірою визначає гідроенергетичний потенціал річки. Для річок вищенаведеного водозбору було виділено 4 типи русла: 1) поріжно – водоспадні русла зустрічаються на 41 ділянках (47,7% від загальної протяжності русел річок досліджуваного басейну); 2) русла з нерозвинутими алювіальними формами – на 37 ділянках (43,0%); 3) русла з розвинутими алювіальними формами відповідно на 6 ділянках (7,0%); 4) меандрування (врізане) притаманно для 2 ділянок (2,3%).*

***Ключові слова:*** *загальний гідроенергетичний потенціал, типи русел, репрезентативна ділянка, потужність потоку, зміна похилу на водозборі, водність річки.*

**Соответствие общего гидроэнергетического потенциала типам русел рек верхней части бассейна Тисы (в пределах Украины)**

***Ободовский Ю.А., Ободовский А.Г., Хильчевский В.К., Данько К.Ю.***

*Для 24 рек верхней части бассейна Тисы (в пределах Украины) по данным 86 репрезентативных участков наибольшей гидроэнергетических мощностью характеризуются реки бассейна Белой Тисы 53926 кВт (что составляет 25,3% от общего по указанному водосбора Тисы). Несколько меньше гидроэнергетических мощностью характеризуются бассейны рек Черная Тиса и Тиса, энергетический потенциал водотоков которых является 52714 кВт (24,7%)*

*и 51561 кВт (24,2%) соответственно от общего энергетического потенциала. Бассейн реки Шопурка имеет значительно меньшие показатели общего энергетического потенциала, который составляет 37551 кВт 17,6% от его общей величины. Наименьшую гидроэнергетических мощность имеет бассейн реки Косовская, энергетический потенциал водотоков составляет лишь 17295 кВт 8,1% от общего.*

*Для указанного водосбора при оценке общего энергетического потенциала использована оценка типов русел, формирование которых обуславливаются в частности изменением уклона по длине. Этот показатель также в значительной мере определяет гидроэнергетический потенциал реки. Для рек вышеприведенного водосбора было выделено 4 типа русла: 1) Порожно - водопадные русла встречаются на 41 участках (47,7% от общей протяженности русел рек исследуемого бассейна) 2) русла с неразвитыми аллювиальными формами - на 37 участках (43,0%); 3) русла с развитыми аллювиальными формами соответственно на 6 участках (7,0%); 4) меандрирование (врезное) характерно для 2 участков (2,3%).*

***Ключевые слова:*** *общий гидроэнергетический потенциал, типы русел, репрезентативная участок, мощность потока, изменение уклона на водосборе, водность реки.*

**Conformity of the total hydropower potential with the types of beds of the rivers in upper basin of Tisza river (within Ukraine)**

***Obodovskyi Iu., Obodovskyi O., Khilchevskyi V., Danko K.***

*According to the data of 86 representative sites, among 24 rivers of upper basin of Tisza River (within Ukraine), the rivers of Bila Tisza basin have the largest hydropower capacity of 53926 kW (representing 25.3% of the total capacity of stated Tisza catchment area). The basins of Black Tisza and Tisza are characterized by slightly smaller hydropower capacity, the energy potential of watercourses of which is 52714 kW (24.7%) and 51,561 kW (24.2%) respectively of the total energy potential. The basin of Shopurka river has much lower rates of total energy potential which is 37,551 kW, 17.6% of its total value. The basin of Kosivska river has the smallest hydropower capacity, the energy potential of watercourses is only 17,295 kW, 8.1% of the total one.*

*In the course of assessment of the total power potential of mentioned water catchment area, the assessment of the types of river beds the formation of which is caused in particular by change in the slope in terms of length was applied. This figure also largely defines the hydropower potential of the river. 5 types of beds were identified for the rivers of mentioned water catchment area: 1) riffle-waterfall beds are seen at 41 sites (47.7% of the total length of the river beds of studied basin); 2) beds with undeveloped alluvial forms – at 37 sites (43.0%); 3) beds with developed alluvial forms respectively at 6 sites (7.0%); 4) meandering (embedded) beds are typical for 2 sites (2.3%).*

***Keywords:*** *total hydropower potential, types of beds, representative site, flow capacity, change of slope in catchment area, water content of river.*

***Надійшла до редколегії 11.02.2017***