

Серія «Річки Карпат»

Ю. О. ОБОДОВСЬКИЙ, В. К. ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ, О. Г. ОБОДОВСЬКИЙ

**ГІДРОМОРФОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА
РУСЛОВИХ ПРОЦЕСІВ РІЧОК
ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ТИСИ
(В МЕЖАХ УКРАЇНИ)**

за редакцією О. Г. Ободовського

Київ 2018

РЕЦЕНЗЕНТИ

Ющенко Ю. С., доктор географічних наук, професор
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Яцюк М. В., кандидат географічних наук
Інститут водних проблем і меліорації НААН України

Рекомендована до друку вченою радою географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка (протокол №9 від 19.03.2018 р.).

О46 Ободовський Ю. О. Гідроморфоекологічна оцінка руслових процесів річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України): монографія / Ободовський Ю. О., Хільчевський В. К., Ободовський О. Г.; за ред. О. Г. Ободовського. – К. : Прінт сервіс, 2018. – 193 с.

У монографії розглянуті основні показники гідрологічного режиму річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України). Значна увага приділена порівняльній оцінці строкових та середньодобових витрат води. Розкриті положення ідентифікації та типології річок указанного водозбору та гідроморфологічної їх оцінки за ділянками обстежень та водними масивами досліджуваних річок. Обґрунтовані та реалізовані основні засади щодо аналізу руслових процесів річок. Оцінені руслоформувальні витрати води, гідроморфодинамічні зв'язки параметрів русел та їх деформацій. Встановлені типи русел річок та їх зв'язки з гідроморфологічною оцінкою. Охарактеризована стійкість русел річок.

Призначена для фахівців гідрологів, гідроекологів, гідротехніків, аспірантів та студентів гідрометеорологічних та географічних спеціальностей.

ISBN 978-617-7069-71-4

O46 Obodovskyi Y. O. Hydromorphoecological assessment of the river bed processes of rivers in the upper Tisza river basin (within Ukraine): monograph / Obodovskyi Y. O., Khilchevskiy V. K., Obodovskyi O. G.; for edit. O. G. Obodovskyi. – K. : Print-Service, 2018. – 193 p.

The monograph discusses the main characteristics of the hydrological regime of rivers of the upper part of the Tisa river water collecting area (within the boundaries of Ukraine). Much attention was paid to relative assessment of instantaneous and average daily water flows. The regulations for identification and the typology of that water collecting area and hydro-morphological thereof was revealed of surveyed sites and of water files of studied rivers. Main principles pertaining to the analysis of river beds of evolution processes in rivers were substantiated and realized. The river bed forming flows of water, hydro-morphology-dynamic correlations of rivers parameters and the deformations thereof were assessed. Types of river beds and the correlation thereof with the hydro-morphological assessment were established. The stability of river beds was assessed.

Designated for hydrology specialists, hydroecologists, water engineers, post-graduates and students of hydrometeorologic and geographic majors.

ISBN 978-617-7069-71-4

ВСТУП

Необхідність детального розгляду саме річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) пояснюється тим, що ця територія, як і всі Українські Карпати, є одним з найбільш паводконебезпечних районів нашої країни. Разом з тим – це найвища гірська ділянка української частини водозбору Тиси, де формування паводкового режиму річкових водних об'єктів, викликає значний як практичний, так і теоретичний інтерес. Особливо це стосується катастрофічних (руйнівних) паводків, до яких можна віднести листопадовий 1998 р., березневий 2001 р. та серпневий 2008 р.

У контексті планування, та організації протипаводкових дій важливим аспектом виступає реальність кількісної оцінки їх величин, тобто їх актуальних витрат води, на які можуть бути сплановані відповідні протипаводкові заходи.

У свою чергу, виникає потреба комплексної гідроморфологічної оцінки екологічного стану у форматі європейських стандартів (Водна Рамкова Директива ЄС, CEN TC 230/WG 2/TG 5: N53) річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України), як транскордонного водотоку, русловий режим якого може змінюватися в часі під впливом споруд протипаводкового комплексу.

Разом з тим, ВРД ЄС ставить відповідні цілі щодо збереження річок і приведення їх загального екологічного стану до «доброго», що відповідає другому класу якості. Це питання є доволі актуальним із огляду на транскордонність положення досліджуваного водозбору.

Нагальною проблемою сьогодення є оцінка руслових процесів на вказаному водозборі, об'єктивність встановлення якої є доцільною і необхідною для розроблення комплексів протипаводкових заходів, збереження гідроекологічного стану, особливо, на гірських річках.

З огляду на оцінювання прояву процесів руслоформування, водозбір верхньої частини Тиси – це найбільш високогірний регіон України, де беруть свої початки водотоки одного з найбільших допливів Дунаю. Тому детальні дослідження руслових процесів цих річок можуть надати відповіді на численні питання щодо їх протипаводкового захисту, збереження гідроморфологічного стану, використання та управління басейновими річковими системами тощо.

Численні експедиційні дослідження проведені авторами на річках досліджуваного водозбору та значний фондовий матеріал, спонукали нас до їх системного узагальнення у вигляді монографії, яка може стати в нагоді багатьом фахівцям дослідникам, проектантам, будівельникам, а також фахівцями в галузі рекреації. До того ж на теперішній час питання «гірського» руслоформування не мають такого широкого спектру розкриття, як руслові процеси на рівнинних річках. Це в повній мірі має стосунок до гірських річок Українських Карпат, зокрема враховуючи їх паводконебезпечність.

Систематизований в роботі матеріал дозволяє відобразити деякі нові аспекти гірського руслоформування, пов'язаних з гідрологічною та

гідроекологічною складовими їх перебігу. Ця монографія продовжує серію книжок «Річки Карпат», започатковану на кафедрі гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Метою роботи є встановлення закономірностей гідрологічного режиму, гідроморфологічної оцінки екологічного стану, виявлення проявів руслових процесів за басейновим принципом для річок басейну верхньої Тиси (в межах України).

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні завдання:

- виконання оцінки показників стоку води річок басейну та аналіз однорідності рядів спостережень;

- проведення порівняльної характеристики середньодобових і строкових витрат води річок басейну та аналізу коливань водності стоку річок вказаного водозбору;

- здійснення ідентифікації та типології водних масивів річок басейну;

- реалізація гідроморфологічної оцінки екологічного стану водних масивів річок вказаного водозбору;

- аналіз руслоформувальних витрат води, гідроморфодинамічної оцінки процесів руслоформування та функціональних залежностей параметрів русел;

- аналіз руслових деформацій (вертикальних та горизонтальних), оцінки типів та стійкості русел.

Основні результати досліджень можуть бути використані при проведенні розрахунків водного стоку гірських річок, вишукувальних та проектних робіт, пов'язаних з гідротехнічним будівництвом. Вони є актуальними при розробленні комплексу протипаводкових заходів, при управлінні русловими процесами на гірських та передгірських річках Українських Карпат та при визначенні їх екологічного стану.

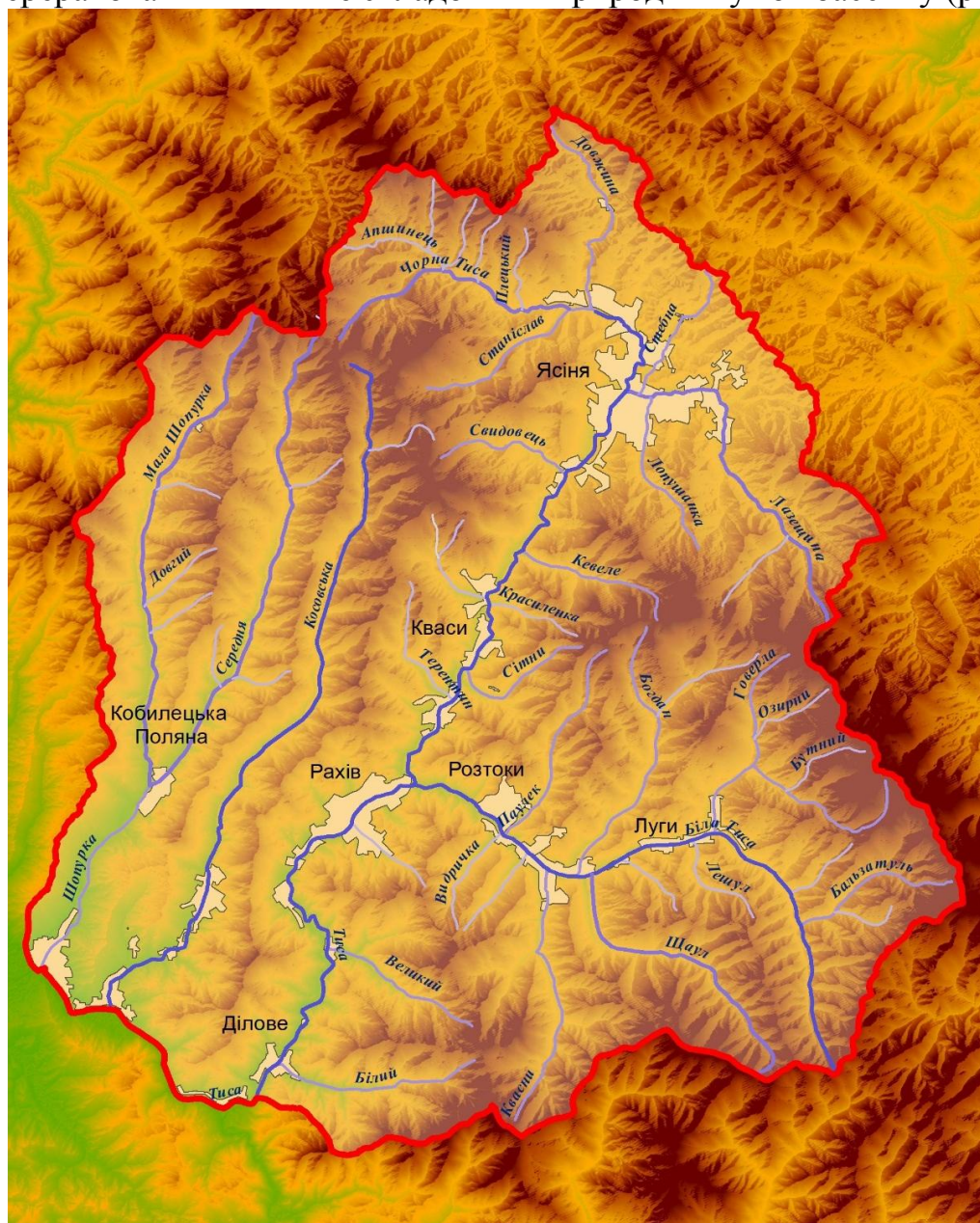
Авторський колектив висловлює вдячність професору кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка В. В. Гребеню за слушні зауваження і побажання до рукопису роботи, доценту цієї ж кафедри О. І. Лук'янець – за практичну допомогу в підготовці гідрологічних розрахунків та старшому науковому співробітнику НДС «Гідрохімії та гідроекології» В. В. Онищуку – за допомогу в оцінюванні процесів руслоформування на річках верхньої частини басейну Тиси.

Окремої подяки за участь у проведенні експедиційних досліджень та оброблення польових матеріалів заслуговують кандидати географічних наук О. С. Коноваленко та З. В. Розлач. За надання технічної допомоги в оформленні рукопису книги автори вдячні кандидату географічних наук К. Ю. Даньку та провідному інженерові О. О. Почаєвець.

Авторами книги написані наступні розділи: Ю. О. Ободовський (вступ, 1.4, 2.1–2.6, 3.3–3.5, 4.1–4.6, підсумки, summary, додатки), В. К. Хільчевський (1.1–1.3, 3.1–3.4, підсумки), О. Г. Ободовський (вступ, 2.5–2.6, 3.4–3.5, 4.1–4.6, підсумки).

**ЗАГАЛЬНА ПРИРОДНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧОК
ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ТИСИ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ)**

Перед розглядом особливостей гідрологічного режиму, гідроморфологічної оцінки, умов формування руслових процесів на річках верхньої частини басейну Тиси (в межах України) доцільно охарактеризувати основні природні компоненти, які обумовлюють ці процеси, а саме, геолого-геоморфологічну будову та зволоженість території басейну. Опосередкованим (непрямим) є вплив на руслові процеси рельєфу водозбору, загальних кліматичних умов, ґрунтового та рослинного покриву [93]. Перераховані чинники є складовими природних умов басейну (рис. 1.1).



*Рис. 1.1 – Природні умови та розташування
верхньої частини басейну Тиси (в межах України)*

Згідно роботи [2] басейн Верхньої Тиси охоплює територію по водозбори р. Боржава і р. Тур включно, його довжина становить 280 км. В своїх дослідженнях ми розглядаємо найбільш високогірну частину водозбору Тиси (рис.1.1), площа якої складає 1730 км².

Варто відмітити, що найбільш високогірна частина басейну Тиси на території України характеризується відмітками рельєфу, які сягають 2000 м і більше, а середня висота водозбору складає 920 м.

В межах басейну Верхньої Тиси протікають такі річки: Чорна Тиса (з притоками Апшинець, Станіслав, Довжина, Лазещина та ін.), Біла Тиса (з притоками Бальзатул, Говерла, Шоул, Богдан, Квасний, Паулек та ін.), власне Тиса (з притоками Косівська, Шопурка). Детальний аналіз вказаних річок з гідрологічної, руслоформувальної та гідроекологічної точок зору проводився за басейновим принципом.

1.1. Геолого-геоморфологічна будова

З огляду на тектонічну будову, басейн Чорної Тиси розташований у двох зонах – Центральній синклінальній і Внутрішній антиклінальній. На півночі його територію оконтурюють Горганські складчаті структури, далі, вниз за течією, після повороту річки з північного заходу на південний захід, вона перетинає Чорногірську і Рахівську зони і в районі м. Рахова дренує Мармароський кристалічний масив [25-26].

Басейн Чорної Тиси відноситься до трьох геоморфологічних підобластей області денудаційно-тектонічних гір, а саме, до Вододільно-Верховинського складчато-брилового середньогір'я та низькогір'я, Полонинсько-Чорногірського брилового середньогір'я та північних відрогів Мармароського брилового середньогір'я. В адміністративному відношенні водозбір Чорної Тиси розміщений лише в одному Рахівському районі Закарпатської області [4, 88].

Якщо розглядати характерні форми рельєфу верхів'їв басейну Чорної Тиси, то з північного заходу на південь (тобто від витoku Чорної Тиси до її злиття з Білою Тисою), її початок оконтурюється відрогами Горган (хребет Братківський, за Р. Сливкою) [129], найбільші висоти яких сягають майже 1800 м (г. Братківська – 1788 м, г. Руська – 1678 м, г. Чорна Клива – 1719 м) (рис. 1.1). Цей хребет є північним вододілом Чорної Тиси і простягається майже на 15 км паралельно її верхній течії аж до вододілу з її лівою притокою р. Довжина. Тут відбувається його розділення на два відроги – Північно-східний хребет (г. Кривий Гронь – 1173 м) з вододільною вершиною г. Плоска (1353 м), що дещо нижчий за абсолютними висотами і має більш пологі схили – Південно-східний хребет (г. Чорний Гронь – 1486 м, урочище Полонина Погорська з висотами 1300-1400 м), що характеризується більш стрімкими гірськими формами [25, 129].

Таким чином, верхня частина басейну Чорної Тиси характеризується яскраво вираженим гірським рельєфом, розчленованим річковими потоками і оконтуреним хребтами середньогір'я.

Нижче впадіння р. Довжина Чорна Тиса протікає по Ясінянській улоговині. Тут вона перетинає зону Центральної Карпатської депресії. В Ясінянській улоговині злиття Чорної Тиси і Лазещини (з притоками останньої – Стебна, Лопушанка, Зимир) має сходження до єдиного центру, утворюючи доцентровий тип річкової мережі. Схили улоговини вкриті зсувами, що надає рельєфу слабкохвилястий характер.

З північного сходу водозбір Чорної Тиси розмежовується з басейном Прута низькогірним підвищенням Вододільного хребта з висотами 920-1050 м, де знаходиться Яблунецький перевал (921 м). На схід і далі на південний схід від цієї межі розташоване Ворохта-Путильське низькогір'я [73, 129].

Басейн р. Біла Тиса, що займає східну частину водозбору Верхньої Тиси, з півночі оконтурений найвищим в Українських Карпатах хребтом Чорногора. Морфоструктура Полонинсько-Чорногірського брилового середньогір'я сформувалися на покривах крейдового та палеогенового флішу. Орографічно вона відповідає найвищій смузі гір і характеризується асиметрією хребтів, глибокими поперечними долинами (відносні висоти від 500 до 1100 м). Найвищі вершини мають висоту понад 2000 м (Говерла – 2061 м, Бребенескул – 2035.8 м, Піп Іван – 2020,5 м, Петрос – 2020 м, Гутен Томнатик – 2016 м, Ребра – 2001.1 м) (рис. 1.1) [122].

Лівобережна частина басейну р. Біла Тиса, як і водозбірні площі р. Тиса (від м. Рахів до с. Ділове) відносяться до найдавнішого геологічного утворення Карпат – Мармароського кристалічного масиву. Тут розміщені невеликі гірські масиви блокового типу. В метаморфічному комплексі масиву представлені кристалічні сланці, гнейси, мармури, кварцити [13, 57].

На півдні досліджуваної ділянки Тиси знаходяться Рахівські гори і Чивчини, для яких характерний бриловий рельєф із реліктовими альпійськими формами, значною амплітудою відносних висот (600-1100 м), глибокими, часто ущелиноподібними долинами. Максимальну висоту має г. Піп Іван Мармароський (1937 м).

На правобережжі Тиси Рахівські гори розділені долинами Тиси, Косівської і Шопурки на кілька пасом меридіонального простягання, які утворюють рельєф орієнтований навхрест геологічних структур. Найвищими вершинами тут є г. Рахівська – 1596 м, г. Лисина – 1409 м, г. Мунчел – 1242 м.

Басейни річок Косівська та Шопурка розміщені у межах гірської частини Закарпатської області охоплюють Свидовецьку та Чорногірську морфоструктури. Свидовецька морфоструктура є продовженням Полонинського хребта з найбільшими висотами г. Близниця – 1883 м та г. Стіг – 1707 м. Річки Косівська, Середня та Мала Шопурка розчленовують глибокими долинами південний макросхил Свидівця. Південно-східну частину даної території займає Чорногірська морфоструктура – найвища

частина Українських Карпат, представлена гребенем вододільного хребта із заокругленими вершинами (Говерла, 2061м). Вона складена конгломератами та крейдовими пісковиками. Тут збереглись льодовикові форми рельєфу, що дає можливість дану територію віднести до територій з високогірним рельєфом. В нижній течії цих річок переважає середньогірний рельєф на кристалічних породах [120].

1.2. Кліматоутворюючі фактори

Територія басейну річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України), як вже було зазначено, характеризується значною неоднорідністю рельєфу, що суттєво впливає на формування місцевих мікрокліматичних особливостей та хід розвитку погодних процесів.

Розташування Українських Карпат істотно впливає на хід атмосферних процесів, головним чином на швидкість і напрямок переміщення атмосферних фронтів, розповсюдження холодних і теплих повітряних мас, місцевий циклогенез та ін.

Протягом року Українські Карпати знаходяться під впливом приблизно 100 циклонічних утворень (циклонів та улоговин). Максимум їх повторюваності приходить на холодний період [49].

Проходження атмосферних фронтів призводить до різких змін погоди. Починаючи з висоти 1200-1500 м, у Карпатах переважає західне перенесення повітря, а нижче цієї висоти напрям вітру зумовлюється напрямком долин і гірських хребтів (табл. 1.1, 1.2).

Таблиця 1.1 – Кількість опадів (мм) упродовж паводків 1998, 2001 рр. [49]

Станція, пост	Кількість опадів, мм	
	3-5 листопада 1998 р.	3-5 березня 2001 р.
Ясіня	101	190
Пожижевська	108	206
Луги	81	125
Рахів	104	190
Косівська Поляна	179	140

На Закарпатті переважають вітри, які дмуть з південного заходу на північний схід, згідно з орієнтацією р. Тиса.

Мінімальні температури для території досліджуваного басейну характерні для січня, абсолютні їх значення досягають – 30 °С. Максимальна температура (понад 30°C) найчастіше спостерігається в липні-серпні [25].

Режим зволоження. Середня річна кількість опадів на даній території коливається від 900 до 1400 мм, що пояснюється орографічним впливом (для гірської місцевості характерні гірсько-долинна циркуляція та фени) (табл. 1.1).

Таблиця 1.2 – Середньомісячна і річна кількість опадів (мм) з поправками на змочування [49]

Характеристика опадів	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Холодний період (XI – III)	Теплий період (IV – X)	Рік
Ясіня															
Середня	49	51	59	69	92	123	129	109	67	52	63	69	291	641	932
Найменша	3	1	2	14	15	30	18	32	6	2	4	4	150	397	570
Найбільша	169	188	152	138	167	240	254	232	212	233	225	212	473	806	1384
Пожежевська															
Середня	80	88	99	102	138	185	178	140	105	87	114	107	488	935	1423
Найменша	11	10	20	28	61	90	56	48	25	13	20	15	240	572	1099
Найбільша	182	230	269	215	282	453	272	228	292	280	262	253	910	1249	1917
Луги															
Середня	58	53	58	71	102	127	117	89	65	61	75	82	326	632	958
Найменша	7	1	10	24	31	57	53	40	0	10	8	3	147	404	619
Найбільша	170	143	133	159	237	253	196	143	159	270	156	164	496	934	1281
Рахів															
Середня	81	73	75	84	118	141	132	114	86	76	104	113	446	751	1197
Найменша	10	2	0	12	24	53	31	8	0	9	0	2	190	444	751
Найбільша	281	292	263	206	263	287	328	248	281	262	323	403	1080	1248	1684
Косівська Поляна															
Середня	71	61	63	82	112	138	135	103	87	70	97	104	396	727	1123
Найменша	11	2	5	21	44	61	11	36	6	4	13	4	164	455	878
Найбільша	237	157	163	173	235	268	263	192	255	180	222	243	611	974	1380

На навітряних схилах гір сума опадів може досягати 1900 мм за рік [2, 25]. Більша частина опадів випадає в теплу пору року (табл. 1.1, 1.2).

Розподіл опадів зумовлений впливом висоти та форм рельєфу. Південно-західні схили Українських Карпат отримують більше опадів як в холодний, так і в теплий періоди. Найменша кількість опадів випадає в лютому (табл. 1.2).

Максимум опадів у горах припадає на літо (35-40%). Випадання значних опадів цього сезону обумовлене проходженням фронтів з північного заходу, також південно-західних циклонів, які під впливом орографії деформуються та призводять до хвильових збурень, що сприяють збільшенню кількості опадів. У цей же час, інтенсивно розвивається місцева конвекція, яка може посилюватись гірсько-долинною циркуляцією.

Найбільша кількість опадів літом випадає у червні. У цьому місяці їх суми змінюються від 80 мм до понад 400 мм (район Вододільного хребта) (табл. 1.2). Максимальна кількість опадів спостерігається у центральній частині гір, і також на вершинах гірських систем Чорногора, Горгани, на полонинах Рівна, Боржава, Красна та в районі Свидовецького хребта.

На території досліджуваного басейну середній добовий максимум опадів взимку становить 15-23 мм, навесні 15-26 мм, влітку 29-34 мм, восени 16-28 мм. В окремих випадках опади, що випадають впродовж доби, можуть перекирвати місячну норму в 2-3 рази [49]. Під час катастрофічних паводків 1998 та 2001 рр. спостерігались значні суми опадів (табл. 1.1).

Сніговий покрив. В горах найбільші висоти снігового покриву спостерігаються у першій декаді березня і становлять 100-150 см. В окремі зими максимальна висота снігового покриву перевищує 300 см і може утворюватися на масивах Чорногора та Свидовець (верхів'я річок Білої та Чорної Тиси).

Важливою характеристикою снігового покриву є його водозапас. В гірських районах значення запасів вологи в сніговому покриві враховується при прогнозуванні весняних повеней на річках.

Середні запаси води в сніговому покриві басейну Тиси складають 30-35 мм на низинах, збільшуючись з ростом абсолютної висоти місцевості. На висотах 400-600 м запас води в сніговому покриві досягає уже 45-60 мм, а на висотах до 1000 м становить 70-100 мм [25].

1.3. Характеристика ґрунтів та рослинності

Ґрунти. Ґрунотвірні породи річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) характеризуються незначною різноманітністю, але строкатістю залягання. За літологічним складом та характером генезису їх можна об'єднати в три групи: алювіальні, алювіально-делювіальні та елювіально-делювіальні відклади Карпатського флішу.

Алювіальні відклади притаманні незначним ділянкам заплав і надзаплавних терас гірських річок. Алювіально-делювіальні відклади

поширені в долинах гірських річок і потоків. Елювіально-делювіальні відклади Карпатського флішу залягають на гірських водозборах, і переважаючими в них є глинисті сланці та пісковики [36]. Найбільш давніми (палеозой) ґрунтоутворюючими породами в досліджуваному басейні є метаморфічні породи Рахівського масиву і Чивчинських гір. Молодшими (крейда, палеоген) є флішеві породи, які утворюють зону Складчатих Карпат.

Головним процесом ґрунтоутворення є кислий буроземний. Цьому сприяють лісова рослинність, вологий клімат зі значною кількістю опадів і, як наслідок, промивний водний режим, нетривале промерзання ґрунту, що сприяє інтенсивному вивітрюванню порід, висока водопроникність, пов'язана з щебенюватістю ґрунтів і тріщинуватістю елювію-делювію карпатського флішу.

Для буроземів простежується збільшення вмісту гумусу із зростанням абсолютних висот (від 3 до 10,5%). Разом з тим, склад гумусу буроземів не залежить від породного складу лісу: він майже однаковий як у буковому, так і в ялиновому лісах [25].

Гірсько-лучні ґрунти залягають, як правило, на висотах вище 1450 м над рівнем моря. Вони характерні для найвищих гірських хребтів басейну – Братківський, Апшинець, Свидовець, Урду-Флавантуч, Чорногора, Чивчини. Вершини цих хребтів і прилеглі до них полонини часто “бронюються” щільними, денудаційно стійкими шарами піщаного флішу. Хоча ліси тут і відсутні вже понад 1000 років [119], в гірсько-лучних ґрунтах залишилися загальні риси буроземного формування.

Дерново-буроземні ґрунти поширені здебільшого в міжгірських улоговинах (Ясінянська, долина Білої Тиси), де як правило, на висотах 700-900 м ліси практично зведені, а дерновий процес починає превалювати при ґрунтоутворенні [25].

Рослинність. Що стосується рослинності, то як і для багатьох інших природних компонентів, їй притаманна чітко виражена вертикальна зональність. В Українських Карпатах виділяють передгірний пояс (450-550 м над рівнем моря), нижній лісовий – до 1200-1300 м, верхній лісовий – до 1300-1500 м, субальпійський – до 1500-1800 м і альпійський – вище 1800 м [119].

Основним типом рослинності в Карпатах є лісовий. Залісеність Карпат найвища серед природних регіонів України (39%). Більше половини площі лісів займають смерекові, які переважають у верхньому лісовому і досить часто зустрічаються у нижньому лісовому поясах. Біля 30% лісів складають букові і розміщені вони в нижньому лісовому поясі. Ці ліси здебільшого розповсюджені на південно-західному макросхилі Карпат, де складають майже 60% лісопокритої площі. Подекуди в лісовому поясі зустрічаються “вкраплення” гірської сосни. Прикладом її розповсюдження може бути долинний комплекс середньої течії струмка Великий Медвежий.

У верхів'ях Чорної Тиси на заплаві і терасах річок розповсюджені різні лучні асоціації. Тут зустрічається осока жовта, осока чорна, незабудка болотяна, дзвоник розкидистий та деякі інші види рослинності. В пониззях крутих схилів ростуть смерекові ліси з домішками модрини гребенчатої. Чагарниковий та трав'яний яруси досить розріджені, що обумовлено зімкнутістю крон дерев.

На схилах гір, переважно, ростуть буково-смерекові ліси, які представлені буком європейським, явором, смерекою, білою ялицею (*Abies alba*). В цих місцях широкий розвиток отримує чагарниковий ярус.

В альпійському поясі (хр. Чорногора і Чивчини) розповсюджені верескові мохово-лишайникові види рослинності з участю чорниці (місцева назва яфини), лохини (голубики) та низькорослих злаків. Тут також зустрічаються едельвейс, болотка альпійська, ісландський мох, золотий корінь [25].

Болотна рослинність повсюдно представлена очеретно-моховими та очеретно-сфагновими угрупованнями і розповсюджена, зокрема, в субальпійському поясі на схилах хребтів Апшинець, Свидовець і Чорногора [122].

1.4. Аналітичний огляд попередніх гідроморфоекологічних досліджень

Для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) проводились дослідження за такими основними блоками: 1) аналіз гідрологічного режиму водотоків; 2) гідроморфологічна оцінка екологічного стану річкових водних масивів; 3) аналіз руслових процесів.

Найбільш важливими аспектами в аналізі гідрологічного режиму річок зазвичай виступають оцінка середніх річних витрат води, внутрішньорічного розподілу стоку, максимальних (дощові та сніго-дощові паводки), мінімальних витрат (мінімальний стік в теплий та холодний періоди року, абсолютний річний мінімум), оцінки однорідності характеристик водного стоку річок та аналіз коливань водності річок.

Цій проблематиці присвячена низка робіт. Зокрема в роботах В. В. Гребеня [31-34] виконано узагальнюючий аналіз впливу кліматичних змін на сучасний водний режим річок України, його внутрішньорічний розподіл на основі ландшафтно – гідрологічного аналізу.

Необхідність детального розгляду максимальних витрат води річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) пояснюється тим, що територія Українських Карпат є одним з найбільш паводконебезпечних районів нашої країни, що було розглянуто в працях О. І. Лук'янець [63-64], М. І. Кирилюка [47], М. І. Ромащенко, Д. П. Савчука [128], М. М. Сусідка [134-137] та ін. Це також найвищий гірський район української частини басейну Тиси.

Б. В. Кіндюк дослідив вплив сучасних коливань клімату на характеристики максимального дощового стоку в Карпатах [48].

В Україні вплив сучасних змін клімату на водний режим річок і зокрема Карпатського регіону досліджували такі вчені як Є. Д. Гопченко [27-29], Н. С. Лобода [60-61], В. О. Войцехович [20], В. І. Вишневський [14-15], В. В. Гребінь [31-32], Л. О. Горбачова [30] та ін. Зміну паводкового режиму річок Карпатського регіону досліджували В. М. Бойко та М. М. Сусідко [8-9].

За їх даними, у XX столітті періоди високої водності в Карпатах з частими паводками спостерігалися у 1912-1927, 1940-1955, 1965-1981, 1992-2008 роках. Найбільш значні паводки в ці періоди охоплювали одночасно території декількох басейнів (1927, 1941, 1969, 1970, 1998, 2001, 2008 pp.) [137].

Перші гідрологічні розрахунки для річок України щодо мінімального стоку були виконані К. А. Лисенко. Закономірності формування витрат води річок протягом меженного періоду детально розглянуто у працях А. Г. Курдова [56], К. А. Лисенко [65], А. М. Владимірова [17], І. М. Ромася [125-126], Т. В. Соловей [133], Е. С. Хороняк [142].

У багатьох публікаціях таких авторів як Є. В. Василенко [12], В. І. Вишневський [16], О. І. Галі, М. С. Яковишина [22], В. В. Гребінь [33], В. С. Холоденко [141] наводяться результати, які вказують на порушення стаціонарності і однорідності характеристик водного стоку річок України і зокрема для річок басейнів Тиси, Дністра та Пруту.

Таким чином, можна констатувати суттєві доробки різних авторів щодо оцінки гідрологічного режиму річок басейну Тиси. Поряд з цим, практично відсутнім є висвітлення таких питань як статистична характеристика сучасних рядів показників стоку, зокрема їх однорідності. Також відсутня інформація про співвідношення середньодобових і вимірних строкових витрат води, особливо для максимальних показників дощових і сніго-дощових паводків на гірських річках. Крім того, доволі слабо розкриті питання про сучасні (особливо в після паводковий період 1998, 2001 та 2008 років) зміни водності річок досліджуваного басейну. Перераховані позиції знайдуть реалізацію в даній книзі.

До другого блоку, як вже зазначалось вище, відноситься гідроморфологічна оцінка екологічного стану річкових водних масивів річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України).

В Україні основним документом регулювання прав водного господарювання є «Водний кодекс України» [19] та низка підзаконних актів та інструкцій, що регламентують впровадження його основних положень [37]. Натомість у країнах Європейського Союзу прийнято єдиний документ, що регулює всі дії та відносини в сфері раціонального водокористування водних ресурсів, охорони вод від засмічення, забруднення та виснаження, а також охорони населення від шкідливої дії вод та ліквідації її наслідків. Таким документом є Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС (БРД ЄС) (EU Water Framework Directive 2000/60/EC) [18].

Протягом останніх двадцяти років в Європі відбулася значна еволюція питання оцінки якості водних об'єктів. Деякі європейські країни почали розробляти власні методики оцінки гідроморфологічних показників річок [157, 159, 161-162, 166], які відповідають загально європейським стандартам.

Найбільш вагомим узагальненням щодо екологічних моментів взаємодії системи “потік-русло-заплава” та обґрунтувань щодо моніторингу руслових процесів для річок України були проведені в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка під керівництвом проф. О. Г. Ободовського [84-87, 91, 93, 169-170], які багато в чому узгоджуються з європейськими підходами щодо гідроморфологічної оцінки якості річок.

Підходи щодо визначення гідроморфологічного стану річок повинні мати чітку відповідність до Європейського стандарту CEN №14614 [156], а також новому стандарту CEN TC 230/WG 2/TG 5: N53 [158].

Враховуючи специфіку умов формування русел карпатських річок, ландшафтні характеристики та геологічні умови їх водозборів, режим зволоження та показники стоку води і наносів, специфіку ґрунтів і рослинності та господарську діяльність в басейнах і русло-заплавному комплексі, найбільш близькою до потреб гідроморфологічної оцінки річок Українських Карпат можна вважати підходи, що розроблені в Словацькій Республіці [162, 166], які базуються на методології оцінки гідроморфологічного стану, прийнятій в Німеччині [159] і суттєво доповнені дослідженнями річок Українських Карпат [2, 86, 87]. Зараз в країнах ЄС функціонує новий стандарт CEN TC 230/WG 2/TG 5: N53 [158]. Він включає в себе вже існуючі документи, положення публікації, а саме, стандарт CEN 14614 [156], стандарт prEN 14996 та ін [174]. Варто відмітити, що в цьому документі з метою забезпечення послідовності у підходах, основні категорії параметрів залишились такими, як і в стандарті CEN 14614 [156]. Для розроблення плану управління річковими басейнами в країнах ЄС використовується лише стандарт CEN TC 230/WG 2/TG 5: N53 [158], а для наукових досліджень можна використовувати також стандарт CEN 14614 [156]. Тому в даній роботі ми ще дотримувались основних положення європейського стандарту CEN 14614.

В цьому доволі новому для оцінювання річкових систем блоці питань в Україні вже виконана низка робіт стосовно саме гідроморфологічної оцінки екологічного стану річок. Натомість для річок верхньої частини басейну Тиси ці питання є недостатньо опрацьованими з огляду на вказану оцінку. Зокрема, це стосується поділянкової гідроморфологічної оцінки досліджуваних водотоків та в межах водних масивів, а також виконання цієї оцінки для певних типів русел. Вирішенню цих питань буде присвячена відповідна частина досліджень в даній книзі.

До третього блоку досліджень відноситься аналітична оцінка руслових процесів річок вказаного регіону.

В Україні узагальнюючі дослідження процесів руслоформування були проведені в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка

[59, 93, 140]. Тут варто відзначити поєднання активних, пасивних і проміжних чинників руслових процесів, які в цілому характеризують форми їх прояву. Для гірських і напівгірських річок це питання хоча і має висвітлення, але в регіональному контексті потребує ще низки уточнень і узагальнень.

Ряд досліджень стосовно загальних закономірностей прояву руслових процесів на гірських річках виконали С. Т. Алтунін [1], Р. С. Чалов [144-146], В. Ф.Талмаза і А. М. Крошкін [139], З. Д. Копаліані та В. С. Цхаладзе [54], В. В. Ромашин [127].

Аналіз процесів руслоформування річок Карпатського регіону провели В. В. Онищук [109-113], Я. І. Каганов [42], М. Н. Бухін [10-11], О. Н. Кафтан [46], а також L. Masuga [168], L. Zaharia [177], K. Krzemien [160, 165].

Раніше розрахунки руслоформувальних витрат води для басейну Верхньої Тиси були проведені В. В. Онищуком [108, 114], О. Г. Ободовським [84, 94], а також О. С. Коноваленко [53], І. П. Ковальчуком [51], Ю. С. Ющенком [150-152].

У роботах В. Г. Смірної [131-132] був виконаний порівняльний гідроморфологічний аналіз умов формування розгалужених русел річок Алтаю та Українських Карпат.

Беручи до уваги той факт, що типи русел формуються в значній мірі під впливом проходження руслоформувальних витрат водотоку, то в цьому форматі превалююче значення має достовірне визначення цих витрат для різних річок та типів русел. Такі дані необхідні як для теоретичного узагальнення результатів дослідження, так і для практичного їх використання при веденні моніторингу та управлінні русловими процесами [59,92].

Для цього були задіяні найбільш апробовані методики, а саме методика М. І. Маккавєєва [67, 69], методика УкрНДІГіМ – КНУ [108,114]. Перша з них пройшла вагому перевірку на рівнинних річках, друга показала цілком достовірні результати для річок Карпатського регіону.

Не дивлячись на суттєву опрацьованість блоку питань стосовно досліджень руслових процесів на гірських карпатських річках, наразі залишаються слабо розкриті аспекти, які висвітлюють об'єктивність встановлення руслоформувальних витрат води, застосування методів математичного аналізу для гідроморфодинамічної оцінки процесів руслоформування, регіонально-басейновий аналіз функціонувальних залежностей між основними гідроморфодинамічними параметрами русел, встановлення зв'язків між типами русел і характером проявів процесів руслоформування, оцінки стійкості русел. Вказані питання матимуть своє дослідження в даній книзі.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗНИКІВ ГІДРОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ
РІЧОК ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ТИСИ
(В МЕЖАХ УКРАЇНИ)**

**2.1. Гідрологічна вивченість та гідрографічна мережа річок
верхньої частини басейну Тиси**

Перша інформація про гідрологічний режим річок басейну Тиси, а саме, проходження високих дощових паводків міститься в літописах з 1491р., де згадується р. Тиса [71-72]. Стихійні явища висвітлені дуже яскраво і в художній літературі, але з цих описів неможливо простежити за наслідками і оцінити масштаби, а також характеристики цих природних феноменів.

З середини XIX сторіччя на деяких річках басейну Верхньої Тиси почалися епізодичні виміри рівнів, а потім і витрат води. Систематичні спостереження ведуться на основних водотоках з 1895 р., а на більшості гірських приток з 40-х рр. XX сторіччя. Регулярні спостереження за рівнями та стоком води по більшості постів Верхньої Тиси були розпочаті і відновлені після Другої світової війни, а регулярні спостереження за стоком наносів – у другій половині 50-х рр. XX сторіччя. У 60-ті - 70-ті роки минулого сторіччя гідрологічні спостереження досягли найбільшого за свою історію розвитку. У цей період було розроблено і поширено на мережі основні види приладів, які використовуються й досі. Також було розроблено більшість нормативних документів щодо виконання гідрометричних спостережень.

Проте, такою мережа спостережень на території басейну Верхньої Тиси була не завжди. Можна виділити чотири ключові етапи формування гідрометеорологічної мережі вказаного басейну починаючи з 1945 року: «післявоєнний період» 1946-1950 рр., «період максимального розвитку мережі» 1957-1964 рр., «період кризи» – 1988-1990 рр. та «сучасний період» 1999-2012 рр. (табл. 2.1) [72].

З 1988 р. гідрометеорологічна мережа басейну Верхньої Тиси зазнала значних скорочень (біля 40%,) що не завжди, як потім виявилось, було обґрунтованим [51,149].

З 8 постів, що здійснювали вимірювання витрат води в середині 80-х років минулого сторіччя, внаслідок реорганізації залишилось лише 4. Періоди спостережень за стоком води на всіх діючих постах перевищують 50 років. На рис. 2.1 представлена сучасна мережа гідрологічних спостережень на річках басейну Верхньої Тиси.

Незадовільною з точки зору повноти інформаційного забезпечення є ситуація з вимірюванням стоку наносів. З працюючих раніше трьох постів залишився лише один на р. Тиса у м. Рахів.

Таблиця 2.1 – Стан моніторингової мережі для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) на 2012 р.

№	Річка - гідропост	Періоди, за які приводяться дані по основних елементах режиму водних об'єктів, роки				Період дії поста, роки
		характерні витрати води	дощовий паводковий стік		мінімальний стік	
			теплій період	холодний період		
1	Чорна Тиса – смт Ясіня	1956-2012	1956-2012	1956-2012	1956-2012	1956-2012
2	Чорна Тиса - с. Білін	1946-1988	1946-1988	1946-1988	1946-1987	1946-1988
3	Біла Тиса – с. Лути	1955-2012	1955-2012	1955-2012	1955-2012	1955-2012
4	Біла Тиса – с. Розтоки	1955-1988	1955-1988	1955-1988	1955-1987	1955-1988
5	Тиса – м. Рахів	1946-2012	1947-2012	1947-2012	1947-2012	1946-2012
6	Тиса – с. Ділове	1933-1941, 1945-1988	1933-1941, 1945-1988	1933-1941, 1945-1988	1933-1941, 1947-1987	1933-1941 1947-1988
7	Косівська – с. Косівська Поляна	1963-2012	1963-2012	1963-2012	1963-2012	1963-2012
8	Шопурка – с. Кобилецька Поляна	1954-1988	1954-1988	1954-1988	1954-1988	1954-1988

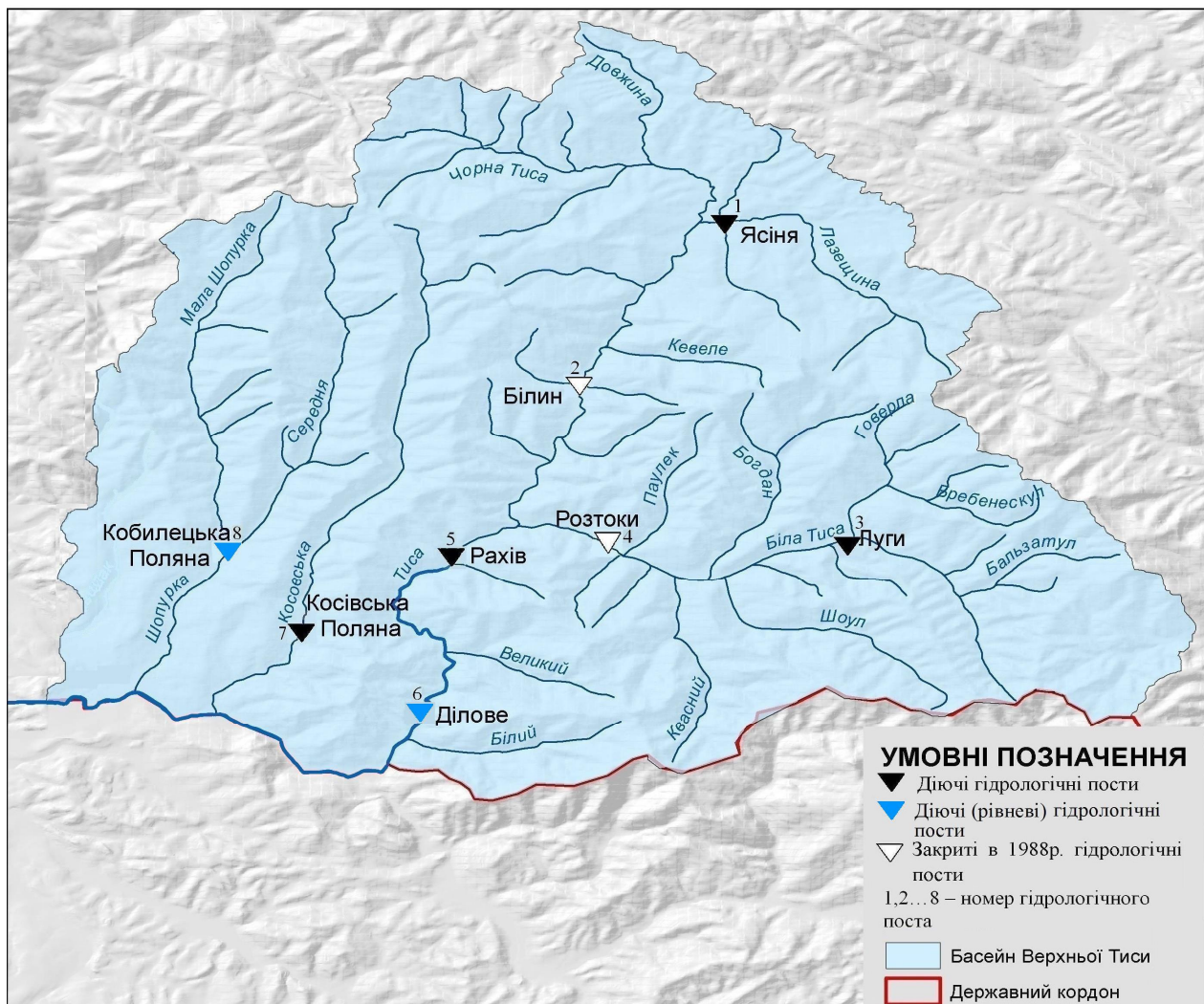


Рис. 2.1 – Розташування гідрологічних постів на річках верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Слід зазначити, що спостереження за рівневим режимом річок для двох гідрологічних постів Тиса – Ділове та Шопурка – Кобилецька Поляна були відновленні після закриття в 1988 році (табл. 2.2) з 01.01.2010 року.

В останні роки з метою своєчасного попередження, оцінки та прийняття відповідних рішень, щодо виникнення катастрофічних паводків на території Закарпаття, реалізовано кілька міжнародних проектів [71]. За цими проектами та угодами на Закарпатті встановлено і функціонує 37 автоматизованих гідрометеорологічних станцій іноземного виробництва (14 з них в басейні Верхньої Тиси). Вони облаштовані Держводгоспом (зараз Держводагенство) України поруч з гідрологічними постами гідрометслужби і працюють в режимі реального часу, а саме: р. Чорна Тиса - смт Ясіня, р. Біла Тиса - с. Луги, р. Тиса - м. Рахів, р. Тиса - смт Великий Бичків. Спостереження у звичайному режимі на метеостанціях виконуються через 3 години, на гідрологічних постах через 12 годин. У період паводків через скорочені інтервали (на постах через 4 години) [80]. Все це говорить про певні позитивні зрушення у забезпеченні регіону сучасними технічними засобами спостережень і передачі даних. Проходження двох визначних

паводків на річках Закарпаття (листопад 1998 р. і березень 2001 р.) сприяло підвищенню уваги до регіону як з боку держави, так і сусідніх країн. Це дало позитивні наслідки при попередженні визначного паводку у серпні 2008 р. У басейні Тиси впроваджується інформаційно-прогностична система (ІПС) [64], яка включає:

- опрацювання гідрометеорологічної інформації, що надходить каналами зв'язку з мережі спостережень;
- безперервне прогнозування гідрологічного режиму;
- оцінювання ймовірності виникнення селевих явищ.

2.2. Режим рівнів

Рівні води є однією із основних характеристик гідрологічного режиму річок. При передбаченні стану водних об'єктів прогнозна продукція має високу інформативність, коли рівні води подаються в зіставленні до їхніх багаторічних значень в ті чи інші сезони року – середніх, максимальних, мінімальних або певної ймовірності перевищення [134].

Як за кількістю пунктів, так і за тривалістю спостережень, рівневий режим річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) є досить повно висвітлений. Найтриваліший період становить понад 60 років (табл. 2.1). Режим невеликих річок (з площею водозбору $<100 \text{ км}^2$), яких на вказаній території налічується кілька тисяч, фактично не досліджений. Крім даних систематичних спостережень, у деяких літературних і архівних джерелах є відомості, що характеризують водний режим річок басейну з якісного боку за більш ранній період.

Більшість гідрологічних постів мають однорідні ряди спостережень за рівнями води, але нерідко їх однорідність порушується. В результаті руйнівних паводків і деформацій річкових русел, гідрологічні пости неодноразово переносилися, відмітки змінювалися. Так, для збереження однорідності рядів спостережень, з метою усунення від'ємних значень рівнів води з 1.01.1982 р. знижено відмітки нулів графіків по 6 постах басейну Тиси, з яких 4 відносяться до гірської частини басейну Тиси (с. Білин, смт Ясіня, м. Рахів, с. Косівська Поляна).

Іншою причиною, яка сприяє неоднорідності рядів спостережень за рівнями води є розчищення, поглиблення, спрямлення русла, будівництво гідротехнічних споруд, забір алювіальних відкладів, наявність водосховищ, гідроелектростанцій, гребель тощо. Рівні води на таких річках можуть бути зарегульованими або знаходитись у підпорі [123].

У таблиці 2.2 наведені максимальні і мінімальні рівні води для 8 гідрологічних постів за весь період спостереження в басейні верхньої частини басейну Тиси (в межах України), які засвідчують їх доволі суттєву амплітуду коливань.

**Таблиця 2.2 – Характерні рівні води річок верхньої частини басейну Тиси
(в межах України)**

Річка – гідропост	Період спостере ження, роки	Відмітка «0» поста, м БС	Характерні рівні води				
			середній	вищий		нижчий	
			см	см	дата	см	дата
Чорна Тиса – с. Ясіня	1947-2012	646,5	183	464	23.03.1964	51	29.09- 01.10.2009
Чорна Тиса - с. Білин	1946-1988	492,1	148	470	08.06.1969	194	31.12.1982
Біла Тиса – с. Луги	1947-2012	602,05	48	264	13.05.1970	-41	29.09- 01.10.2009
Біла Тиса – с. Розтоки	1955-1988	482,9	149	288	13.05.1970	17	06.03.1969
Тиса – м. Рахів	1950-2012	429,73	209	575	05.03.2001	100	31.01.2012
Тиса – с. Ділове	1946-1988 2010-2012	345,96	83	509	05.03.2001	3	01.12.2011
Косівська – с. Косівська Поляна	1963-2012	406,77	48	315	05.03.2001	-22	17.09.2012
Шопурка – с. Кобилецька Поляна	1954-1988 2010-2012	389,06	167	236	07.04.2012	145	12.09.2012

Для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) характерною є значна кількість паводків протягом всього року внаслідок випадіння короточасних інтенсивних опадів у теплий період, швидкоплинного танення снігу в горах в період зимових відлиг та загального танення снігового покриву у весняний період, яке часто супроводжується випадінням дощів (див. 1.2).

На річках розглядуваного басейну, залежно від температурних умов зими, початок підйому рівня весняного водопілля запізнюється в порівнянні із середніми всього на 1-2 тижні й відмічений в останніх числах березня (наприклад, 1952 і 1962 рр.).

Водопілля нерідко проходить декількома хвилями, особливо при ранньому початку весняних процесів з неоднорозовим поверненням холодів. Часто водопілля ускладнюється або підсилюється дощами, що випадають у цей час, і в таких випадках другий пік водопілля перевищує перший. Максимум весняного водопілля далеко не завжди є вищим річним рівнем.

Найвищі рівні води весняного водопілля спостерігаються на малих річках звичайно в другій-третій декаді березня, на середніх і великих – наприкінці березня – початку квітня. Ранні строки встановлення вищих рівнів весняного водопілля випереджають середні на 1-1,5 місяця, пізні запізнюються також приблизно на 1-1,5 місяця. Раннє встановлення вищих рівнів весняного водопілля відзначено в лютому 1950 і 1957 рр., пізнє – у квітні 1956 р.

Інтенсивність підйому рівня води весняного водопілля визначається водністю весни та температурним режимом. При високих повенях інтенсивність підйому звичайно значно більша, ніж при низьких. Так, середня інтенсивність підйому рівня при високій повені на річках досягає 20-150 см/добу, а при низькій – 5-10 см/добу.

На річках розглянутої території коливання рівнів води не завжди обумовлюється зміною водності. Особливо це стосується періоду льодових утворень.

Значна різниця між максимальними і мінімальними рівнями води за багаторічний період притаманна річкам розглядуваного басейну. Найвищі рівні води на багатьох постах досліджуваного регіону спостерігались під час березневого паводку 2001 р., низькі ж рівні води спостерігались восени 2012 р. Амплітуда багаторічних коливань рівня на багатьох річках цього регіону сягає 2–4 м, а на р. Тиса – до 5,5м (табл. 2.2).

Річна амплітуда коливань рівнів води визначається не лише розмірами та водністю річки, але й в значній мірі гідрографічними особливостями русла та заплави, що особливо виражається у найменших значеннях амплітуди. Середні та найбільші значення амплітуди коливань рівнів води за рік різні та залежать від протяжності річки [14].

Для басейнів річок Українських Карпат характерною є значна кількість паводків протягом всього року внаслідок випадіння інтенсивних опадів в теплий період та короткочасного танення снігу. Цей процес часто супроводжується випадінням дощів у весняний період [14, 59, 93].

Важливими в розгляді режиму рівнів річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) є аналіз та виділення особливостей проходження кожної фази гідрологічного режиму.

Після весняного водопілля наступають літні дощові паводки, максимума яких зазвичай перевищують максимальні рівні весняної повені на 0,5-1,5 м. У багатоводні роки відмічається до 8-10 та більше паводків, середня тривалість яких на малих річках становить 1-3 доби. Зливові дощі восени зумовлюють значні підйоми рівнів, які інколи досягають 2-3 м. Зниження рівня триває до серпня – вересня і досягає найнижчого значення наприкінці вересня – жовтня. В окремі роки паводків може бути від 5-8 до 10-12 і більше [155].

Восени спостерігається підвищення рівнів води, яке триває до зими, тому паводки, що проходять в цей період, іноді досягають катастрофічних розмірів. До таких відноситься катастрофічний паводок в басейні Тиси у 1998 році.

Взимку режим рівнів є нестійким, що відбувається через часті відлиги. Рівень води при цьому піднімається на 1,0–1,5 м, а інколи і на 2,0–3,5 м в порівнянні з передпаводковим періодом. Мінімуми річного стоку спостерігаються на річках у період різкого зменшення опадів, що для досліджуваного регіону характерне в період серпня-жовтня. В зимовий період, а саме, в січні та лютому має місце другий значний мінімальний

період стояння рівнів води на річках. Зимове зменшення рівнів обумовлене відсутністю поверхневого стоку та вичерпанням запасів підземних вод. Для багатьох досліджуваних річок басейну Верхньої Тиси мінімальні значення рівнів були зафіксовані у 2012 році (табл. 2.2).

2.3. Аналіз однорідності рядів спостережень за стоком води

Оцінка однорідності рядів спостережень є початковим, але не менш важливим етапом дослідження гідрологічного режиму річок. Зрозуміло, що цьому питанню присвячено велику кількість наукових публікацій, в яких застосовуються різні методи. У сучасній гідрології найбільше застосування отримали саме статистичні (параметричні та непараметричні) методи, незважаючи на те, що більшість статистичних критеріїв, за якими виконується оцінка однорідності залежить від законів розподілу, які зазвичай не притаманні гідрологічним рядам. Багато дослідників використовують рекомендовані нормативними документами [115, 118, 121] статистичні критерії Фішера та Стюдента, які, незважаючи на виконане узагальнення, мають все ж таки обмежений діапазон застосування і зовсім не враховують циклічні коливання стоку [167]. При цьому, в більшості досліджень не виконується фізичного (генетичного) аналізу однорідності, що є порушенням вимог нормативних документів. У багатьох публікаціях наводяться результати, які вказують на порушення стаціонарності і однорідності характеристик водного стоку річок України [12, 16, 22, 34, 141].

Ряди гідрологічних величин не представляють собою генеральних сукупностей, а є деякими та випадковими вибірками з них. Тому безпосередньо оцінювати по цих рядах приналежність їх до певної генеральної сукупності неможливо.

Сьогодні існує достатня кількість досліджень про те, що глобальні та регіональні зміни клімату безпосередньо впливають на водний режим річок, на перерозподіл водних ресурсів як у часі, так і в просторі, а також призводять до порушення стаціонарності рядів спостережень. Однак, найбільш часто вживаними методами при дослідженні тенденцій зміни річкового стоку за сучасних кліматичних умов в Україні та країнах СНД є статистичні параметри (Фішера, Стюдента, Граббса, Смірнова-Граббса, Діксона та ін.), а за кордоном – непараметричні (Манні-Кенделла, Колмогорова-Смірнова, Вількоксона та ін) критерії і поділ на два періоди [7].

Статистичний аналіз однорідності рядів спостережень включає основні етапи: формування нульової гіпотези і альтернативної гіпотез, визначення рівня значимості, вибір критичної області, бракування або прийняття нульової гіпотези. Треба зауважити, що при аналізі однорідності рядів гідрологічних величин, які переважно мають асиметричний розподіл, як правило, застосовують непараметричні критерії. При аналізі

метеорологічних величин, асиметричність яких незначна, застосовуються в основному параметричні критерії [78].

Статистична оцінка однорідності рядів багаторічних коливань річкового стоку в басейні верхньої частини Тиси (в межах України) проводилася за даними спостережень чотирьох діючих стокових гідрологічних постів: Чорна Тиса – смт Ясіня, Біла Тиса – с. Луги, Тиса – м. Рахів, Косівська – с. Косівська Поляна (табл. 2.1).

Оцінка однорідності рядів багаторічних коливань стоку для вище наведених гідрологічних постів проводилась для максимальних витрат води сніго-дошових та дошових паводків, середніх і мінімальних витрат води за такими основними критеріями – критерій z , критерій Стюдента, критерій Вількоксона (табл. 2.3).

Критерій z є одним з найбільш простих параметричних критеріїв для оцінки однорідності рядів спостережень. Оцінку однорідності здійснюють для рядів, де вибіркові середні значення розподілені за нормальним законом або за наявності тривалих рядів спостережень (табл. 2.3).

При оцінці стаціонарності середніх значень і дисперсій для послідовних частин рядів застосовується критерій Стюдента.

Критерій z і Стюдента є параметричними критеріями, тому їх використання пов'язано з необхідністю прийняття для цієї конкретної вибірки нормального закону розподілу [115, 124].

Із непараметричних критеріїв однорідності широке застосування отримав критерій Вількоксона (табл. 2.3), який застосовується для перевірки однорідності вибірок, і ґрунтується на визначенні кількості інверсій (u).

Встановлено, що для максимальних витрат води (сніго-дошові паводки та дошові паводки) (табл. 2.3) для діючих гідрологічних постів на річках верхньої частини басейну Тиси (межах України) характерні однорідні гідрологічні ряди крім критерія Стюдента для гідрологічних постів Чорна Тиса – Ясіня та Біла Тиса – Луги, що пояснюється незначним антропогенним впливом на гідрологічний режим цих річок.

Що стосується середніх і мінімальних витрат води, то для них, також характерна однорідність гідрологічних рядів крім критерія Стюдента для гідрологічних постів Біла Тиса – Луги та Тиса – Рахів (табл. 2.3), що також може пояснюватись певним господарським впливом на водозбори вказаних постів.

Статистична оцінка однорідності ряду багаторічних коливань річкового стоку для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) проводилася за даними спостережень гідрологічного поста Вилки на р. Тиса (площа водозбору $F=9140 \text{ км}^2$) за період 1961 по 2012 рр. Стік води через цей створ є інтегральною характеристикою гідрометеорологічних процесів, що відбуваються на території вище розташованого водозбору [147].

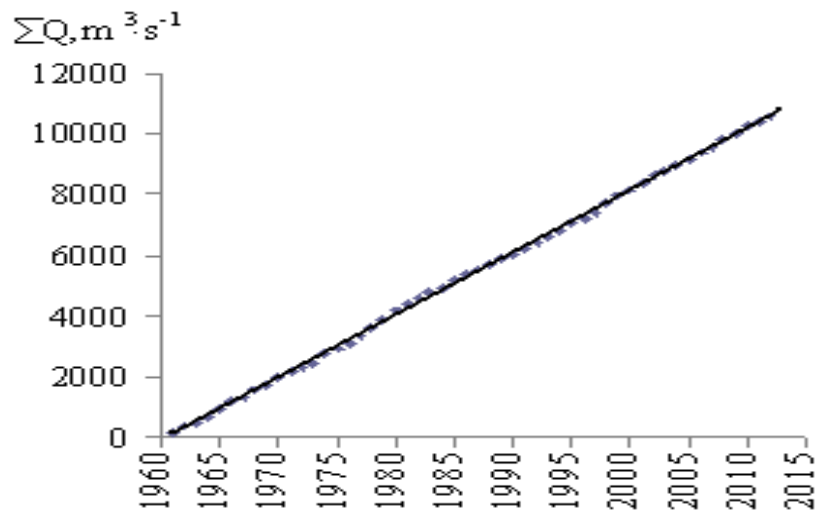
Для оцінки однорідності рядів спостережень середнього річного та максимального стоку води за даними вказаного гідрологічного поста побудовано сумарні інтегральні криві (рис. 2.2 – 2.3) [167].

Таблиця 2.3 – Результати перевірки на часову однорідність середньорічних, максимальних (сніго-дошових та дощових паводків) та мінімальних витрат води річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) за критеріями Z, Стюдента (t), Вількоксона (U)

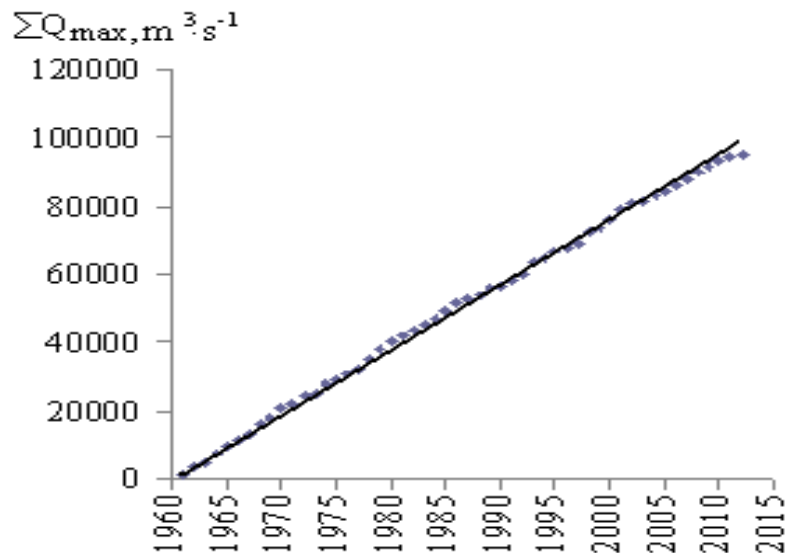
№ п/п	Річка - гідропост	z	Z _{кр}	t	t _{кр}	U*	U _{кр} **	Результати перевірки за критеріями			
								Z	Стюдента	Вількоксона	
Середньорічні витрати води											
1	Чорна Тиса – смт Ясіня	0,06	1,96	0,42	1,68	338	U _n 265 U _v 505	однорідні	однорідні	однорідні	
2	Біла Тиса – с. Луги	0,42	1,96	3,12	1,67	259	U _n 274 U _v 518	однорідні	не однорідні	однорідні	
3	Тиса – м. Рахів	0,36	1,96	2,79	1,67	350	U _n 340 U _v 628	однорідні	не однорідні	однорідні	
4	Косівська – с. Косівська Поляна	0,03	1,96	0,23	1,68	276	U _n 208 U _v 408	однорідні	однорідні	однорідні	
Максимальні витрати води сніго-дошових паводків											
1	Чорна Тиса – смт Ясіня	0,03	1,96	0,22	1,68	372	U _n 265 U _v 505	однорідні	однорідні	однорідні	
2	Біла Тиса – с. Луги	0,23	1,96	1,73	1,67	444	U _n 274 U _v 444	однорідні	не однорідні	однорідні	
3	Тиса – м. Рахів	0,09	1,96	0,67	1,67	479	U _n 340 U _v 479	однорідні	однорідні	однорідні	
4	Косівська – с. Косівська Поляна	0,16	1,96	1,11	1,68	288	U _n 208 U _v 408	однорідні	однорідні	однорідні	
Мінімальні витрати води											
1	Чорна Тиса – смт Ясіня	0,08	1,96	0,60	1,68	437	U _n 265 U _v 505	однорідні	однорідні	однорідні	
2	Біла Тиса – с. Луги	0,47	1,96	3,39	1,67	260	U _n 274 U _v 518	однорідні	не однорідні	не однорідні	
3	Тиса – м. Рахів	0,43	1,96	3,35	1,67	301	U _n 340 U _v 628	однорідні	не однорідні	не однорідні	
4	Косівська – с. Косівська Поляна	0,26	1,96	1,76	1,68	390	U _n 208 U _v 408	однорідні	не однорідні	не однорідні	

* - Загальна кількість інверсій

** - Критична область для нульової гіпотези, відповідно нижнє і верхнє критичні значення



*Рис. 2.2 – Сумарна інтегральна крива середньомісячних витрат води
Тиса – смт Вилोक*



*Рис. 2.3 –Сумарна інтегральна крива максимальних витрат води
Тиса – смт Вилोक*

На відповідних графіках наочно видно, що переломних точок на них немає. Це свідчить про однорідність рядів, тобто відсутність кардинальних змін у досліджуваних характеристиках водного режиму в басейні Верхньої Тиси.

Таким чином, можна зробити висновок, що для діючих гідрологічних чотирьох гідрологічних постів в басейні Верхньої Тиси (в межах України) в цілому характерні однорідні гідрологічні ряди за багаторічний період, що засвідчує «природність» процесів формування їх гідрологічного режиму.

2.4. Режим стоку води

Умови формування річкового стоку в гірських регіонах мають ряд особливостей, відмінних від умов рівнинних територій. Серед них головні: кількість та характер опадів, температурний режим, характер рельєфу, геологічна будова та невелика акумуляційна здатність водозборів. Для рельєфу гір характерна сильна розчленованість поверхні, велика крутизна схилів, глибоке ерозійне врізання річок та інтенсивне дренавання ними водоносних горизонтів [25].

Середній річний стік річок басейну Тиси за останні 20 років майже не змінився, спостерігається лише незначна тенденція до його збільшення (2%), але простежується внутрішньорічний перерозподіл стоку, який добре корелюється зі змінами температури і режиму зволоження. Влітку середній стік води знизився на 20%, восени він збільшився на 15%, а взимку і навесні вріс відповідно на 8% і 4% [62].

Для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України), а саме, для 8 гідрологічних постів (табл. 2.1) були розраховані всі характеристики стоку, а саме, внутрішньорічний розподіл стоку води, максимальний стік, мінімальний стік включно по 2012 рік. Варто відзначити, подібні розрахунки саме по 2012 рік для гідрологічних постів вказаного басейну були проведені вперше, що пояснює їх значну актуальність і важливість.

2.4.1. Середній річний стік води

Поєднання географічного середовища з кліматичними умовами зумовлює різний характер внутрішньорічного розподілу стоку. Досліджувана територія знаходиться за напрямком руху західних циклонів, які перетинають Європу, що обумовлює надходження опадів у кількості 1000-1600 мм на рік [4] (див. 1.2).

Поверхневий стік спостерігається лише під час сильних злив на незалісених схилах, або на слабо проникних ділянках з глинистими ґрунтами, чи на ущільнених ділянках – дорогах, стежках тощо. Вода, яка потрапила на поверхню водозбору, здебільшого проникає в пухкі відклади і просочується до корінних порід, по яких стікає у вигляді внутрішньогрунтового стоку [93]. В таблиці 2.4 наведені, осереднені за період спостережень статистичні параметри середніх річних, максимальних та мінімальних річних витрат води з відповідними коефіцієнтами варіації (C_v) та асиметрії (C_s) [107].

За даними табл. 2.4, оцінюючи статистичні параметри рядів середніх річних, максимальних та мінімальних витрат води за даними 8 гідрологічних постів досліджуваного басейну, можна зробити висновок, що в гідрологічних рядах переважає додатня асиметрія.

Таблиця 2.4 – Статистичні параметри рядів середніх річних, максимальних та мінімальних витрат води річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Річка - гідропост	Витрата води								
	Середня річна			Максимальна річна			Мінімальна річна		
	Q _{сер}	C _v	C _s	Q _{max,сер}	C _v	C _s	Q _{min,сер}	C _v	C _s
Чорна Тиса – смт Ясіня	4,83	0,26	0,61	63,4	0,6	1,59	0,7	0,8	1,32
Чорна Тиса – с. Білин	13,2	0,27	0,8	183,0	0,6	0,96	2,1	0,6	0,55
Біла Тиса – с. Луги	5,12	0,22	0,27	44,6	0,8	2,44	0,86	0,49	0,34
Біла Тиса – с. Розтоки	14,5	0,22	0,12	146,4	0,6	1,16	2,33	0,4	0,41
Тиса – м. Рахів	25,6	0,22	0,12	280,0	0,7	1,62	4,62	0,36	0,43
Тиса – с. Ділове	29,4	0,2	0,12	287,0	0,6	1,46	6,2	0,35	0,38
Косівська – с. Косівська Поляна	4,63	0,22	0,72	48,7	0,9	3,00	1,1	0,4	0,66
Шопурка – с. Кобилецька Поляна	8,51	0,28	0,17	106,5	0,7	1,66	1,9	0,7	1,1

Що стосується середньорічних значень (табл. 2.4), то в цілому вони стабільні та відхиляються від норми на $\pm 20\%$ ($C_v = 0,2 - 0,28$). Для трьох гідрологічних постів (р. Чорна Тиса – смт Ясіня, р. Чорна Тиса – с. Білин, р. Косівська – с. Косівська Поляна) характерним є переважання в гідрологічних рядах значень менших від норми стоку ($C_s = 0,61 - 0,8$), крім гідрологічних постів р. Біла Тиса – Луги, р. Біла Тиса – с. Розтоки, р. Тиса – м. Рахів, р. Тиса – с. Ділове і р. Шопурка – с. Кобилецька Поляна, в яких превалюють в гідрологічних рядах значення близькі до норми стоку ($C_s = 0,12 - 0,27$) (табл. 2.4 - 2.5) [107].

Таблиця 2.5 – Середні стокові характеристики річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Річка - гідропост	Середні багаторічні значення		Площа водозбору, км	Відмітка «0» поста, м БС
	Q _{сер} м ³ /с	M _{сер} л/с км ²		
Чорна Тиса – смт Ясіня	4,79	24,7	194	646.5
Чорна Тиса – с. Білин	12,9	23,9	540	492.1
Біла Тиса – с. Луги	5,13	27,1	189	602.05
Біла Тиса – с. Розтоки	14,5	30,6	473	482.9
Тиса – м. Рахів	25,6	23,9	1070	429.73
Тиса – с. Ділове	29,4	24,7	1190	345.96
Косівська – с. Косівська Поляна	4,65	38,1	122	406.77
Шопурка – с. Кобилецька Поляна	8,51	35,4	240	389.06

Для мінімальних річних витрат води в гідрологічних рядах переважають показники менші від норми стоку крім гідрологічного поста р. Косівська – с. Косівська Поляна, де в середньому переважають значення близькі до норми стоку (табл. 2.4). Відхилення від норми стоку складає 30-60%.

Середні значення стоку, які виражені у витратах води дають уяву про кількісні його показники в залежності від порядку річки. А загальний процес його стікання, який відсторонений від площ водозборів (порядку водотоків) може бути виражений у модулях стоку (табл. 2.5).

З таблиці 2.5 видно, що найбільші середні модулі стоку характерні для малих за площею, або високогірних ділянок річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) (р. Біла Тиса – Луки, р. Косівська – с. Косівська Поляна), що пояснюється значними висотами і великою кількістю опадів на водозборах, які затримуються тут при переміщенні повітряних мас. Зі зменшенням висоти водозбору відповідно зменшується і кількість опадів, що зменшує середні модулі стоку (р. Чорна Тиса – Білин, Тиса – Рахів). На величину середніх модулів стоку (табл. 2.5) також впливає площа водозбору, чим вона більша, тим буде меншою його величина і навпаки.

2.4.2. Внутрішньорічний розподіл стоку

Внутрішньорічний режим стоку річок цього басейну характеризується проходженням паводків у період з березня по серпень. У маловодні роки високі паводки іноді спостерігаються восени й навіть узимку. У зв'язку з такою складністю режиму стоку річок визначення меж сезонів є досить умовним, так як паводки, що спостерігаються протягом року, ускладнюють виділення меженного періоду.

Районування території Карпатського регіону в межах України за внутрішньорічним розподілом стоку проводиться за рядом основних факторів, таких, як висотна зональність, орографія, кліматичні особливості, умови формування річкового стоку, площа водозборів річок, модуль стоку та ін. Відповідно до класифікації карпатських річок, наведеної в Національному атласі України [81], за внутрішньорічним розподілом стоку виділяють три райони, межі яких визначені за басейновим принципом:

1) Карпатський Центральнопівнічнозахідний (гірський) – включає верхів'я Дністра та його праві притоки. Багатоводним є весняний сезон, за який проходить близько 40% річного стоку, маловодним – зимово-осінній період;

2) Верхньотисянський – басейни річок Уж, Латориця, Тиса та їх притоки. Багатоводним є весняний сезон (40% річного стоку), маловодним – осінній (близько 15% річного стоку річок);

3) Карпатський Південносхідний (гірський) – басейн рр.. Прута, Сірета та їх приток. Багатоводним є весняно-літній сезон, за який проходить понад 70% стоку річок, лімітуючим (маловодним) сезоном виділяється зимовий період.

Вивчення існуючих класифікацій та безпосередніх обрахунків внутрішньорічного розподілу стоку (ВРРС) дають змогу виділити райони з типовими (однорідними) умовами та об'ємами проходження стоку в річному розрізі.

Розраховувати внутрішньорічний розподіл стоку треба для року певної забезпеченості за стоком як за рік, так і за його окремі частини (сезони, місяці) [58].

Для характеристики внутрішньорічного розподілу стоку прийняті календарні сезони: весна (III-V), літо – осінь (IV-XI), в тому числі осінь (IX-XI), і зима (XII- II).

Відмінною особливістю внутрішньорічного розподілу стоку в басейні Верхньої Тиси є зменшення зимового стоку з висотою. Значна частина твердих опадів переходить у весняний або літній сезони. Цим пояснюється зростання стоку за літньо-осінній сезон [123].

Більша частка весняного стоку припадає на квітень (19%) і травень (14%), а в цілому навесні стікає 41% річного стоку. В літній сезон формується 22%, причому найбільший стік спостерігається в червні (9%), так як на талі води накладаються дощові паводки: за весняно-літній період формується 64% стоку, а на осінній сезон припадає лише 22%. Зима є сезоном, на який припадає найменша доля річного стоку – 14%. В цей сезон спостерігається і найменший місячний стік – менше 3% річного, частіше за все це спостерігається в січні, лютому (табл. 2.6). Величина стоку протягом року (табл. 2.6) не залишається сталою, а постійно змінюється щомісяця. Однак, у режимі його формування є певна закономірність, а саме, відмічаються два максимуми і два мінімуми. Перший максимум формується талими водами в період весняної повені (березень-травень) і набагато перевищує другий, який спостерігається в осінньо-зимовий період (листопад-грудень) від дощів.

При встановленні внутрішньорічного розподілу стоку за розрахункові одиниці часу приймаються сезони, місяці, декади. Чим коротший інтервал часу, взятий за розрахункову одиницю, тим детальніший розподіл стоку.

Період року і сезон, в якому природний стік може лімітувати водокористування, приймається за лімітуючий період і лімітуючий сезон. У лімітуючий період входять два суміжних сезони, з яких один є найбільш несприятливим щодо використання (лімітуючий сезон).

Для високогірних річок з літнім водопіллям (при використанні стоку переважно в цілях зрошення і водоспоживання) за лімітуючий період приймається осінь-зима, а за лімітуючий сезон – весна [118].

Для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) за лімітуючий сезон були прийняті літо-осінь, а за лімітуючий період – зима. Це пояснюється тим, що річки басейну Верхньої Тиси мають чітко виражений паводковий режим і більша частина стоку проходить в теплий період року (в період підвищеної водності), а в зимовий період переважно спостерігається глибока межень (табл. 2.6). За даними табл. 2.6 найбільш багатоводним місяцем є квітень, що пояснюється формуванням весняного водопілля і накладанням на нього дощового стоку.

Таблиця 2.6 – Внутрішньорічний розподіл стоку (%) у середні за водністю роки річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)
за багаторічний період

Річка - гідропост	Місяць												Сезон			
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	Весна	Літо	Осінь	Зима
Чорна Тиса – смт Ясіня	7,41	19,1	14,5	10,5	7,80	4,89	10,9	6,95	5,28	5,72	2,83	3,95	41,10	23,20	23,20	12,50
Чорна Тиса – с. Білин	7,47	20,4	14,8	10,4	6,85	4,75	4,62	6,78	10,6	7,75	2,18	3,37	42,70	22,00	22,00	13,30
Біла Тиса – с. Лути	6,03	12,9	19,3	7,88	10,6	5,85	8,02	5,76	10,6	6,01	2,88	4,10	38,30	24,35	24,35	13,00
Біла Тиса – с. Розтоки	7,87	21,4	14,0	9,39	7,12	4,88	6,69	5,38	9,33	7,19	2,84	3,88	43,30	21,40	21,40	13,90
Тиса – м. Рахів	6,88	20,2	13,4	9,66	7,07	5,32	9,99	7,19	4,87	8,08	3,14	4,18	40,50	22,05	22,05	15,40
Тиса – с. Ділове	7,66	18,3	13,4	7,61	9,85	5,38	9,95	7,82	5,08	8,05	4,01	2,84	39,41	22,84	22,85	14,90
Косівська – с. Косівська Поляна	9,67	18,9	13,2	9,12	6,76	5,02	6,32	5,25	9,33	7,70	3,64	5,06	41,80	20,90	20,90	16,40
Шопурка – с. Кобилецька Поляна	9,46	19,1	13,0	9,23	6,85	4,22	6,10	4,58	9,62	9,01	3,49	5,31	41,61	20,29	20,30	17,80

Що стосується найменш маловодного місяця, то таким є січень, що пояснюється формуванням в цей час зимової межні на території водозбору (табл. 2.6). Лімітуючий період для річок басейну верхньої частини Тиси слід враховувати, якщо на вказаному водозборі переважає водокористування на сільськогосподарські потреби, а лімітуючий сезон – для потреб гідроенергетики і водопостачання. Лімітуючий період і сезон доцільно також використовувати у прогнозуванні потенційного використання водних ресурсів для потреб комунального і сільського господарства, водопостачання та потреб гідроенергетики.

Внутрішньорічний розподіл стоку для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) проводився методом компонування сезонів. Цей метод вважається найбільш обґрунтованим і достовірним [80].

Розрахунок за методом компонування ділять на дві частини. Спочатку виконують точний розрахунок за сезонами, а потім – у межах сезонів по місяцях або декадах. Обґрунтуванням такого поділу є те, що розподіл стоку в будь-якому гідрологічному сезоні залежить від його водності, а не від водності року [58].

У таблиці 2.7 наведені основні параметри розподілу стоку у (%) для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України). За даними табл. 2.7 сума за літньо-осінній сезон більша, ніж за весняний, що пояснюється проходженням в цей період паводків на вказаному басейні.

Для вищенаведених постів за весь період спостережень були розраховані середні витрати води за багатоводний, середній за водністю і маловодний рік, які скомпоновані в сезони та покладені в основу розрахунків внутрішньорічного розподілу стоку (табл. 2.7) (див. також додатки А1 – А8).

Аналіз даних табл. 2.7 засвідчив, що майже у всіх випадках крім (р. Шопурка – с. Кобилецька Поляна, р. Біла Тиса – с. Розтоки, 50% забезпеченість) відсоткова сума за літньо-осінній сезон є найбільшою, а сума відсотків за весняний період меншою. В свою чергу, найменша частка сезонного стоку припадає на зимовий період. Це свідчить про виразний паводковий режим, який найчастіше спостерігається в теплий період року.

Це стосується, як багатоводних років (5%), так і років з середньою водністю (50%). Весняний період, завдяки значним снігозапасам на території водозбору, також характеризується підвищеною водністю.

Що стосується маловодних років (95%), то тут відсоткова сума за літньо-осінній період більша для двох гідрологічних постів р. Чорна Тиса – смт Ясіня, р. Тиса – м. Рахів, що свідчить про чітко виражений меженний період в теплий період року табл. 2.8 [123].

Таблиця 2.7 – Розрахунковий розподіл стоку води заданої забезпеченості у (%) за сезонами річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Річка - гідропост	P%	Сезонний стік $\Sigma\%$		
		Весна	Літо-осінь	Зима
Чорна Тиса – смт Ясіня	5	36,8	44,8	18,4
	50	41,1	46,2	12,5
	95	44,0	46,0	10,0
Чорна Тиса – с. Білин	5	34,3	46,5	19,2
	50	42,7	44,0	13,3
	95	51,7	39,1	9,2
Біла Тиса – с. Луги	5	37,9	44,9	17,2
	50	38,3	48,7	13,0
	95	44,7	43,5	11,8
Біла Тиса – с. Розтоки	5	37,3	44,3	18,4
	50	43,3	42,8	13,9
	95	44,3	43,4	12,3
Тиса – м. Рахів	5	38,6	40,9	20,5
	50	40,5	44,1	15,4
	95	43,6	44,1	12,3
Тиса – с.Ділове	5	34,8	43,8	21,4
	50	39,4	45,7	14,9
	95	46,9	41,2	11,9
Косівська – с. Косівська Поляна	5	37,3	42,0	20,7
	50	41,8	41,8	16,4
	95	45,1	40,6	14,3
Шопурка – с. Кобилецька Поляна	5	37,4	40,0	22,6
	50	41,6	40,6	17,8
	95	47,2	38,1	14,7

Таблиця 2.8 – Розрахунковий розподіл стоку води (%) за характерні по водності роки річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) за 1969 р. [100, 123]

Річка - гідропост	P%	Сезонний стік $\Sigma\%$		
		Весна	Літо-осінь	Зима
Чорна Тиса - Білин	5	39,8	42,8	17,4
	50	44,1	42,0	13,9
	95	54,2	39,4	6,4
Біла Тиса - Луги	5	38,9	45,8	15,3
	50	39,3	46,8	13,9
	95	43,1	45,2	11,7
Біла Тиса - Розтоки	5	36,7	46,9	16,4
	50	36,0	49,0	15,0
	95	35,1	51,4	13,5
Тиса - Рахів	5	40,0	42,5	17,5
	50	42,4	43,4	14,2
	95	47,6	43,5	8,9
Тиса - Ділове	5	35,4	47,8	16,8
	50	40,1	45,8	14,1
	95	54,7	34,6	10,7

Аналізуючи табл. 2.7 та 2.8, можна прослідкувати тенденцію, яка засвідчує що з 1978 по 2012 рік на гідрологічних постах верхньої частини Тиси (в межах України) прослідковується тенденція із збільшенням відсоткової суми за літньо-осінній період, а відсоткова сума за весняний період зменшується.

Для багатоводних років (5% забезпеченості) зберігається тенденція з перевалюванням відсоткової суми за літньо-осінній сезон, що пояснюється чітко вираженим паводковим режимом річок в теплий період року.

Що стосується середніх за водністю років (50% забезпеченості), то тут також спостерігається ситуація з перевалюванням відсоткових сум за літньо-осінній період над весняним періодом крім гідрологічного поста р.Чорна Тиса –с. Білін, який починаючи з 1978 року мав відсоткову суму за весняний період більшу. А вже до 2012 включно, почала перевалювати відсоткова сума розподілу стоку за літньо-осінній період. Це пояснюється маловодною фазою, яка закінчилась в 90-х роках і змінилась на багатоводну фазу водності.

Для маловодних років (95% забезпеченості) для гідрологічних постів р. Чорна Тиса – с. Білін, р. Біла Тиса – с. Луги, р. Тиса – м. Рахів та р. Тиса – с. Ділове спостерігається тенденція до більшої відсоткової суми за весняний період, яка до 2012 року змінюється і відсоткова сума розподілу стоку за літньо-осінній період стає більшою. Це можна пояснити маловодною фазою до 90-х років і початком багатоводної фази, яка триває до 2012 року. Кількість опадів в багатоводну фазу збільшується в літньо-осінній період, тому і відсоткова сума розподілу стоку за цей період стає більшою до 2012 року включно.

2.4.3. Максимальний стік

Необхідність детального аналізу максимальних витрат води річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) пояснюється тим, що територія Українських Карпат (басейни Тиси, Дністра та Пруту) відноситься до найбільш паводконебезпечного регіону України [46,63,128,135,167,169]. Це – найвищий гірський район української частини басейну. Формування паводків відбувається тут під впливом фізико-географічних чинників, основними з яких є гідрометеорологічні та орографічні. В цьому контексті не виключаються також антропогенні втручання, спрямованість яких не завжди відповідає вимогам щодо запобігання паводконебезпечних процесів та стримування їх розвитку.

Система гірських хребтів Карпат знаходиться на шляху переміщення вологих повітряних мас з Атлантики, що призводить до безпосереднього динамічного впливу схилів гір на повітряні потоки, гальмування панівного їх західно-східного переносу та орографічної еволюції баричних утворень [25] (див. 1.2). Внаслідок цього відбувається інтенсифікація зливових дощів, які охоплюють за таких ситуацій одночасно значну територію – нерідко 10-30

тис.км². Кількість опадів за 24 години може досягати при цьому 2-3 місячних норм – 150-250 мм. Якщо на рівнинній території України в середньому за рік випадає 400-600 мм опадів, то в Карпатах 1000-1600, місцями до 2000 мм і більше. За останні 80-100 років опади в Карпатах за кількістю більше 100 мм за 24 години були зареєстровані в різних пунктах більше 200 разів [136].

Похили місцевості в горах перевищують 200-500 м/км, тому за зливових дощів процеси формування стоку відбуваються досить інтенсивно. Уявлення про інтенсивність цих процесів може дати порівняння максимальних модулів стоку з гірських і рівнинних водозборів. У Карпатах з водозборів 100-200 км² модулі досягають 2,5-3,2 м³/(с·км²), на рівнинних річках вони становлять 0,2-0,4 м³/(с·км²).

Значні похили місцевості зумовлюють на гірських річках швидкоплинні перебіги паводків, за яких підйоми рівнів води досягають 1,5-2,5 м за 3-4 години [94]. Одночасно відбувається швидке скидання паводкових вод з гірських водотоків до річкових долин.

Для басейну Тиси на відміну від інших річкових басейнів Карпатського регіону, характерними є паводки змішаного походження (сніго-дощові, найчастіше з перевагою дощового стоку), які відбуваються в холодний період року. Такий режим водності зумовлений кліматичними особливостями Закарпаття [136].

Слід зазначити, що водопілля для басейну Тиси можна спостерігати не кожен рік, тому виділити і проаналізувати його досить важко. В роботі для аналізу максимальних витрат води були задіяні сніго-дощові та дощові паводки.

Сніго-дощові та дощові паводки на карпатських річках відзначаються частотою, інтенсивністю перебігу та одночасним охопленням великих площ. Основними причинами таких проявів стихії є інтенсивні зливові дощі та орографія місцевості [137].

Знання закономірностей повторюваності значних паводків дозволяють оцінити ймовірність виникнення небезпечних явищ на водних об'єктах. Перші згадки про визначні паводки в Карпатах дійшли до нас із літературних джерел, що відносяться до XII ст. У XX столітті періоди високої водності з частими паводками спостерігалися в Карпатах у 1912-1927, 1940-1955, 1965-1981 роках. Такі періоди характеризувалися значною кількістю опадів – за рік і окремі місяці вони в 2-3 рази перевищували норму [136].

За період 1989-2008 рр. у Карпатському регіоні неодноразово проходили високі, нерідко катастрофічні за своїми наслідками, паводки. Вони охопили також і територію Західної та Центральної Європи, що пов'язано з глобальними атмосферними процесами. У Карпатському регіоні порівняно високі паводки спостерігалися в такі роки: басейн Тиси – 1992, 1993, 1995, 1998, 2001, 2008 рр. [137].

Максимальні витрати паводків для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) за даними 8 гідрологічних постів (табл. 2.1.) було

узагальнено за весь період спостережень (включно до 2012 р.), тому, що паводки для Карпатського регіону мають більший вплив для формування гідрологічного режиму і паводкові витрати зазвичай більші, ніж витрати водопілля [136, 167].

Значні похили місцевості зумовлюють на річках басейну швидкоплинні короткочасні паводки, під час яких підйоми рівнів води досягають 1,5-2,5м за 4-6 годин. Одночасно відбувається стрімке стікання паводкових вод з гірських водотоків до річкових долин, де відбувається затоплення заплавної площ. Паводки на річках верхньої частини басейну Тиси (в межах України) формуються атмосферними опадами, які випадають 165-175 днів на рік.

Аналіз багаторічних гідрологічних даних засвідчує, що високі паводки на річках верхньої частини басейну Тиси (в межах України) формуються протягом всього року, а найвищі з них припадають переважно на осінь і початок зими. На річках басейну Тиси дощові та сніго-дощові паводки повторюються 3-8 разів на рік, але особливо загрозливими вони бувають у періоди високої водності річок [136].

Таким чином, високі (активні) паводки для річок верхньої частини Тиси (в межах України) є характерним елементом гідрологічного режиму гірських річок. Вони повторюються кожні 10-15 років [3], завдають великих збитків.

В окремі періоди року високі паводки проходять один за одним і з інтервалом один-два тижні. Наприклад, два таких паводки спостерігалися в кінці грудня 1947 р. на початку січня 1948 рр. Паводки з інтервалом 10-15 днів мали місце на річках басейну Тиси в березні 1940, 1962, 1967, 2001 рр.

Аналіз багаторічних даних спостережень за кількістю опадів та гідрологічним режимом у верхній частині басейну Тиси (в межах України) засвідчує, що найбільш високі підйоми рівнів та збільшення витрат характерні для осінньо-зимових паводків. На частку цих паводків припадає в середньому 20-30% всієї їх кількості, що формуються протягом року. При цьому у 15-30% випадків вони досягають найбільших значень. За даними [9], за останні 60 років найбільш високими осінньо-зимовими (листопад-грудень) паводками характеризувалися наступні роки 1941, 1947, 1978, 1979, 1992, 1993, 1995, 1998.

На річках верхньої частини басейну Тиси (в межах України) впродовж всього року спостерігаються паводки різного походження. Внаслідок нестійкого термічного режиму і частих вторгнень теплих мас повітря в зимовий період, в басейнах річок даного регіону спостерігаються тривалі і інтенсивні опади. Як правило, і процес танення також супроводжується рясним випадінням опадів. В результаті такого типу погоди в холодний період року (грудень-квітень) на річках формуються високі паводки тало-дощового походження, які характеризуються значними коефіцієнтами стоку. При густій річковій мережі та великих похилах в річкових руслах це нерідко призводить до виникнення катастрофічних паводків. Натомість у теплий період року формуються лише дощові паводки.

Весною (березень-квітень) порівняно високі паводки бувають рідше. У ХХ сторіччі вони спостерігалися в 12-13 відсотків років. Проте вони були нижчими за максимальними витратами, ніж це мало місце в березні 2001 р. [137].

Оцінка розподілу максимального стоку паводків для річок вказаного басейну Тиси (в межах України) проводилась трьома основними методами: 1) моментів; 2) найбільшої правдоподібності; 3) графоаналітичним [118].

У табл. 2.9 і 2.10 [100, 104] представлені розрахунки максимального паводкового стоку для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України).

Таблиця 2.9 – Максимальні витрати води (м³/с) сніго-дошових паводків за даними різних забезпеченостей для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

№ п/п	Річка - гідропост	Забезпеченість (%)				
		0,01	0,1	1	3	5
1	Чорна Тиса – смт Ясіня	306	223	146	112	96
2	Чорна Тиса – с. Білин	849	643	402	325	289
3	Біла Тиса – с. Луги	145	105	71	56	49
4	Біла Тиса – с. Розтоки	764	577	389	300	259
5	Тиса – м. Рахів	1889	1359	878	664	567
6	Тиса – с. Ділове	1195	937	672	543	482
7	Косівська – с. Косівська Поляна	372	272	175	131	109
8	Шопурка – с. Кобилецька Поляна	817	608	401	304	260

Таблиця 2.10 – Максимальні витрати води (м³/с) дошових паводків за даними різних забезпеченостей для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

№ п/п	Річка - гідропост	Забезпеченість (%)				
		0,01	0,1	1	3	5
1	Чорна Тиса – смт Ясіня	298	235	171	139	124
2	Чорна Тиса – с. Білин	816	627	452	370	332
3	Біла Тиса – с. Луги	309	227	146	109	90
4	Біла Тиса – с. Розтоки	770	597	422	337	299
5	Тиса – м. Рахів	1535	1118	753	596	525
6	Тиса – с. Ділове	1406	1090	771	620	549
7	Косівська – с. Косівська Поляна	171	135	98	80	71
8	Шопурка – с. Кобилецька Поляна	315	251	186	153	138

У табл. 2.9 для гідрологічних постів р. Тиса – м. Рахів, р. Біла Тиса – с. Луги та р. Чорна Тиса – смт Ясіня були знайдені значення максимального стоку за методом найбільшої правдоподібності, а для інших п'яти постів використаний графоаналітичний метод. Вибір цих методів проводився при аналізі накладання теоретичної та емпіричної розподілу кривих стоку [78].

Для дошових паводків при розрахунках стоку метод найбільшої правдоподібності був застосований як основний для двох гідрологічних

постів – р. Тиса – м. Рахів та р. Чорна Тиса – с. Білин, а для інших шести постів використаний графоаналітичний метод.

На рис. 2.4 та рис. 2.5 представлені емпіричні криві забезпеченості максимальних витрат води сінго-дощових та дощових паводків для р. Біла Тиса – с. Луги та р. Чорна Тиса – смт Ясіня, які засвідчують незначне розходження кількісних оцінок максимального стоку.



Рис. 2.4 – Емпірична крива забезпеченості максимальних витрат води сінго-дощових паводків річки Біла Тиса – с. Луги

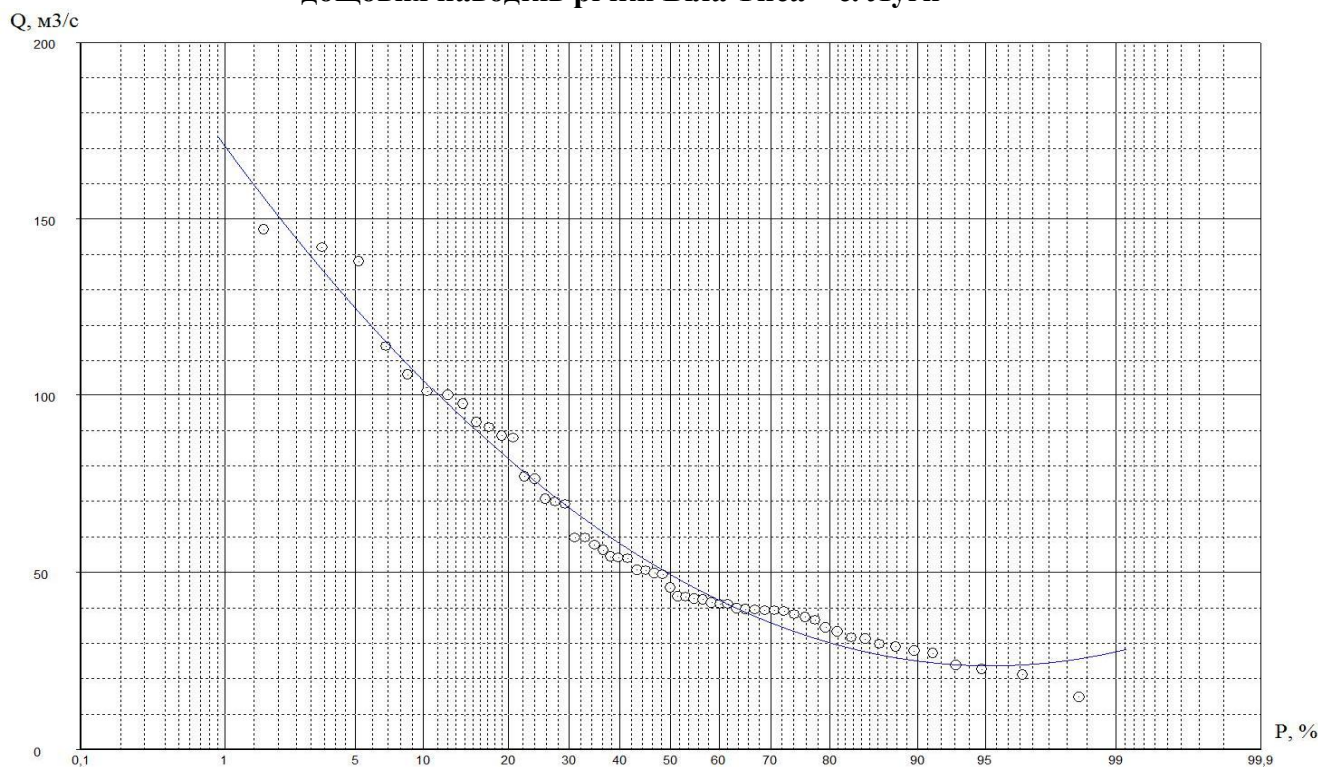


Рис. 2.5 – Емпірична крива забезпеченості максимальних витрат води дощових паводків річки Чорна Тиса – смт Ясіня

На рис.2.6 наведені результати оцінки паводкових витрат води для вище наведених гідрологічних постів. Варто відмітити, що на рис. 2.6 послідовність та номери гідрологічних постів були взяті з табл. 2.9 і табл. 2.10 [104].

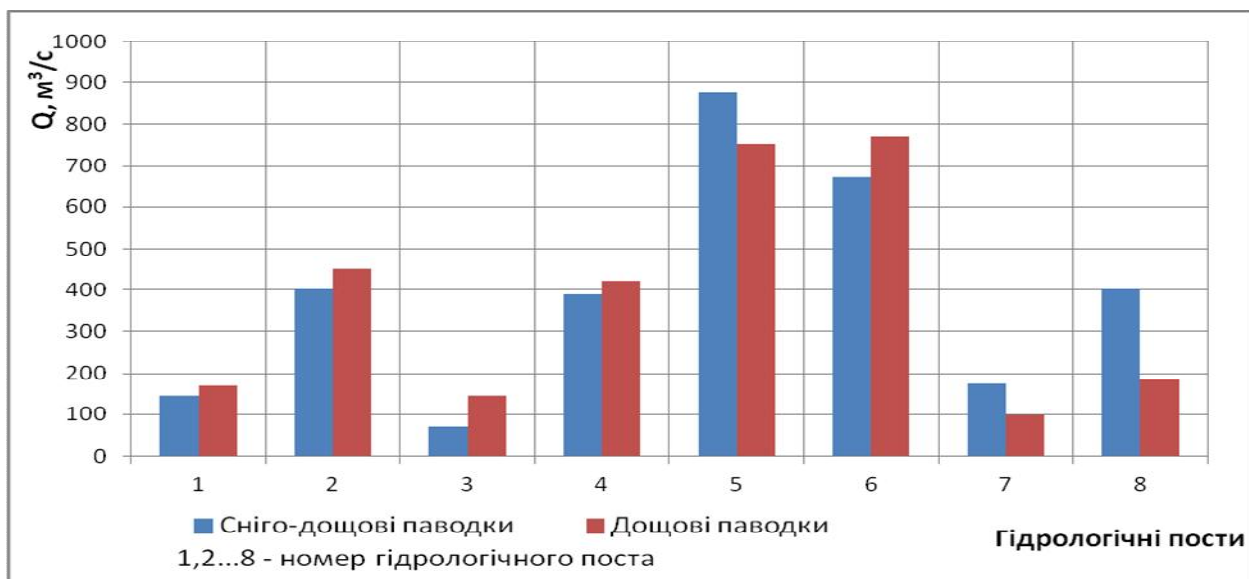


Рис. 2.6 – Оцінка максимального стоку води паводків різного походження (1% забезпеченості) для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

На рис. 2.7 показані зв'язки між максимальними витратами сніго-дошових та дошових паводків для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України), які характеризуються достатньо високим коефіцієнтом апроксимації.

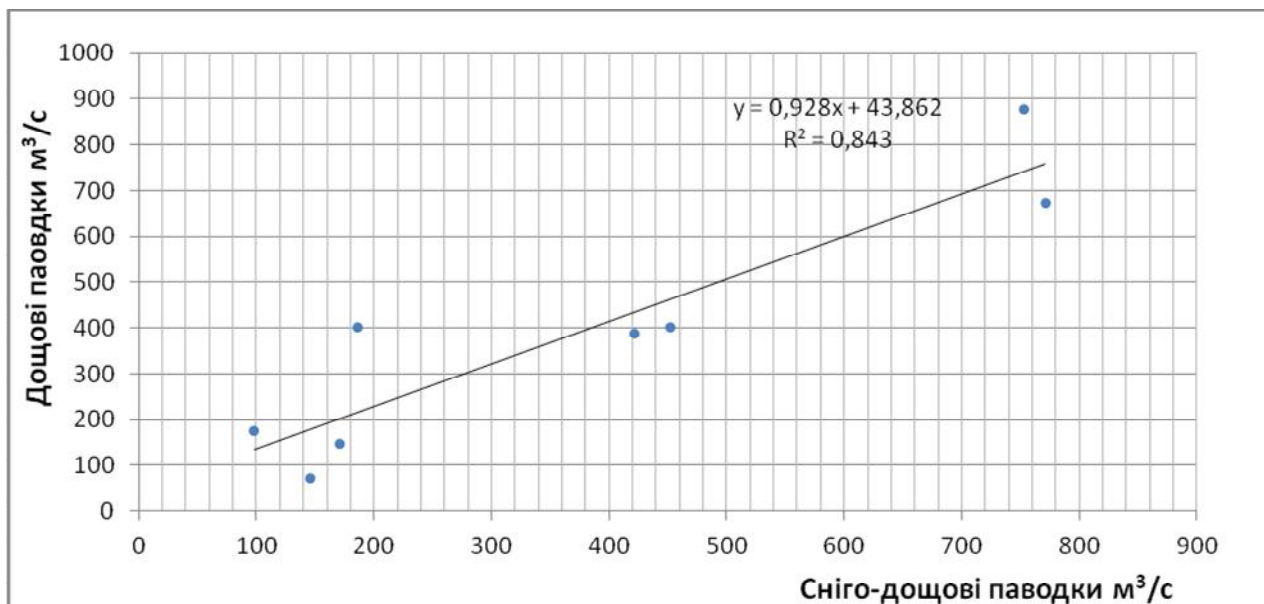


Рис. 2.7 — Зв'язок між максимальними витратами води (1% забезпеченості) сніго-дошових та дошових паводків для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Як видно з рис. 2.6 найбільші витрати води притаманні для дощових паводків крім трьох гідрологічних постів (р. Тиса – м. Рахів, р. Косівська – с. Косівська Поляна та р. Шопурка – с. Кобилецька Поляна) для яких характерні найбільші витрати для снігодощових паводків. Таку ситуацію можна пояснити тим, що за останні 20 років на річках басейну переважали саме сніго-дощові паводки, які мали дуже малі показники забезпеченостей і характеризувались значними витратами води.

Аналізуючи рис. 2.7 можна зробити висновок, що зв'язки між максимальними витратами сніго-дощових та дощових паводків тісні ($r=0,83$), що свідчить про однорідність рядів максимальних витрат води (див. 2.3). З іншого боку досить тісна залежність між різними видами паводків може бути обумовлена єдиним проходженням головного чинника їх формування – опадів. А межа їх розділення на дощові і сніго-дощові, особливо в перехідні сезони (осінь, весна) може бути нечітко вираженою.

2.4.4. Мінімальний стік

Мінімальний стік є одним із основних понять, якими користуються в гідрології при аналізі й розрахунках стоку, а мінімальна витрата води є однією з основних гідрологічних характеристик, яку потрібно розраховувати при проектуванні водозабірних та гідроенергетичних споруд на річках [7].

Перші гідрологічні розрахунки для річок України щодо мінімального стоку були виконані К. А. Лисенко. Також закономірності формування витрат води річок протягом меженного періоду детально розглянуті у працях А. Г. Курдова, О. М. Владимірова, І. М. Ромася, Т. В. Соловей, Н. С. Лободи та ін. (див. 1.4). Однак, не зважаючи на те, що за останнє десятиріччя все більше уваги приділяють вивченню процесу формування мінімального стоку річок України, все ж таки проблема залишається в тому, що не всі річки України охоплені детальним дослідженням меженного стоку [7].

Мінімальний стік спостерігається в період межені, коли річки переходять здебільшого на живлення підземними водами. На річках зони надлишкового зволоження і на гірських річках найменші витрати води спостерігаються взимку, а на річках недостатнього зволоження – влітку [58].

Оскільки підземне ґрунтове живлення річок, в цілому, залежить від глибини залягання рівня ґрунтових вод, а глибина – від зволоження території, величина мінімального стоку має зональний характер. У зоні надлишкового зволоження, де глибина залягання ґрунтових вод незначна, навіть невеликий вріз річки забезпечує їй постійне живлення, на величину якого місцеві (азональні) фактори мало впливають.

Для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) за даними діючих гідрологічних постів за період спостережень були розраховані середні мінімальні річні витрати води із заданою забезпеченістю, та мінімальні річні величини з відповідними коефіцієнтами варіації і асиметрії (табл. 2.11 – 2.12).

Таблиця 2.11 – Статистичні параметри рядів мінімальних річних витрат води за даними діючих гідрологічних постів річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) з нестійким льодоставом

Річка - гідропост	$Q_{\min, \text{сер.}}$ $\text{м}^3/\text{с}$	C_v	C_s	$Q_{\min 75\%}$ $\text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\min 95\%}$ $\text{м}^3/\text{с}$
Біла Тиса– с. Луги	0,90	0,50	0,37	0,50	0,20
Тиса– м. Рахів	4,60	0,36	0,43	3,50	2,10
Косівська– с. Косівська Поляна	1,10	0,37	0,22	0,80	0,30

Таблиця 2.12 – Статистичні параметри рядів мінімальних річних витрат води за даними діючого гідрологічного посту смт Яснія

Річка - гідропост	Основні показники				
	$Q_{\min, \text{сер.}}$ $\text{м}^3/\text{с}$	C_v	C_s	$Q_{\min 75\%}$ $\text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\min 95\%}$ $\text{м}^3/\text{с}$
Мінімальний стік холодного періоду року (закрите русло)					
Чорна Тиса – смт Яснія	1,60	0,66	2,00	0,35	0,18
Мінімальний стік теплого періоду року (відкрите русло)					
Чорна Тиса – смт Яснія	0,80	0,50	2,57	0,97	0,6

Аналізуючи табл. 2.11 можна зробити висновок, що для гідрологічних постів р. Біла Тиса – с. Луги та р. Косівська – с. Косівська Поляна превалюють в гідрологічних рядах значення близькі до норми мінімального стоку. Для гідрологічного поста р. Тиса – м. Рахів, має місце переважання в гідрологічних рядах значень менших від середніх його показників. Можливо це можна пояснити суттєвою різницею меженної водності на вказаних річках.

Коефіцієнт варіації (C_v) змінюється від 0,36 до 0,5 (табл. 2.12), що засвідчує несуттєві міжрічні коливання показників мінімального стоку. Найбільші відхилення цих показників зафіксовані для річок з нестійким льодоставом із найбільшими площами водозборів та зниженими висотними відмітками, що засвідчує певну нерівномірність мінімального стоку на них (перехід від гірської частини на рівнину). Що стосується коефіцієнта асиметрії (C_s) то він коливається в межах від 0,22 до 0,43 (табл. 2.11).

На рис. 2.8 предствлена емпірична крива забезпеченості середніх мінімальних річних витрат води для гідрологічного поста р. Тиса – м. Рахів, яка засвідчує незначне перевищення аналітичних показників мінімального стоку над фактичними, але в цілому достатньою їх збіжністю.

Мінімальні витрати води спостерігаються як в теплий, так і в холодний період року (переважно в міжпаводкові періоди). Перший мінімум встановлюється у вересні-жовтні і пов'язаний він із суттєвим зменшенням поверхневого стіку і вичерпуванням запасів підземних вод. На річках басейну стійка літня межень спостерігається у 20% випадків, а стійка зимова межень – у 40 % випадків [65, 75].

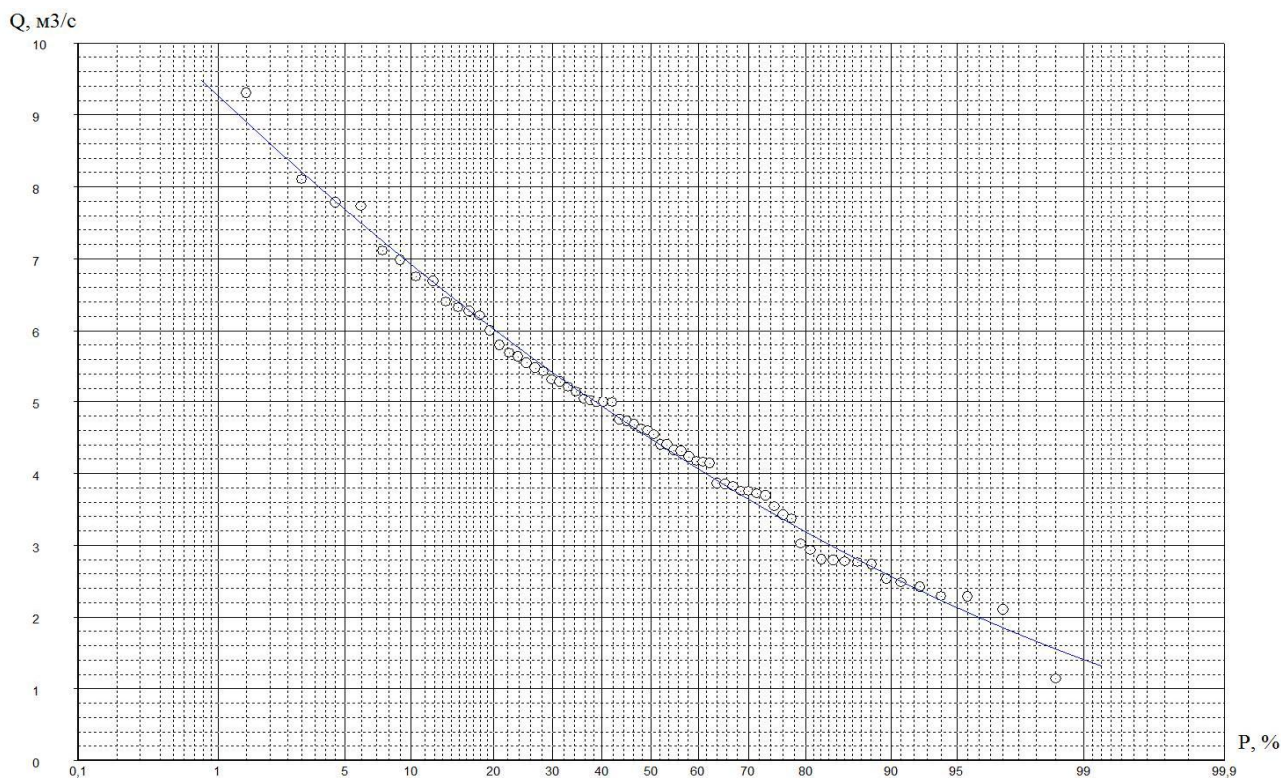


Рис. 2.8 – Емпірична крива забезпеченостей середніх мінімальних річних витрат води р. Тиса – м.Рахів

Аналізуючи табл. 2.12, можна зробити висновок, що для гідрологічного поста р. Чорна Тиса – смт Ясіня в гідрологічних рядах переважають значення менші за норму мінімального стоку. Варто зазначити, що гідрологічний пост р. Чорна Тиса – смт Ясіня має стійкий льодостав. Дані з табл. 2.12 показують, що мінімальний стік для річок у холодний період помітно збільшується у порівнянні з витратами в теплий період року.

Слід відмітити, що для потреб водопостачання і гідроенергетики треба чітко знати абсолютний мінімум 95% забезпеченості, щоб унеможливити варіант пов'язаний з пересиханням водотоку. Як видно з табл. 2.11 – 2.12 за даними всіх 4 діючих гідрологічних постів, пересихання верхньої частини басейну Тиси (в межах України) не відбувається.

За основні характеристики мінімального стоку приймаються середньомісячні (30-добові періоди з найменшим стоком) та мінімальні середньодобові витрати в літньо-осінній та зимовий періоди (табл. 2.12). Мінімальні середньомісячні витрати переважно 95% забезпеченості є розрахунковими при проектуванні гідроелектростанцій, водосховищ ставків, а мінімальні середньодобові витрати 95% забезпеченості – при проектуванні споруд для водопостачання населених пунктів і промислових підприємств [77].

Крім цього, встановлено, що для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) найнижча мінімальна витрата води припадає переважно на період зимової межени (грудень-лютий).

2.5. Порівняльна оцінка строкових і середньодобових витрат води для річок верхньої частини басейну Тиси

Для комплексної оцінки паводкового режиму річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) та застосування її результатів при дослідженні руслових процесів, гідроенергетичних потреб, охорони річок важливо встановити та проаналізувати співвідношення між строковими і середньодобовими витратами. Час проходження деяких паводків на Карпатських річках вимірюється годинами, тому гідрологічні пости (більшість з яких не є автоматичними) часто просто не можуть фіксувати їх проходження. Але між тим, під час проходження катастрофічних паводків на вказаних річках співвідношення між строковими і середньодобовими витратами може бути більшим, ніж в два рази, наприклад (р. Тиса – м. Рахів 1977 рік $Q_{\text{сер.доб.}}=222 \text{ м}^3/\text{с}$, а $Q_{\text{строк}} = 508 \text{ м}^3/\text{с}$).

Для проведення порівняльної оцінки строкових і середньодобових витрат води були взяті відповідні їх максимальні значення сніго-дошових та дошових паводків для 8 гідрологічних постів на річках верхньої частини басейну Тиси (в межах України) (табл. 2.1) і виконаний між цими витратами аналіз зв'язків для вказаних річок (табл. 2.13–2.15, рис. 2.9–2.11) [103].

Таблиця 2.13 – Кореляційні зв'язки між строковими і середньодобовими витратами води для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Річка - гідропост	Коефіцієнти парної кореляції		
	Максимальні річні витрати	Максимальні сніго-дошові паводки	Максимальні дошові паводки
Чорна Тиса – смт Ясіня	0,84	0,84	0,84
Чорна Тиса – с. Білин	0,72	0,76	0,73
Біла Тиса – с. Луги	0,84	0,92	0,89
Біла Тиса – с. Розтоки	0,78	0,83	0,79
Тиса – м. Рахів	0,83	0,84	0,8
Тиса – с. Ділове	0,6	0,32	0,63
Косівська – с. Косівська Поляна	0,9	0,92	0,94
Шопурка – с. Кобилецька Поляна	0,88	0,93	0,75

Як видно з табл. 2.13, тісні кореляційні зв'язки ($r= 0,81 - 0,94$) (р. Чорна Тиса – смт Ясіня, р. Біла Тиса – с. Луги, р. Косівська – с. Косівська Поляна) між строковими та середньодобовими витратами води (максимальні витрати, сніго- дошові та дошові паводки) притаманні для гідрологічних постів, які мають найбільш високі абсолютні відмітки поста та середню висоту уріза річки в створі поста (табл. 2.15), а отже, і водозбірної площі. Тобто, чим більш «гірським» буде розташування басейну річки, тим більшою буде відповідність між вказаними витратами.

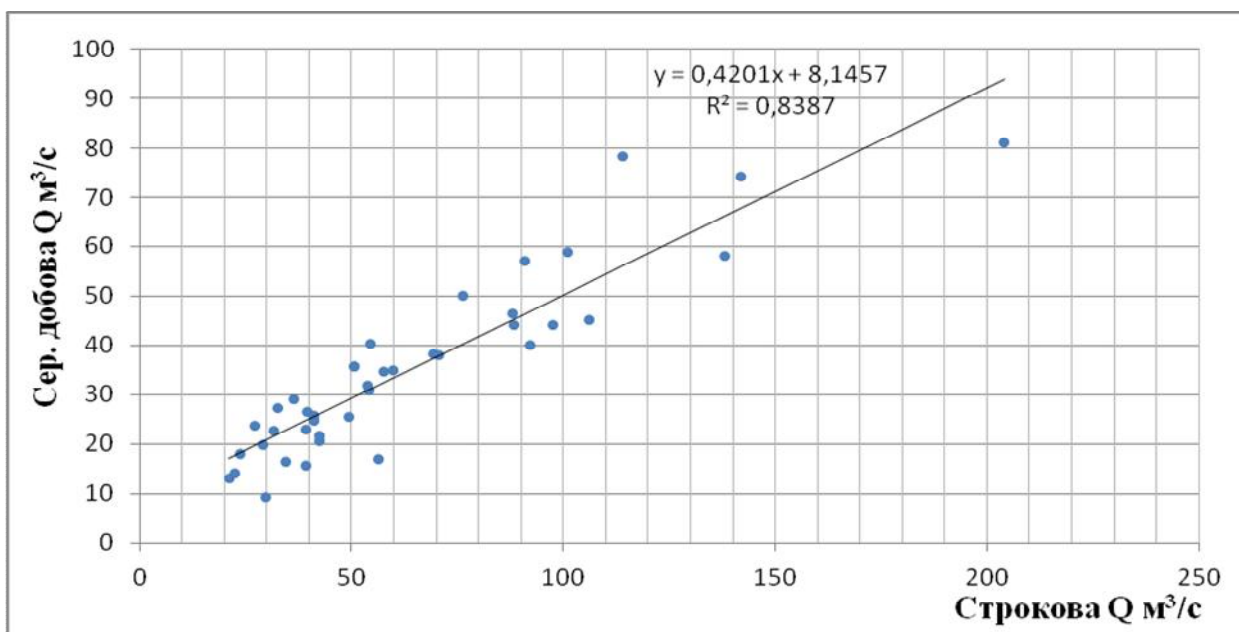


Рис. 2.9 – Зв'язок між строковими і середньодобовими максимальними витратами води дощових паводків для р. Чорна Тиса – смт Ясіня

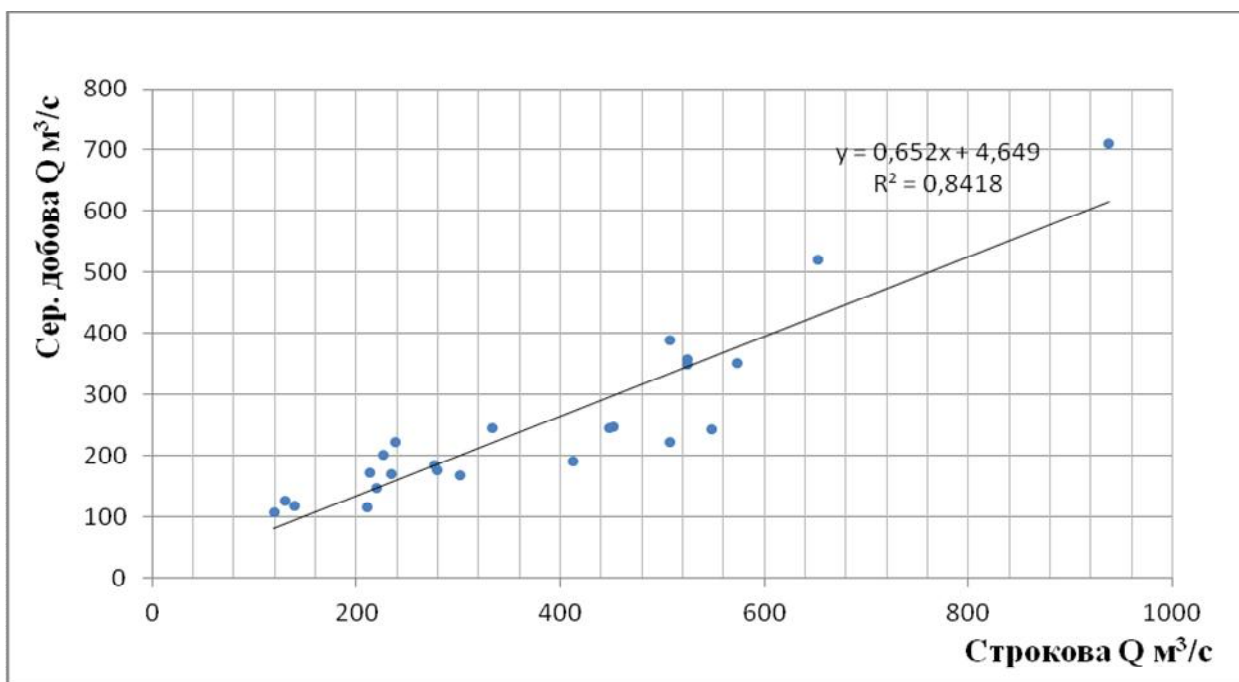


Рис. 2.10 – Зв'язок між строковими і середньодобовими максимальними витратами води сніго-дощових паводків для р. Тиса – м. Рахів

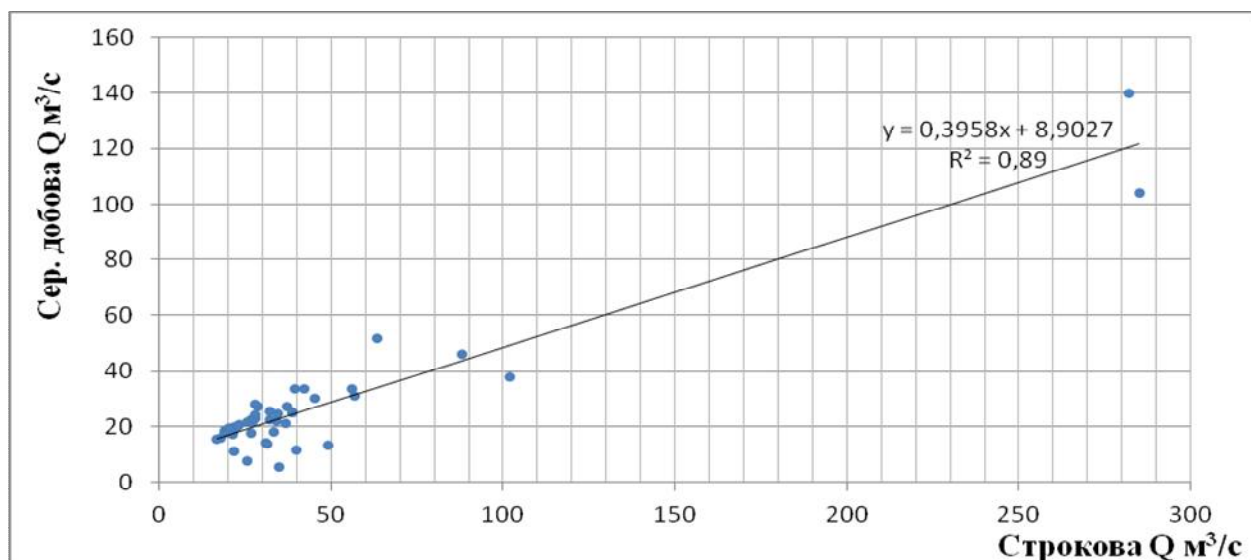


Рис. 2.11 – Зв'язок між строковими і середньодобовими витратами максимальних витрат води (дошових паводки) для р.Біла Тиса – с. Луги

Таблиця 2.14 – Основні морфометричні показники гідрологічних постів річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Річка - гідропост	Відстань від гирла, км	Площа водозбору, км ²	Відмітка «0» поста, м БС
Чорна Тиса – смт Ясіня	25	194	646,50
Чорна Тиса – с. Білин	5,6	540	492,12
Біла Тиса – с. Луги	15	189	602,05
Біла Тиса – с. Розтоки	3,5	473	482,93
Тиса – м. Рахів	962	1070	429,73
Тиса – с. Ділове	945	1190	345,96
Косівська – с. Косівська Поляна	8,0	122	406,77
Шопурка – с. Кобилецька Поляна	11	240	389,06

Таблиця 2.15 – Порівняльна оцінка співвідношень строкових ($Q_{ст}$) і середньодобових ($Q_{сд}$) витрат води для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Річка - гідропост	$Q_{ст}/Q_{сд}$ в % звесь період			$Q_{ст}/Q_{сд}$ % сніго-дошові паводки			$Q_{ст}/Q_{сд}$ % дошові паводки		
	сер	макс	мін	сер	макс	мін	сер	макс	мін
Чорна Тиса – смт Ясіня	182	329	106	183	275	106	181	329	115
Чорна Тиса – с. Білин	175	311	109	196	311	109	165	286	116
Біла Тиса – с. Луги	175	619	100	186	585	117	172	619	100
Біла Тиса – с. Розтоки	163	403	105	179	247	127	156	403	105
Тиса – м. Рахів	160	337	103	152	229	103	164	337	106
Тиса – с. Ділове	161	316	107	156	252	116	164	316	107
Косівська – с. Косівська Поляна	169	466	101	180	466	119	162	507	101
Шопурка – с. Кобилецька Поляна	160	263	103	169	232	136	153	263	103
Середнє по басейну	168,1	380,5	104,3	175,1	324,6	116,6	164,6	382,5	106,6

Із збільшенням абсолютних висот, в свою чергу зростає кількість та інтенсивність опадів, що робить тіснішою кореляцію між строковими і середньодобовими витратами. Також слід зазначити, що важливим фактором для оцінки залежностей між строковими і середньодобовими витратами є площа водозбору. Чим менша площа, тим швидше буде стікання води до замикального створу, і тим меншою буде різниця між строковими і середньодобовими витратами води та тісніші їх зв'язки (табл. 2.14). Із зростанням водозбору, зменшується тіснота зв'язків між вищенаведеними показниками витрат води (р.Тиса – с. Ділове) (табл. 2.13), так як на цей процес вже суттєво впливають додаткові чинники як, наприклад, селитебне навантаження, умови та процеси добігання стоку та інше.

Перевищення строкових над середньодобовими витратами води в відсотковому відношенні для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) наведені в табл. 2.15. Слід зазначити, що найбільша різниця у цьому відношенні для максимальних витрат, сніго-дощових та дощових паводків характерна для найбільш «гірських» гідрологічних постів (р. Біла Тиса – с. Луги та р. Косівська – с. Косівська Поляна), що пояснюється значною інтенсивністю випадіння опадів на водозборах вказаних річок та швидкістю процесів їх добігання до руслової мережі [48]. Що стосується найменших різниць цих параметрів, то вони притаманні для гідрологічного поста з найменшою середньою висотою урізу річки в створі поста (р. Тиса – с. Ділове) (табл. 2.15), де спостерігається як менша інтенсивність і кількість опадів, так і більш розтягнутий час їх добігання в річку [48].

На рис. 2.12– 2.13 наведені залежності між строковими та середньодобовими витратами для сніго-дощових та дощових паводків для Чорної Тиси і Тиси.

Варто відзначити і процеси формування $Q_{ст}$ і $Q_{сд}$ при проходженні різних за генезисом паводків на вказаних річках. Як видно з рис. 2.12-2.13 активний підйом кривих відбувається під час збільшення витрат води і виходу води за брівки (bankfull stage). Максимальна різниця між строковими та середньодобовими витратами води для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) спостерігається під час проходження здебільшого найбільших витрат води, що пояснюється великою різницею між величинами середньодобових і строкових витрат води. В цілому, на рис. 2.12–2.13 прослідковується тенденція до збільшення різниці між $Q_{строк}$ і $Q_{сер.доб}$ із зростанням цих витрат води. Але уточнені результати мають бути виконані з урахуванням гідроморфодинамічних розрахунків русла у створах гідрологічних постів.

Слід зазначити, що найбільші витрати води (рис. 2.6) притаманні для дощових паводків. Але за останні 20 років переважали на річках басейну саме сніго-дощові паводки, які мали дуже малі показники забезпеченостей [104]. Але, що стосується загальної частоти повторення паводків для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України), то тут переважають дощові паводки над сніго-дощовими (див. 2.4).

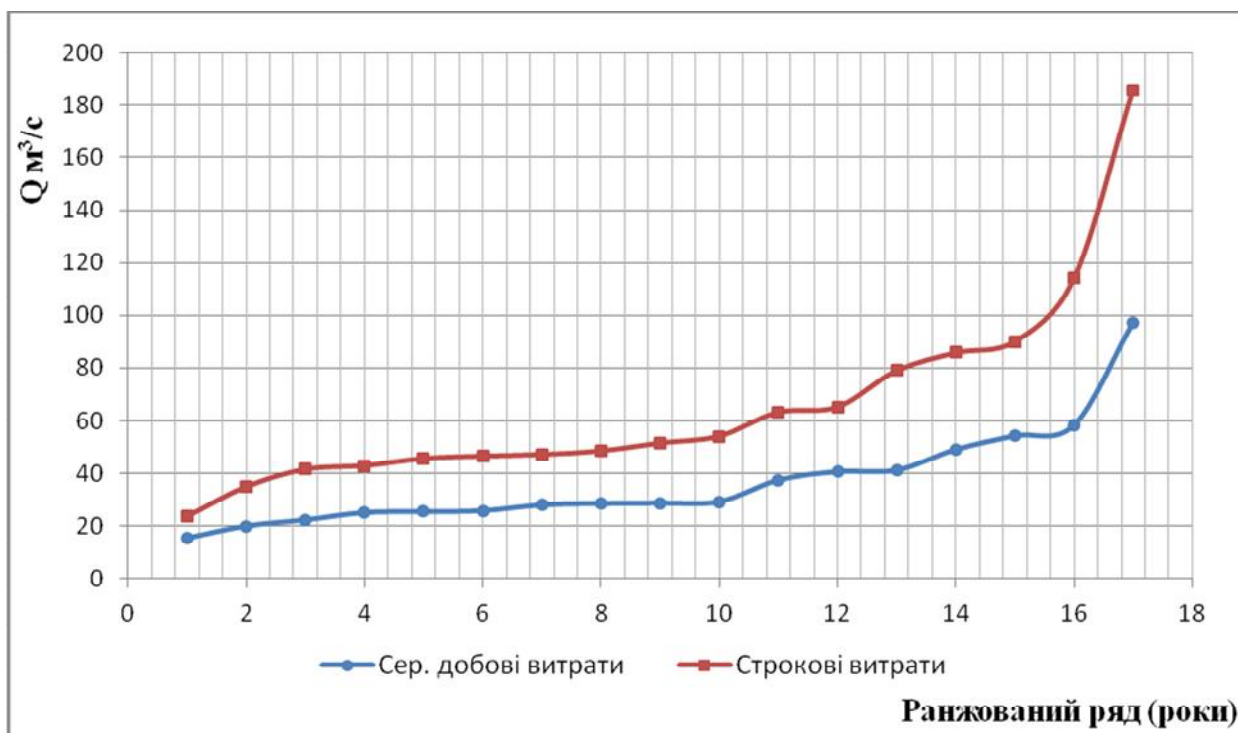


Рис. 2.12 – Графіки розподілу витрат води ранжованих рядів (років) між строковими та середньодобовими витратами для сніго-дощових паводків для річки Чорна Тиса – смт Ясіня

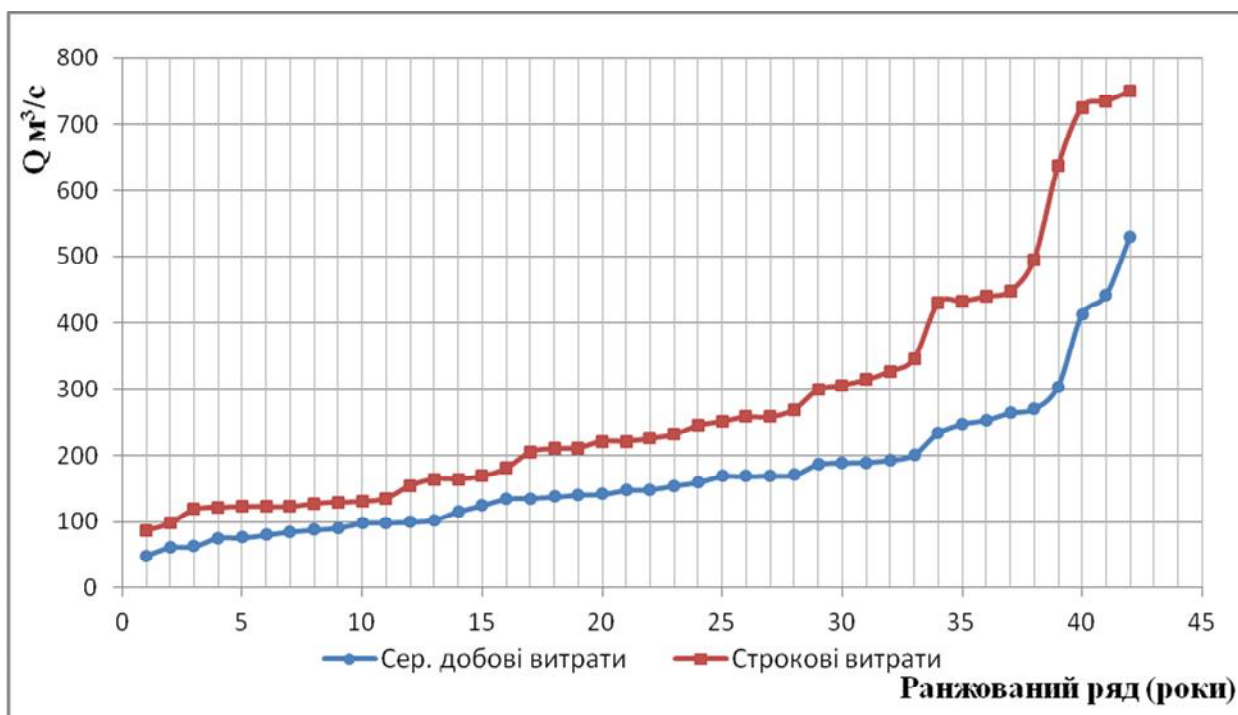


Рис. 2.13 – Графіки розподілу витрат води ранжованих рядів (років) між строковими та середньодобовими витратами для дощових паводків для річки Тиса – м. Рахів

2.6. Аналіз багаторічних коливань стоку річок верхньої частини басейну Тиси

В Україні вплив сучасних змін клімату на водний режим річок досліджували такі вчені як Гопченко Є. Д., Лобода Н. С., Войцехович В. О., Вишневський В. І., Гребінь В. В., Кіндюк Б. В., Василенко Є. В., Горбачова Л. О., Лук'янець І. О. та ін. (див. 1.4). Так, у роботах Є. Д. Гопченка, Н. С. Лободи та ін. [27-29, 60-61] досліджено багаторічні коливання водного стоку річок, у яких відмічається, що у рядах спостережень існують спрямовані часові тренди, які необхідно враховувати при гідрологічних розрахунках та прогнозах. Аналіз трендів, зазвичай, проводився на основі їхньої статистичної значимості.

Врахування багаторічних циклічності коливань стоку та характеру їх просторово-часових змін у практиці гідрологічних та водогосподарських розрахунків є важливим з точки зору забезпеченості водопостачання різних галузей господарства і може виступати також у якості чинника руслових процесів та з огляду на оцінювання гідроенергетичного потенціалу річок.

Багаторічні коливання річкового стоку являють собою безперервно – дискретний характер, детермінований впливом цілого ряду взаємообумовлених і взаємообмежувальних факторів, який проявляється у вигляді чергування груп підвищених та занижених закономірних значень. Із позицій принципу ергодичності відкритої динамічної системи [76, 111-112] випливає, що в процесі еволюції такої системи кожний її елемент з певною періодичністю повторюється, утворюючи цим самим певну ієрархічну структуру дискретного розвитку. Дослідуючи циклічність коливань річкового стоку з використанням апарату спектральних функцій Г. П. Калінін та А. І. Давидова [43] прийшли до висновку про наявність циклів різної тривалості. Більш детально питання циклічності стоку річок Українських Карпат знайшли своє відображення у роботах [134, 148].

Відомо, що достатньо надійним інструментом для аналізу багаторічних просторово-часових коливань річкового стоку є різницеві інтегральні криві відхилень від норми [3, 93]. За їхніми показниками водність періоду оцінюється за допомогою середнього модульного коефіцієнта ($K_{\text{сер}}$) за окремий період [23].

З метою аналізу змін стоку досліджуваних річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) були побудовані різницеві інтегральні криві коливань середніх річних, максимальних та мінімальних річних витрат води за даними діючих гідрологічних постів. У якості прикладів на рис. 2.14–2.15 наведені і середніх річних витрат води на гідрологічному посту р. Тиса – м. Рахів такі криві для гідрологічних постів р. Косівська – с. Косівська Поляна, р. Тиса – м. Рахів. Слід зазначити, що гідрологічний пост р. Тиса – смт Вилочок був взятий для аналізу змін стоку, як замикальний, який дає змогу отримати більш точні результати при вищенаведеній оцінці (табл. 2.16–2.17).



Рис. 2.14 – Різницеви інтегральні криві максимальних річних, мінімальних річних і середніх річних витрат води на гідрологічному посту р. Косівська – с. Косівська Поляна

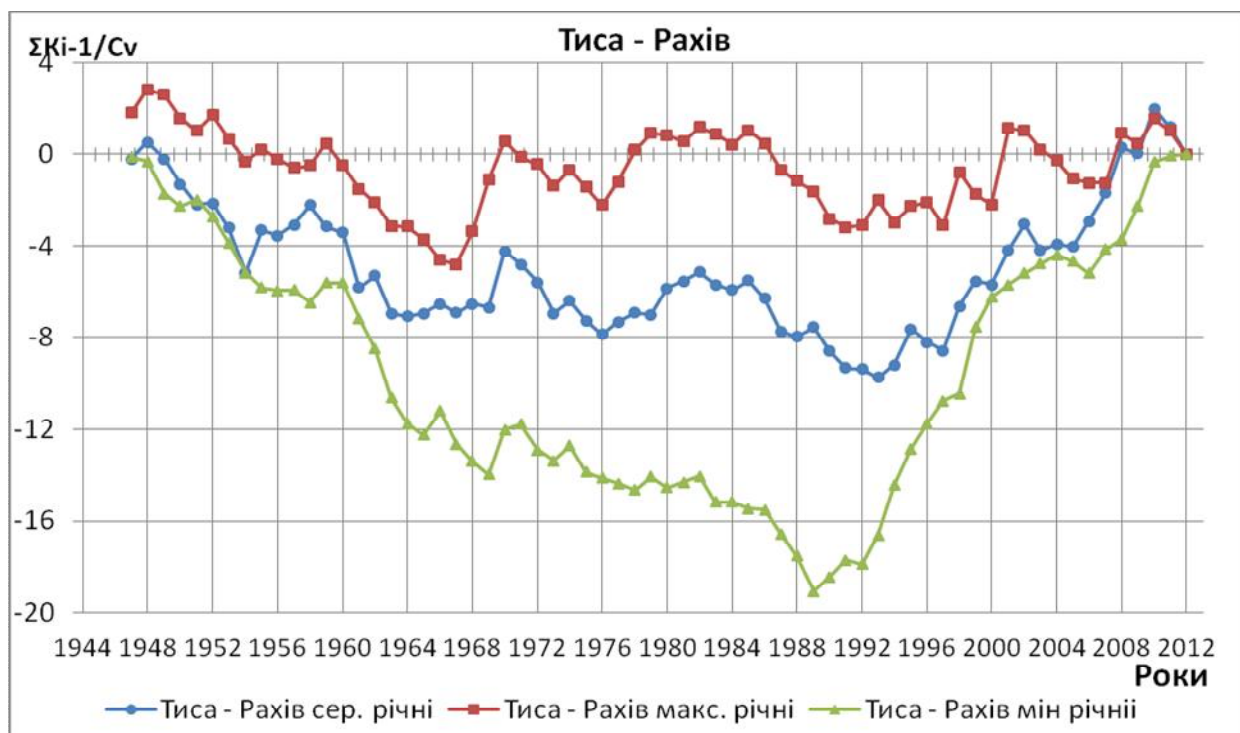


Рис. 2.15 – Різницеви інтегральні криві максимальних річних, мінімальних річних і середніх річних витрат води на гідрологічному посту р. Тиса – м. Рахів

Таблиця 2.16 – Багаторічні коливання максимального стоку для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Річка - гідропост	Фаза водності, роки			Цикл водності
	Маловодна	Багатоводна	Маловодна	
Тиса – м. Рахів	–	1968-1982 1998-2010	1983-1997	1968-1997
Тиса – смт Вилोक	2002-2012	1964-1986	1987-2001	1964-2000
Чорна Тиса – смт Ясіня	–	1969-1985 1998-2010	1986-1997	1969-1997
Біла Тиса – с. Луги	–	1998-2008	1969-1997	1955-2012
Косівська – с. Косівська Поляна	1979-1997	1998-2010	–	1963-2012

Таблиця 2.17 – Багаторічні коливання середнього стоку для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Річка - гідропост	Маловодна фаза	Багато-водна фаза	Маловодна фаза	Цикл водності
Тиса - м.Рахів	1947-1993	1994-2012	–	1947-2012
Тиса - смт Вилोक	–	1974-1983, 1998 - ...	1984-1997	1974-1997
Чорна Тиса - смт Ясіня	–	1974-1983 1998 - ...	1984-1997	1974-1997
Біла Тиса - с.Луги	1955-1994	1995-2012	–	1955-2012
Косівська - с. Косівська Поляна	1963-1976	1977-2002	–	1963-2002

В результаті аналізу наведених різницевих інтегральних кривих коливань річкового стоку для чотирьох діючих гідрологічних постів для річок верхньої частини басейну Верхньої Тиси (а також для замикального поста р. Тиса – с. Вилोक) можна зробити наступні узагальнення:

1) максимальні річні витрати води підпорядковані 5-ти коливанням водності, які в основному входять до складу 13-ти річних коливань. На фоні мінімальних річних і середніх річних витрат води на гідрологічному посту р. Тиса – м. Рахів зафіксовано прояву двадцяти однорічних фазових змін водності;

2) мінімальні річні витрати води в основному підпорядковані 5-ти річним коливанням водності;

3) середні річні витрати води в основному підпорядковані 4-ох річними коливанням водності, які входять у склад 13-ти річних їх змін.

Багаторічні коливання осереднених максимальних витрат води на гідрологічних постах річок басейну Тиси, в основному підпорядковані циклам протяжністю у межах від 29-ти до 65-ти років. Ці цикли закінчуються маловодними фазами у період з 1995 до 2012 років. Для гідрологічних постів р. Біла Тиса – с. Луги, р. Косівська – с. Косівська Поляна протяжні цикли не виділяються. (табл. 2.16).

Аналізуючи багаторічні коливання середнього стоку для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України), що для гідрологічних постів р. Тиса – м. Рахів та р. Біла Тиса – с. Луги притаманний повний гідрологічний цикл протягом періоду спостережень та багатоводний цикл закінчується в 2012 році. Для гідрологічних постів р. Тиса – смт Вилок та р. Чорна Тиса – смт Ясіня спостерігається формування багатоводної фази водності (табл. 2.17).

Мінімальні витрати води для річок з нестійким льодоставом характеризуються довгими циклами з асинфазними коливання стоку. Маловодну фазу можна виділити від початку спостережень. Для більшості річок перехід до багатоводної фази відбувався у другій половині 80-х на початку 90-х років. Гідрологічний пост смт Вилок, на сучасному етапі характеризується стабілізацією маловодної фази. Для решти постів спостерігається закінчення багатоводної фази (табл. 2.18).

Таблиця 2.18 – Багаторічні коливання мінімального стоку для річок Верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Річка – гідропост	Фаза водності		Цикл водності
	Маловодна	Багатоводна	
з нестійким льодоставом			
Тиса – м. Рахів	1947-1989	1990-2012	1947-2012
Тиса – смт Вилок	1976-2012	1954-1975	1954-2012
Біла Тиса – с. Луги	1955-1986	1987-2012	1955-2012
Косівська – с. Косівська Поляна	1964-1975	1976-1997	1964-1997
з відсутнім льодоставом (теплий період)			
Чорна Тиса – смт Ясіня	1956-1974 1989-2003	1975-1989	1956-1989
зі стійким льодоставом (холодний період)			
Чорна Тиса – смт Ясіня	1957-1977	1978-1988	1957-1988

Багаторічні коливання мінімального стоку для річок зі стійким льодоставом підпорядковуються довгим циклам. Для гідрологічного поста Чорна Тиса – смт Ясіня (табл. 2.18) спостерігається схожа тенденція у проходженні маловодної та багатоводної фаз, перехід від маловодної до багатоводної фази відбувався в середині 70-х років.

Оцінюючи багаторічні коливання мінімального стоку в холодний період для гідрологічного поста р. Чорна Тиса – смт Ясіня підпорядковані, в основному, повному циклу, який завершується багатоводною фазою. Перехід від маловодної до багатоводної фази відбувся переважно в середині 70-х років та середині 90-х років (табл. 2.18).

Таким чином, можна констатувати, що для річок всіх виділених водозборів з 2010 року може початися маловодна фаза для максимального, середнього та мінімального стоку.

Оцінюючи багаторічні коливання стоку для гідрологічного поста р. Тиса – смт Вилोक (табл. 2.16 – 2.17), як для замикального, для верхньої частини басейну Тиси (в межах України) можна зробити наступні висновки: 1) максимальні річні витрати води підпорядковані двом фазам водності (багатоводна і маловодна) тривалість яких близько 20-ти років, які утворюють цикл водності; 2) середньорічні витрати води утворюють дві багатоводні фази (одна з них не закінчена) і одну маловодну фазу, тривалість фаз приблизно складає 10 років; 3) мінімально річні витрати води утворюють дві фази водності (маловодну з тривалістю близько 35-ти років і багатоводну фазу тривалістю близько 20-ти років.). Отже для річки Тиса – смт Вилोक характерним є проходження однієї фази водності з маловодним періодом в 2000-х роках.

**ГІДРОМОРФОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧОК
ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ТИСИ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ)**

В Україні основним із документів регулювання прав водного господарювання є «Водний кодекс України» [19], та низка підзаконних актів та інструкцій, що регламентують впровадження його основних положень [38].

Натомість у країнах Європейського Союзу, прийнято єдиний документ, що регулює всі дії та відносини в сфері раціонального водокористування водних ресурсів, охорони вод від засмічення, забруднення та виснаження, а також охорони населення від шкідливої дії вод та ліквідації її наслідків. Таким документом є Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/EC (ВРД ЄС) (EU Water Framework Directive 2000/60/EC) [18]. ВРД ЄС діє на території всього ЄС. Дотримання норм та принципів викладених в даному документі є загально обов'язковим для всіх країн Європейського Союзу. Однією з вимог вступу до ЄС, є підтримка та впровадження викладених та затверджених положень Європейського водного законодавства [38].

Користуючись методикою ВРД ЄС, в Україні проводились роботи з оцінки екологічного стану та, зокрема, оцінки гідроморфологічного стану річок басейну р. Прип'яті та басейну р. Тиси. Результати цих робіт зараз мають практичне застосування [37-38, 86-87].

Однією з головних методологічних дефініцій ВРД ЄС є поняття «водний об'єкт». В Україні трактування поняття «водний об'єкт» має різну інтерпретацію в різних джерелах [24, 38-39]. Згідно з Законом України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управління водними ресурсами за басейновим принципом» №1641-19, що набув чинності 04.10.2016 року вводяться нові поняття та вносяться зміни до існуючих:

- «водний об'єкт – природний або створений штучно елемент довкілля, в якому зосереджуються води (море, лиман, річка, струмок, озеро, водосховище, ставок, канал та їх дно, а також водоносний горизонт)»;

- «масив поверхневої води – поверхневий водний об'єкт або його частина»;

- «масив підземної води – підземний водний об'єкт або його частина» [19].

Тобто «масив води» є більш широким поняттям і включає в себе «водний об'єкт».

**3.1. Ідентифікація водних масивів річок верхньої частини
басейну Тиси**

Першочерговим кроком у планах управління річковими басейнами є ідентифікація та типологія водних масивів. Встановлення (або ідентифікація)

водних об'єктів має дуже важливе значення, бо кількість визначених водних об'єктів безпосередньо впливає на об'єм заходів з їх збереження чи відтворення. Збільшення їх кількості призведе до зростання витрат на встановлення стану і розроблення плану заходів та його впровадження. Зниження кількості водних об'єктів може призвести до необ'єктивної оцінки гідроекологічної ситуації в просторово-часовому вимірі [59].

Ідентифікація та типологія водних масивів проводиться за керівними документами (стандартами спільної стратегії впровадження ВРД ЄС) [163-164, 176]. Причиною виділення окремого водного масиву є [59]:

- зміна категорії поверхневих вод;
- географічні та гідрографічні відмінності (межі екорегіонів, гідрологічний режим річки);
- гідроморфологічні зміни;
- зміна екологічного/хімічного стану (забруднення);
- наявність природоохоронного статусу території, через яку протікає річка;
- зміна типу річки (типології).

Питання *ідентифікації* водних масивів та їх визначення є доволі цікавим з огляду на їх термінологічну належність та класифікацію.

«Водний масив» є безумовно одним із найбільш важливих термінів, що запроваджує ВРД ЄС. Він фактично є головною «одиницею», або «суб'єктом» району річкового басейну, і саме за станом всіх водних об'єктів буде перевірятися досягнення (або недовсягнення) головної мети ВРД ЄС. Кожний водний масив має бути оцінений, а саме, його стан чи потенціал і в залежності, від оцінки до нього мають бути застосовані заходи по його збереженню, підтримці або відтворенню. Це має бути реалізовано саме до водного масиву, а не до річкового басейну, річки або озера взагалі [82].

Кількість визначених водних масивів безпосередньо впливає на об'єм заходів із їх збереження чи відтворення. Збільшення їх кількості призведе до збільшення витрат на визначення стану і розроблення плану заходів та його впровадження. Зниження кількості визначених водних масивів може призвести до необ'єктивної оцінки гідроекологічної ситуації в просторово-часовому аспекті.

ВРД ЄС визначає «масив поверхневих вод» як окремий та значний елемент поверхневих вод, таких як озеро, водосховище, струмок, річка або канал, або їхньої частини, гирлової ділянки чи ділянки прибережних вод [37, 82].

«Окремість» і «значущість» є головними і взаємодоповнюючими критеріями при ідентифікації водних масивів. Окремість або дискретність водного масива означає, що воно має бути цілісним, а не складатися з декількох частин, а також не може перетинатися (накладатися) з іншим водним об'єктом. Значущість є критерієм, що має якісне значення і базується на географічних і гідрологічних факторах [23, 154].

Існує ряд категорійних ознак, які визначають водний масив, що наведені в ВРД ЄС та інших нормативних документах (стандартах) [86, 154, 164, 176].

Стосовно ідентифікації водних масивів, то в межах річок верхньої частини Тиси (в межах України) виділяються річки і ряд маленьких озер площа яких не перевищує 1% території водозбору. Тому ми ідентифікували лише річкові водні об'єкти [102].

Згідно вищенаведеної ідентифікації, на річках верхньої частини Тиси (в межах України) виділяється десять водних масивів (табл. 3.1, рис. 3.1) [13, 82].

Таблиця 3.1 – Ідентифікація водних масивів категорії річки для річок басейну Тиси (в межах України)

Річка	Верхній кордон водного масиву	Нижній кордон водного масиву	Назва водного масиву	Протяжність водного масиву, км
Чорна Тиса	витік	гирло р. Довжина	Чорна Тиса 1	17
	гирло р. Довжина	злиття з Білою Тисою (с. Розтоки)	Чорна Тиса 2	33
Біла Тиса	витік	гирло р. Бальзатул	Біла Тиса 1	8
	гирло р. Бальзатул	впадіння р. Говерла (с. Говерла)	Біла Тиса 2	7
	впадіння р. Говерла (с. Говерла)	злиття з Чорною Тисою (с. Розтоки)	Біла Тиса 3	19
Тиса	злиття Чорної і Білої Тиси	впадіння р. Вішеу	Тиса 1	28
Косівська	витік	злиття з Тисою	Косівська 1	41
Шопурка	витік	гирло р. Мала Шопурка	Шопурка 1	28
	витік	гирло р. Середня Ріка	Шопурка 2	27
	Злиття Малої Шопурки і Сердньої Ріки	впадіння в р. Тиса	Шопурка 3	16

Перший водний масив на Тисі починається від витoku, а нижня його межа знаходиться в місці впадіння р. Довжина. Тут річка змінює свою водозбірну площу і вже називається середньою річкою у вапнякових породах на середньогір'ї. *Другий водний масив* має свій початок від місця впадіння р. Довжина в Чорну Тису, а нижній кордон знаходиться в місці злиття Чорної та Білої Тиси. Що стосується Білої Тиси, то в межах цієї річки окремо виділяється 3 водних масиви. *Третій водний масив* (Біла Тиса 1) починається від витoku і закінчується в місці впадіння р. Бальзатул. Цей водний масив віноситься до типу – мала річка у вулканічних породах на середньогір'ї. Від гирла р. Бальзатул до впадіння р. Говерла простягається *четвертий водний масив* (Біла Тиса 2). Вказаний водний масив відноситься до типу – мала річка у карбонатних породах на середньогір'ї. Від впадіння річки Говерла відбувається збільшення водозбірної площі і, відповідно,

починається наступний, *п'ятий водний масив* (Біла Тиса 3), який відноситься до типу – середня річка у карбонатних породах на середньогір'ї [82, 155].

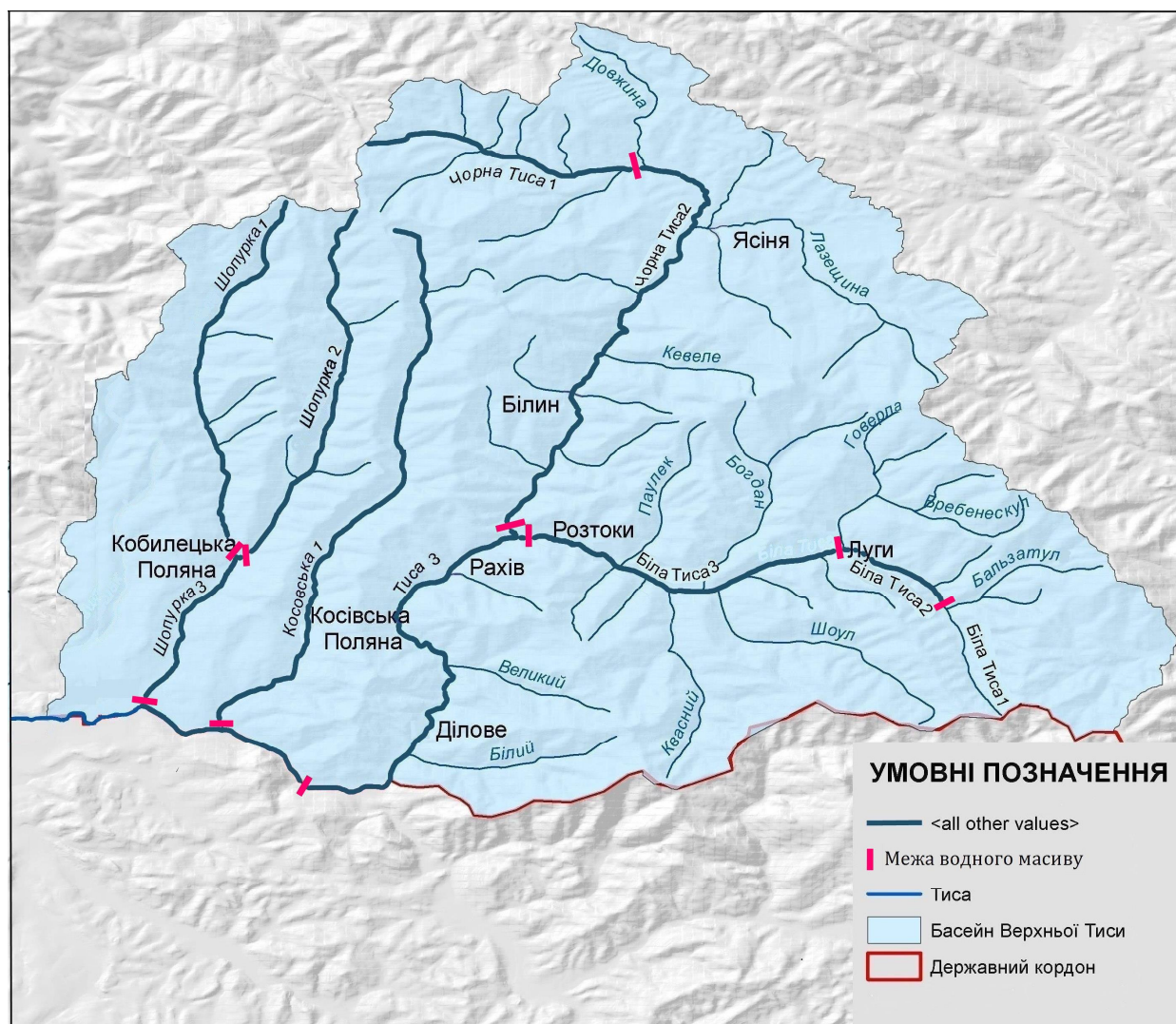


Рис. 3.1 – Ідентифікація водних масивів для річок верхньої частини Тиси (в межах України)

У місці злиття Чорної та Білої Тиси починається *шостий водний масив*, де річка змінює свій тип з середньої річки у вапнякових породах на середньогір'ї на велику річку у вапнякових породах на середньогір'ї. Потім на Тисі виділяється наступний водний масив, який простягається від злиття Тиси та Вішеу до с. Яблунівка за 2 км нижче за течією від м. Тячів (Тиса 1). В цьому місці змінюється середня висота водозбору і, відповідно, змінюється тип водотоку з «середньої річки на низкогір'ї в породах вапнякового походження» на «середню річку на рівнині в породах вапнякового походження». Нижній кордон водного масиву співпадає з нижньою точкою українсько-румунського державного кордону. Його довжина складає 62 км (від 890-го до 826-го кілометра річки від гирла). *Сьомий водний масив* має свій початок від витoku р. Косівської до впадіння в Тису (Косівська 1), і він має назву середня річка у вапнякових породах на середньогір'ї. *Восьмий водний масив* починається від витoku річки Мала

Шопурка і закінчується злиття з річкою Шопурка (Шопурка 1). Для цього водного масиву притаманні малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї.

Дев'ятий водний масив починається від витoku річки Середня і закінчується злиттям з річкою Шопурка (Шопурка 2). Як і для річки Мала Шопурка цей водний масив належить до малих річок у вапнякових породах на середньогір'ї. *Десятий водний масив* починається від злиття річок Мала Шопурка і Середня і закінчується злиття з річкою Тиса (Шопурка 3). Він належить до середніх річок у вапнякових породах на середньогір'ї [13, 82, 102, 155].

Таким чином, визначені ділянки для річок верхньої Тиси (в межах України) знаходяться в межах десяти водних масивів (табл. 3.1, рис. 3.1). Для річки Чорна Тиса виділяються два водних масиви (Чорна Тиса 1 та Чорна Тиса 2), для річки Біла Тиса – три (Біла Тиса 1, Біла Тиса 2 та Біла Тиса 3). Натомість для річок Тиса та Косівська – відповідно по одному водному масиву (Тиса 1, Косівська 1), а для річки Шопурка три водних масиви (Шопурка 1, Шопурка 2, Шопурка 3) (табл. 3.1, рис. 3.1).

Як видно з табл. 3.1 найбільш протяжні водні масиви притаманні річці Косівська, а найкоротші – Білій Тисі. Разом з тим, за площею водозбору всі водні масиви майже однакові.

Слід також відмітити, що результати оцінки ідентифікації підземних водних масивів для річок верхньої частини Тиси (в межах України) наведені в національному плані управління річки Тиса [2, 82]. Що стосується істотно змінених водних масивів, то за даними [2, 82, 163], вони не спостерігаються для річок верхньої частини Тиси (в межах України).

3.2. Типологія річок

У деяких науках, зокрема, географії, які досліджують велику кількість різномірних об'єктів, широко використовують такі загальнонаукові поняття, як «типологія», «класифікація», «систематизація» [50]. Всі три терміни слід розуміти як групування множини об'єктів. Типологія є групуванням гомогенних (однорідних) об'єктів, тому саме цей термін використовується для водних об'єктів [143].

Встановленню типів річок та їх русел присвячена ціла низка наукових публікацій. Визначають тип (клас) річки за площею їх басейну [19,79], за умовами живлення [40, 55, 66], за умовами протікання [143]. Існує ряд класифікаційних схем щодо типізації русел річок. Серед них найбільш вживаними є типізація руслового процесу [116], гідроморфологічна типізація русел [143, 145]. Перераховані підходи орієнтовані на певні умови їх застосування [155].

Існує узагальнюючий підхід до типології річок, як окремої категорії водних об'єктів, який розроблений у ВРД ЄС [18]. Цей документ вимагає проведення характеристики кожного водного масиву з метою встановлення

його екологічного стану. В свою чергу, екологічний стан встановлюється за допомогою класифікації, яка включає в себе біологічні, а також допоміжні абіотичні параметри: гідрохімічні (якість води) та гідроморфологічні. За орієнтир приймаються референційні умови, які, по суті, є умовами «недоторканого» стану або стану незначного антропогенного впливу [86].

Референційні умови (біологічні, гідрохімічні та гідроморфологічні) мають бути встановлені для кожного типу водних масивів. Цей процес називається встановленням типоспецифічних референційних (початкових) умов [13].

Типологія є одним із першочергових і обов'язкових етапів при впровадженні ВРД ЄС [18]. Тип водного масиву, по суті, є його «ідентифікаційним кодом», що включає в себе чіткий набір біотичних та абіотичних параметрів, які характерні саме для нього [2].

Крім самої ВРД ЄС, існує ще Керівний документ № 10 «Річки і озера – типологія. Референційні умови і система класифікації» [176], який розкриває суть та механізм проведення типології.

Першим кроком при проведенні типології є визначення категорії поверхневого водного масиву. Це означає, що водні масиви різних категорій не можуть бути об'єднані в один тип в жодному разі. Далі всі водні масиви кожної категорії мають бути розподілені на типи згідно системи А або В, що наведені в ВРД ЄС (табл. 3.2) [18].

У випадку, коли використовується система А, всі водні масиви того чи іншого річкового басейну (або його частин, якщо він є транскордонним) мають бути розмежовані за відповідними екорегіонами. Водні масиви в межах різних екорегіонів розподіляються на типи за обов'язковими дескрипторами (чинниками), а саме, в залежності від розташування басейна водного масиву над рівнем моря, розміру водозбірної площі та домінуючої геології. Альтернативна система В пропонується для того, щоб мати можливість більш репрезентативно визначити типи. При цьому ступінь диференціації має бути щонайменше така ж сама, як і при застосуванні системи А. Водні масиви мають бути розподілені за типами з використанням обов'язкових та деяких (на вибір) необов'язкових дескрипторів. Але для того, щоб не створювати зайву кількість типів через включення додаткових дескрипторів їх намагаються «підігнати» під обов'язкові дескриптори, оскільки останні часто є похідними від обов'язкових [13]. Наприклад, можна зазначити, що існує залежність розміру донних відкладів та похилу водної поверхні від висоти водозбору [86].

Як система А, так і система В (табл. 3.2) включають в себе лише небіологічні дескриптори (гідрологічні, гідрохімічні, географічні та кліматичні), тому типологія, виконана за цими системами, є небіологічною, або абіотичною [18]. Як вже зазначалося, сенс типології полягає в тому, що б якомога об'єктивно представити відмінності одного типу від іншого за певним переліком дескрипторів. Це можна проілюструвати наступним

Таблиця 3.2 – Системи типології водних об'єктів за ВРД ЄС [18]

Система А	
Зафіксована типологія	Дескриптори
Екорегіон	Екорегіони, показані на карті А в Додатку XI до ВРД
Тип	Типологія висоти; гірська > 800 м височинна - від 200 до 800 м низовинна < 200 м Типологія розміру в залежності від площі водозбірного басейну: мала: 10 - 100 км² середня > 100 до 1 000 км² велика > 1 000 до 10 000 км² дуже велика > 10 000 км² Геологія (породи): вапнякові кремнієві органічні
Система В	
Альтернативна характеристика	Фізичні та хімічні дескриптори, які визначають характеристики річки або частини річки, а звідси – структуру та склад біологічної популяції
Обов'язкові дескриптори	• висота над рівнем моря • широта • довгота • геологія • розмір
Необов'язкові дескриптори	• відстань від витоку річки • енергія потоку (функція витрати води та похилу водної поверхні) • середня ширина потоку • середня глибина потоку • середній гідравлічний похил • форма і контур головного русла річки • категорія витрати річкового потоку • форма річкової долини • твердий стік • рН • середній розмір руслових донних наносів • хлориди • амплітуда температур повітря • середня температура повітря • опади

прикладом, а саме, як в різних країнах підійшли до диференціації на класи такого дескриптора, як висота річкового басейну над рівнем моря. Угорщина, яка є рівнинною країною, виділила чотири (замість трьох, що вимагаються мінімально) класи: від 0 до 100 м, від 100 до 200 м, від 200 до

500 м, та вище 500 м. У Словаччині та Румунії, де значна частина території розташована в горах, також було виділено 4 класи, але з іншою розбивкою: нижче 200 м, від 200 до 500 м, від 500 до 800 м та вище 800 м [13, 86].

Натомість річки верхньої частини басейну Тиси (в межах України) розташовані в межах екорегіону Карпати (табл. 3.3) [154]. В двох країнах (Україна, Румунія) екорегіон було розділено на менші фізико-географічні області. Ця диференціація дозволяє відобразити характерні риси різних ландшафтів.

Таблиця 3.3 – Екорегіон для річок верхньої частини Тиси (в межах України)

Екорегіон	Країни, які розташовані в межах екорегіону
10 – Карпати	Україна, Румунія

Румунія запровадила новий суб-екорегіон «Трансильванське плато» в межах екорегіону 10 (Карпати). Цей суб-екорегіон представляє територію між гірськими хребтами і суттєво відрізняється висотами, геоморфологічними та гідробіологічними характеристиками. Фізико-географічне районування для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) представлено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Суб-екорегіони для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) [154]

Екорегіони	Країна	Суб-екорегіони або біо-екорегіони
Карпати	Україна	Українські Карпати, області: 1. Вододільно-Верховинська (західна частина) 2. Полонинсько - Черногірська 3. Рахівсько - Чивчинська (західна частина) 4. Вулканічно - міжгірноуологовинна
	Румунія	5. Карпатська міжгірська територія (Трансильванське плато)

Таким чином, для всього річкового басейну було виділено п'ять суб-екорегіонів або біо-екорегіонів у межах екорегіону Карпати. Такий підхід вже на перших етапах типології дає можливість деталізувати, певним чином, в просторовому контексті частини басейнів річок з огляду на їх природні умови [13].

Типологія річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) виконувалася за системою В з використанням чотирьох дескрипторів, з числа трьох обов'язкових та одного додаткового, а саме: площі водозбору, середньої висоти водозбору, геологічної будови, середнього діаметру наносів. Щодо обов'язкових дескрипторів, то ми дотримувалися тих меж класів, які запропоновані ВРД при використанні системи А (рис. 3.2, табл. 3.5) [13, 153-155].

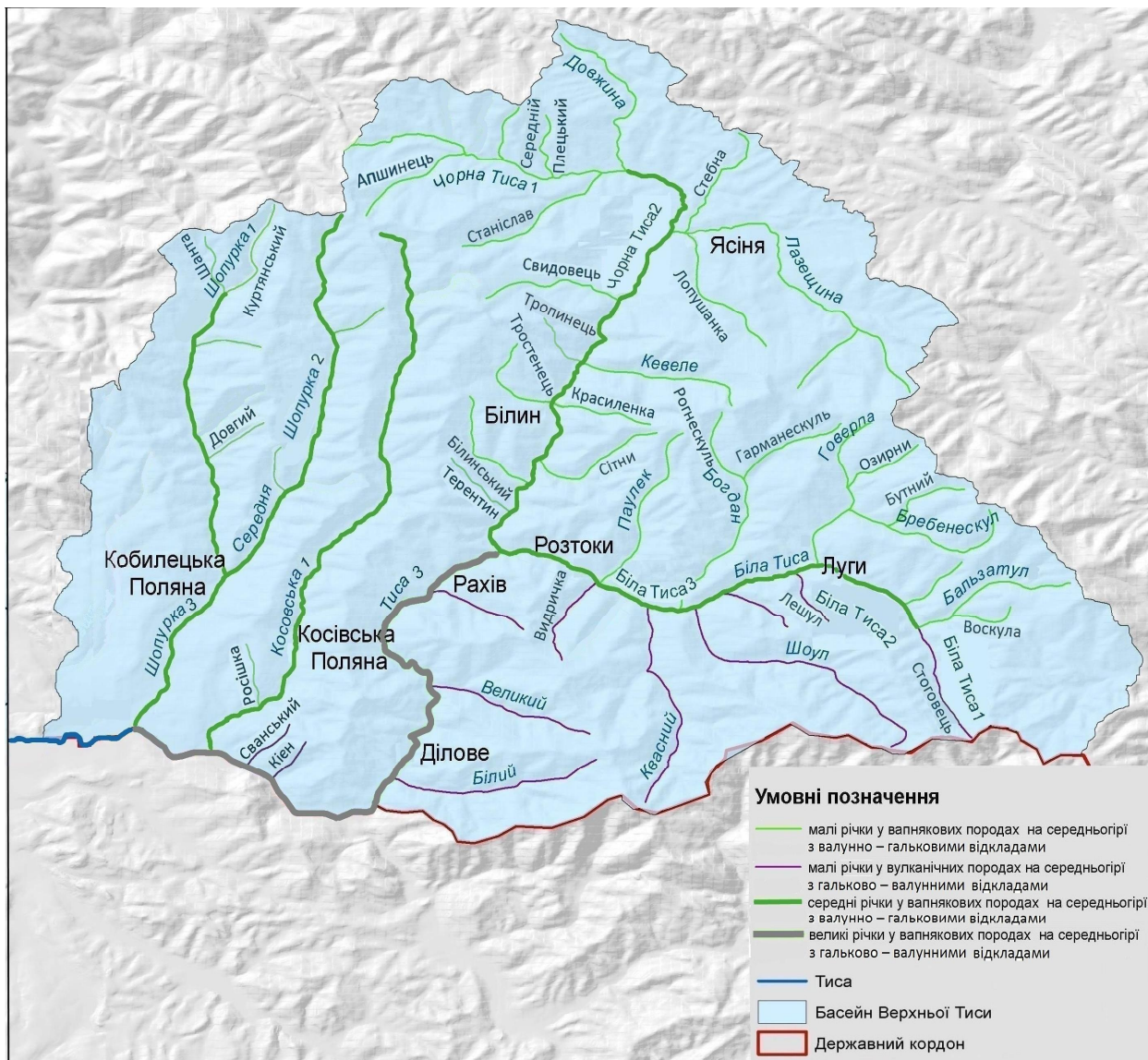


Рис. 3.2 – Типологія річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

До малих річок, згідно з положеннями ВРД, віднесені річки з площею водозбору від 10 до 100 км², середніх – 100- 1 000 км², великих – 1 000 - 10 000 км², дуже великих – більше 10 000 км² [13, 18].

При проведенні типології за геологічною будовою, виходили з того, що іонний склад поверхневих вод багато в чому залежить від складу порід, в яких протікає та чи інша річка. Для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) в основному зустрічаються два геологічні елементи: флішові пласти (вапнякові породи), флішове вікно на кристалічній основі, розташоване на південному сході Мармароського масиву (вулканічні породи) [13, 101].

Більшу частину басейну можна віднести до першої складової. Значна частина Карпат складена флішовими утвореннями вапняку палеогену або, рідше, олігоцену. Флішова зона складається з пластів сланців, мергелів або піщаників, що чергуються в різних пропорціях [81, 86, 119, 129].

Таблиця 3.5 – Типологія річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Код типу	Тип	Екорегіон	Руслові донні наноси	Приклад (річка)	
А. Малі річки					
3А	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно – гальковими відкладами	Карпати	Валунні, гальково - валунні	Апшинець Плецький Довжина Лазещина Свидовець Кевеле Красиленка Сітни Бальзатул Говерла Бутний Бербенескул Гарманескуль Паулек Куртянський Довгий	Середній Станіслав Стебна Лопушанка Тропинець Тростенець Білінський Терентин Воскула Озирни Бутний Богдан Рогнескуль Росішка Шанта
5А	Малі річки у вулканічних породах на середньогір'ї з гальково – валунними відкладами	Карпати	Гальково-валунні, галькові	Стоговець Бребоя Потік Квасний Великий Кієн	Лешул Шаул Видричка Білий Сванський
В. Середні річки					
5В	Середні річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно – гальковими відкладами	Карпати	Валунні, гальково - валунні	Чорна Тиса Косівська Середня Шопурка	Біла Тиса Мала Шопурка
С. Великі річки					
1С	Великі річки у вапнякових породах на середньогір'ї гальково – валунними відкладами	Карпати	Гальково-валунні, галькові	Тиса	

Мармароський гірський масив, а саме його північна частина, яку називають Рахівськими горами або Рахівськими чи Гуцульськими Альпами, є особливим, тому що це єдине місце в Карпатах, фундамент якого у вигляді кристалічного.

Крім кристалічних порід (кристалічні сланці, кварцити), які переважають на цій території, також зустрічаються відклади гірського флішу, мармуру і вапняку [13, 57]. Зважаючи на це, породи Мармароського гірського масиву відмінні до тих, що мають вулканічне та кристалічне походження.

За середньою висотою над рівнем моря річкові басейни були розподілені на чотири типи. Перші - це ті, що розташовані на низині, тобто середня висота басейну нижче 200 метрів. Це рівнинні річки. Другий тип - це річкові басейни, що мають середню висоту від 200 до 500 метрів над рівнем моря. Назва цього типу – «річки, що розташовані на передгір'ї». До третього типу відносяться річки, що мають середню висоту 500-800 метрів над рівнем моря. Вони отримали назву «річки, що розташовані на низькогір'ї». Четвертий тип - річки, що мають висоту вище 800 м, мають назву «річки, що розташовані на середньогір'ї».

Приймаючи до уваги, що витoki більшості річок басейну знаходяться на висоті не вище 1700 метрів над рівнем моря (враховується середня висота басейну), то кількість річок, що відносяться до цього типу є невеликою. Більшість з них є малими, і розташовані вони в басейнах Чорної і Білої Тиси (рис. 3.2) [13].

Додатковим, із числа необов'язкових дескрипторів, було обрано середній розмір руслових донних наносів. Цей параметр є дуже важливим з екологічної (гідробіологічної) точки зору. Задля того, аби штучно не збільшувати кількість типів, було запропоновано підібрати межі цього дескриптора таким чином, щоб вони відповідали класам середньої висоти річкового басейну. Було обрано такі розміри донних наносів, як гальковий, гальково-валунний і валунний [13, 86].

Таким чином, за результатами оцінок 47 річок (табл. 3.5) верхньої частини басейну Тиси (в межах України) була проведена типологія за зазначеними чотирма дескрипторами. З них можна виділити 4 типи річок, які наведені (табл. 3.5, рис. 3.2.), тобто – малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї (30 річок), малі річки у вулканічних породах на середньогір'ї (10), середні річки у вапнякових породах на середньогір'ї (6), великі річки у вапнякових породах на середньогір'ї (1 річка) [13, 38, 101, 102].

3.3. Методичні положення гідроморфологічної оцінки

Протягом останніх двадцяти років в Європі відбулася значна еволюція питання оцінки якості водних об'єктів. Деякі європейські країни почали розробляти власні методики оцінки гідроморфологічних показників річок, які відповідають європейським стандартам (див. 1.4).

Найбільш вагомим узагальненням щодо екологічних моментів взаємодії системи “потік-русло-заплава” та обґрунтувань щодо моніторингу руслових процесів для річок України були проведені в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка під керівництвом проф. О. Г.

Ободовського, які багато в чому узгоджуються з європейськими підходами (див. 1.4).

Стосовно річок Українських Карпат виконана ціла низка досліджень з питань аналізу закономірностей розвитку руслових процесів на гірських та напівгірних водотоках, оцінки впливу господарської діяльності на процеси руслоформування, стійкості русел, розвитку руслових деформацій [13, 143]. Разом з тим, для вказаних річкових систем тільки почала реалізовуватися узагальнююча методологічна концепція гідроморфологічного аналізу річок у відповідності з певними стандартами, які використовують Карпатські європейські країни [2, 86, 173].

Проведення досліджень з позиції єдиних методичних підходів щодо визначення й аналізу гідроморфологічного стану річок та виконання моніторингових гідроморфологічних спостережень у русло-заплавному комплексі в єдиному (або сумісному) форматі з європейськими стандартами є надзвичайно актуальним завданням особливо для річок транскордонних басейнів.

Для країн Європейського Союзу оцінка гідроморфологічного стану річок складає інтегровану частину Водної Рамкової Директиви ЄС (ВРД) [18] і є базовим компонентом в дослідженні водних об'єктів, від якого залежать біотичні групи і функціонування в цілому річкової екосистеми.

Підходи щодо визначення гідроморфологічного стану річок повинні мати чітку відповідність до Європейського стандарту CEN №14614 [156], а зараз і нового стандарту EN TC 230/WG 2 / TG5: N53 [158]. Разом з тим, кожна країна ЄС має свої особливості застосування основних положень гідроморфологічної оцінки річок, які пов'язані як з диференціацією природних умов (екорегіонів), так і з системою господарювання в басейнах річок.

Враховуючи специфіку умов формування русел карпатських річок, ландшафтні характеристики та геологічні умови їх водозборів, режим зволоження та показники стоку води і наносів, специфіку ґрунтів і рослинності та господарську діяльність в басейнах і русло-заплавному комплексі, найбільш близькою до потреб гідроморфологічної оцінки річок Українських Карпат можна вважати підходи, що розроблені в Словацькій Республіці [162, 166], які базуються на методології оцінки гідроморфологічного стану, прийнятій в Німеччині [159] і суттєво доповнені дослідженнями річок Українських Карпат [2, 59, 82, 86-87]. Зараз в країнах ЄС функціонує новий стандарт CEN TC 230/WG 2/TG 5: N53 [158]. Він включає в себе вже існуючі документи, положення публікації, а саме, стандарт CEN 14614 [156], стандарт CEN 14996 та ін [174]. Варто відмітити, що в цьому документі з метою забезпечення послідовності у підходах, основні категорії параметрів залишилися такими є як і CEN 14614 [156]. Для розроблення плану управління річковими басейнами в країнах ЄС використовується лише стандарт CEN TC 230/WG 2/TG 5: N53 [158], а для наукових досліджень можна використовувати застарілий стандарт CEN

14614 [156]. Тому в даній роботі ми ще дотримувались основних положенні європейського стандарту CEN 14614.

Гідроморфологічна оцінка базується на принципі, за яким найвищий клас досягається при максимально можливому наближенні сучасних фактичних гідроморфологічних умов до референційних. Референційні умови – це первинний стан річки до того, як вона зазнала антропогенного впливу. Цей принцип використовується в багатьох європейських країнах при оцінці гідроморфологічного стану річок [153-154, 159, 166]. Основні положення щодо застосування CEN 14614 викладено в роботах [86, 153, 157] і вони наведені далі в тексті.

Головним джерелом інформації для визначення вказаних умов слугують старі топографічні карти, космознімки, архівні відомості, а також дані польових досліджень, що проводилися в минулому.

Основною одиницею при проведенні гідроморфологічних досліджень є ділянка обстеження (ДО), яка поділяється на 5 відрізків обстеження (ВО) рівної довжини (табл. 3.6) [156, 164].

Таблиця 3.6 – Лінійні параметри (ДО) та (ВО), які використовуються при гідроморфологічному обстеженні річки

Тип водотоку	Ширина русла, м	Протяжність ДО, м	Протяжність ВО, м
Мала річка	< 10	200	40
Середня річка	10-30	500	100
Велика річка	> 30	1000	200

Обстеженню підлягають русло річки, обидва береги та прибережна зона і заплава. Прибережною зоною вважається 20-метрова смуга з нижнім кордоном по береговій лінії. Острови дослідженню не підлягають. Що стосується заплави, то дослідженням охоплюється тільки та її частина, яка часто опиняється затопленою під час паводків і повеней [164,173].

Дослідження виконуються за безперервного, або за дискретного розташування ДО. Для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) можна застосовувати обидва підходи [154].

Процедура дослідження включає 5 основних кроків [59, 86, 153, 156]:

Збір даних. Необхідно зібрати топографічні карти різного масштабу, включаючи історичні, геологічні карти і карти ґрунтів та рослинності; шари геоінформаційних баз даних, що відображають землекористування, гідротехнічні споруди і об'єкти, аеро- і космічні знімки; інформацію з водокористування.

- **Вибір ділянок обстеження від витoku до гирла річки.** Слід визначити репрезентативні ДО і відповідні ВО та зафіксувати їх на карті.

- **Оцінка параметрів за картографічним матеріалом.** Багато параметрів, що заносяться до протоколу дослідження місцевості можна визначити за допомогою карт та аеро- та космічних знімків. Безпосередньо на місцевості вони мають бути перевірені і уточнені.

• *Проведення польових досліджень.* Досліджуються ті ділянки, що були попередньо обрані і зафіксовані на карті. Якщо на місці з'ясується, що ділянка була обрана невдало або вона є важкодоступною, то її слід перенести і відповідно знову зафіксувати на карті. Необхідно виміряти або оцінити всі параметри, що вносяться до протоколу, а також зробити фотографію ділянки. Дослідження проводяться вздовж берега річки. Їх виконавець також має переходити з одного берега на інший, а в тих випадках, де глибина цього не дозволяє зробити в брід, слід використовувати човен.

• *Оцінка гідроморфологічних та гідрологічних параметрів річки.* Оцінені та виміряні параметри заносяться до протоколу. Параметри розділяються на дві групи: гідроморфологічні і гідрологічні. Гідроморфологічні показники відносяться до чотирьох груп: показники русла, потоку, берега і прибережної зони та заплави. Результати досліджень ВО оцінюються бальною шкалою від 1 (найвищий) до 5 (найгірший) по кожному з параметрів. Бали для кожного ВО складаються і визначається їх середнє значення для ДО. Такий підхід є чинним для кожної групи параметрів, що дозволяє знайти для ДО осереднені показники русла, характеристик потоку, берега і прибережної зони, заплави. Середнє значення з наведених показників складає показник гідроморфологічної оцінки всієї ділянки обстеження (ДО). Хоча ВРД ЄС [18] не вимагає оцінювати гідроморфологічні характеристики за п'ятьма класами, стандарт CEN № 14614 [156] рекомендує використовувати класифікаційну систему саме за п'ятьма класами, які представлені в табл. 3.7 [156].

Таблиця 3.7 – Межі гідроморфологічних класів за їх граничними значеннями

Гідроморфологічний клас	Граничні значення	Колір
1 – Відмінний	1,00-1,74	Блакитний
2 – Добрий	1,75-2,54	Зелений
3 – Задовільний	2,55-3,44	Жовтий
4 – Поганий	3,45-4,24	Оранжевий
5 – Дуже поганий	4,25-5,00	Червоний

Натомість, що стосується стандарту CEN TC 230/WG 2/TG 5: N53, то він рекомендує використовувати дві групи балів А та Б. Група балів А складається з трьох градацій (1,3,5; 1 = найвища якість, 3 = середня якість 5 = найнижча якість) (табл. 3.8) [158]. Коли основною метою є стратегічна звітність про гідроморфологічну якість, необхідно вживати групу балів А. Проте, за наявності кількісних даних за деякими параметрами, настійливо рекомендується використовувати групу балів В, переводячи бали у трьохградацийну систему табл. 3.8.

При аналізі за п'ятьма класами при оцінці гідроморфологічної якості застосовують кольорове кодування рекомендоване у стандарті CEN № 14614 [156] табл. 3.7. Класифікаційні системи за п'ятьма та за трьома класами

згідно стандарту CEN TC 230/WG 2/TG 5: N53 [158] наведені в табл. 3.8-3.10.

Таблиця 3.8– Співвідношення системи балів А та Б для оцінки гідроморфологічної якості річкових водних масивів

5-бальна система	3-бальна система
1	1
2	3
3	3
4	5
5	5

Таблиця 3.9 – Трьохбальна система оцінок гідроморфологічної якості згідно системи А

Оцінка (клас)	Назва	Колір на карті
1	Близький до природного	Блакитний
3	Слабо-середньо змінений	Жовтий
5	Сильно-дуже сильно змінений	Червоний

Таблиця 3.10 – П'ятибальна система оцінок гідроморфологічної якості згідно системи В

Оцінка (клас)	Назва	Колір на карті
1	Близький до природного	Блакитний
2	Слабо змінений	Зелений
3	Середньо змінений	Жовтий
4	Сильно змінений	Оранжевий
5	Дуже сильно змінений	Червоний

Таким чином, порівнюючи бальні оцінки гідроморфологічної якості згідно стандартів CEN № 14614 та CEN TC 230/WG 2/TG 5: N53 можна зробити висновок, що при наявності якісних показників кольорове кодування вищенаведених двох стандартів однакове, тому ми в подальших дослідженнях використовуємо п'ятибальну оцінку наведену в табл. 3.7.

Загальний алгоритм застосування гідроморфологічної оцінки для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) наведений в рис. 3.3. [86].

Створення методичних основ гідроморфологічної оцінки річок та наукове обґрунтування її основних положень є важливим етапом у встановленні загального екологічного стану річкових водних об'єктів.

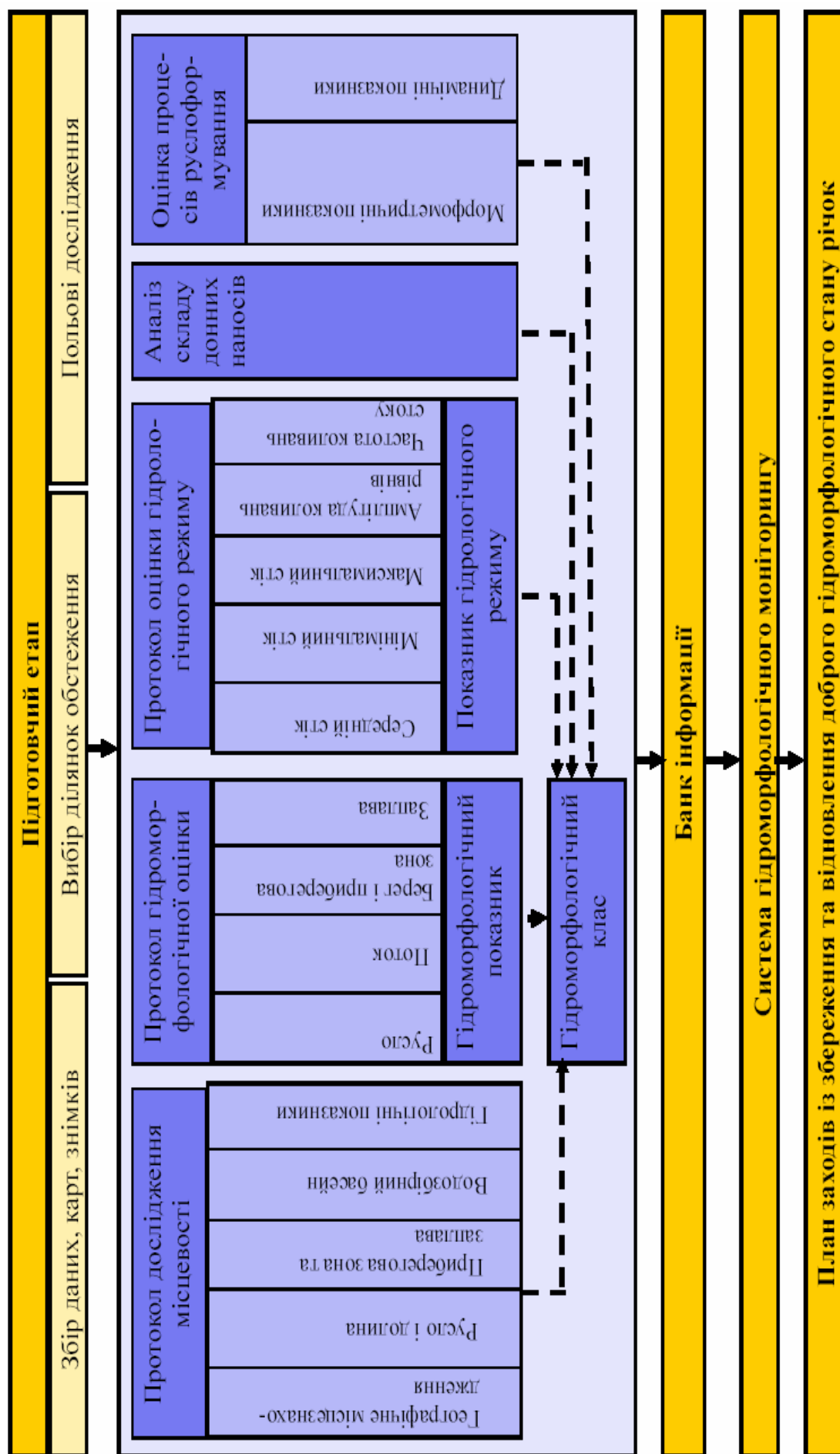


Рис. 3.3 – Алгоритм реалізації методики гідроморфологічної оцінки річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) [59]

Наступним кроком, який визначає її сприйняття та застосування на конкретних водотоках є визначення чіткої послідовності щодо її застосування [59].

Змістовно цей алгоритм, представляє собою реалізацію всіх основних положень стосовно ідеології гідроморфологічної оцінки річок української частини басейну Тиси. Сутність даного алгоритму полягає не лише у встановленні послідовності дій щодо визначення гідроморфологічної оцінки річки, а й у системному підході щодо накопичення гідроморфологічної інформації, яка б дозволила обґрунтувати мережу гідроморфологічного моніторингу і розробку заходів щодо збереження, а за потреби і відновлення доброго гідроморфологічного стану річки [59,153].

При його реалізації варто визначити такі основні блоки: протокол дослідження місцевості, протокол гідроморфологічної оцінки, протокол гідрологічної оцінки, аналіз складу донних наносів і оцінка процесів руслоформування. Розглянемо перші три складових алгоритму реалізації методики гідроморфологічної оцінки [13].

3.3.1. Протокол дослідження місцевості

Протокол дослідження місцевості включає в себе параметри, що дозволяють охарактеризувати річку та її басейн. По суті цей протокол є інформаційним паспортом ділянки обстеження річки та відповідної частини її басейну. Протокол вміщує в собі 5 блоків характеристик, а саме географічне місцезнаходження річки (1), параметри русла та долини (2), характеристики приберегової зони і заплави (3), характеристики річкового басейну (4) та гідрологічні параметри (5) (табл. 3.11). Більшість з параметрів заносяться до протоколу безпосередньо на місці обстеження. Для заповнення всіх граф протоколу дослідження місцевості необхідно мати досить детальну картографічну та ГІС-інформацію, експертні знання з гідрології та провести польові обстеження ДО. Стосовно картографічних матеріалів, то тут перевагу слід надавати картам з однаковим масштабом з метою узгодженої оцінки параметрів [59, 86, 154].

Під час експедиційних досліджень в 2010 році в басейні верхньої частини басейну Тиси (в межах України) були отримані дані і заповнений протокол дослідження місцевості, представлений у (дод. Б) для р. Паулек в с. Видричка (ДО 16). Форма протоколу запозичена із словацької методики [166] та була уточнена відповідно до загальноприйнятих в Україні термінів і специфіки річкового басейну [86, 154]. Результати оцінки місцевості надають можливість виконати певні уточнення в просторових характеристиках типології річок (див. 3.1 – 3.2).

Крім цього, результати дослідження місцевості дають змогу створювати та накопичувати банк інформації стосовно змін в руслі, заплаві та долині річки, а також всього її басейну. Важливим також є виявлення змін у гідрологічному режимі річки [91].

Таблиця 3.11 – Протокол гідроморфологічної оцінки річки Тиса – м. Рахів (ДО 18)

Назва річки		Тиса		Назва місцевості				Рахів					
Дослідник				Дата									
Категорія	Параметр	Відрізок 1		Відрізок 2		Відрізок 3		Відрізок 4		Відрізок 5		Ділянка	
		Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П		
1. Русло річки	1.1 Звивистість русла	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,00	
	1.2 Тип русла	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,00	
	1.3 Спрямування русла	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,00	
Показник русла (1.1+1.2+1.3)/3													2,33
2. Внутрішні характеристики потоку	2.1 Елементи дна	<u>BA/IS/RI/RA/RO/SP</u>		<u>BA/IS/RI/RA/RO/SP</u>		<u>BA/IS/RI/RA/RO/SP</u>		<u>BA/IS/RI/RA/RO/SP</u>		<u>BA/IS/RI/RA/RO/SP</u>			
		<i>BA - переешкоди; IS - острови; RI - рифелі; RA - пороги; RO - камені; SP - сходи заводі</i>											
		1		1		1		1		1		1,00	
		<u>BE/BO/CO/GR/SA/CD/MD/CL/PE</u>		<u>BE/BO/CO/GR/SA/CD/MD/CL/PE</u>		<u>BE/BO/CO/GR/SA/CD/MD/CL/PE</u>		<u>BE/BO/CO/GR/SA/CD/MD/CL/PE</u>		<u>BE/BO/CO/GR/SA/CD/MD/CL/PE</u>			
	<i>BE - слизьке дно; BO - валуни; CO - великі камені (крупна галька); GR - гравій; SA - пісок; CD - рештки (листя, гілки; MD - мул, илам; CL - глина; PE - торф</i>												
	2.3 Зміна ширини	1		1		1		1		1		1,00	
		W (макс.) S (мін.)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,00	
	2.4 Тип потоку	<u>FF/CH/CA/BS/US/RP/UP/SM/NO</u>	<u>FF/CH/CA/BS/US/RP/UP/SM/NO</u>		<u>FF/CH/CA/BS/US/RP/UP/SM/NO</u>		<u>FF/CH/CA/BS/US/RP/UP/SM/NO</u>		<u>FF/CH/CA/BS/US/RP/UP/SM/NO</u>				
		<i>FF - водоспад; CH - порожистий водоскид; CA - турбулентний режим; BS - бурхливі стоячі хвилі; US - стоячі хвилі; RP - хвилі; UP - апвелінг; SM - гладка поверхня; NO - непомітна течія</i>											
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,00	
	2.5 Рештки дерев	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,00		
	2.6 Штучні елементи дна	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,00		
Показник внутрішніх характеристик потоку) (2.1+2.2+2.3+2.4++2.5+2.6)/6													1,50
3. Берега і прибережна зона	3.1 Прибережна рослинність	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,00	
	3.2 Берегокріплення	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3,50	
	3.3 Профіль берега	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3,50	
Показник берега и прибережної зони (3.1+3.2+3.3)/3													3,33
4. Заплава	4.1 Площа заплави	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4,00	
	4.2 Природна рослинність	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4,00	
Показник заплави (4.1+4.2)/2													4,00
Показник гідроморфологічного стану (п.1+п.2+п.3+п.4)/4													2,79

В якості приклада, встановлені для ДО 16 (р. Паулек – с. Видричка) (дод. Б) були проаналізовані такі характеристики місцевості, як: поперечний переріз русла річки природній, берегоукріплення відсутні, глибини середні, руло звивисте, форма річкової долини – визький прохід, що свідчить про ерозійні процеси на вказаному водозборі. Що стосується прибережної зони і заплави, то тут характерна наявність суцільної лінії природних дерев, високої трави і чагарників та штучних споруд (дод. Б). Антропогенний вплив на цей блок характеристик незначний, що пояснюється лише поодинокими будівлями на заплаві річки, здебільшого не житловими. Аналізуючи водозбірний басейн, можна констатувати, що він складений флішовими та глинистими мінеральними породами, і це пояснює достатній прояв ерозійних процесів на вказаному водозборі. Що стосується ґрунтів, то для ДО 16 притаманні пісок, глинистий пісок і валка глина. В цілому в районі ДО 16 землю використовують під сільське господарство, насадження та інше (дод. Б). Таким чином аналізуючи антропогенний вплив на вищенаведену ДО 16, можна зробити висновок, що він незначний. Це передусім, пояснюється відсутністю берегозахисних і гідротехнічних споруд на водозборі, наявністю поодиноких нежитлових будинків в заплавної території, та великою кількістю лісів. У цілому в руслі переважають ерозійні процеси, що обумовлено наявністю вузької природньої долини (дод. Б).

3.3.2. Протокол гідроморфологічної оцінки ділянки обстеження річки

Основою гідроморфологічної оцінки є протокол обстеження ділянки річки. Показники, які входять до складу вказаного протоколу диференціюються на чотири основні категорії і характеризують гідроморфологічну структуру річки на певній ділянці обстеження. До них відносяться основні параметри русла (звивистість, тип, спрямлення), внутрішні характеристики потоку (елементи дна, донні відклади, коливання ширини русла, типи потоку, залишки дерев), параметри берега та прибережної зони (природна прибережна рослинність, берегоукріплення, профіль берега), характеристика заплави (затоплення території заплави, природна рослинність та землекористування в заплаві). Аналіз вказаних параметрів здійснюється безпосередньо на ділянці обстеження (ДО) на відповідних відрізках обстеження (див. табл. 3.7) з обох берегів річки [13, 59, 156].

Слід зазначити, що для кожного параметра (всього їх є 14) відповідної категорії, тобто русла річки, характеристик потоку, берега та прибережна зони і заплави згідно з протоколом гідроморфологічної оцінки Словацької Республіки [59, 86, 162] складені відповідні критеріальні таблиці, які дозволяють визначати їх відповідний клас.

Як вже зазначалося, результати досліджень ВО оцінюються бальною шкалою від 1 (референційні умови) до 5 (сильно змінені умови) по кожному

з вищевказаних параметрів. Середнє значення з наведених показників складає показник гідроморфологічного стану всієї ділянки ДО. Воно співвідноситься зі значеннями гідроморфологічних класів, що власне і дозволяє встановити клас тієї чи іншої ділянки обстеження річки (табл. 3.11) [59].

Заповнений протокол гідроморфологічної оцінки для ділянки обстеження р. Тиса – м. Рахів (ДО 18) представлений у табл. 3.11.

Отримані в дискретному відношенні оцінки гідроморфологічного стану річки, дозволяють із урахуванням комплексу попередніх досліджень скласти уяву про загальні зміни гідроморфологічного стану всієї річки. При цьому дуже важливим є виділення класів по кожному з чотирьох категорій, що дозволяє встановити, в яких компонентах русло-заплавного комплексу спостерігається як найкращий, так і найгірший стан. Це, в свою чергу, визначає необхідність планування низки заходів із збереження або відновлення доброго стану конкретно для певної категорії.

Важливим у методичному відношенні є встановлення референційних умов при проведенні гідроморфологічної оцінки річкового водного масиву.

Ураховуючи умови руслоформування гірських і напівгірських річок і раніше отримані результати гідроморфологічних досліджень для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) [13, 86, 90], можна встановити такі граничні показники стосовно референційних умов (табл. 3.12) [59].

Таблиця 3.12 – Граничні показники референційних умов гідроморфологічної оцінки річок верхньої частини Тиси (в межах України)

Категорія	Показник
Русло річки	1,00
Характеристика потоку	$\leq 1,05$
Берег і прибережна зона	$\leq 1,15$
Заплава	$\leq 1,20$
Загальний показник гідроморфологічної оцінки річок	$\leq 1,10$

Найбільш «жорстким», в цьому відношенні, є показники русла річки і характеристик потоку (табл. 3.12). Для гірських умов навіть незначна зміна русла річки може привезти до погіршення загального екологічного стану водотоку. Варто відмітити, що потік та його параметри відіграють також важливу роль у функціонуванні гірської річкової системи. Тому цим показникам надається така велика увага щодо їхніх змін відносно референційних умов. Дві наступні категорії (табл. 3.12) «берег і прибережна зона» та «заплава» характеризуються найбільшим ступенем водозміни. Тому їхні граничні показники дещо вищі за попередні. Загальний показник гідроморфологічної оцінки гірських і напівгірських річок не повинен перевищувати 1,10, і тоді можна зазначити, що це є референційні умови відносно гідроморфологічного стану цих річкових водних об'єктів [89].

3.3.3. Протокол оцінки гідрологічного режиму ділянки обстеження річки

Крім гідроморфологічної оцінки річок пропонується виконувати (хоча це не обумовлено СЕН №14614 [156]) оцінку її гідрологічних характеристик на ДО, з метою виявлення відмінностей сучасних гідрологічних параметрів річки від референційних [13, 59].

Для цього за основу можна прийняти також словацький підхід. Але для умов річкових систем Українських Карпат, враховуючи їх паводковий режим, є нагальна необхідність введення оцінки змін максимального стоку відносно референційного стану його формування. Крім цього, подібної оцінки заслуговують середній стік, мінімальний стік, амплітуда коливань рівнів води, та коливання стоку, викликані функціонуванням гідроелектростанцій, водосховищ, заборів та скидів води [2, 59].

Приклад оцінки гідрологічного режиму ділянки обстеження р. Чорна Тиса — в місці до злиття з р. Апшинець (ДО 2) в табл. 3.13.

Вказані в табл. 3.13 параметри визначаються також за допомогою критеріальних таблиць [59].

Таблиця 3.13 – Оцінка гідрологічного режиму р. Чорна Тиса – в місці до злиття з р. Апшинець (ДО 2)

№ ДО	Річка - ділянка	Бальна оцінка						
		Середній стік	Мінімальний стік	Максимальний стік	Амплітуда коливань рівнів	Частота коливань стоку	Загальний показник	Клас
1	Чорна Тиса – в місці до злиття з р. Апшинець	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	1,66	Відмінний

Показник гідрологічного режиму безпосередньо не враховується при визначенні гідроморфологічного стану річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України), але має велике значення для загальної оцінки екологічного стану водотоку [13].

В цьому контексті, загальновизнаним є факт, що гідрологічний режим річок виступає чи не основним активним чинником процесів руслоформування [67, 85, 153]. А його будь-які зміни можуть суттєво впливати на зміни морфологічних показників системи «потік-русло-заплава».

Як правило більшість змін в параметрах гідрологічного режиму річок (в тому числі і водотоків басейну Тиси) обумовлені господарською діяльністю в її руслах, заплавах і водозборах. А це призводить до суттєвих кількісних змін його параметрів відносно референційних умов. З іншого боку,

гідрологічні параметри мають достатньо тісні зв'язки з певними характеристиками потоку (табл. 3.13). Тому в більшості випадків погіршення показника гідрологічного режиму корелює із погіршенням показника гідроморфологічної оцінки [59, 153].

Для ДО 2 (табл. 3.13) такі елементи гідрологічного режиму як максимальний стік і амплітуда коливань рівнів води мають певні зміни.

Це обумовлено наявністю земляної греблі в 300 м від злиття Чорної Тиси і Апшинця, яка виконує певний підпір, особливо при максимальних рівнях води. Тому ці елементи для ДО 2 мають третій клас гідрологічної оцінки. Разом з тим, загальний клас гідрологічної оцінки є першим, хоча і достатньо близько наближається до другого класу (табл. 3.13).

3.4. Результати протокольної оцінки гідроморфологічного стану річок верхньої частини басейну Тиси

Оцінка гідроморфологічного стану водотоків для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) виконана на основі запропонованих та відпрацьованих на конкретних водних об'єктах методичних підходах, [13, 21, 38, 86], які у стислій формі викладені в розділі 3.3.2. У передекспедиційному етапі робіт були намічені репрезентативні ділянки обстежень (ДО) на водних масивах досліджуваної території, яка охоплює басейни річок Чорної та Білої Тиси, а також водозбірну ділянку Тиси від злиття вищевказаних річок і до початку її транскордонної частини (с. Ділове), та річок Косівська, Мала Шопурка, Середня та Шопурка. Такі ділянки обстежень закладались у характерних місцях річок, які відображають гідроморфологічний стан всього водотоку або основної її частини в конкретних умовах оточуючого середовища. Крім того, вибір ДО призначався з урахуванням типологічної та ідентифікаційної класифікації річок [13].

Під час польових експедиційних досліджень, які проведені в період з 22.09.2010 по 29.09.2010 виконана комплексна оцінка гідроморфологічного стану річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України).

За результатами гідроморфологічних досліджень були складені протоколи гідроморфологічної оцінки для двадцяти трьох ДО, які в узагальненому вигляді приведені в табл. 3.14 [13, 97-98]. Дана таблиця відображає не лише загальний показник гідроморфологічного стану, але і кожну з чотирьох категорій, за якими проводять гідроморфологічну оцінку, а саме: русло річки, внутрішні характеристики потоку, берег і прибережна зона та заплава. Такий підхід є універсальним і комплексним. Він дає змогу оцінити не лише загальний стан, але і окремі гідроморфологічні елементи річкової системи, що в подальшому допоможе розробити конкретні рекомендації по кожному з елементів русло-заплавного комплексу. Варто зазначити, що перші три ДО, які розміщені в табл. 3.14, були опрацьовані нами в зимовий період 2010 року [88].

Слід також зауважити, що в роботі [38] детально розглянута гідроморфологічна оцінка р. Тиса від держкордону з Румунією до с. Яблунівка, що відображено також і в інших публікаціях [21, 86, 154]. Тому в наших дослідженнях прикордонна ділянка Тиси не враховувалась.

Результати гідроморфологічної оцінки засвідчили, що гідроморфологічна оцінка відповідає першому класу на шістнадцяти ДО, другому класу для п'яти і третьому класу для двох з них табл. 3.14 і рис. 3.4.

**Таблиця 3.14– Результати гідроморфологічної оцінки річок
верхньої частини басейну Тиси (в межах України)**

№	Річка - ДО	Бальна оцінка					Оцінка гідроморфологічного стану
		Русло	Внутрішні характеристики потоку	Берег і прибережна зона	Заплава	Загальний Показник	
1	Чорна Тиса – ур Околи	1,00	1,16	1,16	1,25	1,14	відмінний
2	Чорна Тиса – злиття з р. Апшинець	1,00	1,23	1,00	1,35	1,14	відмінний
3	Чорна Тиса- стр. Середній	1,13	1,16	1,30	1,75	1,33	відмінний
4	Чорна Тиса – смт Ясіня	1,33	1,00	2,67	2,75	1,94	добрий
5	Станіслав – с. Чорна Тиса	1,00	1,00	1,23	1,00	1,06	відмінний
6	Довжина –с. Чорна Тиса	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	відмінний
7	Лазещина – база Козмещик	1,00	1,00	1,17	1,25	1,1	відмінний
8	Лазещина – с. Ясіня	1,00	1,00	1,43	2,25	1,42	відмінний
9	Біла Тиса - с. Розтоки	1,67	1,00	2,17	3,5	2,08	добрий
10	Стоговець - с. Луги	1,00	1,13	1,67	1,00	1,28	відмінний
11	Бальзатул - вище с. Луги	1,00	1,00	1,1	1,00	1,04	відмінний
12	Говерла - с. Говерла	1,27	1,17	2,5	2,5	1,86	добрий
13	Шоул - с. Богдан	1,13	1,00	1,47	1,20	1,20	відмінний
14	Богдан – с. Богдан	1,00	1,00	1,33	1,50	1,21	відмінний
15	Квасний - с. Богдан	1,67	1,17	2,5	2	1,83	добрий
16	Паулек – с. Видричка	1,00	1,00	2	2,5	1,62	відмінний
17	Білий- с. Ділове	1,00	1,00	1,00	1,25	1,06	відмінний
18	Тиса – м. Рахів	2,33	1,50	3,33	4,0	2,79	задовільний
19	Тиса – с. Ділове	1,50	1,33	3,92	4,50	2,81	задовільний
20	Косівська – с. Косівська Поляна	1,00	1,00	1,66	1,5	1,29	відмінний
21	Мала Шопурка – с. Кобилецька Поляна	1,00	1,08	1,3	1,45	1,21	відмінний
22	Середня - с. Кобилецька Поляна	1,00	1,16	1,33	1,3	1,19	відмінний
23	Шопурка – с. Кобилецька Поляна	1,27	1,13	2,2	2,5	1,77	добрий

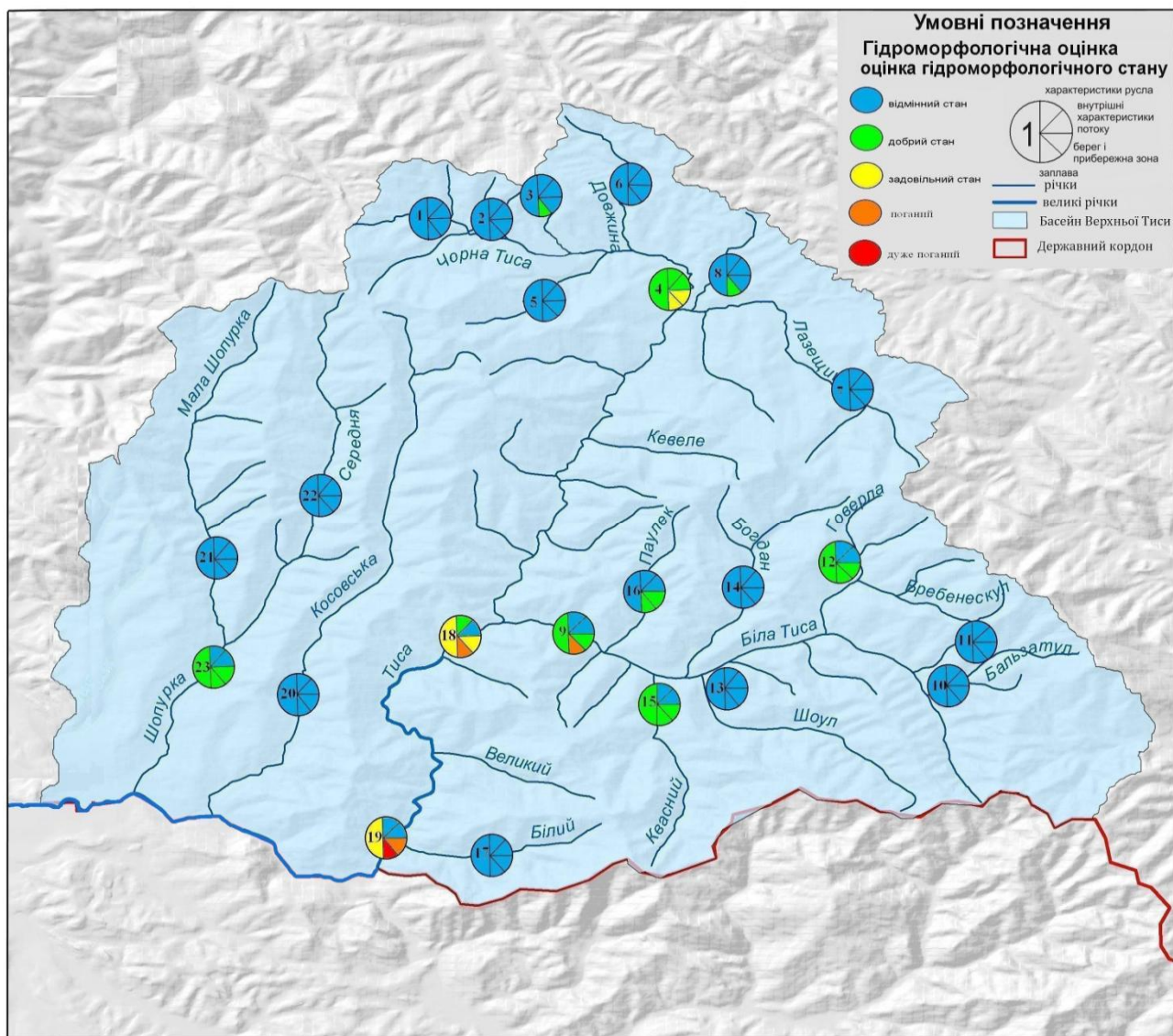


Рис. 3.4 – Схема розташування ДО та оцінка гідроморфологічного стану річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Характеризуючи кожен з елементів оцінки гідроморфологічного стану, варто відзначити, що перші два з них – *русло та внутрішні характеристики потоку* – на всіх досліджуваних ділянках обстеження відповідають першому класу, тобто мають відмінний стан (табл. 3.14).

Проте, господарювання людей, які все більше втручаються у екосистеми, не лишається непоміченим, і це можна бачити за результатами оцінки наступних двох категорій – *берег і прибережна зона та заплава*. У табл. 3.15 помітна строката картина кольорів, що вказує на те, що природний стан цих елементів на багатьох ДО порушений [59,98].

За категорією *берег і прибережна зона* 15 ділянок обстеження відповідають першому класу (ДО 1, ДО 2, ДО 3, ДО 5, ДО 6, ДО 7, ДО 8, ДО 10, ДО 11, ДО 13, ДО 14, ДО 17, ДО 20, ДО 21, ДО 22), 5 ділянок – другий клас (ДО 9, ДО 12, ДО 15, ДО 16, ДО 23). Для ділянок третього класу погіршення гідроморфологічного стану викликане наявністю берегоукріплень на річці, що викликало й зміну берегового профілю. Як

правило, такі ділянки приурочені до місць близького примикання автомобільних доріг (ДО 4, ДО 18). Для ДО 19 характерним є четвертий клас гідроморфологічного стану, що також обумовлено значною видозмінністю даної категорії відносно референційних умов. Вищенаведені ділянки обстеження відповідають поганому гідроморфологічному стану, що викликано найбільшим антропогенним впливом на берегову зону, а саме, наявністю мосту та прилягання до неї автомобільної дороги.

Таким чином, перший клас гідроморфологічної якості відповідає двом водним масивам на р. Чорна Тиса, р. Шопурка, трьом водним масивам на р. Біла Тиса, та одному водному масиву на р. Тиса та р. Косівська. Другий клас відповідає двом масивам на р. Біла Тиса і одному водному масиву на р. Шопурка. Третій клас та четвертий класи гідроморфологічної якості відповідають одному масиву на р. Чорна Тиса та р. Тиса і одному водному масиву на р. Тиса (табл. 3.1, табл. 3.5) [59].

Щодо останньої категорії – заплава – то тут, як видно з табл. 3.14, можна помітити діапазон чотирьох кольорів, що вказує на різний гідроморфологічний стан гідроморфології стан в даній категорії – від природного, до поганого. Саме заплави річок є найуразливішим елементом щодо штучних змін. В межах досліджуваної території на 13 ДО, що відповідають одному типу річкового водного масиву для річок Тиса, Косівська, двом водним масивам для р. Чорна Тиса, Шопурка та трьом водним масивам для річки Біла Тиса, заплава за гідроморфологічним станом відноситься до першого класу (ДО 1, ДО 2, ДО 5, ДО 6, ДО 7, ДО 10, ДО 11, ДО 13, ДО 14, ДО 17, ДО 20, ДО 21, ДО 22), 6 ділянок відповідають другому класу, що належать двом водним масивам для р. Чорна Тиса, трьом водним масивам для р. Біла Тиса та одному водному масиву для р. Шопурка (ДО 3, ДО 8, ДО 12, ДО 15, ДО 16, ДО 23). Натомість 2 ділянки характеризуються третім класом, які відповідають одному водному масиву для річок Біла Тиса та Тиса (ДО 9, ДО 18). Одна ділянка відповідає одному водному масиву р. Біла Тиса і має четвертий клас (ДО 19) (табл. 3.1, табл. 3.14) [59, 98].

Незначне відхилення від природного стану по категорії заплава на ряді ділянок викликане здебільшого зміною природної рослинності. У випадках, коли клас нижче другого, є зміненою ширина затоплення заплави. Це спричинене звуженням заплавного коридору від спорудження авто- та залізничних доріг або протипаводкових дамб.

Загальний гідроморфологічний стан на досліджуваних водних масивах є відмінним у шістнадцяти випадках, що відповідає всім водним масивам вказаної території. Варто відмітити, що у п'яти випадках (ДО 5, ДО 6, ДО 7, ДО 11, ДО 17), у відповідності до одного водного масиву річок Біла Тиса та Тиса та двох водних масивам для р. Чорна Тиса (табл. 3.1, табл. 3.5, табл. 3.14), спостерігаються гідроморфологічні умови, які є близькими до референційних (загальний показник не перевищує 1,10). Ці ділянки річок мають найменше антропогенне навантаження і знаходяться в природних умовах існування.

Подальший аналіз інформації, наведеної в табл. 3.14 і представленої на рис. 3.4 засвідчує, що другому класу (ДО 4, ДО 9, ДО 12, ДО 15 і ДО 23) відповідають ділянки, для одного водного масиву на річках Чорна Тиса і Шопурка та трьох водних масивів на р. Біла Тиса (табл. 3.1), де найбільшу видовимність мають категорії берега і прибережної зони та заплави. Для них треба передбачати заходи стосовно збереження і (за наявності третього класу категорії) покращення гідроморфологічного стану. Для ДО 18 і ДО 19, які притаманні для одного водного масиву на р. Тиса (табл. 3.1) характерним є задовільний третій клас гідроморфологічної якості. Найгіршу ситуацію тут мають знов-таки категорії берега і прибережної зони та заплави, які характеризуються поганим і дуже поганим станом. Враховуючи значне селитебне навантаження на цих ділянках і наявність низки гідротехнічних протипаводкових споруд, їх доцільно перевести у кандидати до істотно змінених водних об'єктів, для яких немає необхідності визначати гідроморфологічний стан [59].

Згідно основних положень ВРД ЄС [20], оцінка гідроморфологічного стану річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) має завершуватись загальною оцінкою гідроморфологічного стану її водних масивів (табл. 3.15). Саме для водного масиву, а не для ділянки обстеження розробляються певні заходи, спрямовані на збереження або поліпшення цього стану. У табл. 3.15 наведені всі ДО, які належать окремим водним масивам річок басейну та усереднений їхній гідроморфологічний стан [97, 98].

Оцінюючи дані зазначеного стану, видно, що для малих та середніх річок на середньогір'ї притаманні переважно відмінний і добрий стани, що відповідає всім водним масивам (табл. 3.15). Натомість, для великих річок на середньогір'ї характерним є задовільний гідроморфологічний стан, що відповідає водному масиву на річці Тиса (ДО 18, ДО 19). Таким чином, малі і середні річки потребують значно меншої уваги стосовно реалізації заходів до покращення гідроморфологічного стану, а великі річки, в свою чергу, потребують достатньо заходів щодо покращення їх гідроморфологічного стану [59, 97].

Варто відмітити, що вищевикладені умови загального гідроморфологічного стану річок верхньої частини Тиси (в межах України) добре співвідносяться з виконаними дослідженнями стосовно типів русел річок вказаного водозбору рис. 4.15 (див. розділ 4.5.1) [101].

Відмінний гідроморфологічний клас (табл. 3.15) відповідає поріжно – водоспадним руслам (рис. 4.15), що пояснюється відсутністю антропогенного і селибетивного навантаження і значними висотними відмітками на вказаному водозборі.

Таблиця 3.15 – Загальна оцінка гідроморфологічного стану водних масивів річок басейну верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Водний масив	Тип	Довжина водного масиву, км	№ ДО	Руслові донні наноси	Оцінка гідроморфологічного стану
1	2	3	4	5	6
Чорна Тиса	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	17	ДО 1, ДО 2, ДО 3, ДО 5	Валунні, гальково - валунні	Відмінний
		33	ДО 4	Валунні, гальково - валунні	Добрий
			ДО 6, ДО 7, ДО 8		Відмінний
	Середні річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	50	–	Валунні, гальково - валунні	Відмінний
Біла Тиса	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-альковими відкладами	8	ДО 10, ДО 11	Валунні, гальково - валунні	Відмінний
	Малі річки у вулканічних породах на середньогір'ї з гальково-валунними відкладами			Гальково-валунні, галькові	Відмінний
	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	7	ДО 12	Валунні, гальково - валунні	Добрий
	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	19	ДО 14, ДО 16	Валунні, гальково - валунні	Відмінний
	Малі річки у вулканічних породах на середньогір'ї з гальково-валунними відкладами		ДО 13	Гальково-валунні, галькові	Відмінний
			ДО 15		Добрий
	Середні річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	34	ДО 9	Валунні, гальково-валунні	Добрий

1	2	3	4	5	6
Тиса	Малі річки у вулканічних породах на середньогір'ї з гальково-валунними відкладами	28	ДО 17	Гальково-валунні, галькові	Відмінний
	Великі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з гальково-валунними відкладами		ДО 18, ДО 19	Гальково-валунні, галькові	Задовільний
Косівська	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	41		Валунні, гальково - валунні	Відмінний
	Середні річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами		ДО 20	Валунні, гальково - валунні	Відмінний
Шопурка	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	28	ДО 21	Валунні, гальково - валунні	Відмінний
	Середні річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами			Валунні, гальково - валунні	Відмінний
	Середні річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно – гальковими відкладами	27	ДО 22	Валунні, гальково - валунні	Відмінний
		16	ДО 23	Валунні, гальково - валунні	Добрий

Що стосується другого класу, то тільки три ДО (ДО 4, ДО 9, ДО 12) (табл. 3.15) відповідають руслам з нерозвинутими алювіальними формами (рис. 4.15), а три ДО (ДО 8, ДО 13, ДО 14) відносять до першого класу. Це пов'язано, в першу чергу, з наявністю берегозахисних споруд, які були побудовані після проходження катастрофічного паводку 2008 року на водозборах вищенаведених ділянок обстежень. Для інших ДО, які відносяться до вищенаведеного типу русла, антропогенний вплив незначний, тому вони відповідають першому класу гідроморфологічної якості.

Третій (задовільний) клас гідроморфологічної якості в цілому відповідає руслам з розвинутими алювіальними формами (рис. 4.15). Це пов'язано, в першу чергу зі значним антропогенним і селибетивним навантаженням на ділянках обстежень (ДО 18, ДО 19) (табл. 3.15), а саме, наявністю гідротехнічних і берегозахисних споруд. Також, варто відмітити і тенденцію до зменшення абсолютних висот до 400м порівняно із поріжно-водоспадним типом русла, що, в свою чергу, призводить до наявності більшої кількості населених пунктів на ділянках обстежень.

3.5. Гідрологічна оцінка гідроморфологічного стану річок верхньої частини басейну Тиси

Гідрологічна оцінка засвідчує зміну гідрологічного режиму відносно референційних умов. На річках верхньої частини Тиси (в межах України), показники гідрологічної оцінки наведені в рис. 3.5 і табл. 3.16.

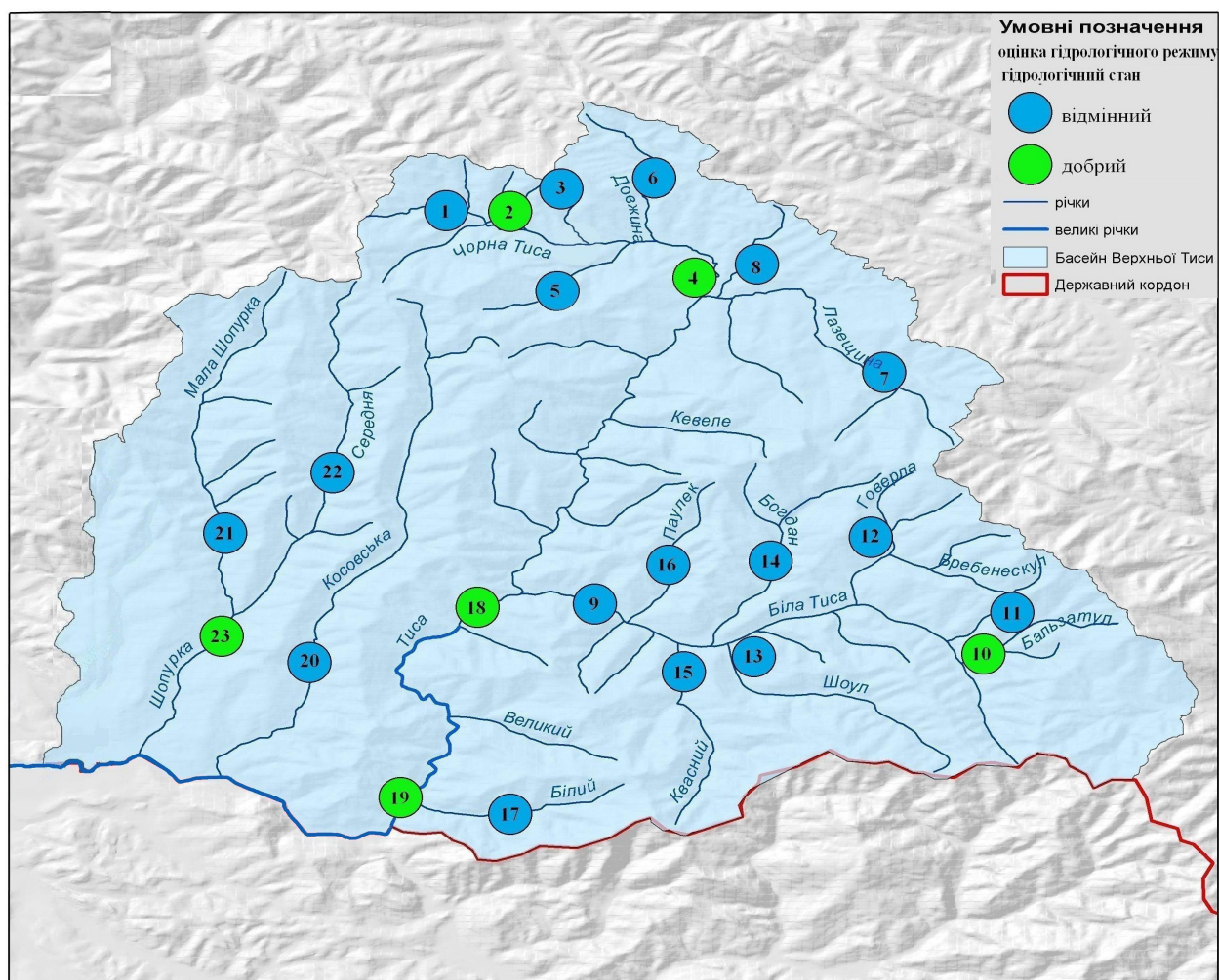


Рис. 3.5 – Схема розташування ДО та гідрологічна оцінка гідроморфологічного стану річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Таблиця 3.16 – Результати гідрологічної оцінки річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

№	Річка - ділянка	Бальна оцінка						
		Середній стік	Мінімальний стік	Максимальний стік	Амплітуда коливань рівнів	Частота коливань стоку	Загальний показник	Оцінка гідрологічного стану
1	Чорна Тиса – ур. Околи	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
2	Чорна Тиса – злиття з р. Апшинець	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	1,80	II
3	Чорна Тиса – стр. Середній	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
4	Чорна Тиса - смт Ясіня	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	1,80	II
5	Станіслав – с.Чорна Тиса	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
6	Довжина - Чорна Тиса	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
7	Лазещина - база Козмешик	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
8	Лазещина - с. Ясіня	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
9	Біла Тиса - с. Розтоки	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
10	Стоговець - с. Луги	1,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,80	II
11	Бальзатул - вище с.Луги	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
12	Говерла - с. Говерла	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
13	Шоул – с. Богдан	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
14	Богдан - с. Богдан	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
15	Квасний - с. Богдан	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
16	Паулек - с. Видричка	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
17	Білий- с. Ділове	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
18	Тиса – м.Рахів	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	1,80	II
19	Тиса – с. Ділове	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	1,80	II
20	Косівська – с. Косівська Поляна	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
21	Мала Шопурка – с. Кобилецька Поляна	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
22	Середня Ріка – с. Кобилецька Поляна	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	I
23	Шопурка – с. Кобилецька Поляна	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	1,80	II

Відповідно до таблиці 3.16, гідрологічна оцінка відповідає першому відмінному класу, крім шести ділянок обстеження (ДО 2, ДО 4, ДО 10, ДО 18, ДО 19, ДО 23), що відповідають двом водним масивам на р. Чорна Тиса, та одному водному масиву на річках Біла Тиса, Тиса, Шопурка (табл. 3.1) [13].

Для ДО 2 та ДО 10, які відповідають одному водному масиву для річок Чорна Тиса та Біла Тиса (табл. 3.16) характерний задовільний стан, що пов'язано в першу чергу, з наявністю гребель на водозборах. Для ДО 4, ДО 18, ДО 19, ДО 23, що відповідають одному водному масиву на річках

Чорна Тиса, Тиса, та Шопурка (табл. 3.16), також характерний другий добрий клас гідроморфологічного стану. Це пояснюється тим, що ці ДО знаходяться в густозаселених районах та антропогенне і селебетивне навантаження тут значне. Варто також зазначити, що після проходження катастрофічного паводку в 2008 році в межах вищенаведених ДО 4, ДО 18, ДО 19, ДО 23 розпочалось будівництво берегозахисних і гідротехнічних споруд, що, в свою чергу, вплинуло на показники максимального стоку і амплітуди коливань рівнів (табл. 3.16).

Таким чином, для вищенаведених ДО характерний другий добрий стан, який для річок Чорна Тиса, Тиса і Шопурка пов'язаний з їх русловою зарегульованістю, а для р. Стоговець і верхів'я Чорної Тиси (ДО 2) – зарегульованості стоку греблями.

Надзвичайно важливим з огляду на гідроморфологічну оцінку річок є визначення референційних умов та їх критеріальна оцінка. Зважаючи на отримані результати і досвід подібних робіт в країнах ЄС, ми пропонуємо в якості референційних з огляду на гідроморфологічну оцінку визначати ДО, для яких загальний показник не повинен перевищувати 1,10. При цьому показник гідрологічного режиму має бути рівний 1,00. За таких обставин можна вважати, що вплив господарської діяльності на ділянку обстеження практично не прослідковується і зміни в гідроморфології річки в ретроспективному плані не відбулися [21].

Таким чином, результати як гідрологічної, так і гідроморфологічної оцінок засвідчили істотні зміни в річках верхньої частини басейну Тиси (в межах України) саме в найбільш густозаселених районах, де мають найбільші екологічні і економічні наслідки від катастрофічних паводків.

РОЗДІЛ 4.

РУСЛОВІ ПРОЦЕСИ РІЧОК ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ТИСИ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ)

Вперше комплексний (системний) аналіз руслових процесів був проведений М. І. Маккавєєвим [69], який сформулював *гідролого-геоморфологічний* напрям їх досліджень. У своїй класичній монографії «Русло реки и эрозия в её бассейне» (1955 р.) розкривається принципова єдність процесів ерозії та акумуляції при руслоформуванні.

Ряд досліджень стосовно закономірностей прояву руслових процесів на гірських річках виконали С. Т. Алтунін, Р. С. Чалов, В. Ф.Талмаза і А. М. Крошкін, З. Д. Копаліані і В. С. Цхаладзе, В. В. Ромашин (див. 1.4).

Аналіз процесів руслоформування річок Карпатського регіону виконали В. В. Онишук, Я. І.Каганов, М. Н. Бухін, О. Н.Кафтан, а також L. Masura, L. Zaharia, K. Krzemien (див.1.4).

В Україні по дослідженню руслових процесів на гірських річках Українських Карпат роботи виконані під керівництвом О. Г. Ободовського (див. 1.4). Тут варто відзначити поєднання активних, пасивних і проміжних чинників руслових процесів, які в цілому характеризують форми їх прояву. Для гірських і напівгірських річок це питання хоча і має висвітлення, але в регіональному контексті потребує ще низки уточнень і узагальнень.

4.1. Оцінка руслоформувальних витрат води

За оцінками різних авторів важливим і чи не першорядним етапом комплексної характеристики руслових процесів є розрахунок руслоформувальних витрат води [44, 94, 108].

Розглядаючи питання визначення руслоформувальних витрат води виникає необхідність виокремлення їхнього розрахунку для рівнинних та для гірських річок із врахуванням суттєвих відмінностей в проявах процесів руслоформування.

В цьому контексті чи не вперше М. І. Маккавєєв вказав на принципову в цьому контексті відмінність руслоформувальної діяльності водних потоків у горах і на рівнинах [68-70].

Розрахунки руслоформувальних витрат води для басейну Верхньої Тиси були проведені В. В. Онищуком [108, 114], О. Г. Ободовським [94], О. С. Коноваленко [52-53].

У даній роботі виконана оцінка та уточнення параметрів руслоформувальних витрат води, а також здійснені сучасні їх розрахунки з урахуванням періодів водності річок.

Проходження високих паводків на річках, які завдають значних екологічних соціальних і економічних збитків, спонукають до необхідності проведення фундаментальних досліджень стосовно впливу природно-антропогенних факторів на інтенсивність розвитку процесів

руслоформування. Одним з найактивніших чинників, які формують гідроморфодинамічну стійкість русло-заплавного комплексу, є проходження руслоформувальних витрат води і транспортування наносів, що визначає темпи формування рельєфу, русла і заплави [110].

Беручи до уваги той факт, що типи русел формуються в значній мірі під впливом проходження руслоформувальних витрат водотоку, то в цьому форматі, превалююче значення має достовірне визначення цих витрат води для різних ділянок річок. Такі дані необхідні як для теоретичного узагальнення результатів дослідження, так і для практичного їх використання при веденні моніторингу та управлінні русловими процесами [93].

Для цього були задіяні найбільш апробовані методики, а саме, методика М. І. Маккавєєва [67, 69], методика УкрНДІГІМ – КНУ [94, 108, 114]. Перша з них пройшла вагому перевірку на рівнинних річках, друга показала цілком достовірні результати для річок Карпатського регіону. Порівняльний їх аналіз дозволить встановити ступінь їх впливу на саморегулюючу систему «потік – русло».

Розрахунки руслоформувальних витрат води виконанні для існуючих гідрологічних постів, які мають дані багаторічних спостережень (для методики М. І. Маккавєєва). За розрахунковими залежностями для всіх ДО (гідроморфологічного моніторингу) (див. розділ 3) досліджуваного регіону обраховані витрати за методикою УкрНДІГІМ – КНУ.

Найбільш застосованою при виконанні руслових розрахунків, зокрема для рівнинних річок, є методика М. І. Маккавєєва [67, 70, 71, 85]. Вона дає можливість визначити руслоформувальні витрати води при характерних рівнях зміни питомої потужності водотоку у межах структурного розвитку системи “потік - русло - заплава”.

За методикою М. І. Маккавєєва [69] руслоформувальними (Q_ϕ) є витрати води, які відповідають найбільш інтенсивному розвитку руслових деформацій, і за яких має місце максимальний стік наносів. В цьому випадку Q_ϕ визначається як максимум (максимуми) добутку такої залежності:

$$Q_\phi = f(\sigma Q_0^n P I), \quad (4.1)$$

де σ - коефіцієнт, що враховує ширину розлиття річки ($\sigma = 1$ до виходу води на заплаву; $\sigma = 0,9$ при ширині заплави меншої двох ширин русла; $\sigma = 0,5$ при ширині затопленої заплави більше десяти ширин русла); Q_0 – середня витрата кожного з інтервалів, на які розбивається весь діапазон витрат, що спостерігаються в розрахунковому створі (при цьому беруться щоденні витрати води), $\text{м}^3/\text{с}$; n – показник ступеня, що залежить від крупності руслового алювію ($n = 2,5$ для річок з гравійно-гальковим дном; $n = 3$ для гальково-валунного складу шару самовимощення русла), (показники ступеня були уточнені для річок України в роботах [83-85]); P – ймовірність перевищення щоденних витрат води для відповідного їх інтервалу, %; I – середній похил вільної поверхні водотоку для відповідного інтервалу витрат.

Стандартний алгоритм визначення руслоформувань витрат за методикою М.І. Маккавєєва наведений у роботах [67, 69, 92].

Рівняння (4.1) за своєю суттю виражає потужність ГДС_{п-р} (гідродинамічна система «потік – русло») і досить адекватно характеризує енергетику рівнинних водотоків. Що стосується гірських річок, то використання даного підходу до визначення руслоформувань витрат пов'язане з деякими методичними обмеженнями.

Насамперед, це стосується питання об'єктивного врахування водності паводків, які на гірських річках проходять досить швидко, а їх максимуми можуть в декілька разів перевищити середньодобові витрати (див. 2.5).

З іншої методологічної позиції [93, 108] для русел гірських річок можна обмежитись оцінкою витрат води при динамічній рівновазі ГДС_{п-р}, коли в руслі спостерігається шар самовимощення, який визначає загальну його стійкість при паводковому режимі.

В цьому контексті може бути застосований підхід стосовно розрахунків руслоформувань витрат води за методикою УкрНДІГіМ – КНУ [10,93,108]. Відповідно до нього руслоформувальна витрата водотоку (Q_{pf}) – це така витрата (еквівалентна дії суми витрат за багаторічний період в межах структурного розвитку системи „потік-русло”), при якій надлишок енергії потоку витрачається на формування в руслі характерних (типових) гідроморфологічних структур та транзит наносів [93, 108].

Розрахунок руслоформувань витрат (Q_{pf}) проводиться за рівнянням динамічної рівноваги ГДС_{п-р}, яке має наступний вигляд [93, 172]:

$$\frac{\omega_{pf} \cdot h_{pf}^{0,666}}{Q_{pf}} \sqrt{\frac{\Delta Z - \Delta(V_0^2 / 2g)}{\Delta l}} - \frac{f^{0,5} R_{pf}^{0,166}}{\sqrt{2g} (4 \lg \frac{h_{pf}}{D_{сер-зв}} + 4,25)} = 0, \quad (4.2)$$

де ω_{pf} – площа поперечного перерізу водотоку (питома руслоформувальна ємність) при проходженні розрахункової руслоформувальної витрати; h_{pf} – середня глибина потоку при руслоформувальній витраті; Q_{pf} – розрахункова руслоформувальна витрата водотоку $Q_{pf} = h_{pf} B_{pf} V_{\partial-p}$, де B_{pf} – ширина потоку по вільній поверхні при Q_{pf} , як правило, це ширина в брівках русла; $V_{\partial-p}$ – середня швидкість потоку при Q_{pf} , тобто швидкість течії при динамічній рівновазі ГДС_{п-р}); $\frac{\Delta z}{\Delta l}$ – гідравлічний похил водотоку при квазірівномірному гідравлічному режимі, який як правило, спостерігається при наповненні русла в брівках, тобто при проходженні паводків з витратою Q_{pf} ; $\frac{\Delta z}{\Delta l} = J \approx i$ (i - похил водотоку при стійкій межені); $\frac{\Delta V_0^2 / 2g}{\Delta l}$ – градієнт питомої кінетичної енергії у створі при проходженні паводків з витратою Q_{pf} ; f – коефіцієнт гідравлічного опору руслових форм, який змінюється в

межах від 1 до 1,3 в залежності від типу русла [99]; $R_{pf} = (h_{pf} B_{pf}) / \chi_{pf}$ – гідравлічний радіус водотоку найвигідніший в умовах вільного прояву процесів руслоформування при проходженні паводку з витратою Q_{pf} ; $D_{сер.зв}$ – середньозважений діаметр частинок наносів поверхневого шару руслової улоговини (шару самовимощення), який дорівнює середньозваженій абсолютній висоті виступів шорсткості ложа русла - $D_{сер.зв} = \Delta_{сер.зв}$ [59, 93].

Рівняння (4.2) розв'язується шляхом підбору значень вихідних величин ($h_{сер} \rightarrow V_0$) з використанням для корегування розрахункових даних гідроморфологічних зв'язків $Q = f(h)$, $Q = f(V)$, $Q = f(w)$, $V = f(h)$.

Виходячи із положень центроструменевого руслоформування [110, 172], ступінь стійкості русел річок, а також, при необхідності, основні їх параметри В. В. Онищук пропонує визначити за допомогою рівняння:

$$\left(\frac{B}{h} \right)^{0,25} - k_e \frac{I_0^{0,125}}{Fr_{у.с}} = 0 \quad (4.3)$$

де k_e – коефіцієнт ергодичності єдиного ерозійно-аккумулятивного процесу, який змінюється у межах від числа $g^{0,5} = 3,14$ до $g\Phi = 5,1$; $Fr_{у.с} = V^{0,5}/(gh)^{0,25}$ – число Фруда для центрального планового струменя (шириною орієнтовно $b_{у.с} = \pi h_{pf}$, яке обчислюється для потоку з руслоформуючою витратою води і наносів.

На основі рівняння (4.3) центроструменевого руслоформування значення руслоформувальної витрати визначається за формулою:

$$Q_{pf} = [\kappa_e h_{pf} (gB_{pf})^{0,25} I_0^{0,125}]^2. \quad (4.4)$$

Необхідно відмітити, що руслоформувальні витрати води, які обраховані за (4.2) і (4.4) дають досить подібні величини.

Варто зазначити, що методика УкрНДІГІМ – КНУ дає можливість визначити руслоформувальні витрати води для рівня bankfull, так і для стану динамічної рівноваги ГДС_{п-р} [98]. При цьому необхідно мати достовірні дані вихідної інформації стосовно гідроморфологічних показників, зокрема, відповідного визначення шорсткості русла. Шорсткість русла гірських річок, які мають шар самовимощення дна, визначається крупністю наносів його поверхні під впливом режиму транспортування наносів [38, 109].

В даній роботі було проведено співставлення результатів розрахунків Q_ϕ і Q_{pf} для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України).

За методикою М. І. Маккавєєва для річок даного басейну (в межах України) (табл. 4.1) сучасні обрахунки руслоформувальних витрат води були виконані за даними діючих гідрологічних постів (р. Чорна Тиса – смт Ясіня, р. Біла Тиса – с. Луги, р. Тиса – м. Рахів, р. Косівська – с. Косівська Поляна). До них були долучені Q_ϕ по закритому витратному посту р. Тиса – с. Ділове (по 1988 р.) та посту р. Тиса – смт Вилок, як замикального в українській частині басейну Тиси. Слід зазначити, що витрати води були взяті по 2012 рік включно.

Таблиця 4.1 – Розрахунок руслоформувальних витрат води для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) за методикою М. І. Маккавєєва для різних фаз водності

Річка – гідропост	Маловодна фаза				Багатоводна фаза			
	верх. інтервал $Q_{ф.в}$	P%	у межах руслових брівок $Q_{фр}$	P%	верх. інтервал $Q_{ф.в}$	P%	у межах руслових брівок $Q_{фр}$	P%
Чорна Тиса – смт Ясіня	30,4	0,21	18,3	1,6	70,0	0,06	14,2	8,4
Біла Тиса – с. Луги	54,6	0,02	13,0	9,3	65,0	0,02	18,2	6,3
Тиса – м. Рахів	198	0,27	54,0	18,8	270	0,27	54,0	25,8
Тиса – с. Ділове	285	0,03	46,0	28,0	346	0,15	46,0	30,3
Косівська – с. Косівська Поляна	44,5	0,07	10,3	17,7	58,2	0,21	10,3	19,9
Тиса – смт Вилок	–	–	302	31,6	1910	0,55	302	33,8

Розрахунки $Q_{ф}$ були проведені за період спостережень, який перевищує 40 років і, таким чином, в них були враховані як маловодна, так і багатоводна фази водності річок. Це дало можливість встановити ці витрати окремо для вказаних фаз водності (табл. 4.1) [171].

Тому для достовірного розрахунку $Q_{ф}$ за методикою М.І. Маккавєєва був запропонований підхід, який стосується їх визначення саме в багатоводні фази водності річок. Саме в ці фази зростають максимальні витрати води і найбільш активно проявляється дія потоку на форми русла і заплави. Особливо яскраво це спостерігається на гірських річках, де явище кінематичного ефекту проявляється не так виразно, як на рівнинних.

Величини $Q_{ф}$, які спостерігаються в межах руслових брівок, майже не змінюються для маловодної та багатоводної фаз водності (табл. 4.1), що свідчить про відносну сталість процесів руслоформування при наповненні русла. Що стосується верхніх інтервалів $Q_{ф.в}$, то тут спостерігається значна різниця в витратах води для маловодної та багатоводної фаз, яка досягає 30% і більше. Також слід зазначити, що в багатоводну фазу забезпеченість витрат води менша, а в маловодну фазу більша (табл. 4.1). Тому, ці витрати варто обчислювати з обов'язковим урахуванням багатоводної фази в коливаннях водності гірських річок [172].

На рис. 4.1 зображені епюри руслоформувальних витрат води в маловодну та багатоводну фазу водності для р. Тиси – м. Рахів (А, Б) та р. Біла Тиса – с. Луги (В, Г).

За допомогою оцінки коливань водності річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) (табл. 2.16) для максимального стоку весь ряд спостережень для вищенаведених гідрологічних постів було розбито на два періоди – маловодна та багатоводна фази, які є кінцевими в спостереженнях. Вперше для двох періодів були проведені розрахунки $Q_{ф}$ за методикою М.І. Маккавєєва (4.1). Встановлено, що для маловодного періоду $Q_{ф.в}$ менші на 15 - 20% ніж в багатоводний період (табл. 4.1). Тому величина $Q_{ф.в}$ може бути може бути змінною для різних періодів спостережень.

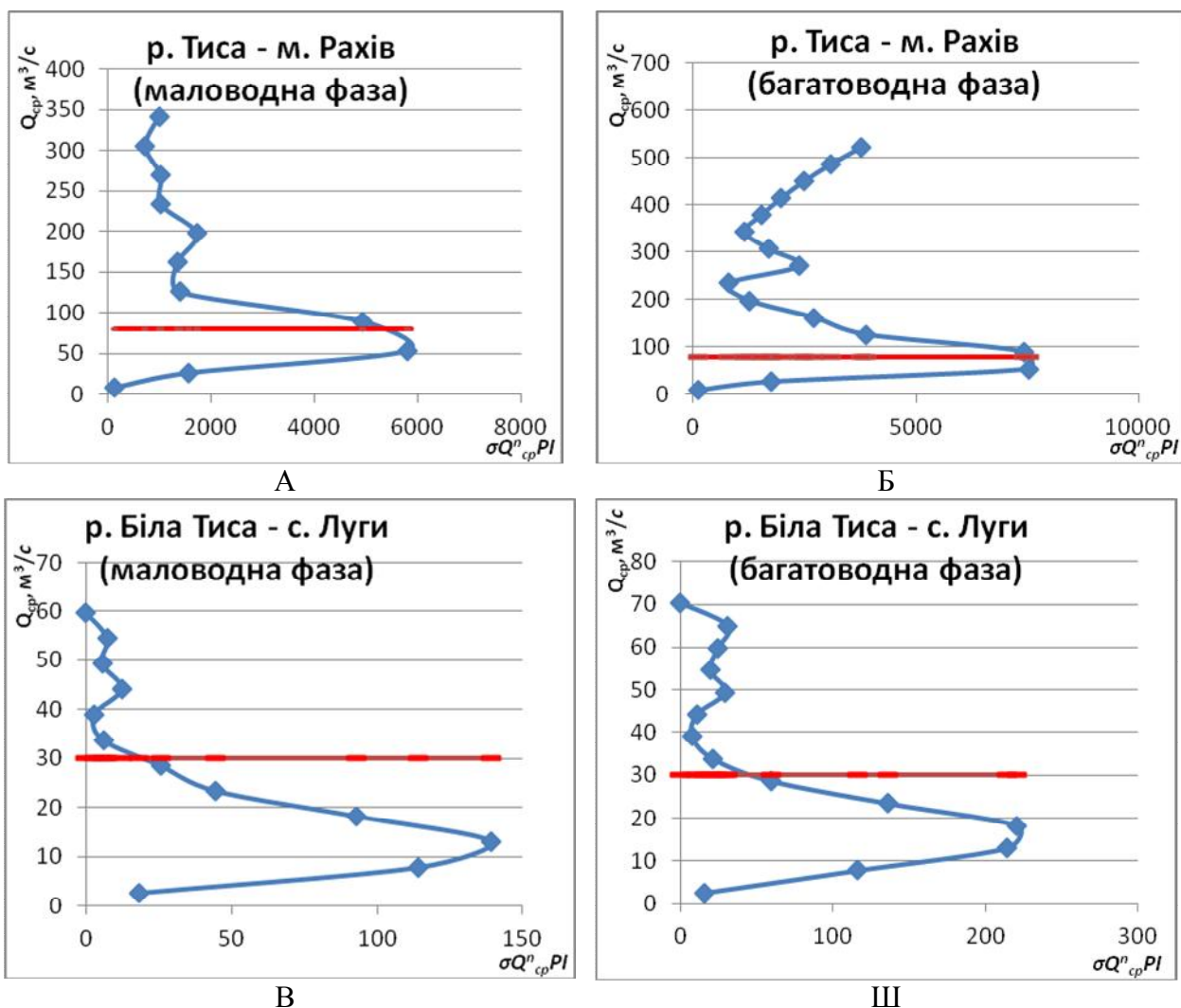


Рис. 4.1 – Епюри руслоформувальних витрат води для верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

А, Б – р. Тиса – м. Рахів (маловодна та багатоводні фази); В, Г – р. Біла Тиса – с. Луги (маловодна та багатоводні фази). Червона лінія – вихід води на заплаву (bankfull) [97]

Аналізуючи результати розрахунків в табл. 4.1 можна зробити висновок, що витрати води, які спостерігаються в межах руслових брівок майже не змінюються для маловодної та багатоводної фаз водності, що свідчить про відносну сталість процесів руслоформування в межах русла. Ці витрати в значній мірі відповідають умовам руслонаповнювальної витрати води (bankfull). Що стосується верхніх інтервалів $Q_{ф.в.}$, то тут спостерігається значна різниця в цих витратах для маловодної та багатоводної фаз, яка досягає 15-20%.

Також слід зазначити, що в багатоводну фазу забезпеченість витрат води є меншою (табл. 4.1).

Наступним завданням досліджень було визначення руслоформувальних витрат води за методикою УкрНДІГіМ – КНУ та їх співставлення з результатами, отриманими за попередньою методикою. Користуючись матеріалами багаторічних спостережень зокрема, для гідрологічних постів на річках верхньої частини басейну Тиси (в межах України) (табл. 2.1), за

даними морфологічних показників, були обчислені та запозичені з [172] руслоформуванняльні витрати за розрахунковою формулою 4.2 і наведені в табл. 4.2 [110, 172].

За даними таблиці 4.2 можна простежити деякі залежності між руслоформуванняльними витратами Q_{pf} та морфодинамічними показниками русла – із зростанням останніх, уцілому, збільшується величина Q_{pf} .

Як видно з табл. 4.2, величини Q_{pf} є значно вищими навіть за $Q_{ф.в}$ (верхні інтервали) (табл. 4.1).

Порівняльний аналіз величин $Q_{ф}$ і Q_{pf} (табл. 4.3) засвідчив наступні положення. Верхні інтервали $Q_{ф.в}$ досить виразно змінюються у відповідності до Q_{pf} , але повсемірно вони є суттєво меншими. Це пов'язано з тим, що розрахунки за методикою УкрНДІГіМ – КНУ проводились для строкових витрат води, тому значення руслоформуванняльних витрат води для цієї методики суттєво вищі (див. 2.5). Що стосується методики М.І. Маккавеева (табл. 4.1, 4.3), то показники руслоформуванняльних витрат тут суттєво нижчі, оскільки для їх обрахування використовуються середньодобові витрати води. Однак, якщо використати відсоткові відношення середньодобових і строкових витрат води (див. 2.5) і перевести середньодобові витрати води, які використовуються в методиці М.І. Маккавеева в строкові, то різниця між показниками двох методик є несуттєвою, тобто вони майже співпадають. Для переходу від середньодобових до строкових витрат води були введені відповідні коефіцієнти, які змінюються в межах 1,6-1,8, тобто відповідають співвідношенням між строковими і середньодобовими показниками для максимальних витрат за паводки (див. 2.5). Встановленні зв'язки між $Q_{ф.в}$ та Q_{pf} за даними діючих гідрологічних постів показані на рис. 4.2.

Таблиця 4.2 – Величини основних морфометричних характеристик і руслоформуванняльних витрат води, обрахованих за методикою УкрНДІГіМ – КНУ за даними гідрологічних постів у басейні Верхньої Тиси

Ріка - гідропост	$B_{бр}$, м	$h_{сер.}$, м	I_0	$D_{сер.зв.}$, мм	$d_{сер.зв.}$, мм	$S_0 =$ $(d_{25}/d_{75})^{0,5}$	Q_{pf} , $м^3/с$
Чорна Тиса – смт Ясіня	28	2,0	0,006	144	70	0,59	140
Чорна Тиса - с.Білін	35	2,0	0,007	188	80	0,56	173
Біла Тиса – с. Луги	18	2,1	0,02	413	160	0,50	140
Біла Тиса – с. Розтоки	40	1,6	0,012	220	100	0,55	164
Тиса – м. Рахів	48	2,6	0,0055	230	115	0,60	430
Тиса – с. Ділове	53	2,5	0,0127	190	110	0,55	589
Косівська – с. Косівська Поляна	20	1,3	0,008	250	100	0,59	75
Шопурка – с. Кобилецька Поляна	28	1,5	0,006	200	95	0,57	160
Тиса – смт Вилок	150	5,0	0,001	47	25	0,45	1800

Порівняльний аналіз величин Q_{ϕ} та $Q_{рф}$ (табл. 4.3) засвідчив наступні положення. Верхні інтервали $Q_{\phi,в}$ досить виразно змінюються у відповідності $Q_{рф}$, але повсемірно вони є суттєво меншими. Тому для встановлення більш достовірних зв'язків між величинами вказаних витрат задіяли дані по $Q_{\phi,в}$ та $Q_{рф}$ (ГДС п-р) для річок басейну Верхньої Тиси включно по р. Боржава. За даними вже 11 гідрологічних постів (р. Чорна Тиса – смт Ясіня, р. Біла Тиса – с. Луги, р. Тиса – м. Рахів, р. Тиса – с. Ділове, р. Косівська – с. Косівська Поляна, р. Тересва – смт. Усть Чорна, р. Тересва – с. Нересниця, р. Тересва – с. Колочава, р. Ріка – смт. Міжгір'я, р. Ріка – м. Хуст, р. Боржава – с. Довге) (табл. 4.4) [172].

Таблиця 4.3 – Розрахункові величини руслоформувальних витрат для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Річка – гідропост	Руслоформувальні витрати, м ³ /с					Q _{рф} /Q _ф , %
	Методика УкрНДІГіМ – КНУ	Методика М.І. Маккавєєва (багатоводна фаза)				
	динамічна рівновага ГДС п-р Q _{рф}	Верх. інтервал Q _{ф.в}	P%	В межах руслових брівок Q _{фр}	P%	
Чорна Тиса – смт Ясіня	140	70,0	0,06	14,2	8,4	200
Біла Тиса – с. Луги	140	65,0	0,02	18,2	6,3	215
Тиса – м. Рахів	430	270	0,27	54,0	25,8	159
Тиса – с. Ділове	589	346	0,15	46,0	30,3	170
Косівська – с. Косівська Поляна	75	58,2	0,21	10,3	19,9	129
Тиса – смт Вилок	1800	1910	0,55	302	33,8	94,2

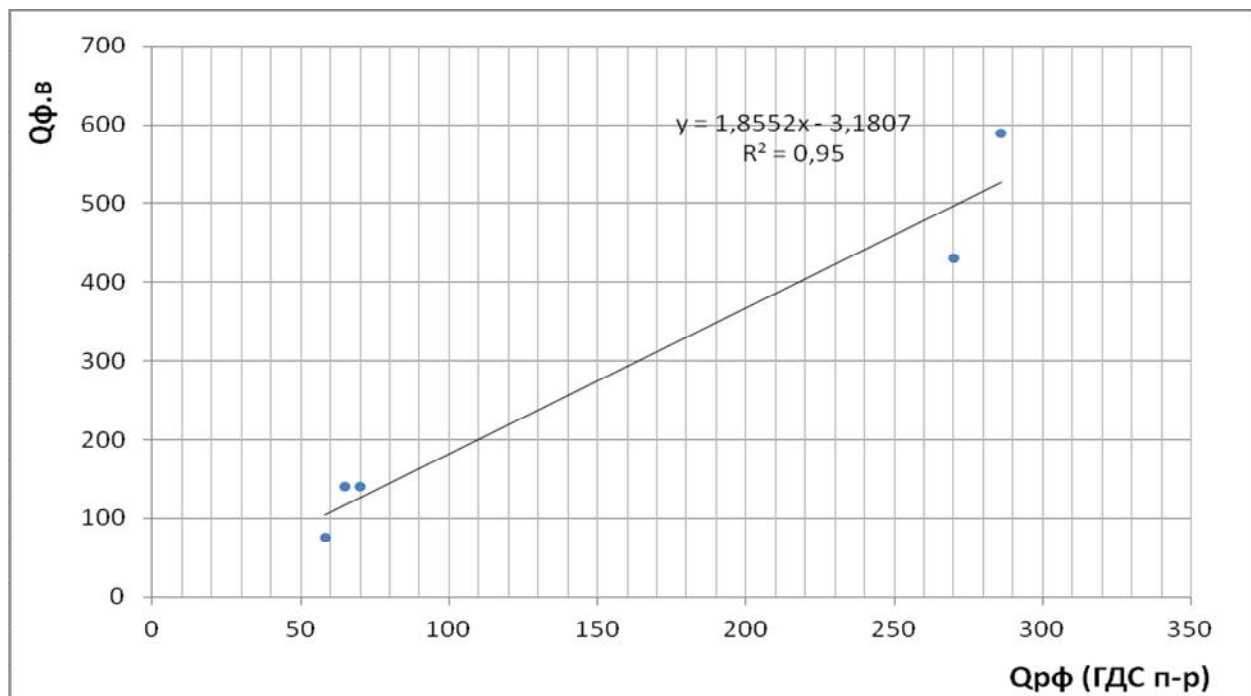


Рис. 4.2 – Зв'язок між $Q_{\phi,в}$, встановлених за методикою М.І. Маккавєєва та $Q_{рф}$, обраних за методикою УкрНДІГіМ – КНУ ($Q_{рф}$ (ГДС п-р)) для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Таблиця 4.4 – Зв'язок між $Q_{ф.в.}$, встановлених за методикою М. І. Маккавєєва та $Q_{рф}$ обрахованих за методикою УкрНДІГіМ – КНУ ($Q_{рф}$ (ГДС п-р)) для річок басейну Верхньої Тиси

Річка - гідропост	$Q_{ф.в.}$ (методика М.І. Маккавєєва)	$Q_{рф}$ (методика УГіМ – КНУ ($Q_{рф}$ (ГДС п-р))	$Q_{рф}/Q_{ф.в.}$
Чорна Тиса – смт Ясіня	70	140	2,00
Біла Тиса – с. Луги	65	140	2,15
Тиса – м. Рахів	270	430	1,59
Тиса – с. Ділове	286	589	1,70
Косівська – с. Косівська Поляна	58,2	75	1,29
Тересва – смт. Усть Чорна	200	368	1,84
Тересва – с. Нересниця	386	600	1,55
Теребля – с. Колочава	149	280	1,88
Ріка – смт. Міжгір'я	276	403	1,46
Ріка – м. Хуст	507	670	1,32
Боржава – с. Довге	163	400	2,45

Для річок Верхньої Тиси можна прослідкувати подібну до рис. 4.2 тенденцію із тісним зв'язком між вищенаведеними витратами води ($r = 0,92$), що свідчить про те, що доцільно використовувати коефіцієнти для переходу від середньодобових до строкових витрат води для вказаних водотоків. Встановлено, що середній перехідний коефіцієнт між $Q_{ф.в.}$ та $Q_{рф}$ складає 1,75 (рис. 4.3), що чітко узгоджується з коефіцієнтом переходу від середньодобових до строкових витрат води (див. 2.5).

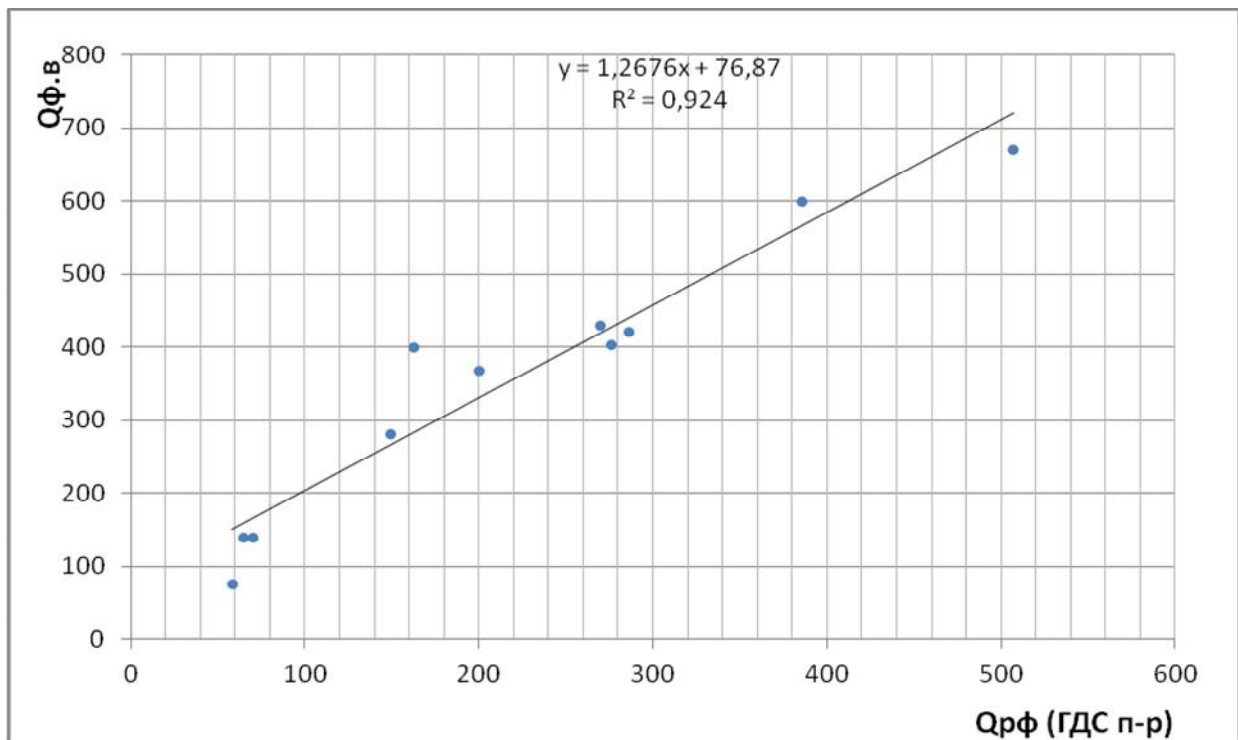


Рис. 4.3 – Зв'язок між $Q_{ф.в.}$, встановлених за методикою М.І. Маккавєєва та $Q_{рф}$ обрахованих за методикою УкрНДІГіМ – КНУ ($Q_{рф}$ (ГДС п-р)) для річок басейну Верхньої Тиси

У цьому контексті, осереднена оцінка співвідношення $Q_{pf}/Q_{ф.в}$ засвідчила величину 1,75 (або 175%) (табл. 4.3), а враховуючи досить тісний зв'язок між цими витратами (рис. 4.3) можна засвідчити достовірність переходу від однієї методики до іншої.

Слід також відмітити, що річка Тиса – в гідрологічному створі Вилोक вже має достатньо значну площу водозбору, і характеризується певними ознаками рівнинної річки, в якій процеси добігання паводків та водопілля є досить «розтягнутими». Це забезпечує незначну різницю максимальних строкових і середньодобових витрат ($Q_{ф}/Q_{ф.в} \approx 10\%$), тому різниця у значеннях руслоформувань витрат води обрахованих за зазначеними підходами також є несуттєвою.

Що стосується співвідношення строкових і середньодобових витрат води для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України), то в залежності від висотного їх положення та площі водозбору прослідковується певна диференціація в кількісних його показниках. Варто зауважити, що для оцінки цього співвідношення було обрано всі пости мережі спостережень. Це дало змогу деталізувати вказану оцінку. Для річок середньогір'я для переведення середньодобових витрат в строкові можна використовувати коефіцієнт 1,8 (або 180%), а для річок низькогір'я це переведення може бути здійснене через коефіцієнт 1,6 (або 160%) (табл. 4.4). Натомість для малих водотоків, які протікають в умовах середньогір'я цей показник сягає 2,0 (або 200%) і більше.

Однак, якщо використати відсоткові відношення середньодобових і строкових витрат води і перевести середньодобові витрати води, які використовуються в методиці М.І. Маккавєєва в строкові, то різниця між показниками двох методик (табл.4.3) не перевищує 10%. Для переходу від середньодобових до строкових витрат води були введені відповідні коефіцієнти для цих витрат [172].

Таким чином, для річок басейну верхньої частини басейну Тиси (в межах України) був отриманий і обґрунтований зв'язок, між двома підходами в визначенні руслоформувань витрат через відповідний перехідний коефіцієнт між середньодобовими та строковими витратами.

Крім того, така відповідність між руслоформувальними витратами розрахованими за морфодинамічними емпіричними показниками (Q_{pf}) і фізичною моделлю змін питомої потужності потоку в межах системи «потік – русло – заплава» (Q_{pf}) засвідчує коректність їх застосування на гірських річках. Перший підхід може безпосередньо використовуватись для встановлення цих витрат води, другий можна використовувати із застосуванням перехідних коефіцієнтів, які відображають процеси формування і добігання стоку на гірських річках в басейні Верхньої Тиси.

4.2. Гідроморфодинамічна оцінка процесів руслоформування

На річках даного водозбірного басейну функціонують всього 4 діючі стокові пости (табл. 2.1). Тому для більш точної узагальнюючої оцінки процесів руслоформування були задіяні 18 ділянок обстеження (ДО), які розміщені на 16 річках (див. 3.4). Указані ДО розташовані, як в середньогір'ї (Бальзатул, Говерла та інші), так і в низькогір'ї (Тиса, Шопурка, Косівська Поляна) (рис. 3.3). Це дає можливість в регіональному плані, з урахуванням висотної поясності, провести досить детальну оцінку процесів руслоформування.

Моніторингова мережа у вигляді ділянок обстеження, запроваджена для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України), дає змогу прослідкувати як якісні просторові зміни руслового режиму, так і кількісно оцінити основні гідроморфодинамічні показники відповідних ділянок русел.

Як було відмічено в дослідженнях [10-11], планові руслові деформації відбуваються, як правило, при проходженні витрат води і наносів у межах русла. При цьому, найбільш характерним є стан русла при динамічній рівновазі ГДС_{п-р} [108,114]. Цей стан, на думку В.В. Онищука, відповідає, при відсутності горизонтальних руслових деформацій, проходженню руслоформувальної витрати в брівках русла (bankfull) [13], яка при певному врізанні русла та його морфометрії може відповідати умовам проходження Q_{pf} (р. Тиса в районі гідрологічного поста с. Ділове) (див. 4.1).

Загальна форма русла для гірських річок може бути яскраво виражена на трьох структурних ієрархічних рівнях:

- *мікрорусло* – це меженне русло річки, яке працює у межах тальвегу при проходженні витрат води і наносів з самим низьким енергетичним потенціалом;

- *мезорусло* – це русло річки у межах внутрішніх брівок, і його можна ідентифікувати за рослинним покривом на бортах руслової улоговини (умови проходження bankfull);

- *макрорусло* – це загальна форма русла, яка адекватно відповідає проходженню руслоформуючих витрат води і наносів на ділянках зі стійким характером прояву процесів руслоформування [59, 171].

При дослідженні, аналізі та розробленні управлінських рішень стосовно оптимального функціонування процесів руслоформування на ділянках, зокрема, гірських обстеження річок необхідно підібрати вихідну інформацію, до якої слід віднести наступні морфодинамічні параметри русел:

- *морфометричні*:

- ширина русла, B , м;
- середня глибина перерізу русла, $h_{сер}$, м;
- параметр розпластаності потоку, $B/h_{сер}$;
- площа поперечного перерізу русла, ω , м²;

- динамічні:

- похил водної поверхні, I_0 ‰;
- середня швидкість потоку, $V_{сер.}$, м/с;
- витрата води (власне bankfull), Q_{pf} , m^3/c ;
- число Фруда, $Fr = V/(gh)^{0,5}$;
- потужність потоку, $pgQJ$;
- питома потужність потоку, $pgqJ$.

Оцінюючи гідроморфологічний стан річки за показником енергетичного потенціалу - $N=pgQ_{pf}I_0$ та показником форми русла - B_{pf}/h_{pf} , можна в процесі моніторингових гідроморфологічних досліджень прослідкувати динаміку руслових змін, а також опосередковано оцінити ступінь стійкості відповідного типу русла за довжиною річки [13, 59].

Крім того, дискретна оцінка морфодинамічних показників на репрезентативних створах дає можливість встановити певні закономірності змін системи ГДС_{п-р}, а також, певним чином дозволяє спрогнозувати ці зміни.

Враховуючи вищевикладене, були проведені розрахунки основних гідроморфодинамічних показників русел за даними 18 ДО для умов проходження витрат води при рівнях bankfull stage, тобто для рівнів води, які домірні брівкам русла. Результати цих розрахунків наведені в таблиці 4.5.

Витрати води були обчислені за формулою Шезі-Маннінга та за допомогою рівняння центроструменевого руслоформування (4.4) [5-6, 110]. Це рівняння у модифікованому вигляді має в своїй структурі універсальний показник k_e , який змінюється від 3,14 до 5,1 [59, 114].

Нелінійність зв'язку між основними незалежними характеристиками ГДС_{п-р} за цим рівнянням (4.4) опосередковано оцінює закономірну зміну типів русла від витoku до гирла, що вказує на розвиток процесів руслоформування за довжиною річки, як складної динамічної системи.

Показник потужності потоку на ділянках обстеження обраховано за витратами Q_{pf} , з використанням параметра B_{pf}/h_{pf} . Це дає можливість ідентифікувати відповідний тип русла та послідовно вести облік змін вертикальних та горизонтальних руслових деформацій в ньому [13].

На думку В. В. Онищука [93], форми русла у значній мірі є наслідком взаємодії прямих і протилежних сил в процесі функціонування ГДС_{п-р} на фоні дії обмежувального чинника (який представлений вузьким водопропускним коридором заплав і долин гірських річок), стоку наносів та геологічних умов регіону. Обмежувальний фактор може мати прояв як з боку зовнішніх чинників, так і внутрішніх – самообмежень. Найбільш впливовим чинником є морфологія місцевості, зокрема, ширина долини. Слід зазначити, що показник B_{pf}/h_{pf} досить добре характеризує ступінь концентрації енергії у поперечному перерізі водотоку [13, 59].

У табл. 4.5 наведені головні морфометричні та гідроморфодинамічні характеристики річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) на ділянках обстежень (ДО) мережі гідроморфологічного моніторингу [13, 171].

Аналіз даних табл. 4.5 засвідчив, що найбільш яскраво виражена бурхливість потоку притаманна верхів'ям річок, та річкам, які розташовані в середньогір'ї (ДО 5 – ДО 6, ДО 9 – ДО 10, ДО 14 – ДО 15). Тут спостерігається найвиразніша концентрація потоку в руслових брівках, що характеризується найменшими показниками «розпластаності русла» ($B/h_{сер}$) при рівні bankfull. В таких умовах, як правило, має місце безструктурний транспорт наносів за відсутності добре виражених руслових форм (табл. 4.5). Як уже відмічалось вище, потужність паводкового потоку тісно пов'язана з параметрами форми русла $B/h_{сер}$, що фізично обумовлена дією обмежувального фактору на відповідній ділянці річки. Ці показники можуть слугувати чіткими індикаторами при встановленні спрямованості руслових процесів та утворенні відповідних типів русел річок [171].

Звертають на себе увагу також величини показників похилу I_0 на ДО і відповідні потужності потоку, які пропорційно зростають у гірській частині річок (до $I_0 = 0,067$ і до $61,2$ кг*Н). Разом з тим, на цей процес значний вплив має і водність річки, яка виражається через $Q_{рф}$. Для передгірської частини річок аналогічне порівнювання провести складно, оскільки тут є доволі обмеженою кількість відповідних ДО на цих ділянках.

З наукової і практичної точок зору цікавим є порівняння крупності шару самовимощення руслових улоговин, яка визначає його шорсткість в придонній області потоку, з відповідною його потужністю потоку річки. Залежність між ними може бути зрозумілою при використанні для аналізу відносної гладкості русла $h_{сер}/D_{сер.36}$. Дія показника $h_{сер}/D_{сер.36}$ обумовлює певну структуру руслової улоговини і вплив на процеси руслоформування саме крупності наносів. Як правило це співвідношення зростає для однорукавних врізаних русел зі слабким проявом руслових форм в умовах середньогір'я. В цьому контексті варто відмітити, що за допомогою параметрів $B/h_{сер}$, $h_{сер}/D_{сер.36}$ і потужності потоку N у вигляді комплексного аналізу можна оцінити прояв процесів руслоформування і встановити їхні тенденції та закономірності для різних умов. Крім того, визначальними критеріями ГДС_{п-р} також є функціональні відношення між $B/h_{сер}$ і числом Фруда $Fr = V_{сер}/(gh)^{0,5}$ та між $(B_6/h_{рф})^{0,25}$ і $I_0^{0,125}/Fr_{у.с}$ [59, 171].

За результатами гідроморфодинамічної оцінки процесів руслоформування можна окреслити як тенденції прояву руслових деформацій, так і узагальнити їхню відповідність типом русел та їх стійкості.

Для оцінки взаємодії морфометричних і гідродинамічних показників в табл. 4.6-4.7 був застосований факторний аналіз, який реалізований за допомогою програми «STATISTICA» в модульному блоці «Factor Analysis» [41, 171].

Таблиця 4.5 – Головні морфометричні та гідроморфодинамічні характеристики річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) на ділянках обстежень мережі гідроморфологічного моніторингу

№ ДО	Річка-пункт	Повздов- жній похил річки на ДО	Показники ГДС п-р при bankfull- stage										h/D	Тип русла*
			Ширина русла В, м	Середня глибина потoku h, м	$\omega = B \cdot h, m^2$	$R = \omega / Q, m$	Середній діаметр само вимощення $D_{ср, зв}, мм$	Коефіцієнт Шезі C	Витрата води $Q_{рф}, m^3/c$	Середня швидкість потoku $V_{ср}, м/с$	$Fr = V_{ср} / (gh)^{0,5}$	В/h	Потужність потoku $pqQ_{рф}^{1,0}, ктН$	
1	Чорна Тиса – смт Ясіня	0,0157	28	1,3	36,5	1,23	145	41,2	213	5,8	1,6	21,54	32,8	3
2	Тиса – м. Рахів	0,0085	48	1,8	86,4	1,70	200	40	423	4,9	1,2	20,87	35,3	3
3	Тиса – с. Ділове	0,007	53	2,0	106	1,90	120	47	589	5,6	1,3	21,20	40,4	3
4	Станіслав - вище с. Чорна Тиса	0,047	17	0,8	12,6	0,54	185	16,50	28	2,5	1,2	21,30	13,0	1
5	Довжина – с. Чорна Тиса	0,013	20	1,2	24	1,15	300	33,70	101	4,2	1,2	16,70	12,9	1
6	Лазещина – с. Козмешик	0,03	12	1,4	16,8	1,30	210	38	131	7,8	2,1	8,57	38,5	1
7	Лазещина – смт Ясіня	0,011	22	1,8	40	1,70	150	42	237	5,9	1,4	12,20	25,6	3
8	Біла Тиса – с. Розтоки	0,0085	40	1,4	56	1,30	165	33	202	2,6	1,0	20,57	16,8	3
9	Стоговець – с. Луги	0,034	11	0,8	8,8	0,75	185	29	42	4,8	1,7	13,75	14,0	2
10	Бальзатул – вище с. Луги	0,067	11	0,9	9,9	0,86	200	30	73	7,4	2,5	12,20	48,0	1
11	Говерла – с. Говерла	0,026	28	0,71	20	0,70	190	30	82	4,10	1,6	39,44	20,9	2
12	Шоул – с. Богдан	0,03	18	1,67	30	1,58	263	31	208	6,90	1,7	10,78	61,2	2
13	Богдан – с. Богдан	0,016	16	1,37	22	1,30	205	32	104	4,70	1,3	11,68	16,3	2
14	Квасний – с. Богдан	0,022	10	1,60	16	1,45	145	34	102	5,40	1,4	6,25	22,0	2
15	Паулек- с. Видричка	0,033	13	1,48	19	1,40	120	35	147	7,70	2,0	8,78	47,6	2
16	Білий – с. Ділове	0,03	20,5	0,98	20	0,94	282	28	96	4,80	1,6	20,92	28,2	2
17	Косівська – с. Косівська Поляна	0,018	20	1,30	26	1,18	250	30,2	76	3,77	1,1	15,40	13,4	2
18	Шопурка – с. Кобилецька Поляна	0,011	28	1,50	42	1,30	200	32,1	160	3,20	0,83	18,70	17,3	3

*1 – поріжно-водоспадне русло; 2 – русло з нерозвинутими русловими формами; 3 – русло з розвинутими русловими формами

Таблиця 4.6 – Статистичні характеристики факторів формування морфометричних та гідроморфодинамічних характеристик річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Фактори	Власні значення	% загальна дисперсія	Кумулятивні власні значення	% кумулятивні власні значення
1	6,382	49,093	6,382	49,093
2	3,556	27,354	9,938	76,448
3	1,362	10,477	11,300	86,926

Таблиця 4.7 – Основні фактори формування морфометричних та гідроморфодинамічних характеристик та кореляційні зв'язки між їх параметрами для ДО річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

№ п/п	Чинники	Фактори		
		1	2	3
1	Повздовжній похил річки на ДО I_0	<u>-0,630</u>	0,632	-0,330
2	Ширина русла B , м	0,125	-0,372	<u>0,887</u>
3	Середня глибина потоку $h_{сер}$, м	<u>0,905</u>	0,028	0,372
4	$\omega = B \times h$, м ²	0,414	-0,222	<u>0,849</u>
5	$R = \omega / \chi$, м	<u>0,895</u>	0,061	0,398
6	Середній діаметр самовимощення $D_{сер.зв}$, мм	-0,121	-0,223	-0,515
7	Коефіцієнт Шезі C	<u>0,753</u>	0,182	0,488
8	Витрата води Q , м ³ /с	0,486	0,018	<u>0,846</u>
9	Середня швидкість потоку $V_{сер}$, м/с	0,369	<u>0,910</u>	-0,054
10	$Fr = V_{сер} / (gh)^{0,5}$	-0,135	<u>0,945</u>	-0,179
11	B/h	<u>-0,760</u>	-0,394	0,432
12	Потужність потоку $pqQ_{рф}I_0$, кгН	0,241	<u>0,824</u>	0,272
13	h/D	<u>0,726</u>	0,090	0,527

В основу факторного аналізу покладено гіпотезу про те, що дані спостережень є лише опосередкованими характеристиками досліджуваного процесу, який можна описати за допомогою певної кількості параметрів. Застосування факторного аналізу дозволяє виявити головні фактори формування типів русел і отримати статистичну оцінку внеску кожного з них у процеси, що вивчаються [41, 130, 171].

В результаті розрахунку були отримані статистичні характеристики факторів формування морфометричних та гідроморфодинамічних характеристик річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України), які наведені в табл. 4.6.

Отримані кореляційні матриці, які відображають взаємозв'язки закладених параметрів, власні числа (λ), що характеризують вклад в дисперсію розподілення кожної перемінної (тобто, який процент зв'язків описує кожна з них), і головні компоненти за допомогою яких виявляються значимі фактори [83, 171].

На основі проведених розрахунків (табл. 4.6) можна засвідчити, що 86,9% всіх зв'язків пояснюють виділені три фактори. Як слідує з табл. 4.6, існують 3 власні значення для кожного фактору, відсоток загальної дисперсії і накопичені власними значеннями і відсотками. Отже, у формуванні морфометричних та гідроморфодинамічних характеристик річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) за цими 3 факторами приймає участь ряд показників, що характеризують майже 87% загальної інформації про зв'язки. Інші 13% є «шумовими» і істотно не впливають на загальний процес оцінювання [83,130,171]. В таблиці 4.7 наведені основні фактори формування морфометричних та гідроморфодинамічних характеристик та їх кореляційні зв'язки між їх параметрами для ДО річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України).

Результати факторного аналізу показують, що перший фактор представляє морфометричні показники до якого увійшли: 1) повздовжній похил річки на ДО I_0 ; 2) середня глибина потоку $h_{сер,м}$; 3) найвигідніший гідравлічний радіус $R=\omega/\chi,м$; 4) коефіцієнт Шезі C ; 5) параметр форми русла $B/h_{сер}$; 6) параметр відносної гладкості русла $h_{сер}/D_{сер.зв}$. Ці морфометричні показники тісно пов'язані з шорсткістю (гладкістю) русла, які забезпечують умови транспортування наносів (табл. 4.7).

До другого фактору можна віднести гідравлічні показники а саме: 1) середню швидкість потоку $V_{сер}, м/с$; 2) число Фруда $Fr = V_{сер}/(gh)^{0,5}$ та 3) питома потужність потоку $\rho q Q_{pf} I_0$. Ці динамічні показники відтворюють гідравлічну структуру потоку, та вказують на її значимість у процесах руслоформування (табл. 4.7).

До третього фактору (пропускна здатність русла) увійшли: 1) ширина русла $B, м$; 2) площа поперечного перерізу $\omega=Bh$; 3) витрата води Q_{pf} . Перераховані чинники характеризують умови проходження витрат при «bankfull stage» (табл. 4.7). Цей фактор також відноситься до «гідравлічних» і визначає роль потоку в перебігу руслових процесів [171].

Таким чином, на основі матеріалів натурних і теоретичних досліджень виконано гідроморфодинамічну оцінку процесів руслоформування річок верхньої частини Тиси (в межах України), що дає можливість сформулювати наступні науково-методичні положення: 1) розрахунки основних гідроморфодинамічних показників русел за даними 18 ДО (ділянок обстежень) для умов проходження витрат при рівнях bankfull stage дозволили окреслити як загальні тенденції прояву руслових деформацій, так і узагальнити її відповідність типам русел та їх стійкості; 2) за результатами факторного аналізу встановлено, що 86,9% всіх зв'язків пояснюють виділені три фактори: перший фактор – це морфометричні показники; другий – гідродинамічні (гідравлічні) показники; третій – пропускна (транспортувальна) здатність русла. Комплексна критеріальна оцінка вказаних факторів дала можливість теоретично обґрунтувати особливості формування різних типів русел річок.

4.3. Аналіз функціональних залежностей між основними гідроморфодинамічними параметрами русел

У попередньому параграфі (4.2) були проаналізовані здебільшого просторові гідродинамічні залежності річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України). Даний підрозділ буде присвячений просторово-часовій оцінці зв'язків між основними гідроморфодинамічними параметрами русел. Для цього варто використовувати ряди гідрологічних спостережень за певний проміжок часу, який містить, або наближається до повного циклу водності (маловодна і багатоводна фази). Вказана інформація може бути оцінена за допомогою даних витратних гідрологічних постів.

Покажемо, у цьому контексті, є аналіз функціональних залежностей між основними морфометричними та динамічними характеристиками водотоків, який необхідний для визначення руслових деформацій річок, як планових, так і вертикальних, що є одним із ключових моментів досліджень руслових процесів [59].

Для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) розглядалися залежності, які характеризують основні морфодинамічні параметри водотоків, серед яких: зв'язки між витратами води та характерними рівнями $Q = f(H)$; між витратами та площами поперечного перерізу $Q = f(\omega)$; між витратами і глибинами $Q = f(h_{cep})$; між витратами і ширинами русла $Q = f(B)$; між витратами і швидкістю потоку $Q = f(V_{cep})$; між витратами і співвідношеннями ширини та глибини $Q = f(B/h_{cep})$. Приклади вказаних залежностей наведені на рис. 4.4 - 4.9 (дод. В1 – В32) [106].

Вказані залежності побудовані та проаналізовані за даними 8 гідрологічних постів (табл. 2.1) для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України).

Часовий відрізок спостережень за вказаними параметрами сягає більше 50 років для чотирьох постів: р. Чорна Тиса – смт. Ясіня, р. Біла Тиса – с. Луги, р. Тиса – м. Рахів, р. Косівська – с. Косівська Поляна. З кінця 1950-х років були обрані найбільш багатоводні роки, що мають яскраво виражений паводковий характер. Серед таких 1957, 1962, 1968, 1974, 1980, 1985, 1988, 1992, 1998, 2001, 2008, 2010 та 2012 роки (див. 2.3.3). На думку ряду авторів саме при високих витратах води відбуваються основні переформування русел річок [74, 89, 116-117], що відбивається на зміні їхніх морфодинамічних характеристик. А для постів р. Чорна Тиса – с. Білин, р. Біла Тиса – с. Розтоки, р. Тиса – с. Ділове, р. Шопурка – с. Кобилецька Поляна був опрацьований більш як 30-річний період (1957, 1962, 1968, 1974, 1980, 1988), тому що ці пости були закриті в 1988 році (табл. 2.1).

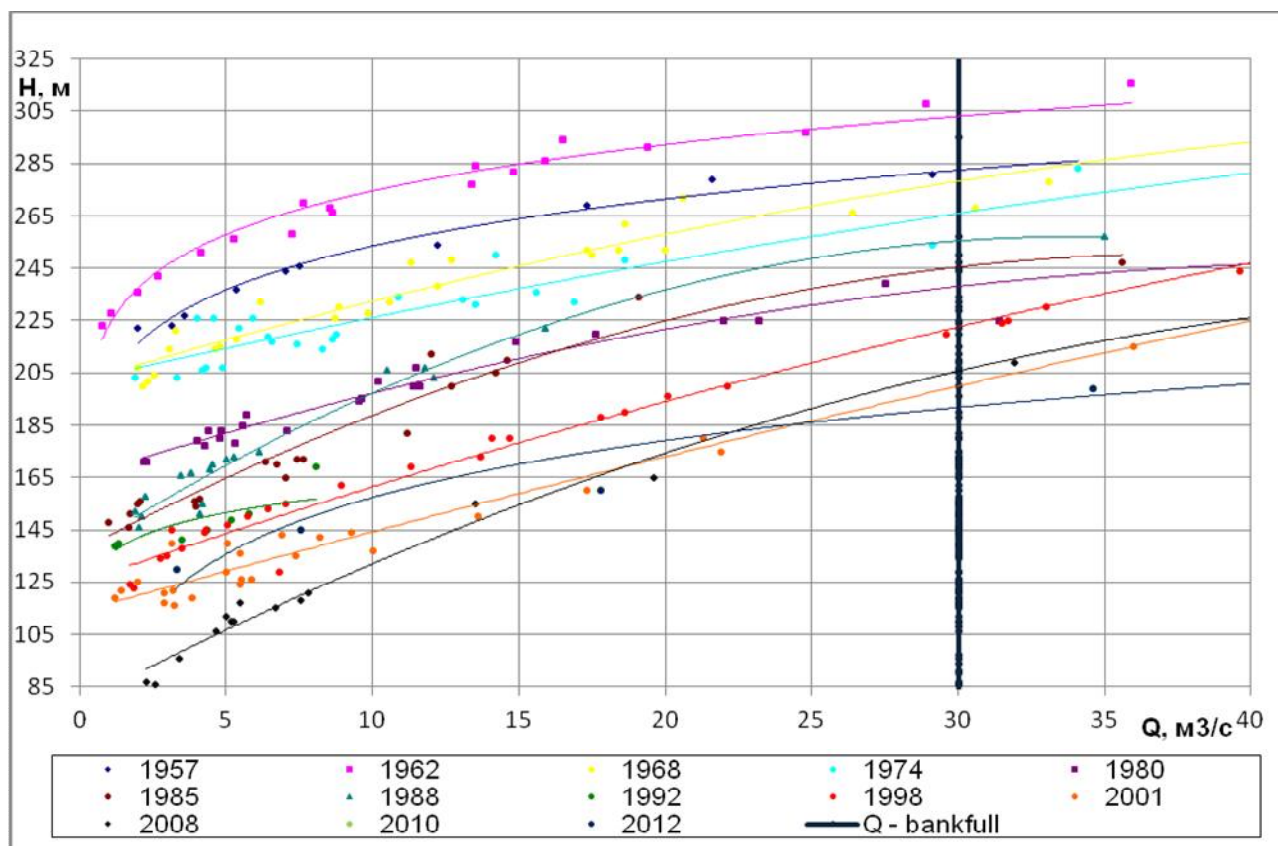


Рис. 4.4 – Суміщені криві $Q = f(H)$ для р. Чорна Тиса – смт Ясіня

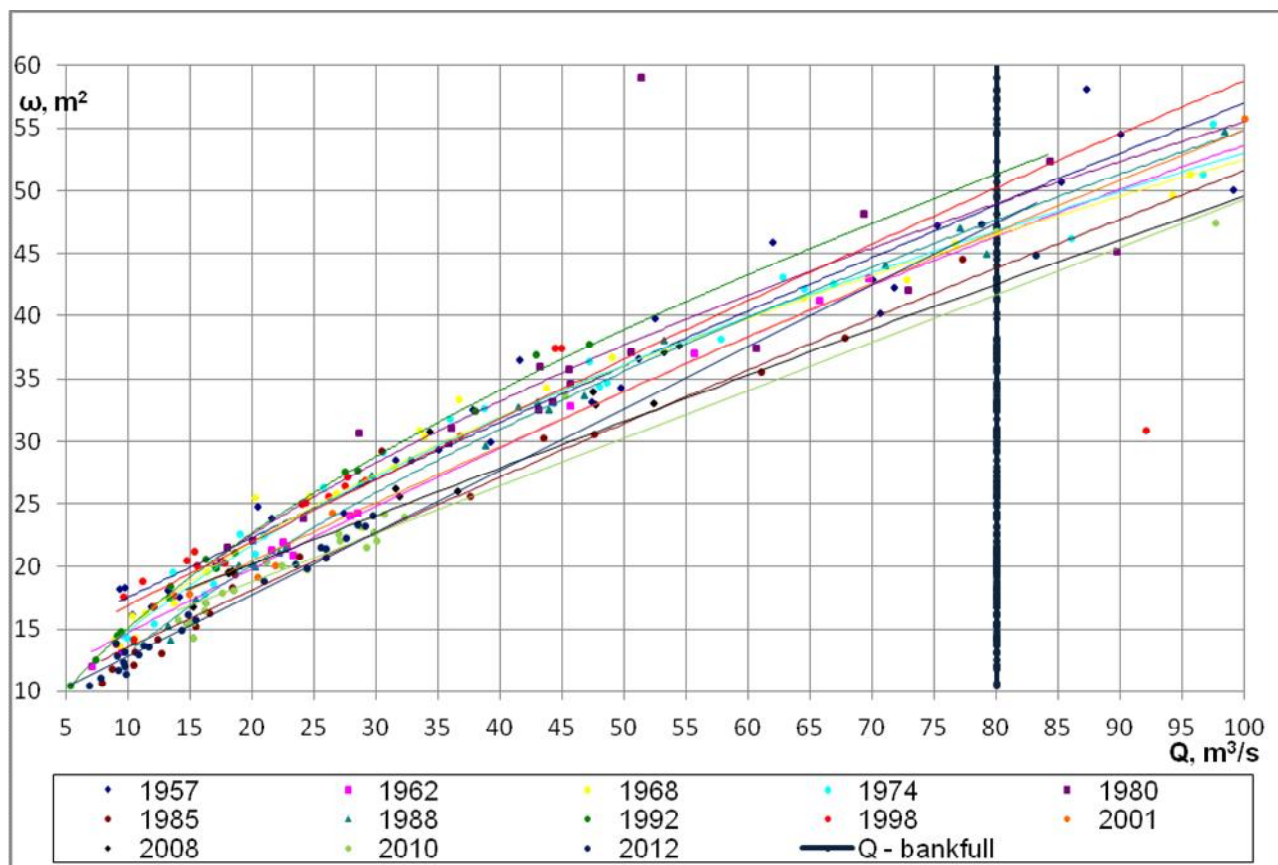


Рис. 4.5 – Суміщені криві $Q = f(\omega)$ для р. Тиса– м. Рахів

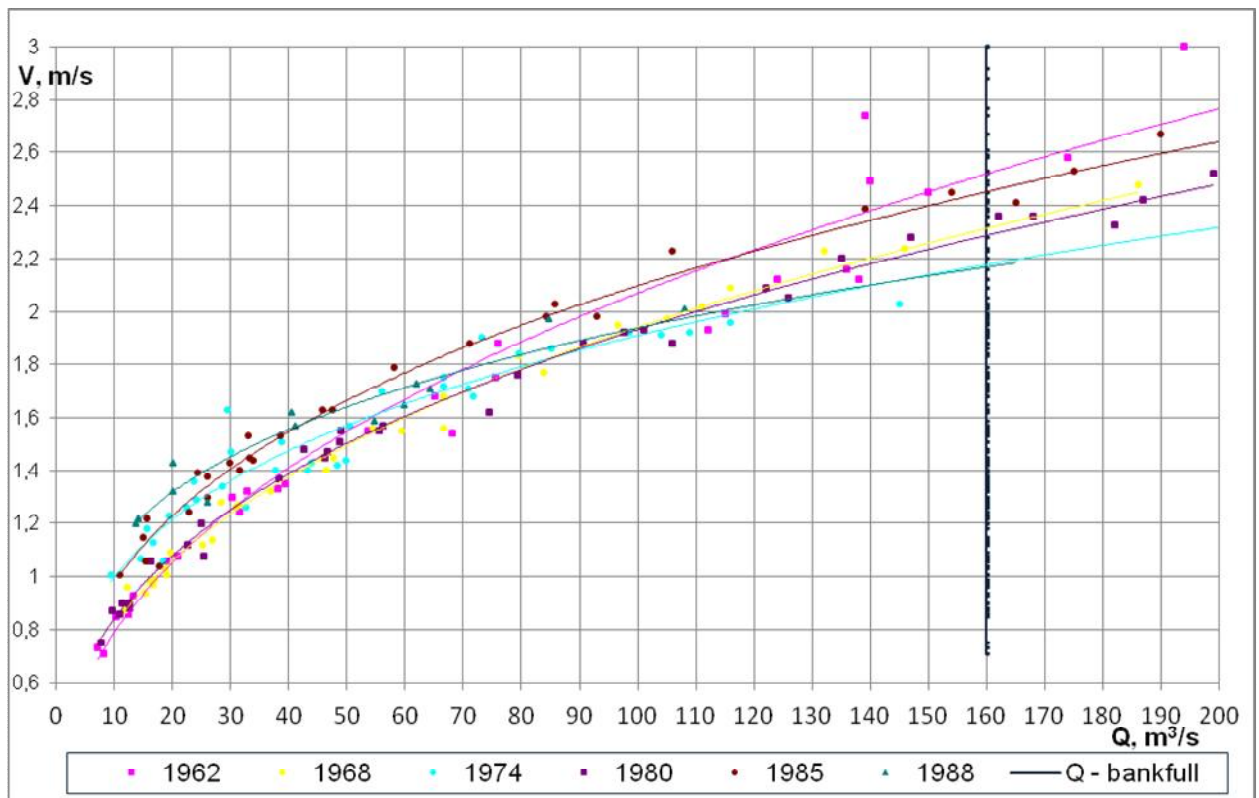


Рис. 4.6 – Суміщені криві $Q = f(V_{\text{сер}})$ для р. Тиса – с. Ділове

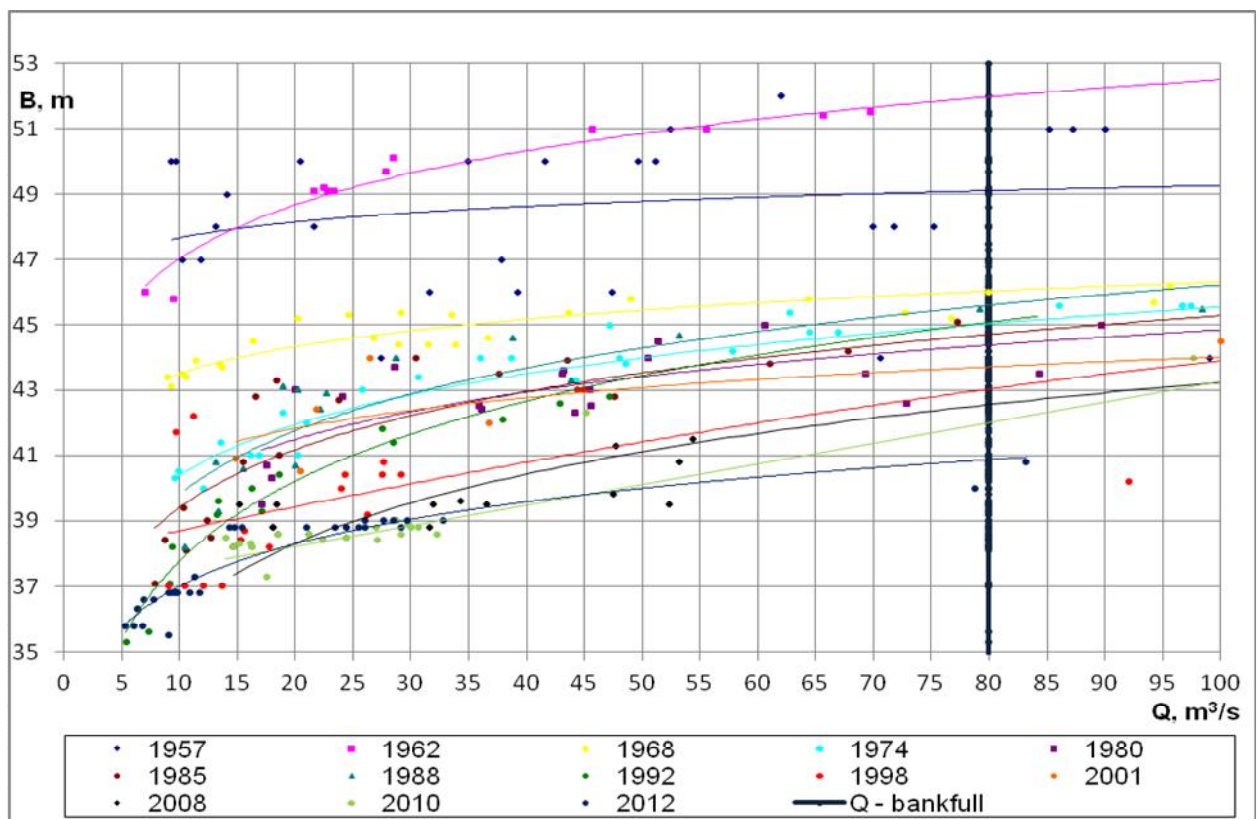


Рис. 4.7 – Суміщені криві $Q = f(B)$ для р. Тиса – м. Рахів

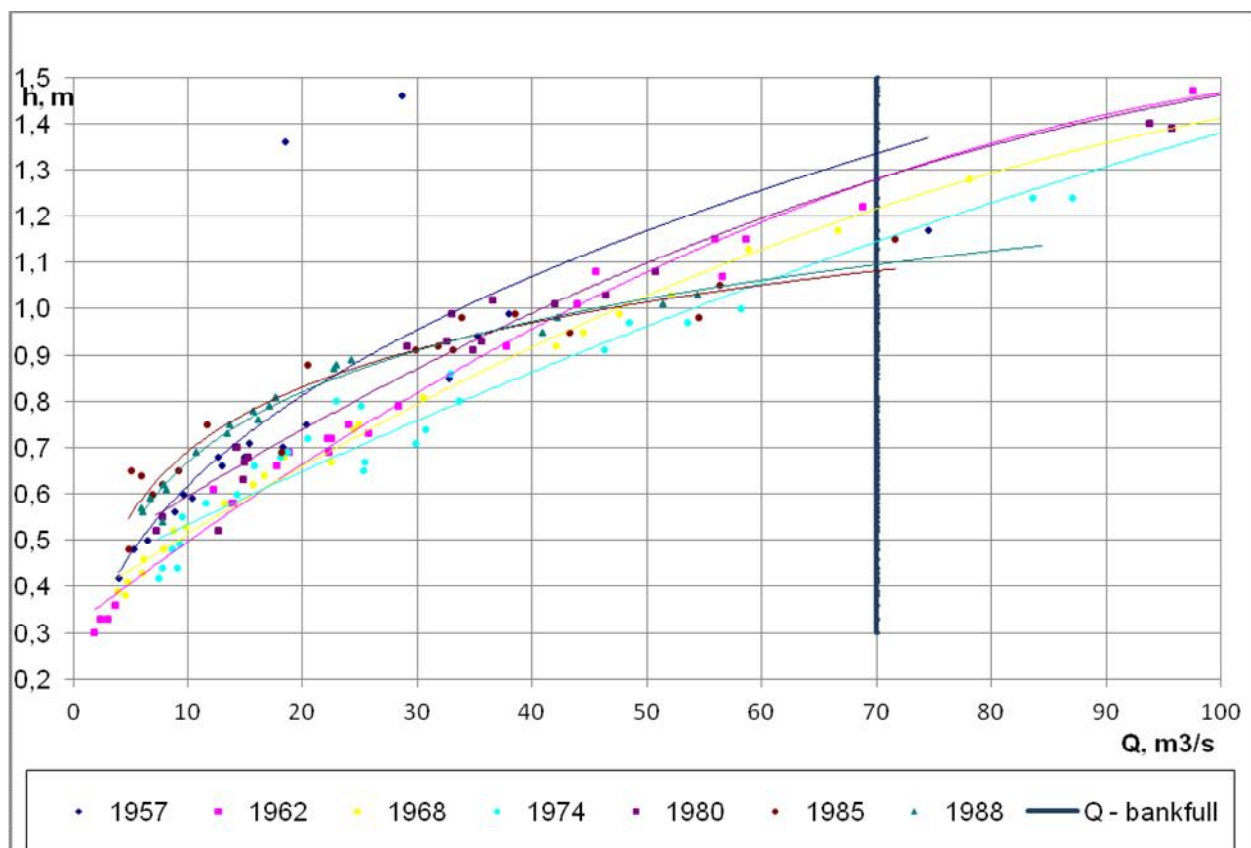


Рис. 4.8 – Суміщені криві $Q = f(h_{сер})$ для р. Чорна Тиса – с. Білин

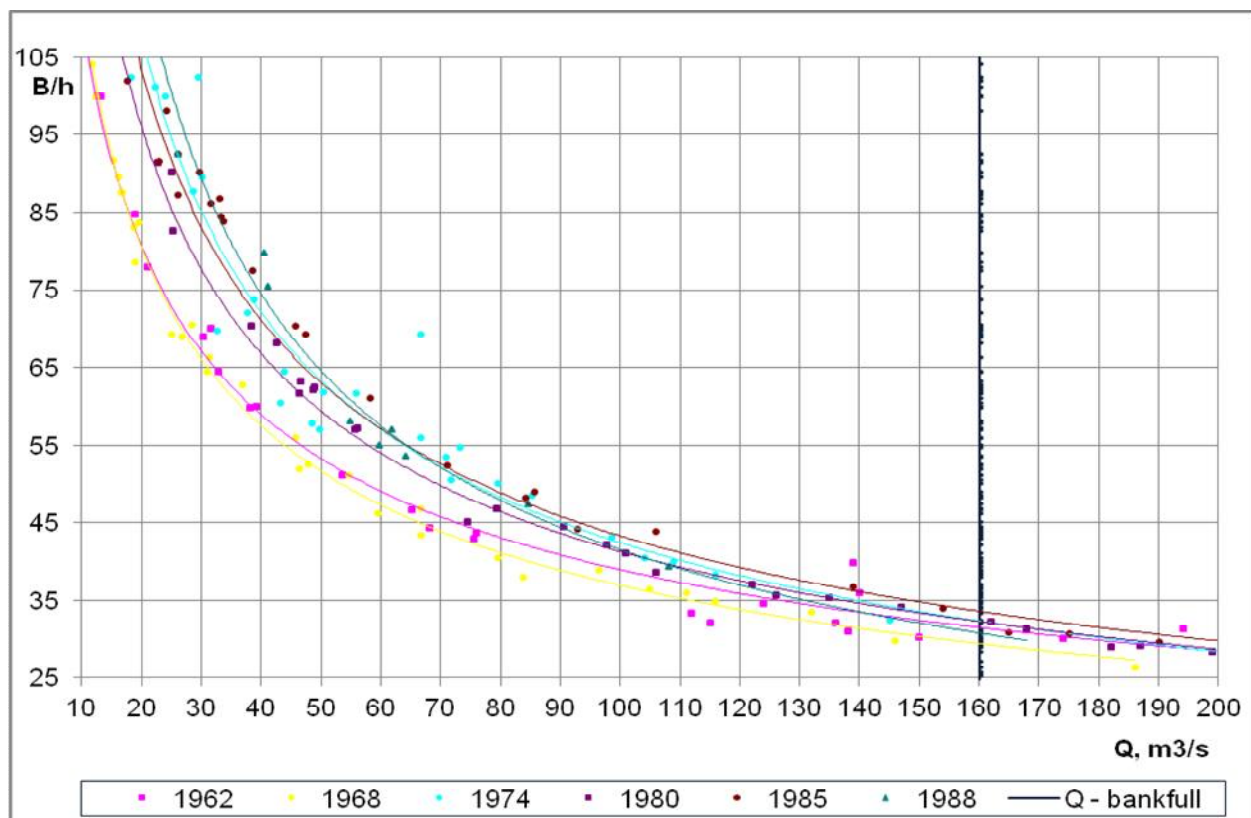


Рис. 4.9 – Суміщені криві $Q = f(B/h_{сер})$ для р. Тиса – с. Ділове

У цілому, було побудовано і проаналізовано більше 400 кривих указаних залежностей. Оцінка розташування цих кривих засвідчила, що якщо віяла їх розміщення стислі і концентруються в одному пучку, то це свідчить, про незначні часові зміни в розподілі величин параметрів. У випадку значного розсіювання точок за певний проміжок часу – має місце суттєва зміна динаміки показників, що може бути обумовлено як природними, так і антропогенними чинниками.

Для кожної залежності за вказані роки були відібрані морфодинамічні показники для «чистого» потоку, тобто за відсутності льодових явищ та наявності макрофітової рослинності в ньому.

Вищенаведені криві гідроморфодинамічних зв'язків є основою для характеристики водного і руслового режиму річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України). За їх допомогою можна оцінювати прояви вертикальних і горизонтальних руслових деформацій, які відбуваються в річках протягом тривалого часу, умови водопостачання і водовідведення, розміщення комунікацій тощо.

На всіх графіках вказаних зв'язків нанесена руслонаповнювальна витрата води (bankfull), яка дає можливість прослідкувати умови виходу води на заплаву.

За даними рис. 4.4–4.9, річки верхньої частини басейну Тиси (в межах України) можна розділити на дві категорії:

1) ті, в яких не відбувається суттєвих змін (деформацій) в руслі протягом тривалого часу (криві залежностей знаходяться в пучках, вони щільні);

2) а також ті, в яких відбуваються зміни (деформації) в руслі, завдяки природним чинникам та антропогенному втручання (пучки кривих залежностей мають розсіяний характер) [99].

До першого виду можна віднести такі річки: р. Біла Тиса – с. Луги; р. Косівська - с. Косівська Поляна, р. Тиса – с. Ділове, р. Чорна Тиса – с. Білин, р. Шопурка – с. Кобилецька Поляна. Щільність розташування кривих основних морфодинамічних параметрів русла свідчить про певну сталість процесів, які відбуваються в руслах цих річок. Першопричиною цього є стійкі морфологічні умови, а антропогенний вплив на зміни русел цих водотоків є несуттєвим.

Щодо другої категорії кривих, то до неї можна віднести ділянки річок: р. Біла Тиса – с. Розтоки, р. Чорна Тиса – смт Ясіня, р. Тиса – м. Рахів. Розсіяність пучків кривих залежностей для основних морфодинамічних параметрів їх русел свідчать про суттєві зміни як природних умов їх руслоформування, так і про значний господарський вплив на їх улоговин, а саме будівництво гідротехнічних споруд, мостів, ліній електропередач тощо. Вищенаведені залежності для двох категорій річок наведені в (дод. В 1 – В 32).

Завдяки вказаним чинникам та проходженню трьох катастрофічних паводків у 1998, 2001, 2008 роках для річок верхньої частини басейну Тиси

(в межах України) відбулися певні часові зміни кривих зв'язків та, як наслідок, морфодинамічних параметрів русла рис. 4.4 – 4.9. Так, для річки Біла Тиса за даними гідрологічного поста с. Луги прослідковується чітка тенденція до зростання показника середньої глибини потоку $Q = f(h_{\text{сеп}})$ і зменшення показника розпластаності потоку $Q = f(B/h_{\text{сеп}})$ у 2008, 2010 та 2012 роках (дод. В 6 – В 11). Також слід зазначити, що для вищенаведеного створа характерним є інтенсивне врізання русла в 2010 та 2012 роках, що є наслідком проходження катастрофічного паводка 2008 року.

Для р. Біла Тиса за даними гідрологічного поста с. Розтоки прослідковується значне відхилення кривих для показника розпластаності потоку $Q = f(B/h_{\text{сеп}})$ у період 1957, 1962 років, що пояснюється антропогенним (здебільшого селитебним) навантаженням на річку, а саме, будівництвом гідротехнічних та берегозахисних споруд та відбирання алювію в руслі річки (дод. В 12 – В 17).

Щодо р. Косівська за даними гідрологічного поста с. Косівська Поляна, в 2008, 2010, 2012 роках тут також мають місце значні ерозійні процеси на водозборі та в руслі річки, які чітко можна прослідкувати на зміні рівня води в бік зменшення його відміток, тобто просідання рівнів при однакових витратах води. Це також є наслідком проходження видатного паводку в 2008 р. і господарської діяльності в руслі (дод. В 22 – В 27).

Стосовно р. Шопурки за даними гідрологічного поста с. Кобилецька Поляна, то протягом 1985, 1988 років мали місце певні ерозійні процеси в її руслі, які характеризують подібну з попереднім випадком тенденцію, що засвідчує проходженням в ці періоди високих паводків (дод. В 28 – В 32).

Таким чином, просторово-часовий аналіз всіх вищенаведених зв'язків засвідчує певну їх строкатість, з переважанням процесів поглиблення русла та зростання швидкостей. Врізані русла зазвичай мають більш тісні зв'язки, і навпаки, розпластані – значний розкид точок у цих зв'язках.

На врізаних однорукавних руслах, потік сконцентровується в руслових межах за наявності вузької і подекуди забудованої заплави. Тому зміни у вищенаведених річок з подібними руслами є несуттєвими. Натомість розпластані русла (р. Шопурка) і русла зі значним антропогенним впливом (р. Чорна Тиса) характеризуються суттєвими змінами їх морфодинаміки.

Варто також відмітити, в цілому, для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) прослідковується різнопланова дія двох катастрофічних паводків 1998 і 2001 років. Перший з них відзначається утворенням розгалужених ділянок русел (завдяки значній кількості басейнової складової наносів), другий – їх спрямлень (завдяки відсутності надходження значної кількості наносів з водозбірних територій). Але значна потужність обох паводків обумовила загальну тенденцію до врізання русел досліджуваних ділянок річок.

Слід зазначити, що дані, які отримані при аналізі гідроморфодинамічних параметрів русла можна використовувати при проектуванні протипаводкових гідротехнічних споруд, ліній електропередач,

шляхопроводів, будівництва мостів тощо. Крім цього, вони досить наглядно в просторово-часовому розрізі характеризують зміни водного режиму річок. Отримані результати можна також використати для оцінки інтенсивності та спрямованості прояву як вертикальних, так і горизонтальних руслових деформацій.

4.4. Оцінка руслових деформацій

Деформації річкового русла та заплави відбуваються в результаті поєднання двох протилежних процесів – розмиву русла та акумуляції наносів. Різне співвідношення між розмивом і відкладанням призводить до різного морфологічного ефекту, який може бути пов'язаний або з розмивом берегів, або з їх нарощуванням (акумуляцією), або зміною відміток дна річки, або переміщенням різних руслових форм [59].

Залежно від форми прояву руслові деформації поділяються Р. С. Чаловим на три основні групи [67, 92, 145]:

- *вертикальні*, що викликають трансформацію поздовжнього профілю водотоку та зміну відміток дна русла;
- *горизонтальні*, які пов'язані з розмиванням або нарощуванням берегів та утворенням заплав;
- *переміщення алювіальних форм* русла (донних гряд, перекатів, боковиків, осередків, кіс та ін.). Для оцінки останнього виду деформацій необхідно проводити детальні натурні дослідження і спостереження за досить тривалий період. Тому в аналізі були задіяні лише форми прояву вертикальних та горизонтальних деформацій.

Оцінюючи вертикальні і горизонтальні руслові деформації, слід зауважити, що вони були зафіксовані лише на базі 8 гідрологічних постів (табл. 2.1) для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України), за матеріалами яких представляється можливим простежити просторово – часову динаміку їх прояву.

4.4.1. Вертикальні руслові деформації

Вертикальні руслові деформації обумовлюють трансформацію поздовжнього профілю річки шляхом зміни рельєфу русла і зумовлюють структурні зміни потоку [59]. Незважаючи на досить незначні темпи прояву, вертикальні деформації впливають і на зміну характеру горизонтальних деформацій і становлять фон прояву процесів руслоформування [93, 143]. Очевидно, їхня оцінка й аналіз є вкрай важливими завданнями в загальному аналізі руслових процесів річки.

Для встановлення основних тенденцій у динаміці вертикальних руслових деформацій вказаних річок було використано ряд гідроморфологічних залежностей (табл. 4.8).

Таблиця 4.8 – Результати оцінки зв’язків між основними морфодинамічними параметрами русел деяких річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

№ г/п	Річка - гідропост	Період спостережень	$Q_{\text{рн}}$ (bankfull), $\text{м}^3/\text{с}$	Δmax	Δmax за рік	$\Delta\text{сер}$ за рік
$Q = f(H) (\text{см})$						
1	Чорна Тиса – смт Ясіня	1956-2012	30	-84	-1,53	-0,63
2	Чорна Тиса - с. Білин	1946-1988	70	24	0,77	0,14
3	Біла Тиса – с. Луги	1955-2012	50	-45	-0,88	-0,42
4	Біла Тиса – с. Розтоки	1955-1988	30	21	0,68	0,06
5	Тиса – м. Рахів	1946-2012	80	-114	-2,07	-0,92
6	Тиса – с. Ділове	1945-1988	160	45	1,73	0,71
7	Косівська – с. Косівська Поляна	1963-2012	80	-79	-1,98	-0,87
8	Шопурка – с. Кобилецька Поляна	1954-1988	60	-28	-0,90	-0,14
$Q = f(v_{\text{сер}})(\text{м/с})$						
1	Чорна Тиса – смт Ясіня	1956-2010	30	0,29	0,01	≈ 0
2	Чорна Тиса - с. Білин	1946-1988	70	0,22	0,01	0,003
3	Біла Тиса – с. Луги	1955-2010	50	0,53	0,01	-0,001
4	Біла Тиса – с. Розтоки	1955-1988	30	0,38	0,01	0,002
5	Тиса – м. Рахів	1946-2010	80	0,31	0,006	0,001
6	Тиса – с. Ділове	1945-1988	160	-0,35	-0,01	-0,01
7	Косівська – с. Косівська Поляна	1963-2010	80	-1,24	0,031	-0,011
8	Шопурка – с. Кобилецька Поляна	1954-1988	60	-0,22	-0,01	-0,003
$Q = f(h_{\text{сер}})(\text{м})$						
1	Чорна Тиса – смт Ясіня	1956-2010	30	0,96	0,02	0,004
2	Чорна Тиса - с. Білин	1946-1988	70	-0,25	-0,01	-0,004
3	Біла Тиса – с. Луги	1955-2010	50	0,78	0,02	0,01
4	Біла Тиса – с. Розтоки	1955-1988	30	-0,44	-0,01	-0,01
5	Тиса – м. Рахів	1946-2010	80	0,14	0,003	0,001
6	Тиса – с. Ділове	1945-1988	160	0,13	0,005	0,003
7	Косівська – с. Косівська Поляна	1963-2010	80	0,39	0,01	≈ 0
8	Шопурка – с. Кобилецька Поляна	1954-1988	60	-0,1	-0,003	≈ 0

Варто відмітити, що визначення основних параметрів змін рівнів води (H), середніх глибин ($h_{\text{сер}}$), середніх швидкостей потоку ($v_{\text{сер}}$) проводилось у межах руслових бровок до виходу води на поверхню заплав. Виключення з аналізу заплавної складової руслових процесів дозволило більш об’єктивно виконати оцінку руслової ситуації стосовно вертикальних деформацій. Поверхня заплави, як правило, характеризується вкрай неоднорідною

шорсткістю, шириною, висотою затоплення, гідравлічними умовами (швидкості, витрати і направленість заплавного потоку, похили, площі поперечного перерізу та ін.), ступенем інтенсивності господарської діяльності та може суттєво змінювати характер і спрямованість таких переформувань.

Крім того, витрата, за якої проводилась оцінка деформацій русел відповідала руслонаповнювальній витраті (bankfull), тобто стану, коли паводковий потік проходить в руслі в межах руслових бровок [59, 71].

У результаті аналізу виконаних побудов, і зв'язків були отримані зміни всіх вищевказаних досліджуваних параметрів для кожного розрахункового гідрологічного поста (табл. 2.1). Це дало змогу визначити загальне уявлення про руслові деформації для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) (рис. 4.4 - 4.9), (табл. 4.8) [106].

Аналіз зв'язків на р. Чорна Тиса – смт. Ясіня дозволив виявити просідання рівнів води за рік в середньому на 0,63 см, що свідчить про врізання русла річки. За вказаний період, починаючи з 1968 року включно по 2012 роки, на вищенаведеному гідрологічному посту превалюють ерозійні процеси з максимальним врізанням на 84 см. Тобто прослідковується чітка тенденція до вертикальних руслових деформацій в бік врізання русла рис. 4.4 – 4.9. У свою чергу, середня швидкість має дуже незначне зменшення в середньому за рік (табл. 4.8) (дод. Д 1). Середня глибина русла річки майже не зростає і становить в середньому за рік 0,005 см (рис. 4.4 – 4.9). Також слід відмітити, що гідрологічний пост Чорна Тиса – смт Ясіня відноситься до другої категорії річок (див. 4.3), в яких відбуваються певні зміни (деформації) в руслі. Це пояснюється як загальною стійкістю русла в районі гідрологічного поста, так і антропогенним впливом на русло, а саме, будівництвом гідротехнічних та берегозахисних споруд після проходження катастрофічних паводків (див. 2.4.3).

Отже, за даними гідрологічного поста смт Ясіня, який розташований на річці Чорна Тиса, у цілому, превалюють ерозійні процеси, які призводять до врізання русла річки. Горизонтальні руслові деформації із-за значного закріплення берегових відкосів тут проявляються слабо.

Аналіз вищезгаданих зв'язків на р. Чорна Тиса – с. Білин показав зростання рівнів води при постійній витраті в середньому за рік на 0,14 см, що свідчить про превалювання процесів акумуляції в руслі річки. За вказаний період максимальне зростання рівнів складає 24 см (дод. Д 2). Поряд з цим середня швидкість має також незначне збільшення (табл. 4.8). Середня глибина русла річки змінюється в бік зменшення не суттєво і становить 0,004 м/рік, тобто на ділянці річки має місце різноспрямована тенденція до змін гідроморфодинамічних показників з переважанням процесів акумуляції. Тенденцію до проявів процесів акумуляції можна пояснити тим, що ділянка гідрологічного поста розташована в нижній течії Чорної Тиси, несуттєво переважають процеси накопичення алювію. Антропогенний вплив на вказаному водозборі не значний, криві залежностей

знаходяться в пучках, вони щільні (див. 4.3), що засвідчує досить високу стійкість ділянки русла річки. Слід також відмітити, що вищенаведений гідрологічний пост був закритий в 1988 році (табл. 2.1), тому не можна прослідкувати сучасну тенденцію до розвитку вертикальних руслових деформацій.

На переважання процесів накопичення алювію на даній ділянці річки впливає також і відсутність катастрофічних паводків (1998, 2001 і 2009 рр.) за період спостережень. Їх превалюючу ерозійну роль прослідкувати тут неможливо, тому можна констатувати, що об'єктивна оцінка руслових деформацій можлива на даній ділянці річки лише до 1988 р.

Таким чином, за даними гідрологічного поста Білин, розташованого на річці Чорна Тиса, при загальній стабільності спостерігалися тенденція до прояву незначних акумулятивних процесів, що свідчить про певну активність вертикальних руслових деформацій. Горизонтальні руслові деформації проявлялися слабо.

Аналіз зв'язків на р. Біла Тиса – с. Луги показав зниження рівнів води в середньому за рік на 0,42 см, що свідчить про врізання русла річки. Слід зазначити, що в 2010 та 2012 роках криві на рис. 2.3 – 2.8 не доходять до рівня bankfull, тому ми не можемо повною мірою використати їх при аналізі вертикальних руслових деформацій. Але перед цим відбуваються активні ерозійні процеси, що пояснюється проходженням катастрофічного паводка в 2008 році (див. 2.3.3). Врізання в русло річки за ці два роки складає більше 40 см (дод. Д 3).

За вказаний період з 1957 по 2012 роки (дод. Д 3) максимальне просідання рівнів складає 45 см. Поряд з цим середня швидкість має незначне зменшення в (табл. 4.8). Середня глибина русла річки змінюється в бік зростання не суттєво і становить 0,01 м/рік.

Слід також відмітити, що антропогенний вплив на даному водозборі незначний, криві залежностей знаходяться в досить щільних пучках (див. 4.3, рис. 4.4 – 4.9).

Отже, за даними гідрологічного поста Луги, розташованого на річці Біла Тиса, в верхній течії превалюють ерозійні процеси, які призводять до врізання русла річки, що свідчить про розвиток вертикальних руслових деформацій. Горизонтальні руслові деформації проявляються слабо.

Для гідрологічного поста с. Розтоки, розташованого на р. Біла Тиса, аналіз зв'язків дозволив виявити незначне підвищення рівнів води за рік у середньому на 0,06 см, що свідчить про несуттєве превалювання процесів акумуляції в руслі річки.

Дана ділянка річки є доволі схожою за характером прояву вертикальних деформацій з ділянкою на Чорній Тиси в районі гідрологічного поста Білин. Вона також знаходиться в нижній течії річки і превалювання акумуляції наносів тут також має місце. До цього варто додати, що пост був закритий в 1988 році, і на ньому не були зареєстровані наслідки проходження паводків 1998, 2001 і 2008 років. Криві залежностей мали доволі значне віяло (див.

4.3., дод. Д 4). В 70-ті роки на вказаному водозборі проводилось будівництво берегозахисних споруд. За період спостережень навіть максимальна акумуляція незначна і становить 21 см стосовно зменшення глибини потоку. У свою чергу, середня швидкість залишалась майже незмінною (табл. 4.8). Середня глибина русла річки слабо зменшується і становить в середньому за рік 0,01 см.

Вищенаведений гідрологічний пост також був закритий в 1988 році (табл. 2.1), тому ми не можемо прослідкувати реальні зміни в вертикальних руслових деформаціях на сьогоднішній день.

Отже, за даними гідрологічного поста Розтоки, розташованого на річці Біла Тиса, незначно превалювали акумулятивні процеси, які призвели до зростання рівнів води. Горизонтальні руслові деформації проявлялися слабо.

Аналіз зв'язків на р. Тиса – м. Рахів дозволив виявити наступні тенденції щодо розвитку вертикальних руслових деформацій. За досліджуваний період спостерігається досить суттєве просідання рівнів води, яке в середньому за рік становить 0,92 см, що свідчить про врізання русла річки. Отже, більш як за 50 років максимальне врізання складає 114 см включно до 2010 року. Разом з тим в 2012 році прослідковується незначна акумуляція в руслі на 26 см, що пояснюється будівництвом гідротехнічних та берегозахисних споруд після проходження катастрофічного паводку 2008 року (див. 2.2.3). Поряд з цим, середня швидкість потоку залишається також майже незмінною, але подекуди вона може несуттєво зростати. Щодо середньої глибини, то її характер є також майже незмінним, а зменшення площі поперечного перерізу можна пояснити зменшенням ширини перерізу русла річки (табл. 4.8, дод. Д 5).

Таким чином спостерігається тенденція до досить активного прояву ерозійних процесів і врізання русла. Цьому сприяє значне збільшення водності річки (після злиття Чорної і Білої Тиси), яке обумовлює суттєве зростання транспортувальної здатності потоку. Тільки в 2012 році спостерігається незначні зворотні процеси акумуляції на водозборі, що пояснюється як антропогенним навантаженням, так і зменшенням максимальної водності річки. Горизонтальні руслові деформації проявляються слабо, що обумовлено, перш за все, наявністю берегоукріплень на даній ділянці річки.

Для гідрологічного поста р. Тиса – с. Ділове аналіз зв'язків дозволив виявити підвищення рівнів води за рік у середньому на 0,71 см, що свідчить про акумуляцію русла річки. За вказаний період максимальна акумуляція складає 45 см. Превалюючі акумуляційні процеси на вказаному водозборі можна пояснити як маловодною фазою в цей період, так і відсутністю катастрофічних паводків (див. 2.4.3). Гідрологічний пост Ділове на р. Тиса є замикальним для річок басейну верхньої Тиси (в межах України), і за певних обставин, акумулятивні процеси тут можуть мати місце. Також слід зазначити, що гідрологічний пост Тиса – с. Ділове був закритий в 1988, як

витратний (табл. 2.1), тому ми не можемо прослідкувати сучасні тенденції прояву вертикальних руслових деформацій і виділити вплив на їх прояв паводків 1998, 2001 та 2008 рр. У свою чергу, середня швидкість має дуже незначне зменшення в середньому за рік (табл. 4.8). Середня глибина русла річки збільшується також не суттєво і становить в середньому за рік 0,003 см (дод. Д 6).

Варто також відмітити, що антропогенний вплив на вказаній ділянці був незначний, криві залежностей знаходилися в щільних пучках (див. 4.3). Але за останні 10 років в с. Діловому було побудовано багато берегозахисних та гідротехнічних споруд після катастрофічного паводку 2008 року (див. 2.4.3).

Якщо б гідрологічний пост діяв і донині, як витратний, то, скоріш за все, пучки кривих були б уже більш розпорошені.

Отже, за даними гідрологічного поста с. Ділове, розташованого на річці Тиса при загальній стабільності за період спостережень превалювали акумулятивні процеси, які призводили до незначного зростання рівнів води. Горизонтальні руслові деформації проявлялися не так інтенсивно, як вертикальні руслові деформації, що було обумовлено наявністю берегоукріплень.

Аналіз морфодинамічних зв'язків на р. Косівська за даними гідрологічного поста с. Косівська Поляна дозволив виявити тенденції щодо розвитку ерозійних процесів в її руслі. За досліджуваній період спостерігається просідання рівнів води, які в середньому за рік становлять 0,87 см, що свідчить про врізання русла річки. За вказаний період включно по 2008 рік максимальне врізання складає 79 см. Слід зазначити, що в 2010 та 2012 роках криві (дод. Д 7) не досягають до рівня bankfull, тому ми не можемо повною мірою використати їх при аналізі вертикальних руслових деформацій. Але перед цим відбувалися активні ерозійні процеси, що викликано проходженням катастрофічного паводка в 2008 році (див. 2.4.3) та закінченням багатоводної фази для гідрологічного поста Косівська Поляна розташованого на р. Косівська (табл. 2.16). Середня швидкість потоку залишається фактично незмінною за цей період, але подекуди вона може незначно зменшуватись (табл. 4.8). Щодо середньої глибини перерізу русла, то її характер є також майже незмінним і стабільним, що засвідчує стійкість русла до динамічних змін.

Також слід зазначити, що антропогенний вплив на даній ділянці русла і водозборі незначний, криві залежностей знаходяться в досить щільних пучках (рис. 4.4–4.9). Це пояснюється, в першу чергу, висотним положенням гідрологічного поста, який до того ж знаходиться у вузькій майже беззаплавній долині.

Таким чином, за даними гідрологічного поста с. Косівська Поляна, розташованого на річці Косівська при загальній русловій стабільності спостерігається тенденція до прояву ерозійних процесів і врізання русла, особливо в останні роки (дод. Д 7), що засвідчує певну активність

вертикальних руслових деформацій. Горизонтальні руслові деформації проявляються слабо.

Насамкінець, для гідрологічного поста розташованого на р. Шопурка в с. Кобилецька Поляна аналіз морфодинамічних зв'язків дозволив виявити тенденції щодо розвитку ерозійних процесів в руслі річки. За досліджуваний період спостерігалось просідання рівнів води, які в середньому за рік становлять 0,14 см, що свідчить про врізання русла річки. Причому за багаторіччя максимальне врізання складало 28 см. Поряд з цим, середня швидкість потоку залишалася також фактично незмінною, але подекуди вона може незначно зменшуватись (табл. 4.8, дод. В). Щодо середньої глибини перерізу, то її характер є також майже незмінним.

Антропогенний вплив на вказаній ділянці мав місце, але криві залежностей знаходяться в досить щільних пучках (див. 4.3). Варто відмітити, що даний гідрологічний пост також був закритий в 1988 році (табл. 2.1), тому і тенденції на сьогоднішній день з розвитком вертикальних руслових деформацій неможливо прослідкувати, особливо з урахуванням катастрофічних паводків 1998, 2001 і 2008 років.

Таким чином, за даними гідрологічного поста Кобилецька Поляна, розташованого на річці Шопурка спостерігалася тенденція до певного прояву ерозійних процесів і врізання русла, що свідчить про певну активність вертикальних руслових деформацій. Горизонтальні руслові деформації проявлялися слабо.

Отримані з табл. 4.8 результати просторово-часові характеристики зв'язків морфодинамічних параметрів для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) свідчать про розвиток вертикальних руслових деформацій на досліджуваних водотоках. Їхній прояв, переважно пов'язаний, з донною ерозією, що виражається в поглибленні русел і пониженні абсолютних відміток ложа русла. Це, скоріш за все, обумовлено достатньо високими гідравлічними показниками потоку гірських річок. Вказаний процес на деяких річках є своєрідним стримувальним аспектом для розвитку планових деформацій, про що свідчить аналіз досліджуваних функціональних зв'язків між основними морфодинамічними параметрами русел.

4.4.2. Горизонтальні руслові деформації

Горизонтальні руслові деформації є плановими переміщеннями русла в річковій долині [52, 67-70, 85, 145]. Кінематична структура потоку та геолого-геоморфологічні умови є основними визначальними чинниками для цих процесів. Взаємодія вказаних факторів обумовлює утворення і розвиток різних типів русел, їхньої деформації, яка супроводжуються розмивами берегів чи акумуляцією наносів. Горизонтальні деформації характеризуються періодичними змінами. Це, передусім, спрямлення звивин та подальший їх розвиток, перехід основної течії з одного рукава в інший і т.п. Безпосередній прояв спрямованих планових деформацій виявляється при

сукупності сприятливих геолого-геоморфологічних умов формування русел і характеру загальних руслових деформацій. Такими виступають врізані звивини, які є типовими для розвитку річок в гірських і передгірських умовах. Інтенсивність планових руслових деформацій більша, ніж вертикальних і сягає до декількох десятків метрів на рік [83, 146].

Для об'єктивної оцінки планових зміщень русла річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) за даними 8 гідрологічних постів (табл. 2.1) були побудовані поперечні профілі русел (рис. 4.10–4.13) за роки 1957, 1962, 1968, 1974, 1980, 1985, 1988, 1992, 2007, 2010.

Слід відмітити, що для діючих чотирьох гідрологічних постів (р. Чорна Тиса – смт Ясіня, р. Біла Тиса – с. Луги, р. Тиса – м. Рахів, р. Косівська – с. Косівська Поляна) (рис. 4.10–4.13) був взятий період спостережень 1957 – 2012 рр., а для закритих гідрологічних постів (р. Чорна Тиса – с. Білин, р. Біла Тиса – с. Розтоки, р. Тиса – с. Ділове, р. Шопурка – с. Кобилецька Поляна) в 1988 році період склав 1957-1988 рр. Отже, в першому випадку оцінка деформацій відбувалась більш як за 50 річний період, а в другому – більш ніж 30 річний.

Слід також зазначити, що як вертикальні, так і горизонтальні руслові деформації на вказаному водозборі досить тісно пов'язані з коливанням водності (див. 2.6). В період багатоводної фази водності (табл. 2.16) для річок верхньої частини Тиси (в межах України) (табл. 2.1) спостерігається тенденція до активних проявів вертикальних руслових деформацій (врізання русла річки) та бокове врізання русел (планові руслові деформації). Це пояснюється проходженням трьох катастрофічних паводків на вказаному водозборі 1998, 2001 та 2008 роках, що призвело до активізації вертикальних і горизонтальних руслових деформацій.

Такий підхід дозволив водночас прослідкувати як вертикальні, так і горизонтальні зміни в річкових руслах і виявити вплив паводків на інтенсивність прояву деформацій [52, 59, 84].

За результатами оцінки характеристик вищенаведених поперечних перерізів (рис. 4.10–4.13) встановлені їх основні параметри, а саме: площа поперечного перерізу (ω , м²), ширина русла (B , м), середня глибина ($h_{\text{сеп},M}$) та співвідношення B/h . Взагалі, останнє співвідношення є інтегральним показником щодо оцінки динаміки як горизонтальних, так і вертикальних деформацій. Кількісні значення за цими параметрами для вказаних перерізів представлені в табл. 4.9.

Русло річки Чорна Тиса на ділянці гідрологічного поста смт Ясіня помірно звивисте, шириною 14 м, дно галькові-кам'яне висота берегів 2,5 м, русло стрімке, укріплене бетонною кладкою. Ширина русла річки збільшується не суттєво і складає в середньому за рік 0,06 м. Але за багаторічний період ширина русла річки збільшилась на 20%. Середня глибина русла річки майже не зростає і становить в середньому за рік 0,004 см. Показник $Q = f(B/h_{\text{сеп}})$ дещо збільшується, тому що ширина дещо зростає, а глибини є майже незмінні.

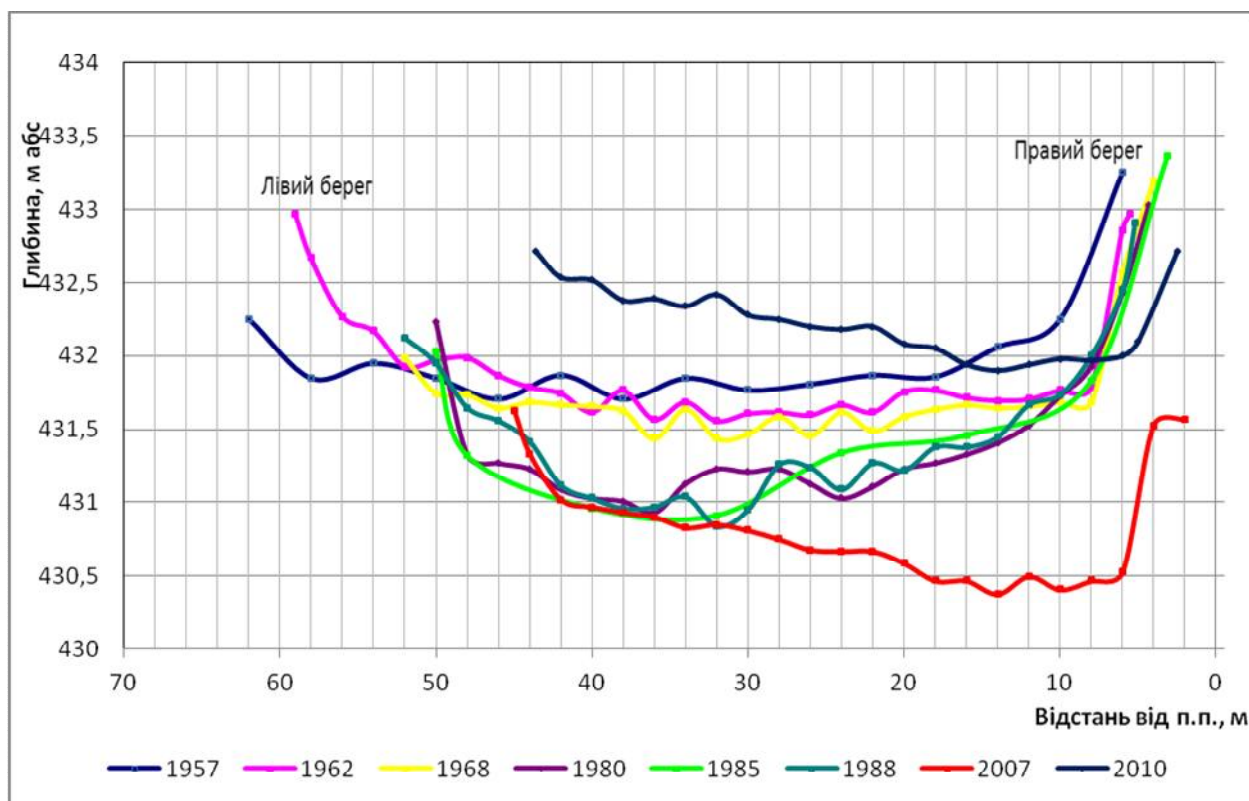


Рис. 4.10 – Суміщені поперечні перерізи русла р. Тиса – м. Рахів за багаторічний період

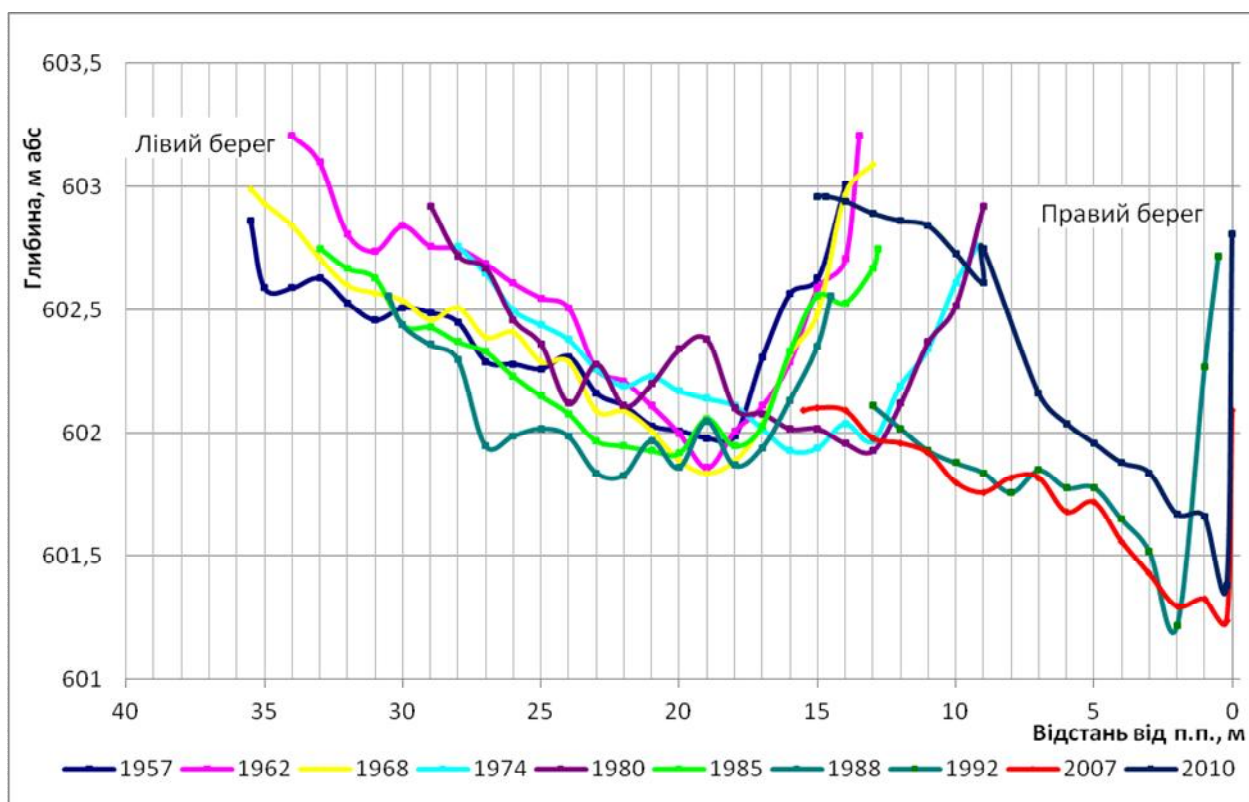


Рис. 4.11 – Суміщені поперечні перерізи русла р. Біла Тиса – с. Луги за багаторічний період

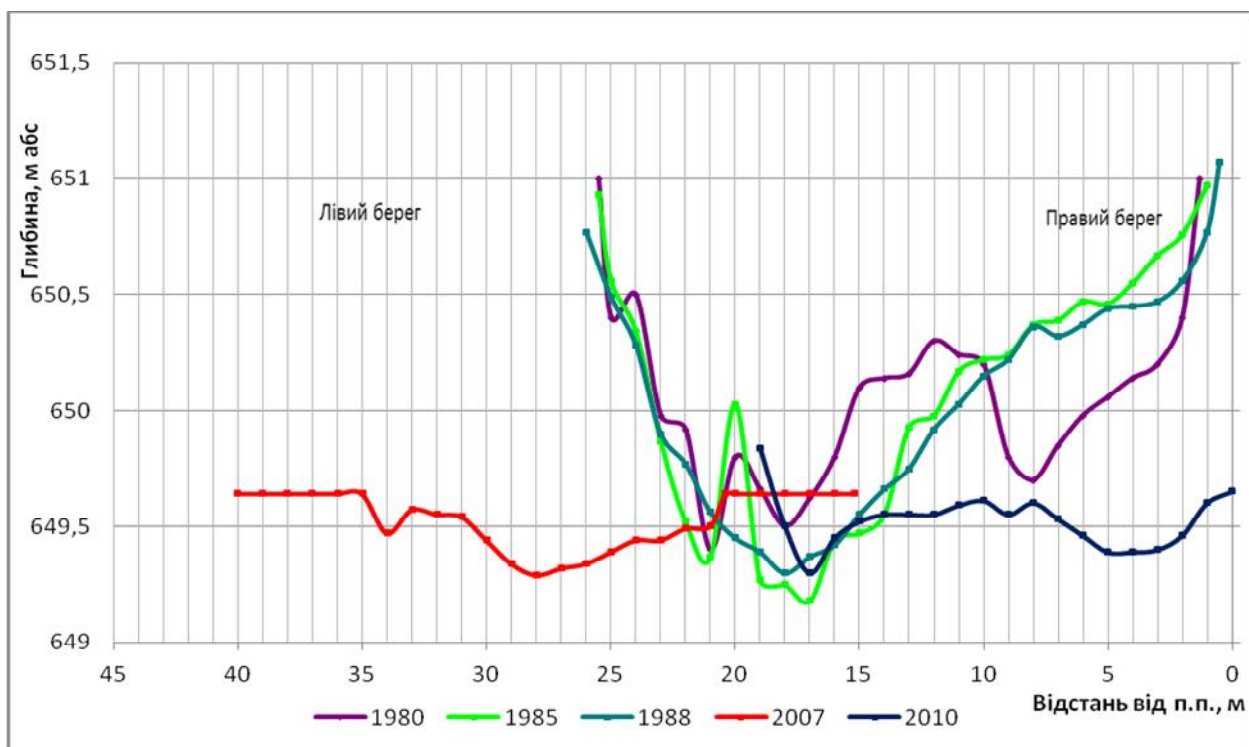


Рис. 4.12 – Суміщені поперечні перерізи русла р. Чорна Тиса – смт Ясіня за багаторічний період

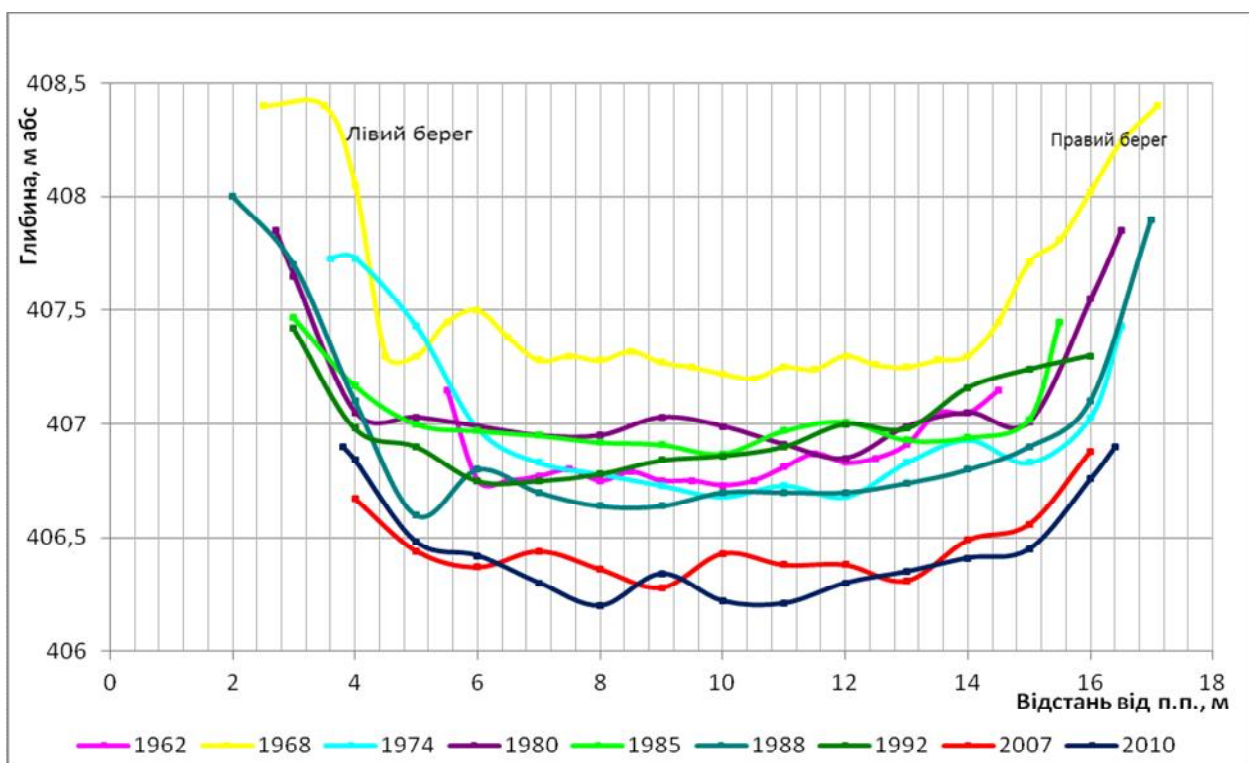


Рис. 4.13 – Суміщені поперечні перерізи русла р. Косівська – с. Косівська Поляна за багаторічний період

**Таблиця 4.9 – Морфометричні параметри і деформації русел річок
верхньої частини басейну Тиси (в межах України) за період з 1957 – 2012 роки**

Річка - гідропост	Дата	ω, м	+/-	B,м	+/-	hсер, м	+/-	B/h	+/-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Чорна Тиса – с.мт Ясіня	1957	18		20		0,89		22	0
	1962	17,6	-0,4	25,1	5,1	0,78	-0,11	33,9	11,9
	1968	17,7	-0,3	24,5	4,5	1,69	0,8	26,2	4,2
	1974	17,4	-0,6	24,6	4,6	1,85	0,96	35,5	13,5
	1980	19,5	1,5	24,8	4,8	0,8	-0,09	32,8	10,8
	1985	25	7,0	24,8	4,8	1,09	0,2	16	-6
	1988	24,4	6,4	24,2	4,2	1,03	0,14	19,2	-2,8
	2001	21,9	3,9	23,1	3,1	0,92	0,03	21,8	-0,2
	2008	22,2	4,2	21,2	1,2	1,06	0,17	20,8	-1,2
	2010	16,9	-1,1	19,0	-1,0	0,87	-0,02	23,3	1,3
	Δсер за рік		0,04		0,06		0,004		0,06
Чорна Тиса –с. Білин	1957	44,5		34,9		1,33		20,5	
	1962	44,9	0,4	35,3	0,4	1,28	-0,05	25,3	4,8
	1968	42	-2,5	35,1	0,2	1,22	-0,11	29,8	9,3
	1974	39,2	-5,3	34,5	-0,4	1,15	-0,18	30,4	9,9
	1980	44,6	0,1	34,9	0	1,28	-0,05	27,7	7,2
	1985	36,1	-8,4	33,7	-1,2	1,08	-0,25	30,2	9,7
	1988	35,7	-8,8	32,9	-2	1,09	-0,24	28,5	8,0
	Δсер за рік		-0,11		-0,01		-0,004		0,23
Біла Тиса – с.Луки	1957	14,5		24,6		0,71		37,5	
	1962	19,0	4,5	23,6	-1,0	0,76	0,05	25,5	-12,0
	1968	22,0	7,5	23,6	-1,0	0,91	0,2	26,2	-11,3
	1980	12,2	-2,3	20,4	-4,2	0,61	-0,1	33,5	-4,0
	1998	22,8	8,3	16,0	-8,6	1,47	0,76	10,0	-27,5
	2001	23,8	9,3	16,9	-7,7	1,49	0,78	9,2	-28,3
	2008	23,6	9,1	16,4	-8,2	1,47	0,76	10,0	-27,5
	Δсер за рік		0,10		-0,09		0,01		-0,31
Біла Тиса – с. Розтоки	1957	21,0		17,0		1,15		14,6	
	1962	20,5	-0,5	17,0		1,21	0,06	14,1	-0,5
	1968	18,3	-2,7	21,6	4,6	0,85	-0,3	26,8	12,2
	1974	19,1	-1,9	24,7	7,7	0,77	-0,38	32,2	17,6
	1980	15,8	-5,2	21,9	4,9	0,71	-0,44	31,0	16,4
	1985	18,1	-2,9	22,9	5,9	0,79	-0,36	30,0	15,4
	1988	23,0	2,0	25,3	8,3	0,9	-0,25	28,2	13,6
	Δсер за рік		-0,05		0,14		-0,01		0,34

Продовження таблиці 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тиса – м. Рахів	1957	49,0		49,1		1,01		49,5	
	1962	46,2	-2,8	52,0	2,9	0,88	-0,13	60,4	10,9
	1968	46,5	-2,5	46,1	-3,0	1,01	0	45,5	-4,0
	1974	46,7	-2,3	45,1	-4,0	1,04	0,03	43,2	-6,3
	1980	49,0	0	44,4	-4,7	1,1	0,09	41,0	-8,5
	1985	43,9	-5,1	44,7	-4,4	0,98	-0,03	44,7	-4,8
	1988	47,7	-1,3	43,0	-6,1	1,05	0,04	44,1	-5,4
	1992	51,1	2,1	44,7	-4,4	1,13	0,12	30,7	-18,8
	1998	50,1	1,1	45,6	-3,5	1,15	0,14	36,0	-13,5
	2001	46,9	-2,1	43,7	-5,4	1,06	0,05	39,2	-10,3
	2008	42,5	-6,5	42,5	-6,6	0,99	-0,02	39,0	-10,5
	2010	42,0	-7,0	42,0	-7,1	0,98	-0,03	41,0	-8,5
	2012	46,5	-2,5	39,9	-9,2	1,13	0,12	29,0	-20,5
	Δсер за рік		-0,04		-0,08		0,001		-0,14
Тиса – с. Ділове	1962	63,5		44,7		1,42		31,5	
	1968	69,3	5,8	45,1	0,4	1,54	0,12	29,4	-2,1
	1974	74,5	11,0	48,3	3,6	1,54	0,12	32,3	0,85
	1980	69,8	6,3	47,4	2,7	1,47	0,05	32,2	0,75
	1985	66,1	2,6	46,8	2,1	1,43	0,01	33,6	2,1
	1988	73,8	10,3	47,5	2,8	1,55	0,13	30,8	-0,7
	Δсер за рік		0,23		0,07		0,003		0,006
Косівська – с. Косівська Поляна	1968	18,0		14,5		1,59		11,5	
	1988	16,8	-1,2	14,7	0,2	1,23	-0,36	13,6	2,1
	1998	16,9	-1,1	13,3	-1,2	1,74	0,15	9,8	-1,7
	2001	24,6	6,6	16,4	1,9	1,48	-0,11	11,7	0,2
	2008	25,9	7,9	14,3	-0,2	1,98	0,39	11,4	-0,1
	Δсер за рік		0,06		0,03		0,003		0,003
Шопурка – с. Кобилецька Поляна	1957	26,2		21,6		1,23		19,8	
	1962	29,0	2,8	21,8	0,2	1,33	0,1	19,8	
	1968	28,8	2,6	22,5	0,9	1,27	0,04	19,9	0,1
	1980	27,2	1,0	22,4	0,8	1,26	0,03	20,2	0,4
	1985	26,0	-0,2	23,0	1,4	1,13	-0,1	20,1	0,3
	Δсер за рік		0,04		0,02		0,0005		0,01

За період з 1957 до 1988 русло практично не змінило свою форму. Після проходження катастрофічного паводку 2001 відбулося зміщення русла в бік лівого берега на 10 метрів (рис. 4.12). Але після проходження катастрофічного паводку 2008 року, русло річки змістилось до правого берега на 12 метрів. Це майже урівноважило загальні зміщення і середньорічними їх величинами за багаторічний період складає всього 0,06 м (табл. 4.9).

На ділянці річки Чорна Тиса – с. Білин відмічені несуттєві планові деформації (табл. 4.9). Площа поперечного перерізу незначно зменшується, що складає в середньому $0,11 \text{ м}^2$ за рік. Різнопланова зміна поперечного перерізу за багаторічний період не перевищує 2%. Ширина русла зменшується також незначно і становить $0,01 \text{ м}$ в середньому за рік. За багаторічний період ширина русла річки зменшилась на 1,1%. Середня глибина русла річки змінюється в бік зменшення несуттєво і становить $0,004 \text{ м/рік}$ (табл. 4.8), що пов'язане з незначним врізанням русла. Загальне несуттєве зменшення площі можна пояснити зменшенням ширини перерізу русла річки (табл. 4.9).

Русло річки Біла Тиса на ділянці гідрологічного поста с. Луги помірно звивисте, шириною 6-10 м, дно гальково – валунне, на 300 м нижче поста поріжне. Ширина русла зменшується незначно, і ця величина становить $0,09 \text{ м}$ в середньому за рік. Слід зазначити, що в 2010 та 2012 роках на вищенаведеному гідрологічному посту має місце активне врізання русла річки, що характеризується значним просіданням рівня води (табл. 4.8). Площа поперечного перерізу збільшується не суттєво і складає в середньому $0,1 \text{ м}^2$ за рік. Зміна поперечного перерізу за багаторічний період становить 2%. Ширина русла зменшується слабо, що складає $0,09 \text{ м}$ в середньому за рік. За багаторічний період ширина русла річки зменшилась на 1,05 %. Середня глибина русла річки змінюється в бік збільшення не суттєво і становить $0,01 \text{ м/рік}$. Показник $B/h_{\text{сер}}$ дещо зменшується, тому що ширина дещо зменшується, а глибини є майже незмінними (табл. 4.9). Також варто відмітити, що на данному створі поста спостерігається наявність достатньо інтенсивних планових деформацій (1992, 2007, 2010 роки), які підтверджуються даними рис. 4.11 та табл. 4.9. В період з 1992 по 2010 роки відбулося переміщення русла річки в бік правого берега на 12 – 15 метрів. Це пояснюється проходженням катастрофічних паводків 2001 та 2008 років, які значно вплинули і пришвидшили розвиток горизонтальних руслових деформацій на цій ділянці річки.

На річці Біла Тиса – с. Розтоки відмічені несуттєві планові деформації. На вказаному гідрологічному посту переважають акумуляційні процеси, за рік в середньому підвищення рівнів води складає $0,06 \text{ см}$ (див. 4.4.1). Площа поперечного перерізу дещо зменшується на $0,05 \text{ м}^2$ в середньому за рік. Ширина русла річки збільшується незначно і складає в середньому за рік $0,14 \text{ м}$. (табл. 4.9). Середня глибина русла річки слабо зменшується і становить в середньому за рік $0,01 \text{ см}$. Показник $Q = f(B/h_{\text{сер}})$ зростає на 0,34, тому що ширина дещо збільшується, а глибини є майже незмінними. Отже, за даними гідрологічного поста с. Розтоки, розташованого на річці Біла Тиса, горизонтальні деформації проявляються слабо.

Русло річки Тиса на ділянці гідрологічного поста м. Рахів звивисте, але планові деформації проявляються слабо, та спостерігається чітка тенденція до прояву ерозійних процесів в середньому за рік на $0,92 \text{ см}$. Площа поперечного перерізу залишається майже незмінною, але спостерігається

тенденція до її зменшення на $0,04 \text{ м}^2$ за рік (табл. 4.9). Зміна поперечного перерізу за багаторічний період складає 14%. Ширина річки дещо зменшується на $0,08 \text{ м/рік}$, що пов'язано із врізанням її русла. За багаторічний період ширина русла річки зменшилась на 8,0%. Щодо середньої глибини перерізу, то її характер є також майже незмінним, а зменшення площі перерізу можна пояснити зменшенням ширини русла річки (табл. 4.9). Таким чином, за даними гідрологічного поста м. Рахів, розташованого на р. Тиса, горизонтальні руслові деформації проявляються слабо.

Русло річки Тиса в створі гідрологічного поста с. Ділове помірно звивисте, нерозгалужене, вище гідрологічного поста розташовані пороги. Береги круті, уривисті, місцями закріплені. Для вищенаведеного поста характерним є розвиток вертикальних руслових деформацій, а саме, процесів акумуляції. Що стосується розвитку планових деформацій, то вони проявляються слабо. Площа поперечного перерізу дещо збільшується на $0,23 \text{ м}^2$ в середньому за рік (табл. 4.9). Ширина русла річки зростає незначно і складає в середньому за рік $0,07 \text{ м}$. Середня глибина русла річки зростає також не суттєво і становить в середньому за рік $0,003 \text{ см}$.

Показник $Q = f(B/h_{\text{сеп}})$ незначно зростає, тому що ширина дещо збільшується, а глибини є майже незмінними (табл. 4.6). Отже, за даними гідрологічного поста Ділове, розташованого на річці Тиса горизонтальні деформації проявляються слабо, що пояснюється значним антропогенним навантаженням та великою кількістю берегозахисних споруд в річці.

На ділянці р. Косівська біля с. Косівська Поляна спостерігаються не суттєві прояви планових деформацій, які підтверджуються даними рис. 4.13 і табл. 4.9. Під час проходження катастрофічних паводків 2001 та 2008 років на вищенаведеному створі поста спостерігалось просідання рівнів води. Що стосується горизонтальних руслових деформацій, то вони проявлялись слабо. Площа поперечного перерізу залишається майже незмінною, але спостерігається тенденція до її збільшення на $0,06 \text{ м}^2$ за рік (табл. 4.9). Ширина річки майже не змінюється з незначною тенденцією до зростання. Щодо середньої глибини перерізу, то її характер є також майже незмінним, тоді збільшення площі можна пояснити зростанням ширини перерізу русла річки (табл. 4.9). Таким чином, за даними гідрологічного поста с. Косівська Поляна, розташованого на річці Косівська спостерігаються незначні прояви горизонтальних деформацій, що пояснюється стійкою V-подібною формою долини та наявністю берегозахисних споруд, які уповільнюють прояв планових руслових деформацій.

Русло р. Шопурка в створі гідрологічного поста с. Кобилецька Поляна помірно звивисте, слабо деформується, складене галькою і валунами. Площа поперечного перерізу залишається майже незмінною, але спостерігається тенденція до її збільшення на $0,04 \text{ м}^2$ за рік (табл. 4.9). Ширина річки майже не змінюється з невеликою тенденцією до зростання. Щодо середньої глибини перерізу, то її характер є також майже незмінним,

тоді збільшення площі можна пояснити зростанням ширини перерізу русла річки (табл. 4.9). Таким чином, за даними гідрологічного поста с. Кобилецька Поляна, розташованого на річці Шопурка планові деформації проявляються слабо, що пояснюється зокрема виходами скельних порід в руслі.

Отримані з табл. 4.9 результати для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) свідчать про активний розвиток планових руслових деформацій лише для двох гідрологічних постів: р. Чорна Тиса – смт Ясіня та р. Біла Тиса – с. Луги, що обумовлено здебільшого проходженням двох катастрофічних паводків 2001 та 2008 років. Що стосується інших шести гідрологічних постів (табл. 4.9), то для них інтенсивність розвитку горизонтальних руслових деформацій несуттєва. Це можна пояснити значним антропогенним навантаженням (берегозахисні споруди), та виходами кристалічних порід в руслі річки.

4.5. Типи русел

4.5.1. Типи русел та їх зв'язок з гідроморфологічною оцінкою річок верхньої частини басейну Тиси

Узагальнюючим етапом процесів руслоформування є визначення типів русел річок. В його основу для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) покладено класифікацію типів річкових русел за характером руслових переформувань та їх морфологічними проявами [21, 67, 143-146].

За вказаною методикою з урахуванням деяких особливостей гірських річок на базі натурних експедиційних досліджень, відповідного картографічного матеріалу, космічних знімків визначені типи русел для всіх водотоків протяжністю більше 3 км (водотоки, які є меншими за довжиною – це, як правило, струмки), які знаходяться в суббасейнах Чорної і Білої Тиси, Тиси до держкордону з Румунією, Косівської і Шопурки. Результати цих досліджень представлені в табл. 4.10, рис. 4.14.

Необхідно відмітити, що всі русла річок верхньої частини Тиси (в межах України) відносяться до категорії гірських. Слід зазначити, що загальна протяжність всіх водотоків довжиною більше 3 км для вищенаведеного водозбору складає 573,9 км (дод. Е) [99].

Найбільшого розповсюдження в розглядуваному басейні мають *поріжно водоспадні русла*, які складають 43,6% протяжності всіх русел, тобто 250,1 км (дод. Е, рис. 4.14). Це обумовлено, перш за все, тим, що ці водотоки мають чи не найвищі абсолютні середньозважені відмітки своїх басейнів для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України). Вони відносяться до яскраво вираженої категорії гірських річок. Місцями в цих руслах спостерігаються скельні виходи, але вони мають локальний характер. Як правило, цей тип русла розповсюджується від витoku до абсолютних відміток урізів 770 – 800 м. Похили цих річок перевищують 30‰ і сягають у

The map illustrates the Upper Tisza River Basin, highlighting different types of river channels and their meandering patterns. The legend, titled 'УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ' (Conditional Markings), defines the symbols used:

- порізно-водоспадне русло** (Intermittent-rap channel): Represented by a dashed line.
- русло з нерозвинутими алювіальними формами** (Channel with undeveloped alluvial forms): Represented by a solid line.
- русло з розвинутими алювіальними формами** (Channel with developed alluvial forms): Represented by a dashed line.
- руслова багаторукавність** (Channel anastomosis): Represented by a solid line.
- меандрування (врізане)** (Meandering (incised)): Represented by a solid line.
- Басейн Верхньої Тиси** (Upper Tisza Basin): Represented by a light blue shaded area.

The map shows the Tisza River and its numerous tributaries, including the Dniester, Dnieper, and others. The legend is located in the bottom right corner of the map.

Русла з *нерозвинутими алювіальними формами* мають друге за протяжністю розповсюдження в досліджуваному басейні (41,1%) або 236,0 км довжини всіх русел та притаманні майже всім річкам вказаного басейну, крім приток у верхів'ях річки Чорна Тиса та річки Тиса (дод. Е, рис. 4.14) [99, 105].

Русла з *розвинутими алювіальними формами* мають третє за протяжністю розповсюдження в досліджуваному басейні (12,8 %), тобто 73,2 км і належать нижнім частинам Чорної і Білої Тиси, Тиси, Шопурки, коротким ділянкам річок Лазещина і Косівська (дод. Е, рис. 4.14).

Спостерігається цей тип русла на висотах здебільшого нижче 330 м (по урізах води). Їх похили також зменшуються до 5–15‰. В руслах чітко прослідковується шар самовимощення алювію [99, 105].

Що стосується річок з *руською багаторукавністю*, то їм притаманно лише 1,5%, тобто 8,89 км загальної протяжності водотоків вказаного водозбору. Цей тип характерний для річки Шопурка до злиття з річкою Тиса (дод. Е, рис. 4.14). Спостерігаються вони на висотах здебільшого нижче 345 м (по урізах води) і характеризується значним меандруванням з наявністю боковиків і осередків в руслі річки.

Останнім, виділеним типом русла для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) представляється *меандрування (врізане)*. Цьому типу русла характерний лише 1% (5,7 км) від загальної протяжності водотоків вказаного водозбору (табл. 4.10, рис. 4.14). Врізані меандри характерні для річки Тиса в місці зі злиттям з р. Косівська і до м. Великого Бичкова (до впадіння р. Шопурка). Спостерігається цей тип русла на висотах здебільшого нижче 310 м (по урізах води). Його похили також зменшуються до 5–7 ‰.

Варто відмітити, що вищевикладені умови формування типів русел річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) добре співвідносяться з раніше виконаними дослідженнями гідроморфологічного стану цих річок (див. розділ 3). Разом з тим, виділення вказаних типів дає можливість оптимізувати та об'єктизувати розроблення низки заходів щодо руслорегулювання гірських річок.

Для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) за даними ділянок обстежень (ДО) (див. розділ 3), були побудовані співвідношення між типом русла і гідроморфологічним класом якості (рис. 4.15).

Також варто відмітити, що для водних масивів, які розташовані на річках верхньої частини басейну Тиси (в межах України) характерні такі типи русел:

1) р. Чорна Тиса (поріжно-водоспадні і русла з нерозвинутими алювіальними формами); (дод. Ж);

2) р. Біла Тиса превалюючими є русла з нерозвинутими алювіальними формами і розвинутими алювіальними формами;

3) для р. Тиса притаманним є русла з розвинутими алювіальними формами;

4) р. Косівська (русла з нерозвинутими алювіальними формами);

5) р. Шопурка характерними є русла з нерозвинутими і розвинутими алювіальними формами (дод. Ж).

Аналіз рис. 4.15, демонструє, що для поріжно-водоспадних русел, які притаманні верхів'ям, й відповідають типу водних масивів – малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї валунно-галькові – гідроморфологічний стан є близьким до природного. Це пояснюється відсутністю антропогенного і селитебного навантаження і значними висотними відмітками на вказаному водозборі (дод. Ж, рис. 4.15).

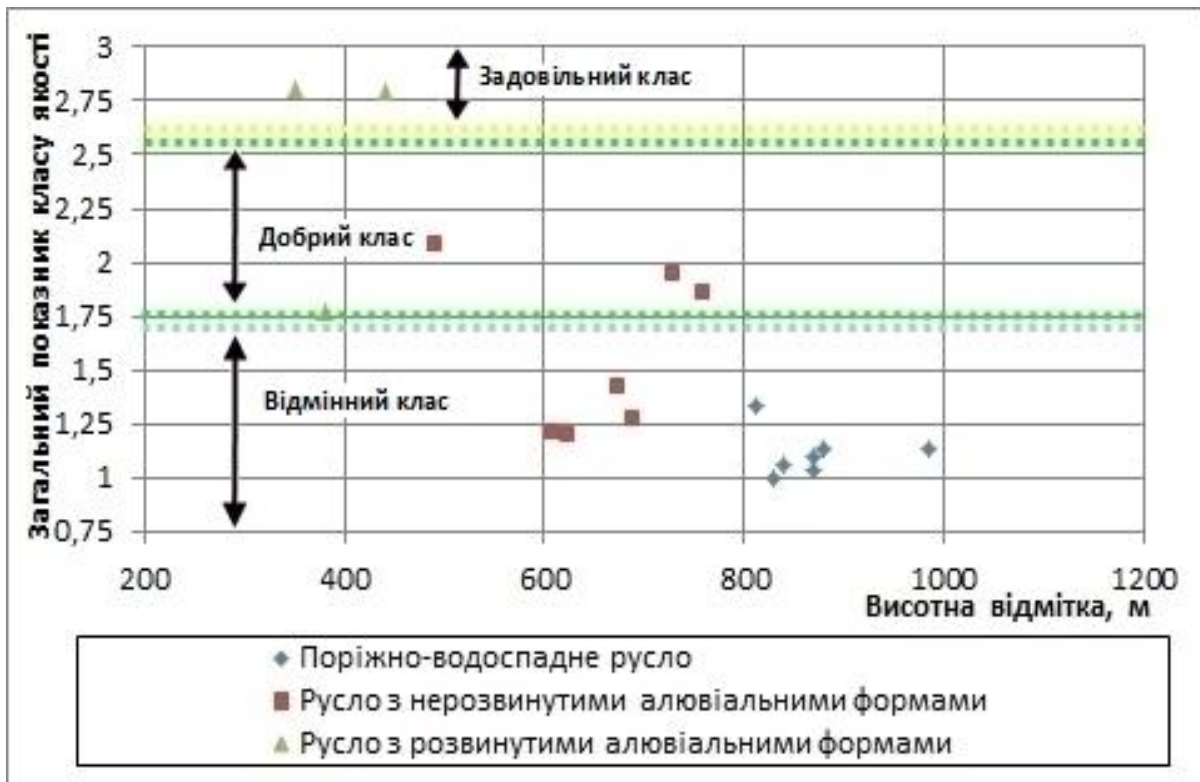


Рис. 4.15 – Співвідношення між типом русла і гідроморфологічним класом якості для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) [97]

Що стосується другого класу (добрий стан), то тільки три ДО (ДО 4, ДО 9, ДО 12) (табл. 3.16) відповідають руслам з нерозвинутими алювіальним формам (рис 4.14, рис. 4.15), які відповідають малим та середнім річкам на середньогір'ї з переважанням валунних та гальково-валунних наносів. В свою чергу, чотири ДО (ДО 8, ДО 13, ДО 14, ДО 17) відносять до першого класу (відмінний стан), які відповідають малим річкам у вапнякових породах на середньогір'ї з переважанням валунних наносів (дод. Ж). Це пов'язано, в першу чергу, наявністю берегозахисних споруд, які були побудовані після проходження катастрофічного паводку 2008 року на водозборах вищенаведених ділянок обстежень. Для інших ДО, які відносяться до вищенаведеного типу русла, антропогенний вплив незначний, тому вони відповідають першому класу гідроморфологічної якості [99].

Русла з розвинутими алювіальними формами (рис. 4.14–4.15) притаманні типу водного масиву – великі річки на середньогір'ї з переважанням галькових наносів (дод. Ж), що відповідають третьому класу (задовільний стан) гідроморфологічного стану. Руслові деформації цих типів русел більш динамічні, долини річок більш широкі, що пов'язано з господарюванням, селитебним навантаженням, наявністю руслорегулювальних та паводкозахисних споруд. Все це викликає незначні відхилення гідроморфологічного стану водних масивів (табл. 3.16).

4.5.2. Встановлення зв'язків між параметрами русел і проявом процесів руслоформування

Формування того чи іншого типу русла є завершальним етапом взаємодії активних, пасивних і проміжних чинників руслових процесів. Стік води, як основний руслоформувальний фактор, обумовлює розміри русла. У загальному випадку, чим більшою буде витрата води, тим більшу роботу з формування русла виконує потік [93-94].

Розглянувши умови руслоформування річок верхньої частини Тиси (в межах України) [13] зроблена спроба оцінити річки вищевказаного басейну за відповідними похилами, які відповідають певним типам русел. Вона проводилась на основі класифікації Р. С. Чалова [67, 145-146], яка була доповнена О. Г. Ободовським [85]. Всього до аналізу були залучені п'ять типів річкових русел: поріжно-водоспадні, з нерозвинутими алювіальними формами, з розвинутими алювіальними формами, руслова багаторукавність та меандрування (врізане) (дод. Е).

Визначення відповідних похилів для кожного типу русла проводилось, як в польових умовах, так і на основі космознімків та топографічних карт. Для дослідження був обраний ряд річок – Чорна Тиса, Біла Тиса, головна річка Тиса і 47 її приток, які за своєю протяжністю перевищують 3 км (дод. Е). Використовуючи координати витоків та топографічні карти місцевості досліджуваних водотоків, на електронних картах було знайдений відповідне місце витoku. Знаючи початкову і кінцеву висотні відмітки для певної ділянки річки, було встановлено висотне перевищення та її похил (дод. З). Групуєчи ділянки річок за відповідним типом русел, був визначений середній похил для кожного типу русла. Крім того, у відповідності до типів русел, були встановлені відмітки їх положень. Все це дало можливість виконати порівняльний аналіз типів русел з класами гідроморфологічної якості досліджуваних річок.

На основі отриманих даних для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) була проведена характеристика типів русел річок в залежності від їх похилів.

1. *Річка Чорна Тиса* (притока Дунаю 3-го порядку) її протяжність складає 49 км. Для неї характерні три типи русел: поріжно-водоспадне з похилом 61,7 м/км, з нерозвинутими алювіальними формами – похилами відповідно 12,5 м/км та 6,0 м/км, оскільки ця форма зустрічається на двох ділянках річки. Тип русла з розвинутими алювіальними формами характеризуються похилом 5,10 м/км (дод. З).

2. *Річка Біла Тиса* (притока Дунаю 3-го порядку). Довжина річки складає 26 км. Русло з нерозвинутими алювіальними формами має довжину 15 км з похилом 16,2 м/км (дод. З). Після впадіння притоки 4-го порядку Бребоя Потік тип русла змінюється і стає з розвинутими алювіальними формами включно до злиття Чорної та Білої Тиси, а похил зменшується до 7,9 м/км.

3. *Річка Косівська* (притока Дунаю 3-го порядку) об'єднує в собі три типи русел. Поріжно-водоспадне русло має довжину 7,27 км з похилом 95,2 м/км. Русло з нерозвинутими алювіальними формами займає 33,2 км з похилом 15,2 м/км (дод. 3). Що стосується третього типу русла з розвинутими алювіальними формами, то його протяжність найменша 0,53 км з похилом 9,30 м/км [97].

4. *Річка Шопурка* (притока Дунаю 3-го порядку) утворюється при злитті двох річок р. Мала Шопурка (притока Тиси 4-го порядку) і р. Середня (притока Тиси 4-го порядку). Для р. Шопурка характерні два типи русла – з розвинутими алювіальними формами загальною довжиною 6,30 км з похилом 7,61 м/км, та русловою багаторукавністю довжиною 8,89 км і похилом 5,30 м/км (дод. 3).

5. *Річка Тиса* (притока Дунаю 2-го порядку) має довжини досліджуваної ділянки 40,79 км. Русла з розвинутими алювіальними формами мають найбільшу загальну протяжність – 35,05 км з похилом 4,25 м/км (дод. 3). Русло з розвинутими алювіальними формами превалює і складе 85,9 % довжини річки. Інші 14,1% довжини річки належать меандруванню (врізаному), тут похил становить 2,80 м/км [97].

На підставі отриманих даних були побудовані залежності довжин ділянок від похилів для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) (рис. 4.16). На вищенаведеному графіку прослідковується чітка тенденція: чим більша довжина річки, тим менший похил. Це пояснюється врізаними достатньо крутими долинами в гірських умовах формування русел річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України). Чим більший похил річки, тим більше буде врізання русла і меншою є довжина річки.

Поріжно-водоспадний тип русла є найбільш розповсюдженим на досліджуваних річках і зосереджений, як правило, в їх верхів'ях. Максимальний похил цих русел, спостерігається на верхніх ділянках річок Тростенець і Білий та становить відповідно 222,7 м/км і 220,3 м/км. Мінімальне значення величини похилу складає 61,7 м/км і характерне для річки Чорна Тиса, що пояснюється досить значною довжиною ділянки, яка становить 5,70 км і меншими висотами місцевості.

На основі отриманих даних (дод. 3, рис. 4.16) можна узагальнити, що середній похил для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) з поріжно-водоспадним типом русла, складає близько 138,7 м/км (табл. 4.10). Взагалі – це найбільш «гірські» русла річок на території України.

Варто відмітити, що для поріжно-водоспадного типу русла характерні найменші за довжиною ділянки річок, що пояснюється значними врізанням в долини русла річки і орографічними особливостями гірських річкових долин (дод. 3).

Для русел з нерозвинутими алювіальними формами максимальний похил спостерігається на р. Видричка – 75,5 м/км, а мінімальний на р. Чорна Тиса (на другій ділянці) – 6,00 м/км (рис. 4.16). Середнє значення похилу дорівнює 34,6 м/км (табл. 4.10). Також слід зазначити, що похили для

вищенаведеного типу русла дещо менші порівняно з поріжно-водоспадним типом русла, що пояснюється збільшенням довжини ділянок річок вказаного басейну (дод. 3).

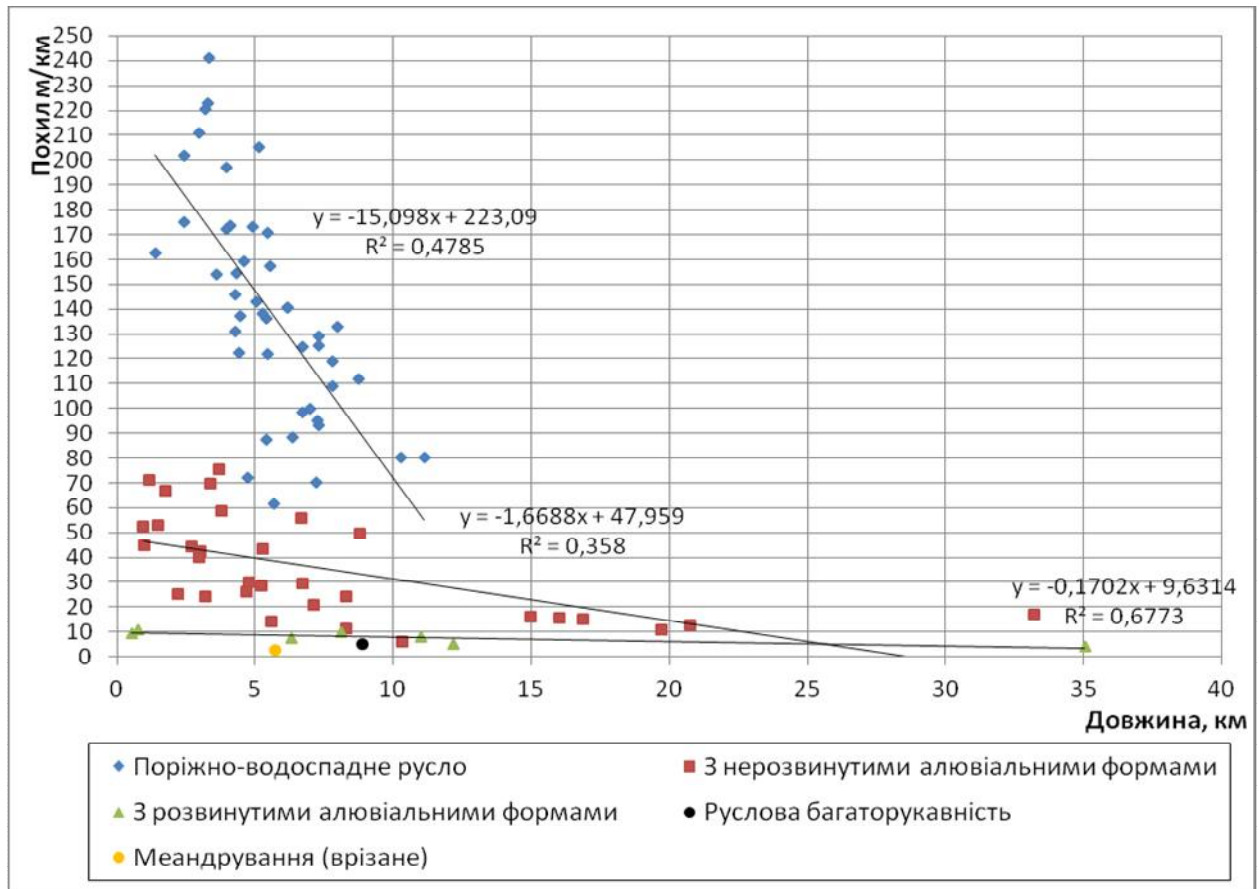


Рис. 4.16 – Графік залежностей довжин ділянок від похилів для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) [97]

Таблиця 4.10 – Відповідність середнього похилу типам русел для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Тип русла	Середній похил, м/км	Сер. початкова відмітка, м	Сер. кінцева відмітка, м	Сер. відмітка типу русла	Сер. різниця початк. і кінцевої відміток, м
Поріжно-водоспадне	138,7	1427,7	729,0	1078,3	698,7
Русло з нерозвинутими алювіальними формами	34,6	739,0	562,8	650,9	176,2
Русло з розвинутими алювіальними формами	7,80	582,0	519,6	550,8	62,4
Руслова багаторукавність	5,3	342,0	295,0	318,5	47,0
Меандрування (врізане)	2,8	311,0	295,0	303,0	16,0

Русла з розвинутими алювіальними формами здебільшого поширені на річках Чорна Тиса, Біла Тиса, Тиса, Косівська і Шопурка. Найбільший похил притаманний для річки Довжина і становить 10,7 м/км (рис. 4.16). Стосовно мінімального похилу, то він характерний для річки Тиса, що пояснюється, в основному, низькогірним її розташуванням. Середні значення похилу для цих русел складають 7,8 м/км (табл. 4.10).

Відносно руслової багаторуканості, то цей тип русла зустрічається тільки на одній ділянці річки Шопурка. Тому середній похил тут складає 5,3 м/км (табл. 4.10). Що стосується врізаного меандрування, то цей тип русла також зустрічається тільки в одній ділянці річки Тиса, і має середній похил – 2,8 м/км.

Аналіз зв'язків довжин річок та їх похилів засвідчив тенденцію, що найтісніші з них ($r^2 = 0,68$) характерні для русел з розвинутими алювіальними формами, які поширені лише в передгірській частині вказаного водозбору. Це можна пояснити тим що, діапазон похилів для цього типу русла незначний і коливається від 4,3 до 10,7 м/км. Для поріжно-водоспадного типу русла, який поширений здебільшого в гірській частині водозбору діапазон похилів коливається від 61,8 м/км до 241,1 м/км (дод. 3). Тому коефіцієнт апроксимації тут дещо менший і складає $r^2 = 0,48$. Що стосується типу русла з нерозвинутими алювіальними формами, то одна частина його ділянок відповідає гірській частині басейну, а інша передгір'ю (рис. 4.16). Тому діапазон висот тут найбільший і складає від 6,0 м/км до 75,5 м/км. Цю закономірність ілюструє досить низький коефіцієнт апроксимації $r^2 = 0,36$ (рис. 4.16).

Аналіз графіку (рис. 4.16), засвідчив, що поріжно-водоспадний тип русла та русла з нерозвинутими і розвинутими алювіальними формами відносяться до гірської частини басейну. Русла з розвинутими алювіальними формами і руслова багаторукавність є перехідними до низькогір'я. А для передгір'я характерним є лише меандрування (врізане).

4.6. Стійкість русел

4.6.1. Гранулометричний аналіз руслових відкладів на ділянках обстеження річок верхньої частини басейну Тиси

З формами прояву руслових процесів тісно пов'язаний гранулометричний склад руслових наносів. Поверхневий шар дна русла визначає шорсткість змочуваної його поверхні, тобто контакту між водним потоком і сформованою ним раніше русло-запальною улоговиною.

Відомо, що середньозважена крупність руслового алювію ($d_{сер.зв.}$) є одним із важливих незалежних параметрів, які характеризують відносну стійкість (морфодинаміку) русла будь-якого водотоку та, відповідно, інтенсивність розвитку руслових процесів (руслових переформувань) [13, 93].

Для русел гірських річок однозначною та найбільш інформативною характеристикою (визначальним незалежним параметром) є середньозважена крупність наносів поверхневого шару самовимощення ($D_{\text{сер.зв.}}$). Цей шар у природному стані формується із руслового алювію та пролювію й достатньо тісно залежить від $d_{\text{сер.зв.}}$ через значення сортованості (неоднорідності) руслових відкладів (підстилкової основи) $S_o = (d_{25}/d_{75})^{0.5}$ [59, 109]. Детально методика відбору та аналізу гранулометричного складу руслових відкладів наведена в роботах [5-6].

Розрахунки середньозваженого діаметра підстилкової основи (товщі руслових відкладів) виконані за наступними формулами:

$$d_{\text{сер.зв.}} = 1,25 D_{\text{сер.зв.}} S_o^{0,9}; \quad (4.5)$$

$$d_{\text{сер.зв.}} = 0,875 d_{95} S_o^{0,9}. \quad (4.6)$$

При виконанні (вересень 2010 року) комплексу натурних гідроморфологічних досліджень були відібрані проби поверхневого шару дна русел річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України).

Для всіх вісімнадцяти ділянок обстеження річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) значення $D_{\text{сер.зв.}}$ та $d_{\text{сер.зв.}}$ були обраховані за формулами (4.5) і (4.6) на основі використання даних замірів по трьох координатах самих крупних частинок наносів поверхневого шару [6, 13].

Також були розраховані осереднені показники основних руслових характеристик наносів за даними натурних досліджень і розрахунків, які наведені в табл. 4.11.

Стосовно типів русел, то найбільший діаметр донних відкладів є характерним для поріжно-водоспадних русел. Хоча в деяких випадках найкрупніші наноси можуть мати місце і для русел з нерозвинутими алювіальними формами (річки Стоговець, Шоул, Білий), що обумовлюється морфологічними особливостями ділянок обстежень. Але, разом із тим, для цього типу русла можуть спостерігатися і найменші діаметри наносів (Чорна Тиса, Паулек, Квасний). Русла з розвинутими алювіальними формами займають, в цьому контексті, проміжне положення і характеризуються як значним за розміром складом алювію (р. Тиса – м. Рахів), так і достатньо дрібними алювіальними відкладами для гірських річок (р. Шопурка).

Частинки наносів на ділянках обстеження складені переважно з пісковиків вулканічних та флішових порід, а за формою переважно еліпсоїдальні. Питома щільність наносів змінюється в діапазоні $\rho_n = 2000-3000 \text{ кг/м}^3$.

У верхів'ях річок, де спостерігається безструктурний транспорт наносів, руслові відкладення мають місце лише у застійних (вирових) зонах, а тому їхні показники ($D_{\text{сер.зв.}}$ і $d_{\text{сер.зв.}}$) не можуть слугувати даними вихідної інформації для загальної оцінки стійкості цих ділянок русел.

Також варто відмітити, що деякі характеристики гранулометричного складу наносів з табл. 4.11 були використані для розрахунку стійкості русел для річок верхньої частини Тиси (в межах України).

Таблиця 4.11 – Осереднені значення основних руслових характеристик наносів (в мм) для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) [13]

№ ДО	Річка - ділянка	d ₉₅ , мм	D _{сер.зв.} , мм	d _{сер.зв.} , мм	S _{оп.ш}	S _{оп.о}	d _{макс.} , мм	Тип русла*
1	Чорна Тиса – смт Ясіня	200	145	75	0,71	0,42	210	2
2	Тиса - м. Рахів	300	230	115	0,70	0,36	330	3
3	Тиса - с. Ділове	280	190	110	0,68	0,37	300	3
4	Станіслав – вище с. Чорна Тиса	280	185	70	0,68	0,26	300	1
5	Довжина – с. Чорна Тиса	420	300	108	0,74	0,25	450	1
6	Лазещина – с. Козмешик	380	210	78	0,69	0,26	430	1
7	Лазещина – с. Ясіня	200	150	63	0,69	0,30	400-500	2
8	Біла Тиса - с. Розтоки	320	165	80	0,62	0,35	350	2
9	Стоговець – с. Луги	380	240	95	0,70	0,28	500-700	2
10	Бальзатул - вище с. Луги	420	200	85	0,64	0,30	450	1
11	Говерла – с. Говерла	220	190	56	0,72	0,25	500-900	2
12	Шоул - с. Богдан	400	263	128	0,65	0,35	450	2
13	Богдан - с. Богдан	330	205	97	0,66	0,34	350	2
14	Квасний – с. Богдан	200	145	56	0,70	0,27	500-600	2
15	Паулек – с. Видричка	200	143	55	0,70	0,27	400-450	2
16	Білий - с. Ділове	400	282	165	0,71	0,43	500-800	2
17	Косівська – Косівська Поляна	350	250	100	0,70	0,28	350-470	2
18	Шопурка – Кобилецька Поляна	300	210	95	0,70	0,28	300-400	3

* номери типів русле у відповідності до табл. 4.10

4.6.2. Оцінка стійкості русел

Заключним етапом комплексного аналізу процесів руслоформування є оцінка стійкості русел річок. Будь-яка річка з часом змінює свої обриси, а тому її загальна стійкість завжди є відносною. Значні зміни морфології русла можуть відбуватися при проходженні катастрофічних паводків на гірських річках. Оскільки катастрофічні паводки проходять досить рідко (для річок даної території – це паводки 1998, 2001, 2008 рр.), то з урахуванням прояву властивостей самоорганізації гідродинамічної системи «потік–русло» цілком правомірно виконувати просторово-часову оцінку їх загальної стійкості. При цьому основною одиницею при проведенні гідроморфологічних досліджень є ділянка обстеження (ДО) [13, 90].

Гідравлічні структури потоку найбільш яскраво виявляють взаємодію з русловими формами при проходженні руслоформувальних витрат води. При цьому стані водотоку має місце динамічна рівновага ГДС п-р, яка визначає відповідний тип русла у загальному комплексі єдиного ерозійно-аккумулятивного процесу.

Найбільше практичне значення серед підходів щодо визначення показників стійкості русел і, зокрема для річок Українських Карпат, отримали ерозійний показник О. Г. Ободовського [59, 93], показник

відносної стійкості інваріантності К. В. Гришаніна [35] та ерозійно-морфологічний показник І. Ф. Карасьова [45].

Ерозійний показник непогано зарекомендував себе для рівнинних [85] і гірських річок [59, 93] і визначається за наступною формулою:

$$Lo = \frac{d}{\Delta H_M} \frac{B}{h} A, \quad (4.7)$$

де d – середньозважений діаметр донних наносів, мм (для гірських річок береться діаметр наносів шару самовимощення $D_{сер.зв}$); ΔH_M – кілометричне падіння водної поверхні м; B – середня ширина русла, м; h – середня глибина потоку, м; A – коефіцієнт ерозії, який характеризує зональність річкових басейнів за ступенем еродованості ґрунтів. Для гальки з гравієм він має осереднене значення $A = 0,03$. Вираз (4.7) містить у своїй структурі не лише параметр, який характеризує умови транспортування наносів, а й показник форми русла, що робить його більш чутливим до оцінки стійкості. А введення в цей комплекс ерозійного коефіцієнта відображає умови прояву ерозійних процесів на водозборі [85].

Для показника Lo розроблена класифікаційна шкала за якісно відмінними між собою гідроморфологічними станами (табл. 4.12).

Таблиця 4.12 – Шкала стійкості річок для умов вільного та обмеженого русло формування [85]

Ступінь стійкості	Значення Lo при:	
	Вільних умовах руслоформування	Переважаючих обмежених умов руслоформування
Стійкі	<1	>7
Відносно стійкі	1-4	4-7
Відносно нестійкі	4-7	1-4
Нестійкі	>7	<1

За даними досліджень [59, 93] ерозійний показник стійкості Lo може також успішно використовуватись для оцінки стійкості гірських річок.

На сьогоднішній день одним з найбільш теоретично обґрунтованих є показник відносної інваріантності К. В. Гришаніна [35].

$$M_x = \frac{h_{pf} (gB_{pf})^{0,25}}{Q_{pf}^{0,5}} = const. \quad (4.8)$$

Для умов динамічної рівноваги ділянки гірської річки цей показник близький до середнього значення 0,54, межі змін цього показника для умов оптимального функціонування рівних річок дорівнюють $0,75 < M_x < 1,05$, а для гірських річок – від 0,45 до 0,64 відповідають прояву властивостей самоорганізації ГДС п-р, а це свідчить про те, що при $M_x < 0,45$ транспортувальна здатність потоку буде підвищена, що може призвести до

розмиву руслової улоговини на ділянці річки. При $Mx > 0,64$ потік буде мати недостатню потужність для транспортування наносів [59].

Третім достатньо інформативним показником оцінки стійкості русел, в плані визначення типу структурних макроформ, є показник І. Ф. Карасьова [45]

$$K_e = (\lambda)^{0,5} \frac{B}{h}, \quad (4.9)$$

де λ - коефіцієнт гідравлічного тертя, який дорівнює співвідношенню сил гравітації та сил інерції водних мас $\lambda = I / Fr$ ($Fr = V^2 / gh$ – число Фруда).

Варто зазначити, що показник $K_e > 9$ відповідає гідравлічній нестійкості; при $K_e < 4,5$ – має місце відрив струмин потоку на крутих звивинах русла від його берегів в умовах формування розгалужень; в межах $4,5 < K_e < 9$ – формується меандруюче русло при відсутності дії обмежувального фактору.

Слід також відмітити, що всі вищенаведені методичні аспекти були апробовані на річках Лімниця і Латориця і дали досить об'єктивні оціночні результати [59, 93].

Для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) була проведена оцінка їх стійкості за вказаними показниками (табл. 4.13) [105].

Встановлено, що за показником Lo до стійких русел належать ДО 1-2 (р. Чорна Тиса і р. Станіслав), ДО 5-6 (р. Лазещина і р. Біла Тиса), ДО 9 (р. Говерла), ДО 15-16 (р. Тиса) та ДО 17-18 (р. Косівська і р. Шопурка) (табл. 4.13). Ці дані зафарбовані зеленим кольором, що характеризує найвищий рівень стійкості ГДС_{п-р} тобто йому відповідають стійкі русла.

Що стосується показника M_x , то до відносно стійких русел належать ДО 3,5 (р. Чорна Тиса і р. Лазещина), ДО 11-12 (р. Квасний і р. Богдан), ДО 15-16 (р. Білий та р. Тиса), ДО 17-18 (р. Косівська і р. Шопурка).

Стійкими руслами за показником K_e можна вважати ДО 1, 3-5, 7-8, 10-14, 16-18, що відповідають майже всім річкам верхньої частини басейну Тиси (в межах України), які помічені зеленим кольором в табл. 4.16. Відносно стійкими руслами за показником Lo вважають ДО 14 (р. Білий), яка помічена салативим кольором в табл. 4.13. Що стосується показника K_e для відносно стійких русел, то до них належать ДО 2 (р. Станіслав), ДО 6 (р. Біла Тиса), ДО 9 (р. Говерла), ДО 15 (р. Тиса), які наведені в табл. 4.13.

Як слідує з табл. 4.13, за показником Lo до відносно нестійких русел відносяться ДО 3-4 (р. Довжина, р. Лазещина), ДО 7-8 (р. Стоговець, р. Бальзатул), ДО 10-13 (р. Шоул, р. Богдан, р. Квасний, р. Паулек), які зафарбовані жовтим кольором.

Відносно нестійкі русла за показником M_x можна вважати ДО 2 (р. Станіслав), ДО 4, 6 (р. Лазещина та р. Біла Тиса), ДО 10, 13 (р. Шоул, р. Паулек), які помічені жовтим кольором в табл. 4.13. Нестійкі русла притаманні лише для показника M_x за даними табл. 4.13 до них належать ДО 1 (р. Чорна Тиса), ДО 7-9 (р. Стоговець, р. Бальзатул, р. Говерла), ДО 14 (р. Білий), які позначені помаранчевим кольором в табл. 4.13.

Таблиця 4.13 – Результати розрахунків основних показників оцінки загальної стійкості досліджуваних ділянок для річок басейну верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

№ ДО	Річка-пункт	Qрф, м³/с	Vсер, м/с	Врф, м	Ірф, м	Dсер.зв, мм	dсер.зв, мм	I	В/Ірф	C	Л₀	Мх	Ке	Тип* русла
1	р. Чорна Тиса – смт Ясіня	213	5,8	28	1,30	145	75	0,06	21,54	41,2	15,62	0,36	3,25	2
2	р. Станіслав – с. Чорна Тиса	23	2,3	20	0,50	185	70	0,022	40,00	15,0	10,09	0,41	5,71	1
3	р. Довжина – с. Чорна Тиса	101	4,2	20	1,20	300	108	0,044	16,70	33,7	3,41	0,45	2,86	1
4	р. Лазещина – база Козмешик	131	7,8	12	1,40	210	78	0,022	8,57	38	1,80	0,40	0,60	1
5	р. Лазещина – с. Ясіня	237	5,9	22	1,80	150	63	0,006	12,20	42	9,17	0,45	0,67	2
6	р. Біла Тиса - с. Розтоки	164	2,6	40	1,40	165	80	0,012	20,57	33	8,32	0,41	4,50	2
7	р. Стоговець - с. Луги	42	4,8	11	0,80	240	95	0,048	13,75	29	2,06	0,39	1,76	2
8	р. Бальзагул - вище с. Луги	73	7,4	11	0,90	200	85	0,050	12,20	30	1,47	0,34	1,10	1
9	р. Говерла - с. Говерла	82	4,1	28	0,71	190	56	0,032	39,44	30	7,02	0,32	4,54	2
10	р. Шоул - с. Богдан	208	6,9	18	1,67	263	128	0,035	10,78	31	2,43	0,41	1,18	2
11	р. Богдан – с. Богдан	104	4,7	16	1,37	205	97	0,022	11,68	32	3,26	0,48	1,35	2
12	р. Квасний - с. Богдан	102	5,4	10	1,00	145	56	0,034	10,00	34	1,28	0,50	0,85	2
13	р. Паулек – с. Видричка	147	7,7	13	1,10	143	55	0,042	11,80	35	1,2	0,41	0,89	2
14	р. Білий- с. Ділове	96	4,8	20,5	0,98	282	165	0,034	20,92	28	5,20	0,38	2,49	2
15	р. Тиса – м. Рахів	423	4,9	48	1,80	230	115	0,055	20,87	40	33,45	0,47	5,36	3
16	р. Тиса – с. Ділове	589	5,6	53	2,00	190	110	0,0127	21,20	47	11,89	0,41	2,36	3
17	р. Косівська – с. Косівська Поляна	75	3,77	20	1,30	250	100	0,008	15,40	30,2	14,42	0,56	1,30	2
18	р. Шопурка – с. Кобилецька Поляна	160	3,2	28	1,50	200	95	0,006	18,70	32,1	8,87	0,48	1,73	3

*1 - Поріжно-водоспадне русло; 2 – русло з нерозвинутими алювіальними формами; 3 – русло з розвинутими алювіальними формами;
 Стійкий, відносно стійкий, відносно нестійкий, нестійкий

За даними табл. 4.13 для показника Lo притаманні 50% стійких русел, 22% до відносно стійких русел і 28% відносно нестійких русел. Для показника Mx , за даними табл. 4.13, характерні 45% відносно стійких русел, 27% відносно не стійких русел і 28% нестійких русел. Що стосується показника Ke , то для нього за даними табл. 4.13 відносяться 77% стійких русел, 23% відносно стійких русел [97].

Також слід зазначити, що для розрахунку стійкості русел також були використані показники М.І. Маккавєєва і В.М. Лохтіна, за їх обрахунками результати були значно вищі, ніж за показниками О.Г. Ободовського, К.В. Гришанина і Т.Ф. Карасьова, тому оцінки стійкості русел гірських річок ми їй не враховували [105].

Варто відмітити, що вищенаведена оцінка стійкості русел для річок верхньої частини басейну Тиси (табл. 4.13) досить вдало узгоджується з умовами та інтенсивністю прояву руслових деформацій (табл. 4.8, рис. 4.4 – 4.9). Для стійких і відносно стійких русел характерні криві залежностей, які знаходяться в достатньо щільних пучках і притаманні вони для р. Чорна Тиса – с. Білин, р. Біла Тиса – с. Луги, р. Тиса – с. Ділове, р. Косівська – с. Косівська Поляна, р. Шопурка – с. Кобилецька Поляна (табл. 4.8, рис. 4.4 – 4.9). Що стосується відносно стійких і нестійких русел (табл. 4.8, рис. 4.4 – 4.9), то для них характерними є криві залежності, у вигляді віял. Вони мають місце для р. Чорна Тиса – смт Ясіня, р. Біла Тиса – с. Розтоки, р. Тиса – м. Рахів (табл. 4.8).

Що стосується окремих типів русел, то найбільша стійкість із них притаманна руслам з нерозвинутими алювіальними формами. Натомість найменша стійкість притаманна поріжно – водоспадним руслам, що може бути обумовлено різким зростанням їх похилів (табл. 4.8) і режимом транспортування наносів (табл. 4.11).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Додаток А1

Внутрішньорічний розподіл стоку річки Чорна Тиса – смт Ясіня в характерні за водністю роки (м³/с, %)

Одиниця виміру	Місяці												ΣQ за В/г рік		Сезонний стік ΣQ		
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	Весна	Літо-осінь	Зима		
Багатоводний, р=5%																	
м³/с	6,46	14,83	10,71	8,71	6,47	4,32	8,88	4,32	6,29	8,63	2,75	4,62	87,0	32,0	39,0	16,0	
Середній, р=50%																	
м³/с	4,15	10,71	8,14	5,89	4,37	2,74	6,15	3,9	2,96	3,2	1,58	2,21	56,0	23,0	26,0	7,0	
Маловодна, р=75%																	
м³/с	3,1	9,64	6,27	5,19	3,23	2,58	4,91	2,64	3,46	2,61	1,41	0,97	46,0	19,0	22,0	5,0	
Дуже маловодна, р=95%																	
м³/с	2,44	7,61	4,95	3,7	2,31	1,84	3,5	1,88	2,47	1,72	0,93	0,64	34,0	15,0	15,7	3,3	

Додаток А2

Внутрішньорічний розподіл стоку річки Чорна Тиса – с. Білин в характерні за водністю роки (м³/с, %)

Одиниця виміру	Місяці												ΣQ за В/г рік	Сезонний стік ΣQ		
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II		Весна	Літо-осінь	Зима
Багатоводний, p=5%																
м³/с	15,8	41,2	28,1	25,8	19,2	11,4	17,5	10,5	28,5	27,1	6,8	13,1	245,0	85,0	113,0	47,0
Середній, p=50%																
м³/с	11,2	30,5	22,3	15,6	10,3	7,1	6,9	10,2	15,9	11,7	3,3	5,1	150,0	64,0	66,0	20,0
Маловодна, p=75%																
м³/с	9,2	29,6	17,3	12,7	6,1	7,9	11,1	8,9	6,7	6,6	3,8	3,1	123,0	56,0	53,5	13,5
Дуже маловодна, p=95%																
м³/с	7,7	24,8	14,5	8,4	4,1	5,3	7,4	5,9	4,5	4,1	2,4	1,9	91,0	47,0	35,6	8,4

Внутрішньорічний розподіл стоку річки Біла Тиса - с. Луги в характерні за водністю роки (м³/с, %)

Одиниця виміру	Місяці												ΣQ за В/г рік	Сезонний стік ΣQ				
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II		Весна	Літо-осінь	Зима		
Багатоводний, p=5%																		
м³/с	5,9	15,6	11,5	8,8	6,6	4,1	4,4	6,2	9,0	7,7	3,1	4,2	87,0	33,0	39,0	15,0		
Середній, p=50%																		
м³/с	3,6	7,8	11,6	4,7	6,4	3,5	4,8	3,5	6,3	3,6	1,7	2,5	60,0	23,0	29,2	7,80		
Маловодна, p=75%																		
м³/с	3,3	6,5	10,3	5,6	3,8	3,0	5,2	3,9	3,3	1,8	3,1	1,4	51,0	20,00	24,7	6,3		
Дуже маловодна, p=95%																		
м³/с	2,8	5,5	8,8	3,7	2,5	2,0	3,5	2,6	2,2	1,3	2,2	1,0	38,0	17,0	16,5	4,5		

Внутрішньорічний розподіл стоку річки Біла Тиса – с. Розтоки в характерні за водністю роки (м³/с, %)

Одиниця виміру	Місяці												ΣQ за В/г рік	Сезонний стік ΣQ		
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II		Весна	Літо-осінь	Зима
Багатоводний, p=5%																
м³/с	14,9	28,3	51,8	19,1	25,5	11,9	12,6	18,4	25,5	22,6	10,1	14,3	255,0	95,0	113,0	47,0
Середній, p=50%																
м³/с	13,6	36,9	24,4	16,2	12,3	8,4	11,6	9,3	16,1	12,4	4,9	6,7	173,0	75,0	74,0	24,0
Маловодна, p=75%																
м³/с	11,5	20,8	30,7	10,3	13,7	6,4	12,5	9,8	8,2	9,1	5,6	4,2	143,0	63,0	61,0	19,0
Дуже маловодна, p=95%																
м³/с	8,55	15,5	22,9	7,7	10,4	4,9	9,4	7,4	6,2	6,2	3,9	2,9	106,0	47,0	46,0	13,0

Внутрішньорічний розподіл стоку річки Тиса – м. Рахів в характерні за водністю роки (м³/с, %)

Одиниця виміру	Місяці												ΣQ за В/г рік	Сезонний стік ΣQ		
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II		Весна	Літо-осінь	Зима
Багатоводний, p=5%																
м³/с	34,4	81,4	54,1	42,5	30,0	17,5	18,0	28,6	43,3	48,6	15,6	25,8	440,0	170,0	180,0	90,0
Середній, p=50%																
м³/с	21,0	61,9	41,1	29,6	21,6	16,3	30,5	22,0	14,9	24,7	9,6	12,7	306,0	124,0	135,0	47,0
Маловодна, p=75%																
м³/с	20,2	51,6	35,1	26,8	17,7	14,0	24,0	19,5	14,9	16,1	7,2	9,7	257,0	107,0	117,0	33,0
Дуже маловодна, p=95%																
м³/с	16,0	41,0	27,9	19,7	13,0	10,3	17,7	14,4	10,9	11,7	5,2	7,1	195,0	85,0	86,0	24,0

Внутрішньорічний розподіл стоку річки Тиса – с. Ділове в характерні за водністю роки (м³/с, %)

Одиниця виміру	Місяці												ΣQ за В/г рік	Сезонний стік ΣQ		
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II		Весна	Літо-осінь	Зима
Багатоводний, p=5%																
м³/с	36,3	96,4	59,4	56,6	39,8	24,6	24,8	39,2	57,0	62,4	21,5	34,0	552,0	192,0	242,0	118,0
Середній, p=50%																
м³/с	28,2	67,5	49,4	28,0	36,2	19,8	36,6	28,7	18,7	29,7	14,8	10,5	368,0	145,0	168,0	55,0
Маловодна, p=75%																
м³/с	26,3	62,4	41,4	31,1	21,5	17,9	28,2	23,5	18,8	17,9	9,4	11,7	310,0	130,0	141,0	39,0
Дуже маловодна, p=95%																
м³/с	21,6	51,3	34,0	20,7	14,3	11,9	18,8	15,7	12,5	12,4	6,5	8,1	228,0	107,0	94,0	27,0

Додаток А7
Внутрішньорічний розподіл стоку річки Косівська – с. Косівська Поляна в характерні за водністю роки (м³/с, %)

Одиниця виміру	Місяці												ΣQ за В/г рік	Сезонний стік ΣQ		
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II		Весна	Літо-осінь	Зима
Багатоводний, p=5%																
м³/с	6,37	15,4	9,3	7,7	5,7	4,0	3,3	5,2	8,9	8,6	5,1	3,5	83,0	31,0	34,8	17,2
Середній, p=50%																
м³/с	5,3	10,4	7,3	5,0	3,7	2,8	3,5	2,9	5,1	4,2	2,0	2,8	55,0	23,0	23,0	9,0
Маловодна, p=75%																
м³/с	3,9	9,6	6,4	4,2	2,9	2,3	2,4	3,1	3,9	3,2	2,2	1,6	46,0	20,00	19,00	7,00
Дуже маловодна, p=95%																
м³/с	3,3	8,0	5,3	3,3	2,4	1,8	1,9	2,5	3,1	2,4	1,7	1,2	37,0	16,7	15,0	5,3

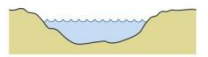
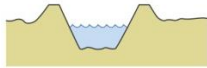
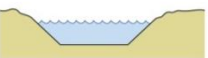
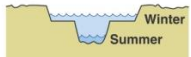
Додаток А8
Внутрішньорічний розподіл стоку річки Шопурка – с. Кобилецька Поляна в характерні за водністю роки (м³/с, %)

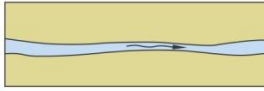
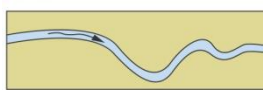
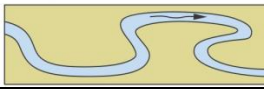
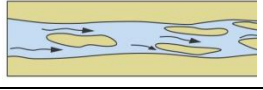
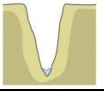
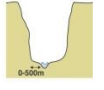
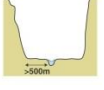
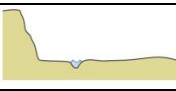
Одиниця виміру	Місяці												ΣQ за В/г рік	Сезонний стік ΣQ		
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II		Весна	Літо-осінь	Зима
Багатоводний, p=5%																
м³/с	11,6	28,8	17,5	13,2	10,5	7,3	14,4	9,6	6,7	7,0	11,3	16,6	155,0	58,0	62,0	35,0
Середній, p=50%																
м³/с	9,5	19,3	13,1	9,3	6,9	4,3	6,2	4,6	9,7	9,1	3,5	5,4	101,0	42,0	41,0	18,0
Маловодна, p=75%																
м³/с	7,5	16,9	11,6	6,5	5,5	3,8	5,1	4,4	6,5	6,5	3,7	2,6	81,0	36,0	32,2	12,8
Дуже маловодна, p=95%																
м³/с	5,3	11,8	8,0	4,3	3,4	2,4	3,2	2,8	4,1	3,9	2,3	1,6	53,0	25,0	20,2	7,8

ДОДАТОК Б

Додаток Б

Протокол дослідження місцевості ДО 16 р. Паулек – с. Видричка

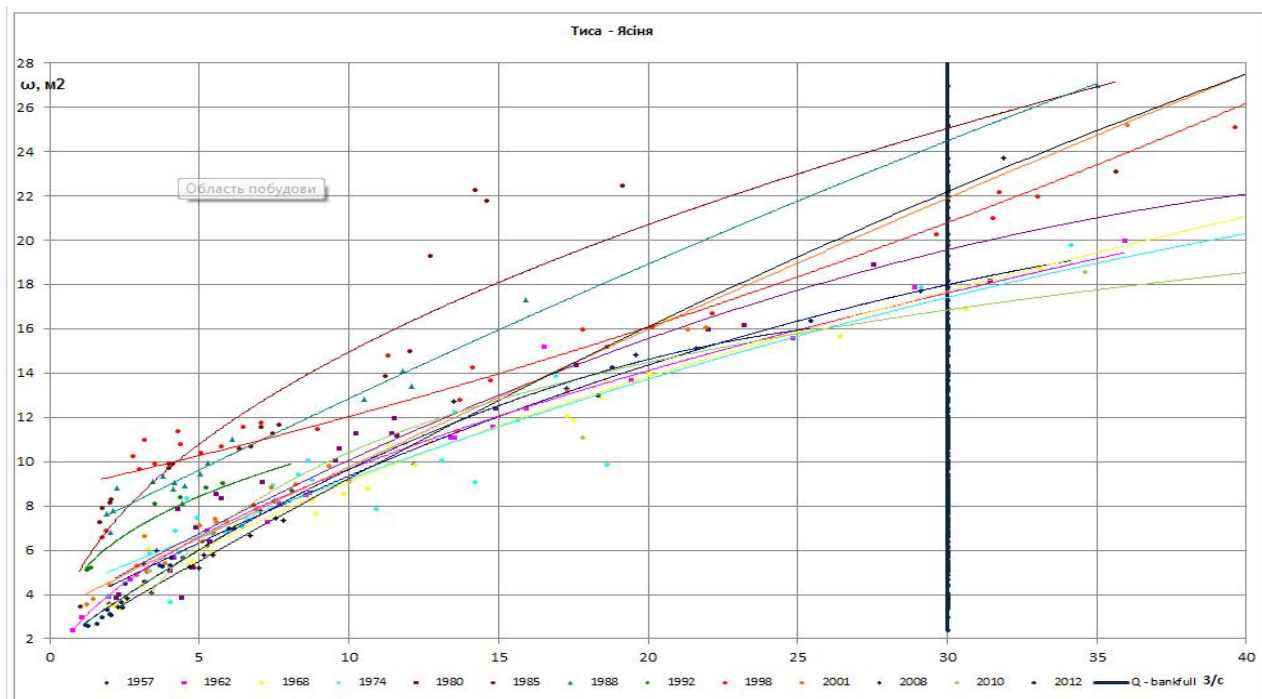
1. Географічне місцезнаходження річки			
1.1. Назва струмка/ річки Паулек		1.2. Назва місцевості Видричка	
1.4. Річкова система Дунай		1.5. Номер карти	
		1.6. Порядок річки 4	
1.7. Широта 48°03' 44,6"		1.8. Довгота 24°19' 12,4"	
		1.9. Висота місцевості (м БС над рівнем моря) 564	
1.10. Тип ширини річки (маленька, середня, велика) маленька		1.11. Тип річки (тип по ВРД) 3А Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї	
1.12. Схема / Фото			
			
1.13. Дослідник Київський національний університет		1.14. Номер дослідника 1	
		1.15. Дата проведення дослідження 22.09.2010	
1.16. Умови, які впливають на використання річки в даній місцевості (позначте за допомогою "X")			
Транспорт		Рекреація використання	
Стічні води		Виробництво електроенергії	
Водовідведення		Не використовується	X
2. Параметри русла і долини			
2.1. Площа водозбору (км²) 28,4		2.2. Відстань до витоку 10	
		2.3. Середній похил річки (м/км) 6,2	
2.4. Поперечний переріз русла річки			
Природний [X]		Одамбований []	
Напівприродний []		Одамбований з відступом []	
Каналізований []		Штучний подвійний профіль []	

2.5. Берегоукріплення (позначте тип застосованого укріплення за допомогою «X»)			
Зрізані береги		Дерев'яні палі	
Валуни/ габіони (нерівна поверхня)		Кам'яна кладка/валуни (оброблена поверхня)	
Сталеві палі		Бетон	
Відсутнє			X
2.6. Розміри поперечного перерізу			
Фактична ширина затопленої території [] м		Оцінена ширина між берегами [] м	
Максимальна глибина [] м			
2.7. Глибина / коливання глибини			
Низьке		Середнє [X]	
		Високе	
2.8. Покриття водної поверхні макрофітами Немає [X] Незначне [] Середнє [] Високе []			
2.9. Форма русла			
Одне русло [X]		Русло з багатьма відгалуженнями []	
Пряме []		Звивисте [X]	
Меандруюче []		Переплетене / Розгалужене []	
2.10. Форма річкової долини			
Вузький прохід [X]		V-форма []	
Мала U-форма (<500 м ширини) . []		Велика U-форма (>500 м ширини) []	
Непомітна річкова долина []		Асиметрична []	
2.11. Наявність міграційних перешкод			
Чи існують перешкоди, що впливають на міграцію живих організмів: Природна [X]			
Штучна []			
Наявність перешкод, що потенційно впливають на міграцію живих організмів:			
Так, вниз за течією []		Так, вверх проти течії []	
Ні []			
Висота перешкоди < 0.3 м [] 0.3 – 1 м [X] > 1 м []			
Відстань до перешкоди: Вниз за течією [3] км		Вверх проти течії [] км	
Наявність штучних споруд для покращення міграції риби (позначте за допомогою «X»)			
Немає споруд для міграції	X	Рибопідйомник або підйомник	
Обвідна міграція – нахилена рампа		Обвідна міграція – вертикальна рампа	
3. Приберегова зона і заплава			
3.1. Рослинність в прибереговій зоні (покриття від 5%)			
Суцільна лінія природних дерев	X	Окремі природні дерева	X
Висока трава / чагарники	X	Окремі неприродні дерева	
Суцільна лінія неприродних дерев		Насадження	
Трава	X	С/г поля	X

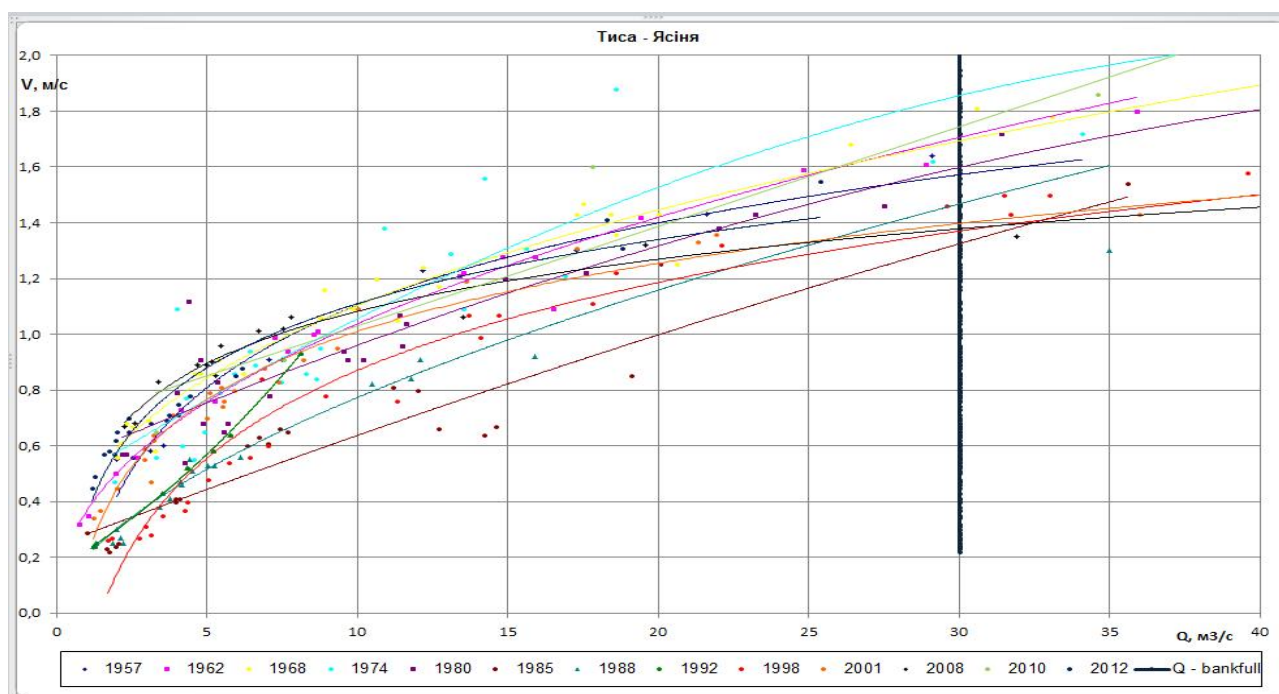
3.2. Землекористування в заплаві (покриття від 5%)			
Будівлі (будинки, міста, дороги)		Природні або напівприродні відкриті землі	
Сільське господарство		Прісноводні об'єкти (озера, інше)	X
Природний ліс	X	Заболочена територія	
Насадження	X		
4. Водозбірний басейн			
4.1. Геологія твердих порід (вказіть всі наявні типи за допомогою "X"; використовуйте «Р» для переважаючої геологічної породи)		4.2. Типи ґрунту (вказіть всі наявні типи за допомогою "X"; використовуйте «Р» для переважаючого типу ґрунту)	
Кристалічні		Пісок	X
Карбонатні	P	Дрібнозернистий пісок	
Фліш		Глинистий пісок	P
Неовулканічні породи		Валка глина	X
Глинисті мінеральні таосадові	X	Глина	
Глинисті органічні		Важка глина	
Осадові		Органічний	
		Інший	
4.3. Землекористування (вказіть всі наявні типи за допомогою "X"; використовуйте «Р» для домінуючого типу землекористування)		4.4. Топографія (висота над рівнем моря, м)	
Будівельні майданчики і т.п.	X	Найвища точка водозбору	
Сільське господарство	X	Висота станції	564
Ліс	P	Амплітуда	
Насадження	X		
Природні чи напівприродні відкриті землі	X		
Заболочена територія	X		
Прісноводні об'єкти	X		
5. Гідрологічні умови			
5.1. Середні щорічні довгострокові витрати води (м³/с)			
1,50			
5.2. Зміни в гідрологічному режимі			
Вплив забору підземних вод		Вплив забору поверхневих вод	
Не впливає/незначний [X] Помірний []		Не впливає/незначний [X] Помірний []	
Значний []		Значний []	

ДОДАТОК В

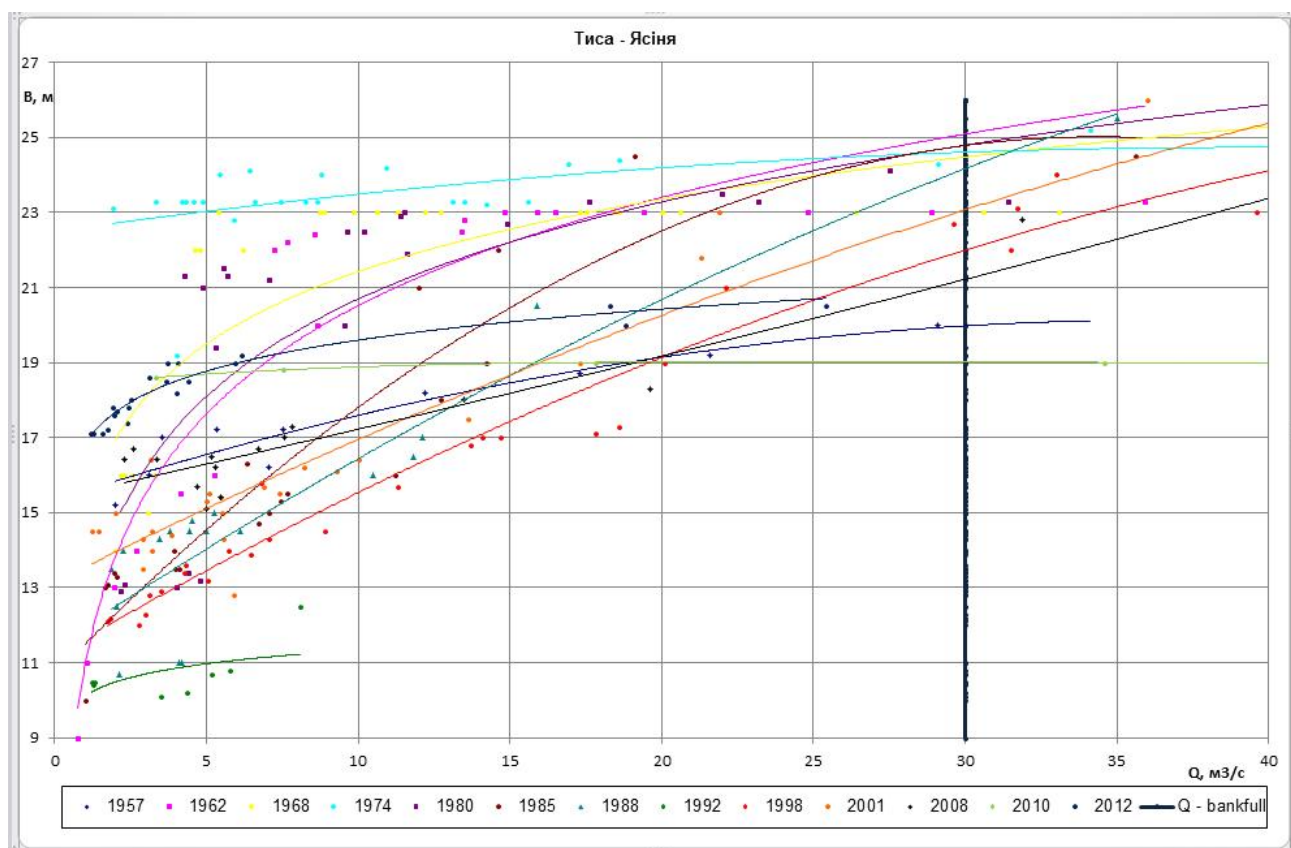
Аналіз функціональних залежностей між основними гідроморфодинамічними параметрами русел для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)



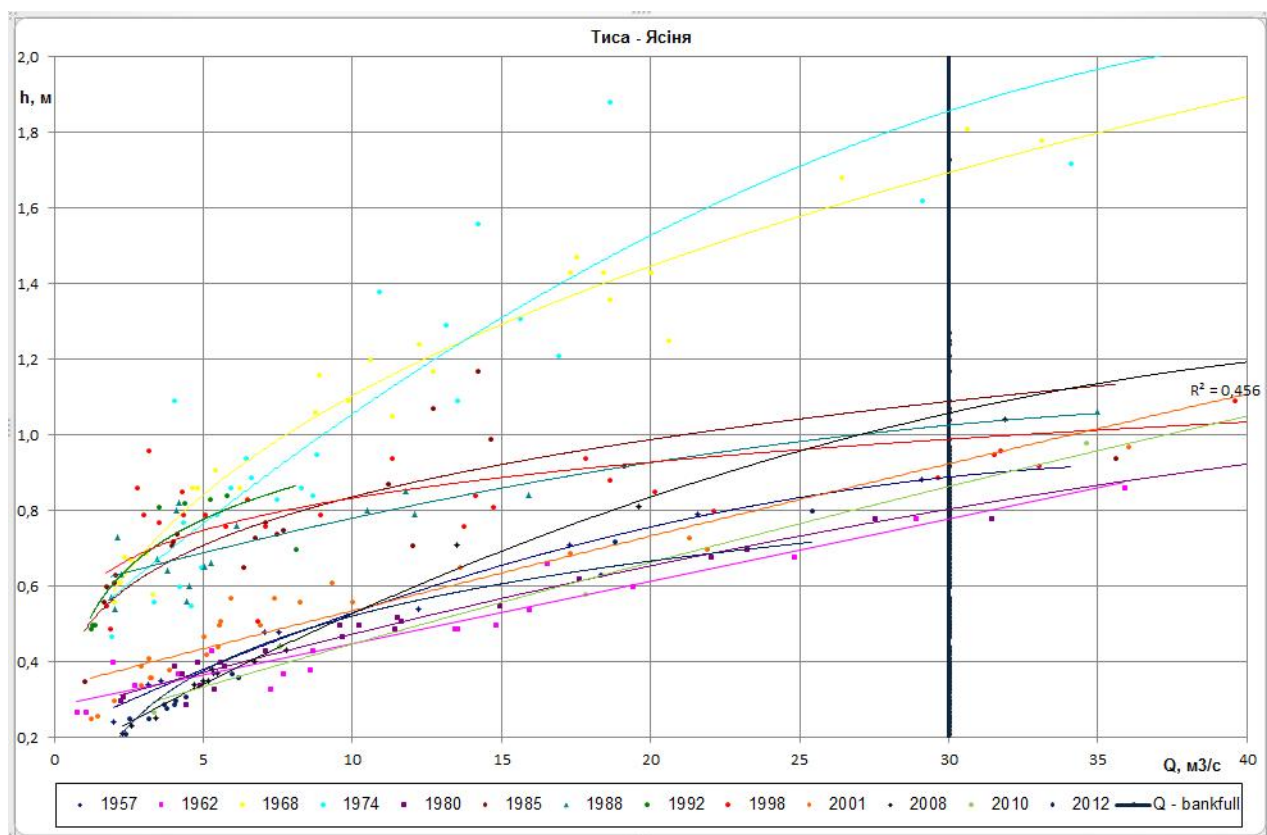
Додаток В1. Суміщені криві $Q = f(\omega)$ для р. Чорна Тиса – смт Ясіня



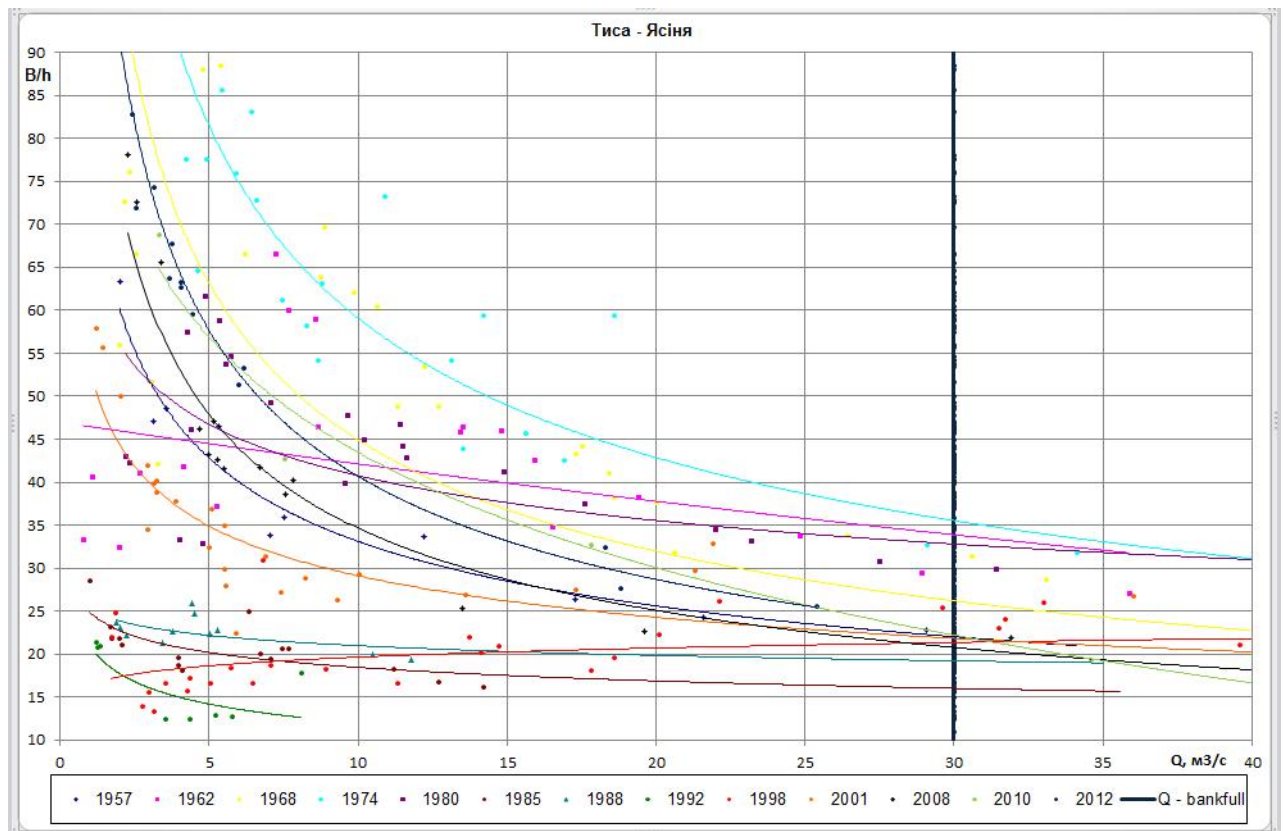
Додаток В2. Суміщені криві $Q = f(V_{сер})$ для р. Чорна Тиса – смт Ясіня



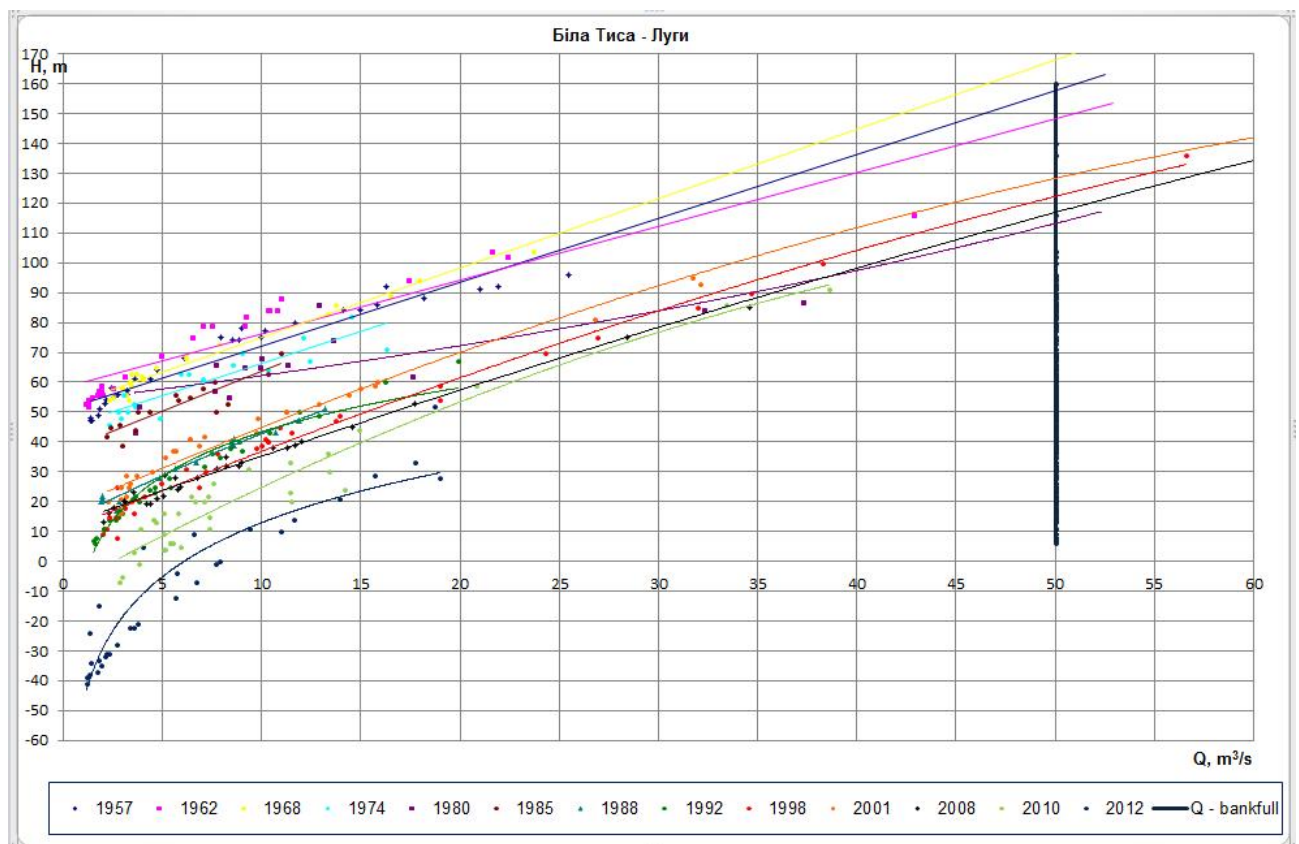
Додаток В3. Суміщені криві $Q = f(B)$ для р. Чорна Тиса – смт Ясіня



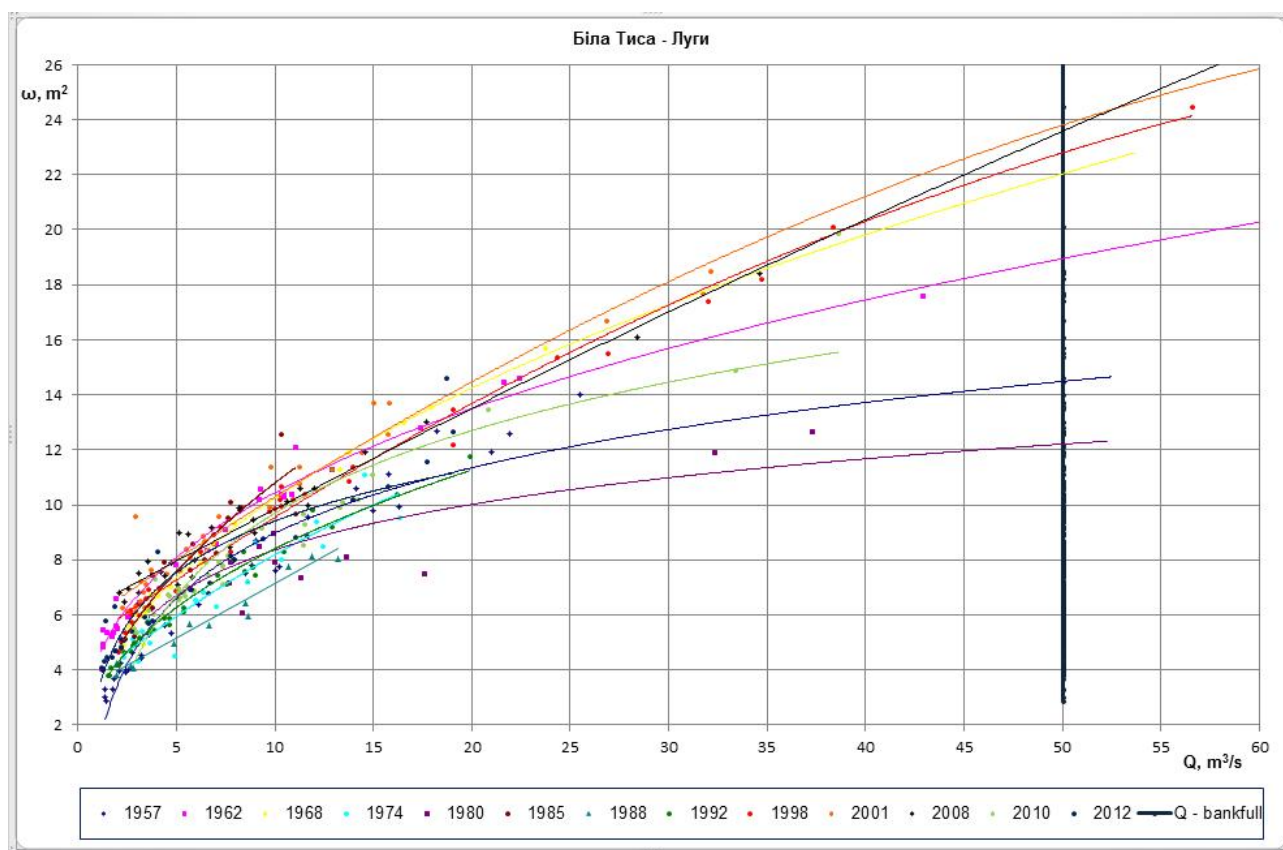
Додаток В4. Суміщені криві $Q = f(h_{сер})$ для р. Чорна Тиса – смт Ясіня



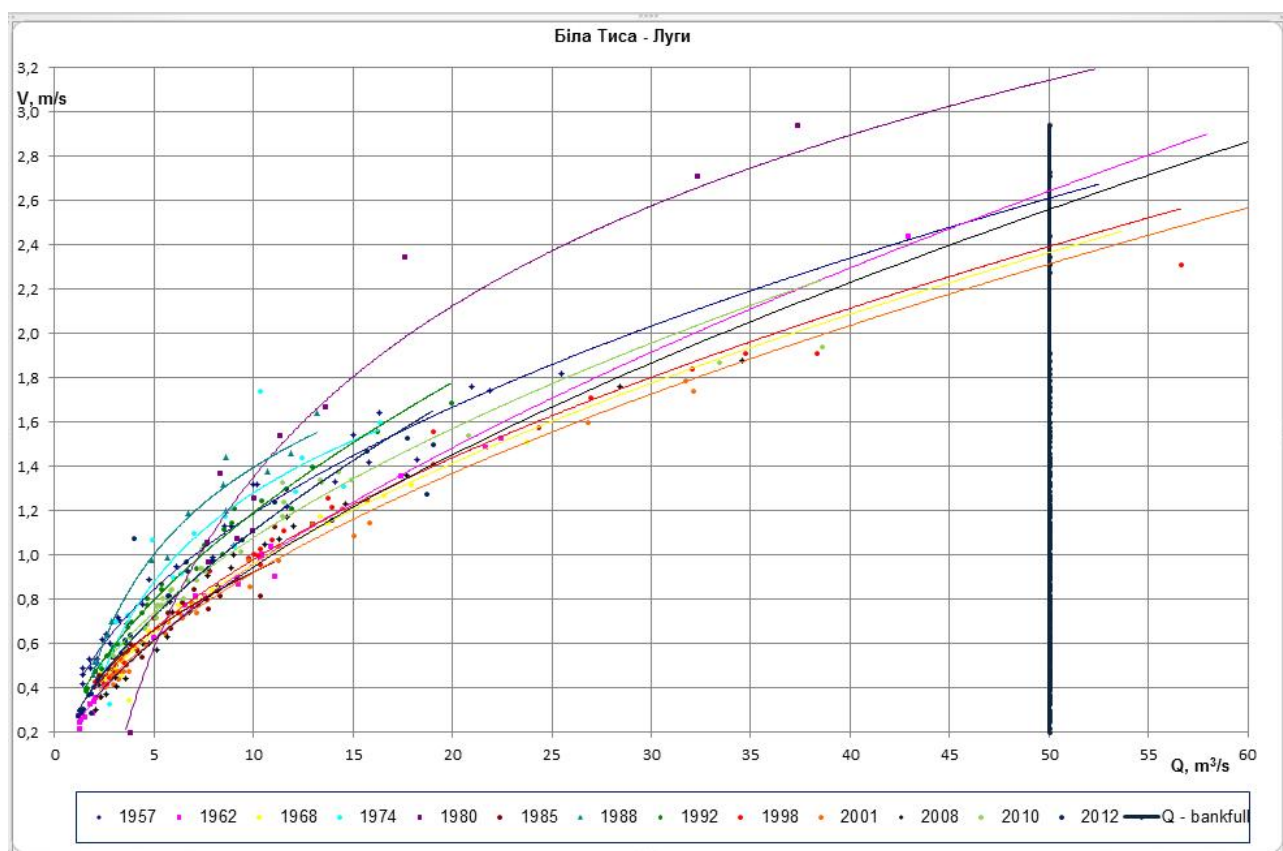
Додаток В5. Суміщені криві $Q = f(V/h_{сер})$ для р. Чорна Тиса – смт Ясіня



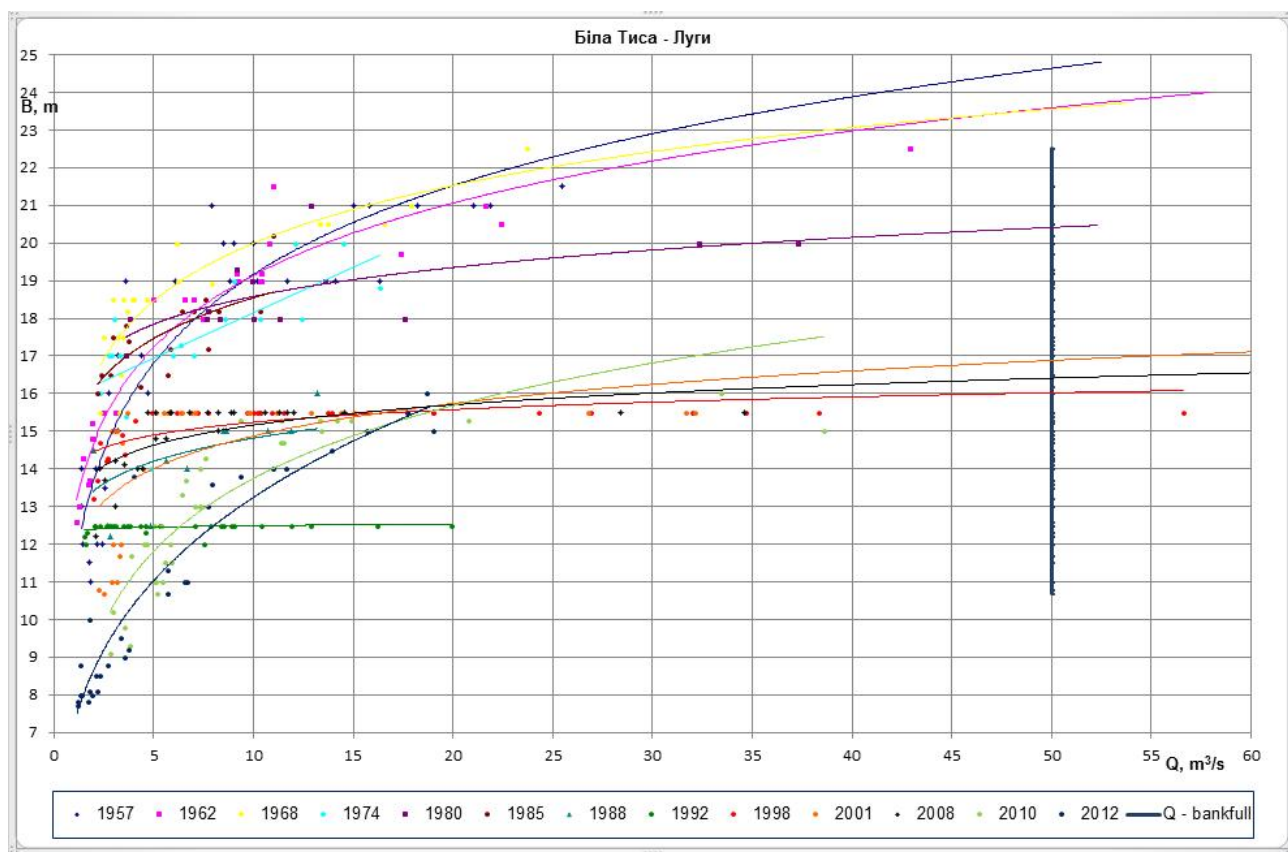
Додаток В6. Суміщені криві $Q = f(H)$ для р. Біла Тиса – с. Луги



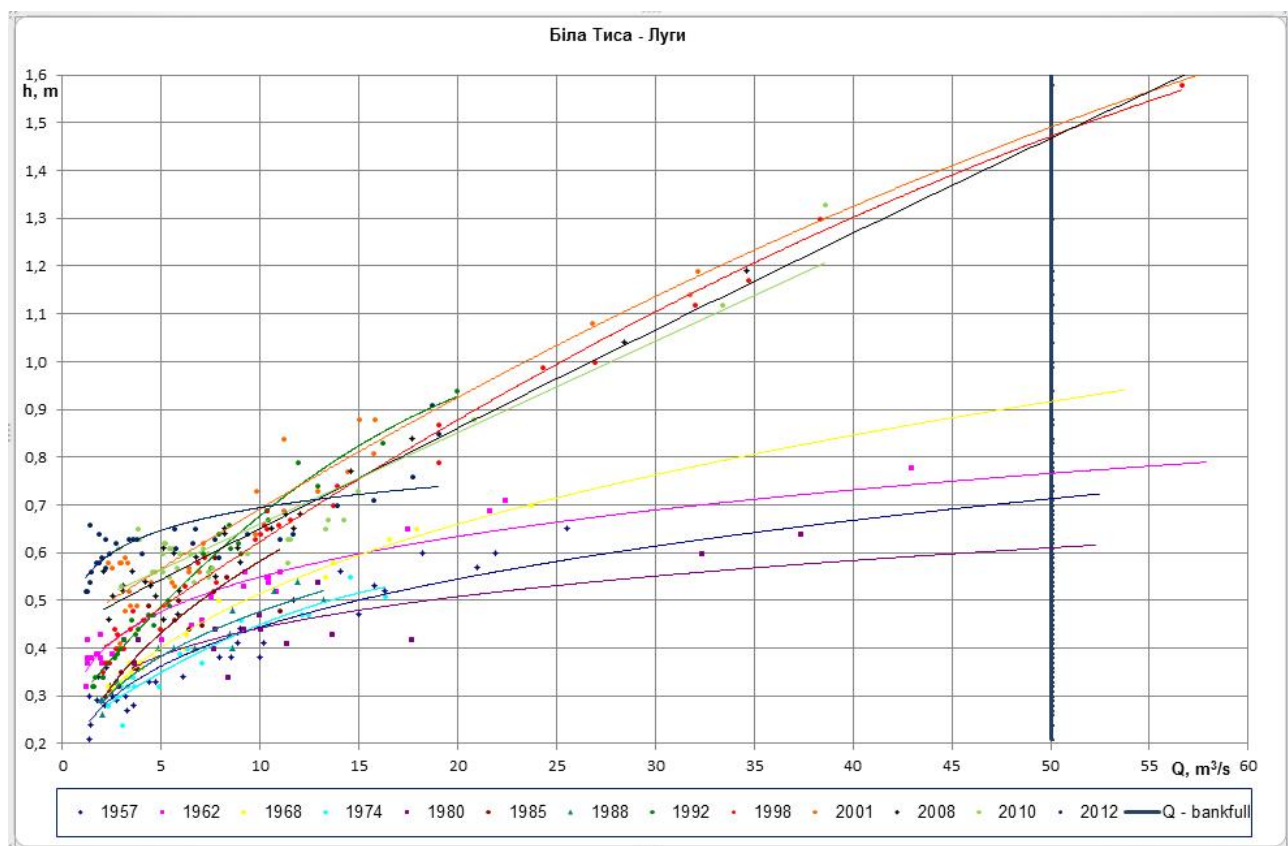
Додаток В7. Суміщені криві $Q = f(\omega)$ для р. Біла Тиса – с. Луги



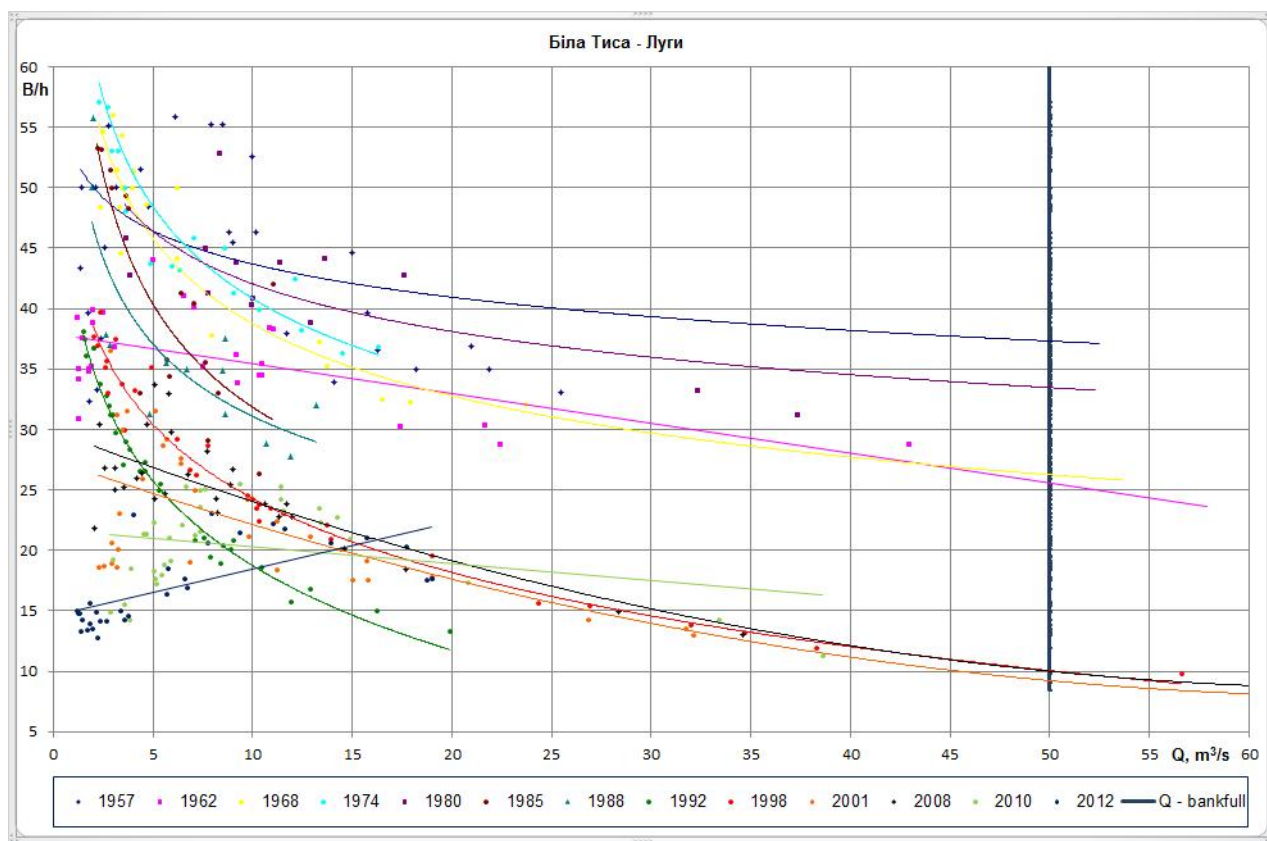
Додаток В8. Суміщені криві $Q = f(V_{сер})$ для р. Біла Тиса – с. Луги



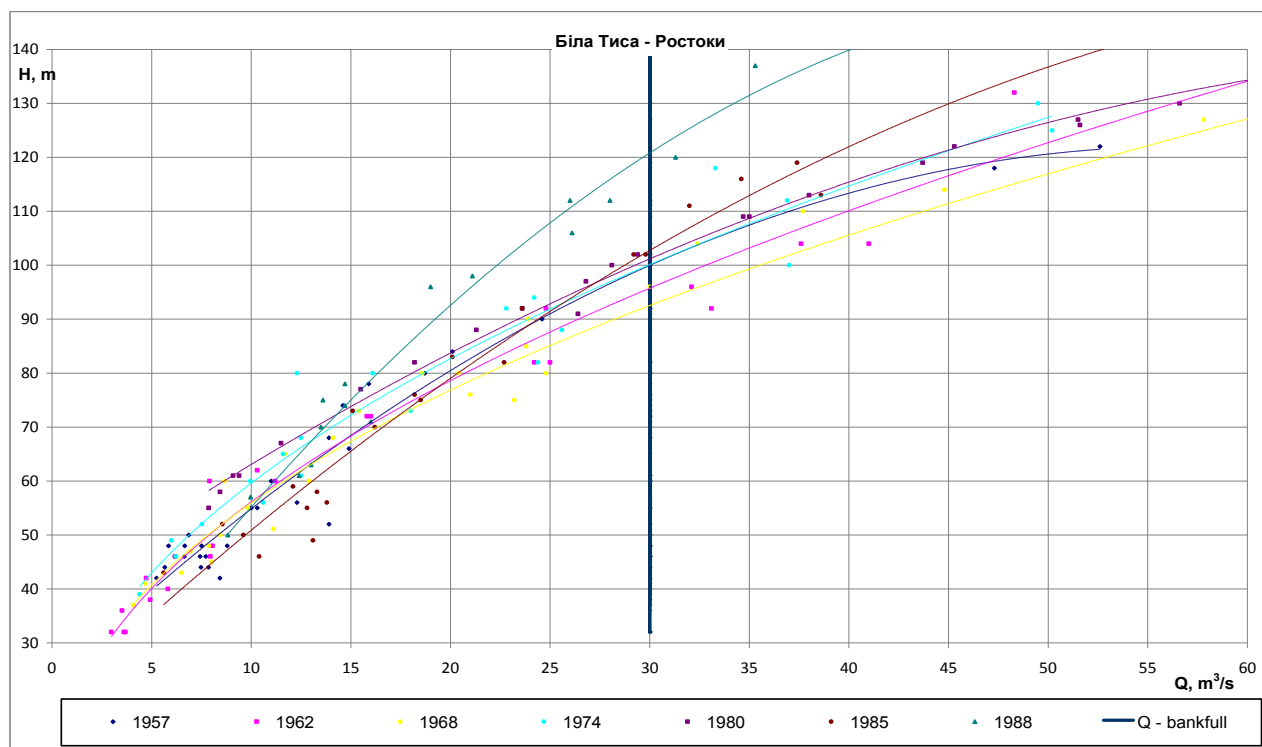
Додаток В9. Суміщені криві $Q = f(B)$ для р. Біла Тиса – с. Луги



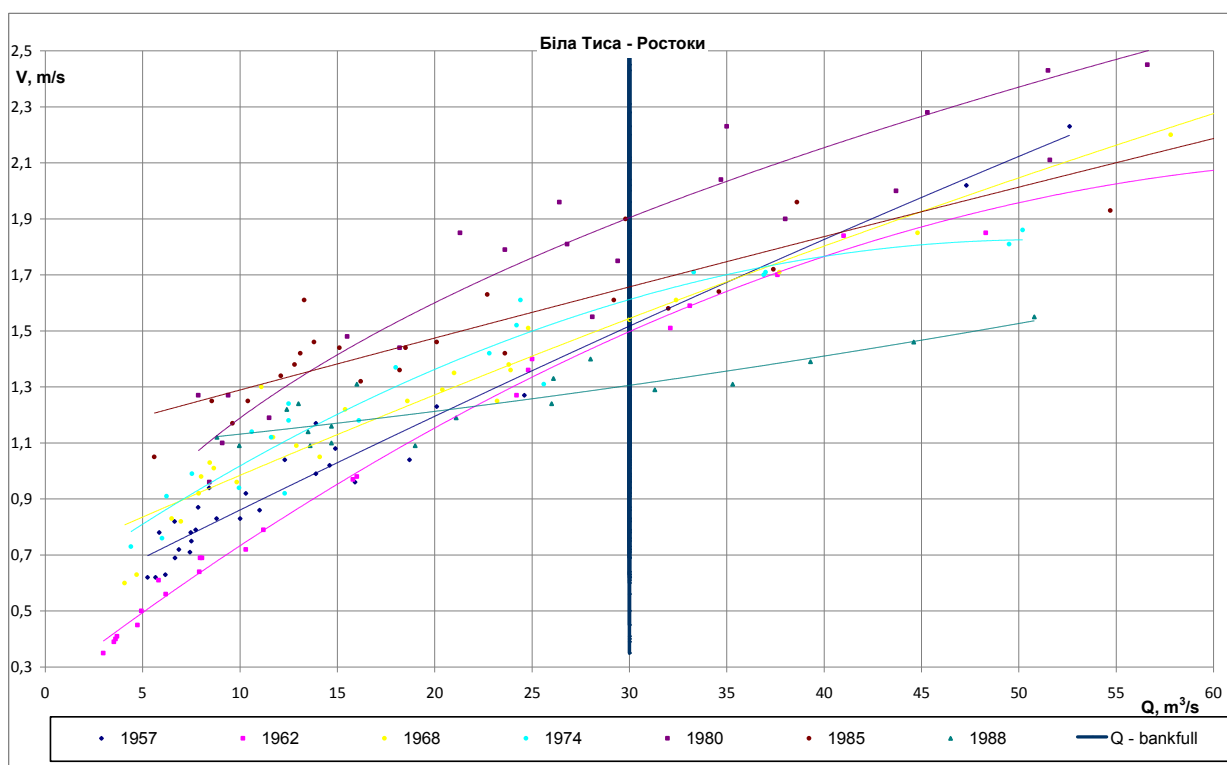
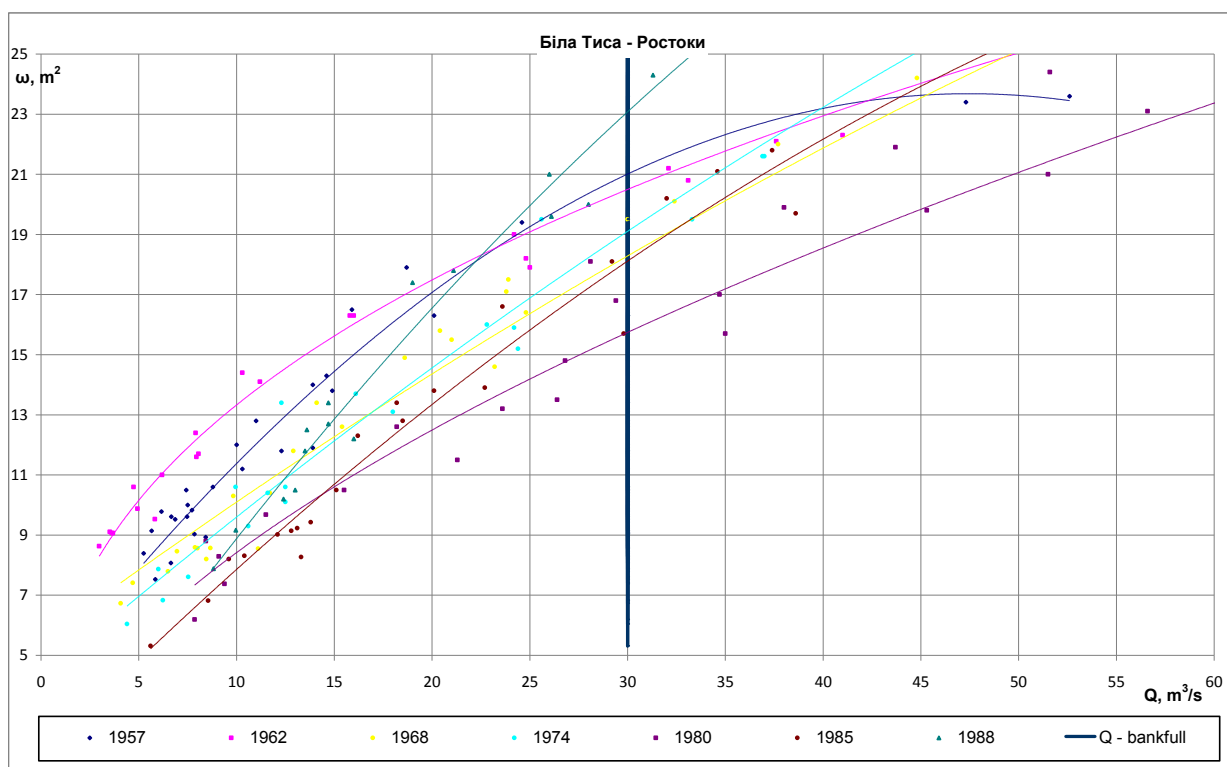
Додаток В10. Суміщені криві $Q = f(h_{\text{сеп}})$ для р. Біла Тиса – с. Луги

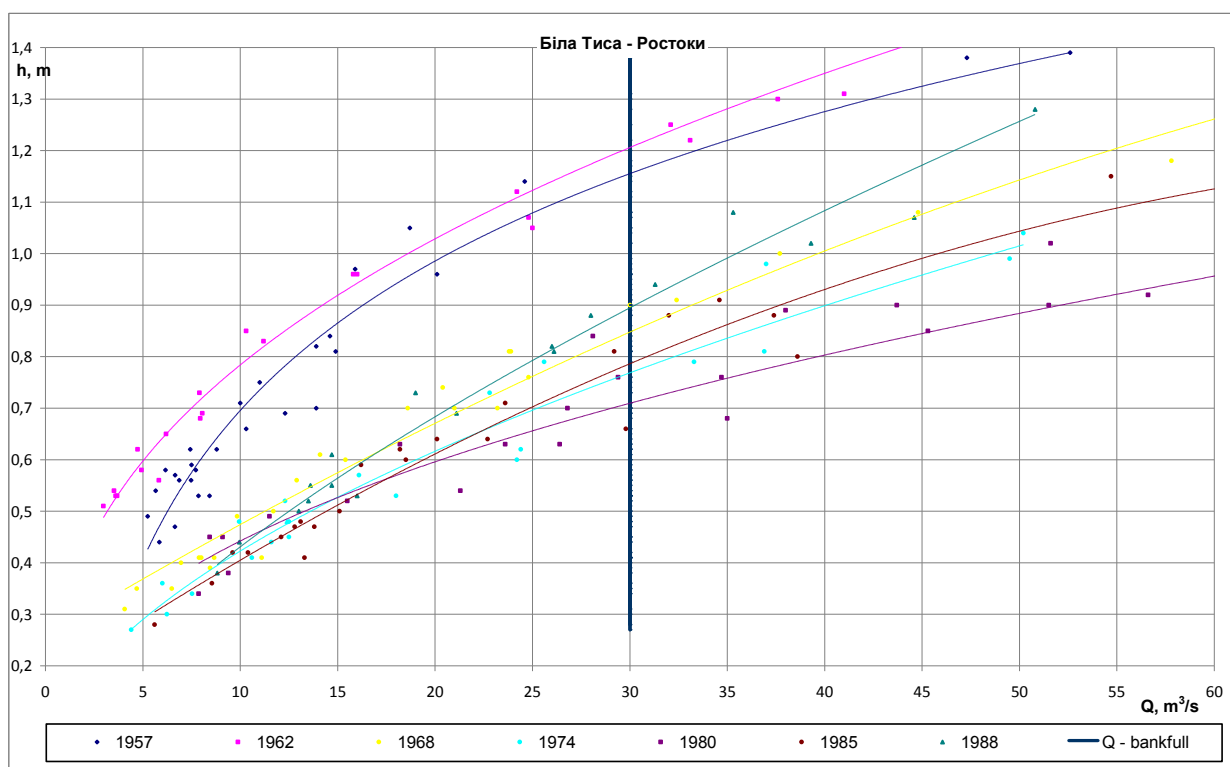
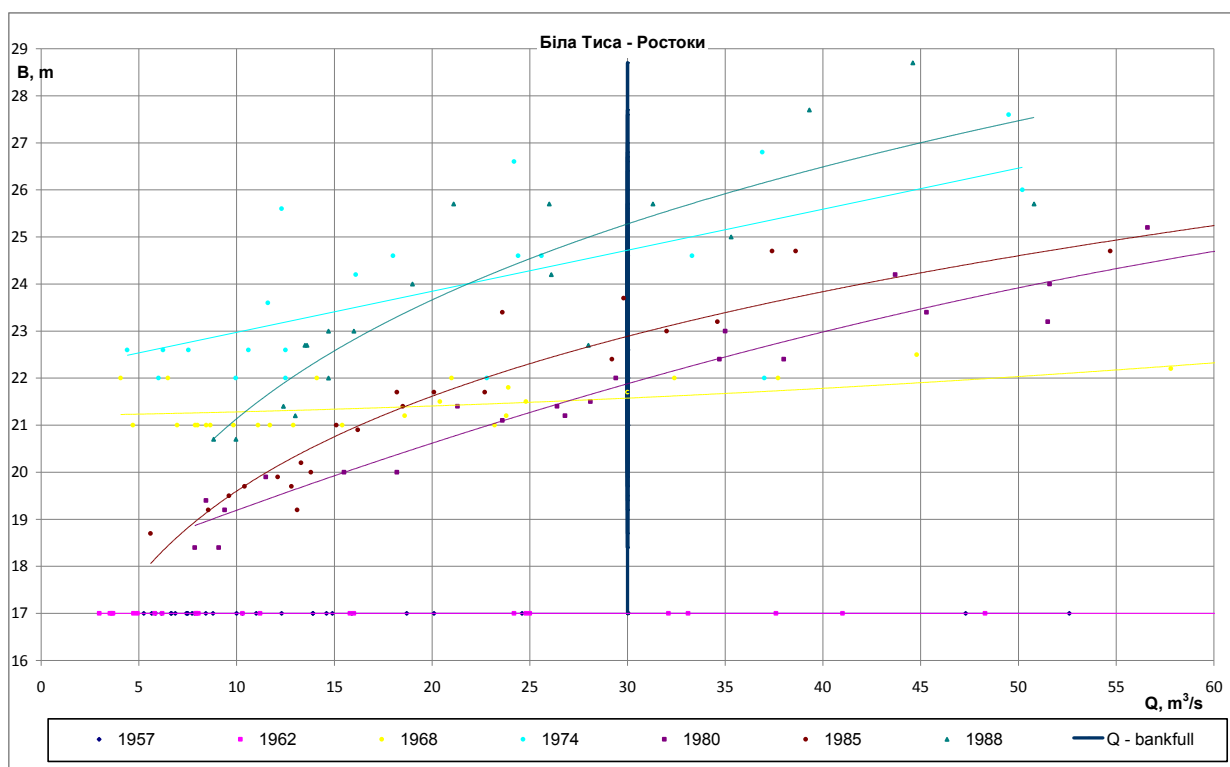


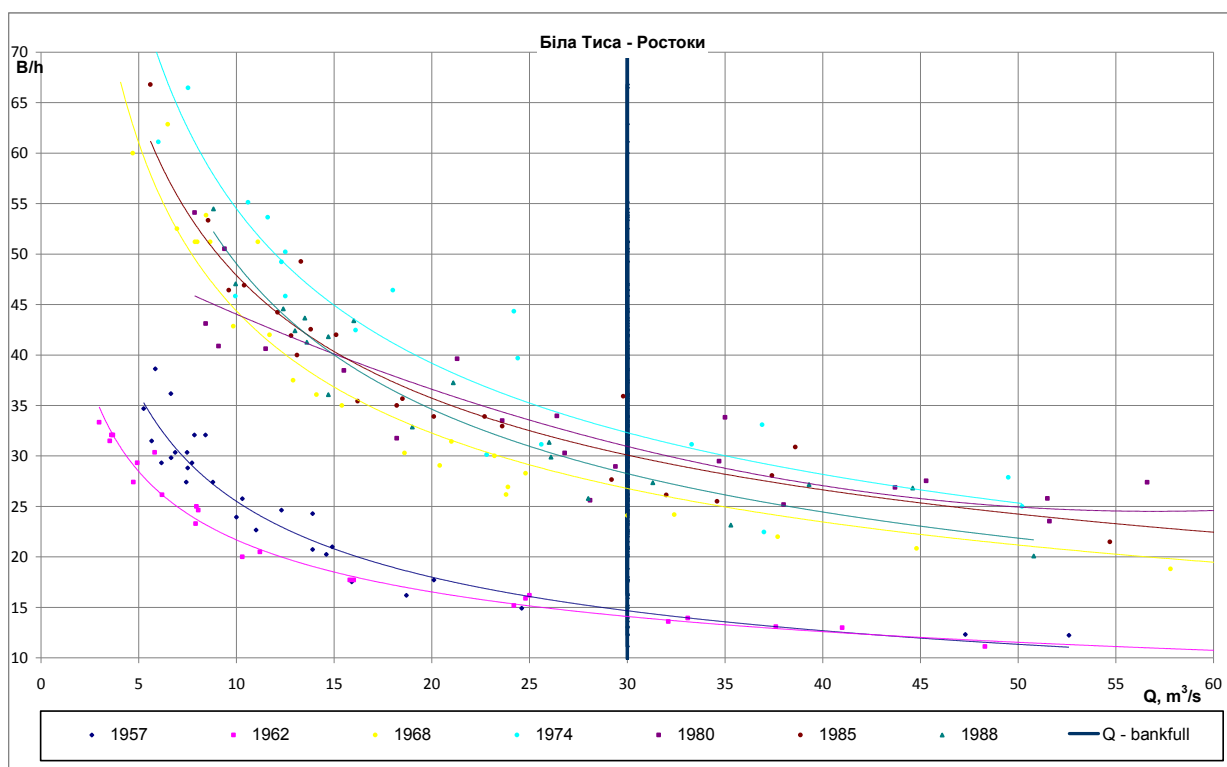
Додаток В11. Суміщені криві $Q = f(V/h_{\text{сеп}})$ для р. Біла Тиса – с. Луги



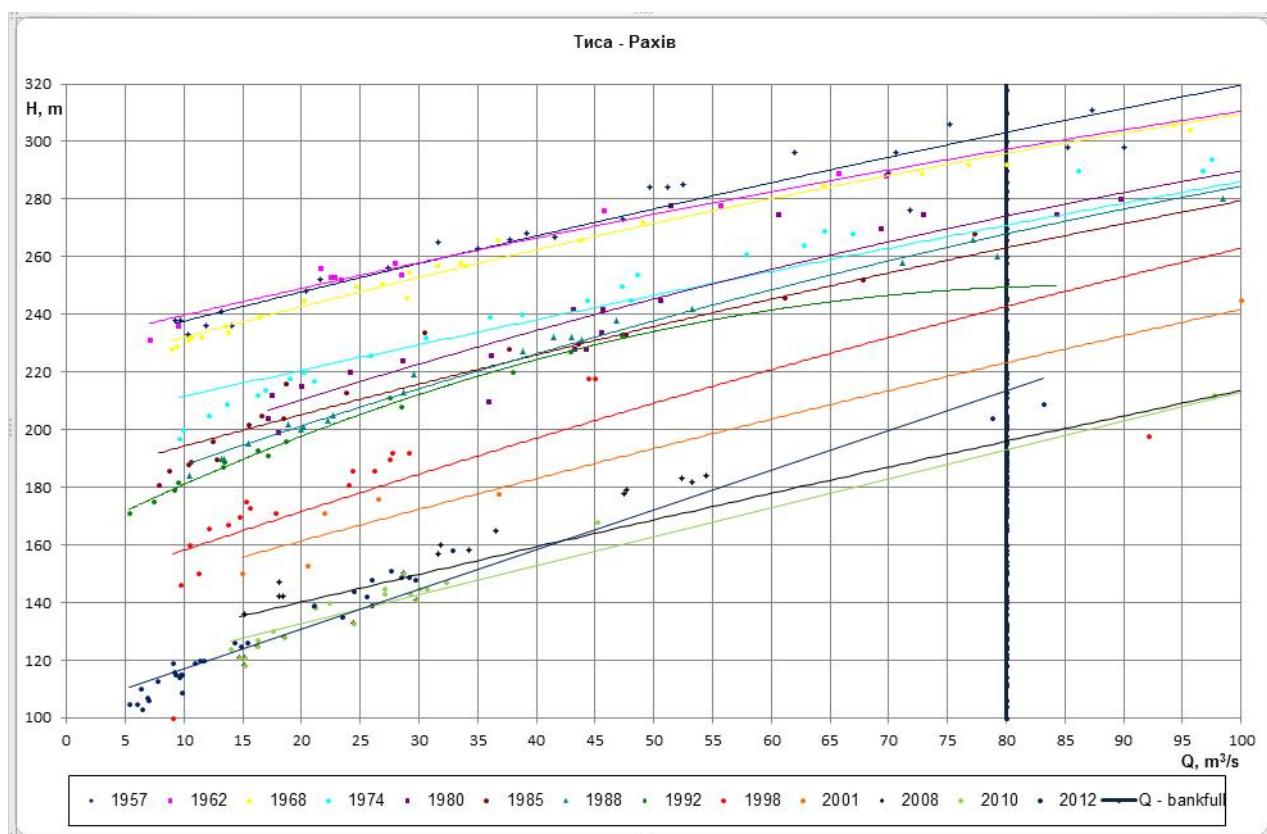
Додаток В12. Суміщені криві $Q = f(H)$ для р. Біла Тиса – с. Ростоки



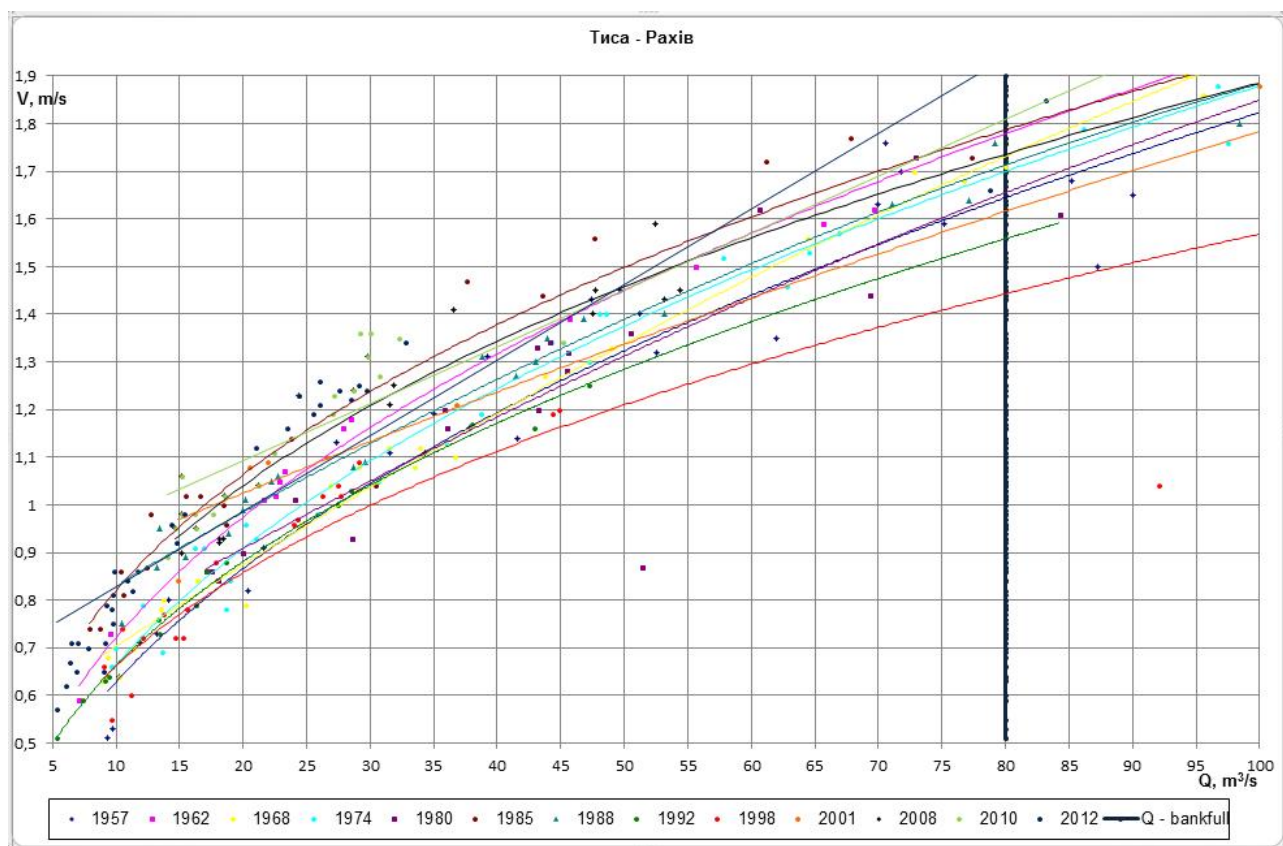




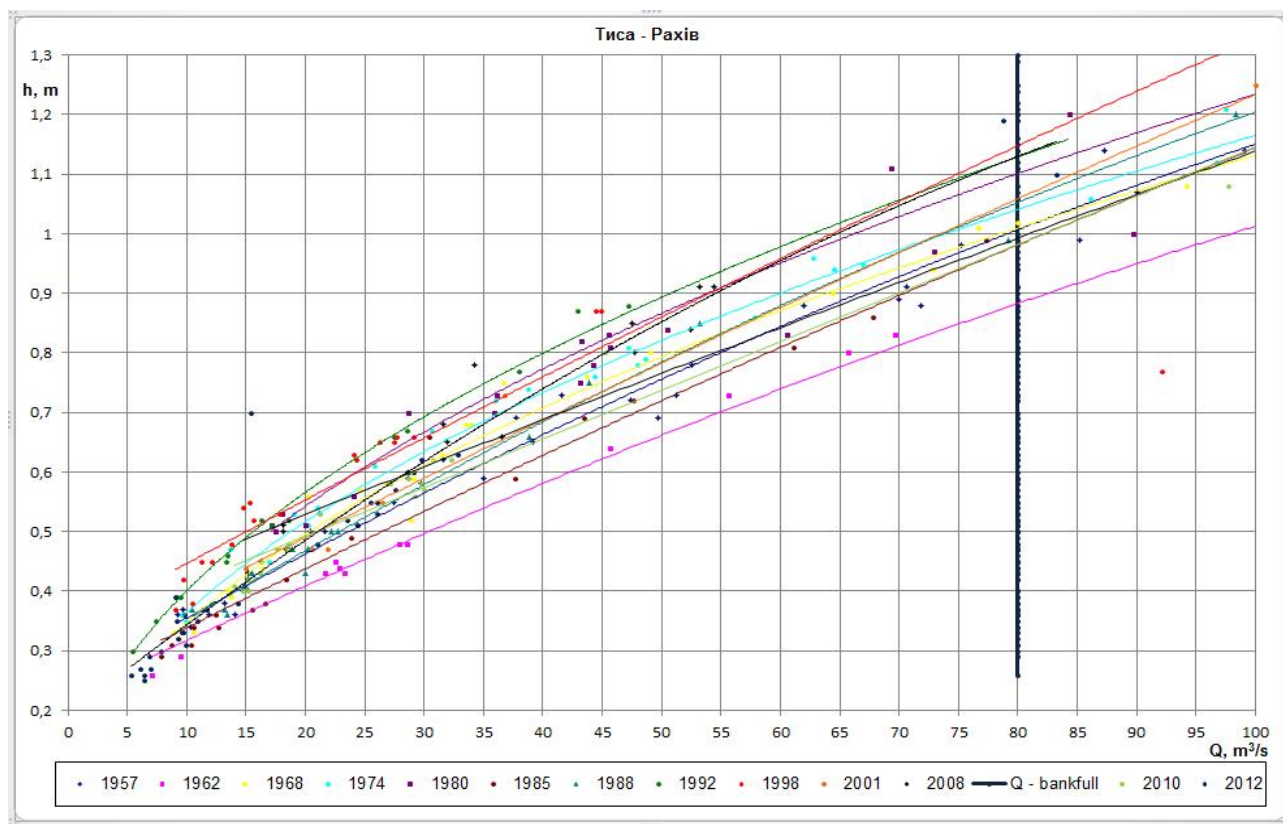
Додаток В17. Суміщені криві $Q = f(V/h_{сер})$ для р. Біла Тиса – с. Розтоки



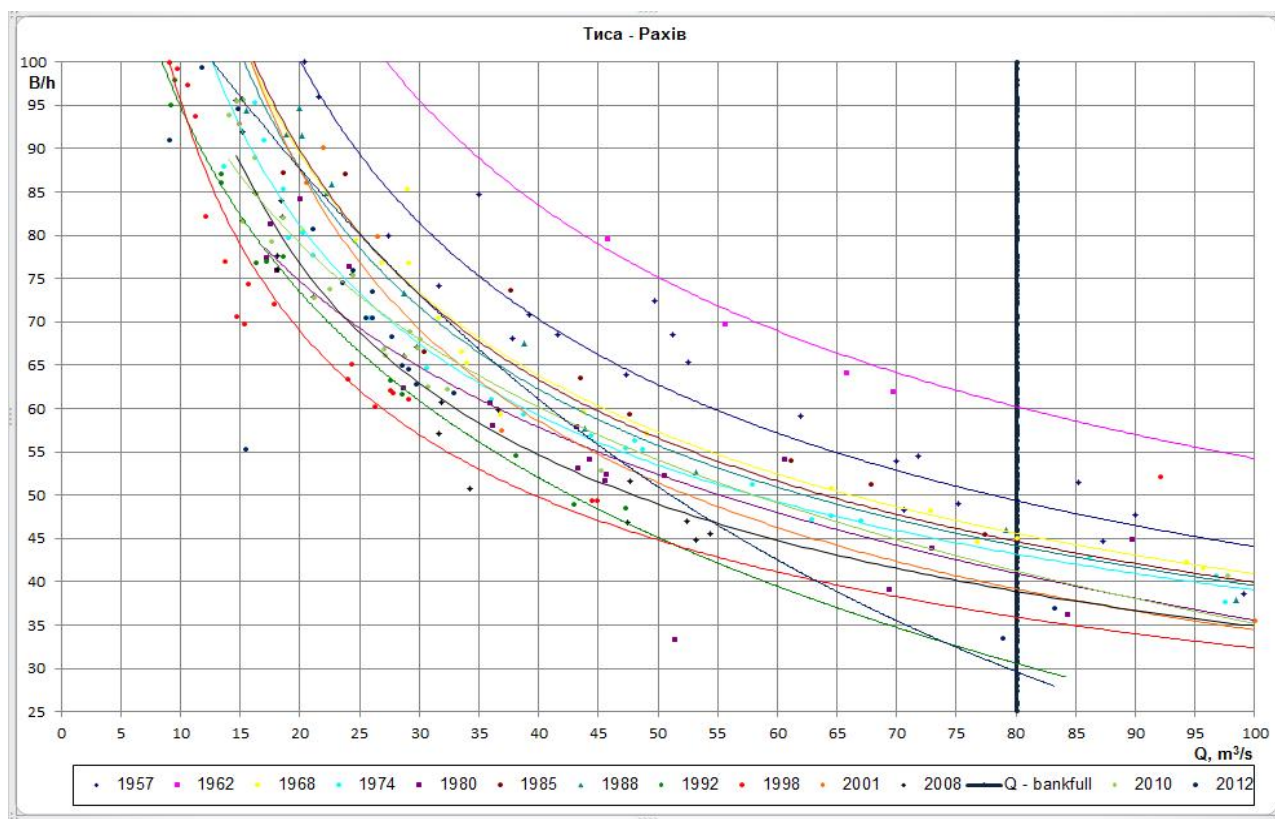
Додаток В18. Суміщені криві $Q = f(H)$ для р. Тиса – м. Рахів



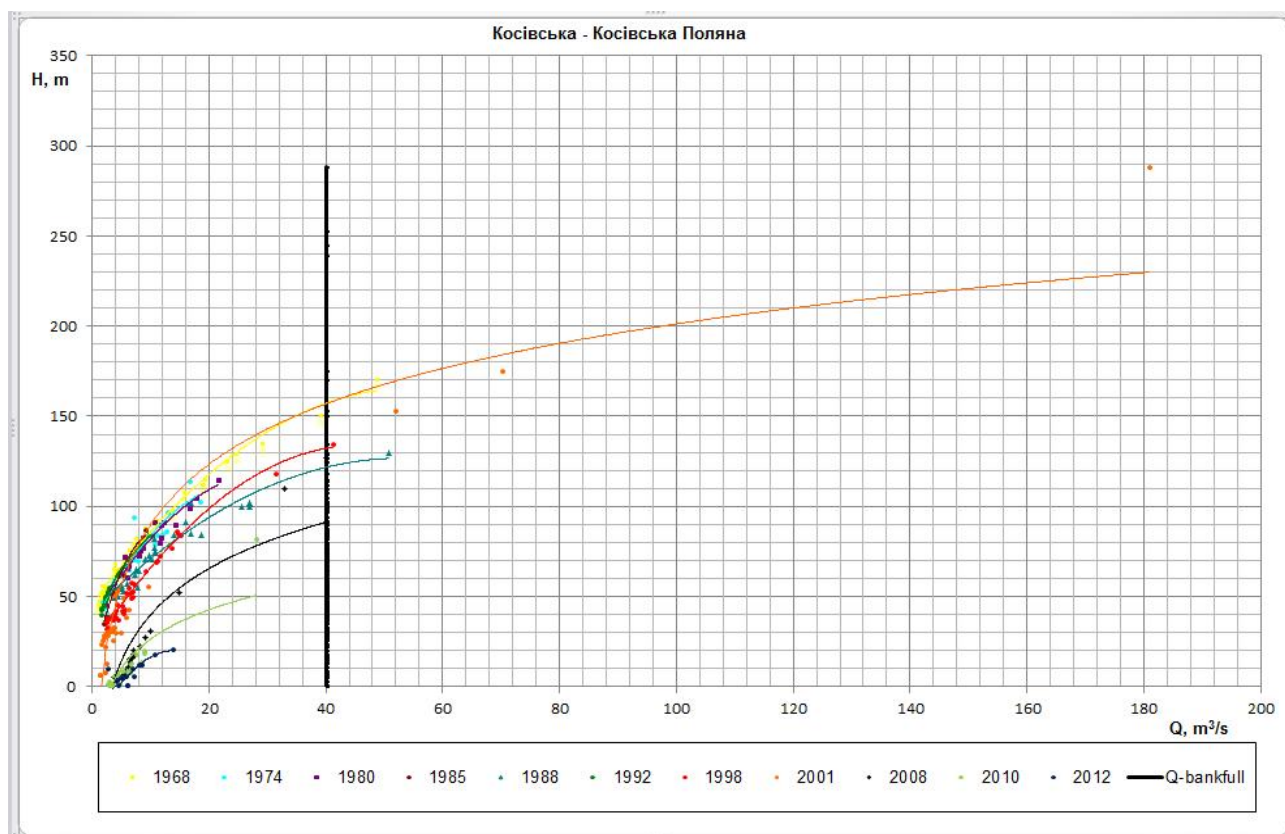
Додаток В19. Суміщені криві $Q = f(V_{\text{сеп}})$ для р. Тиса – м. Рахів



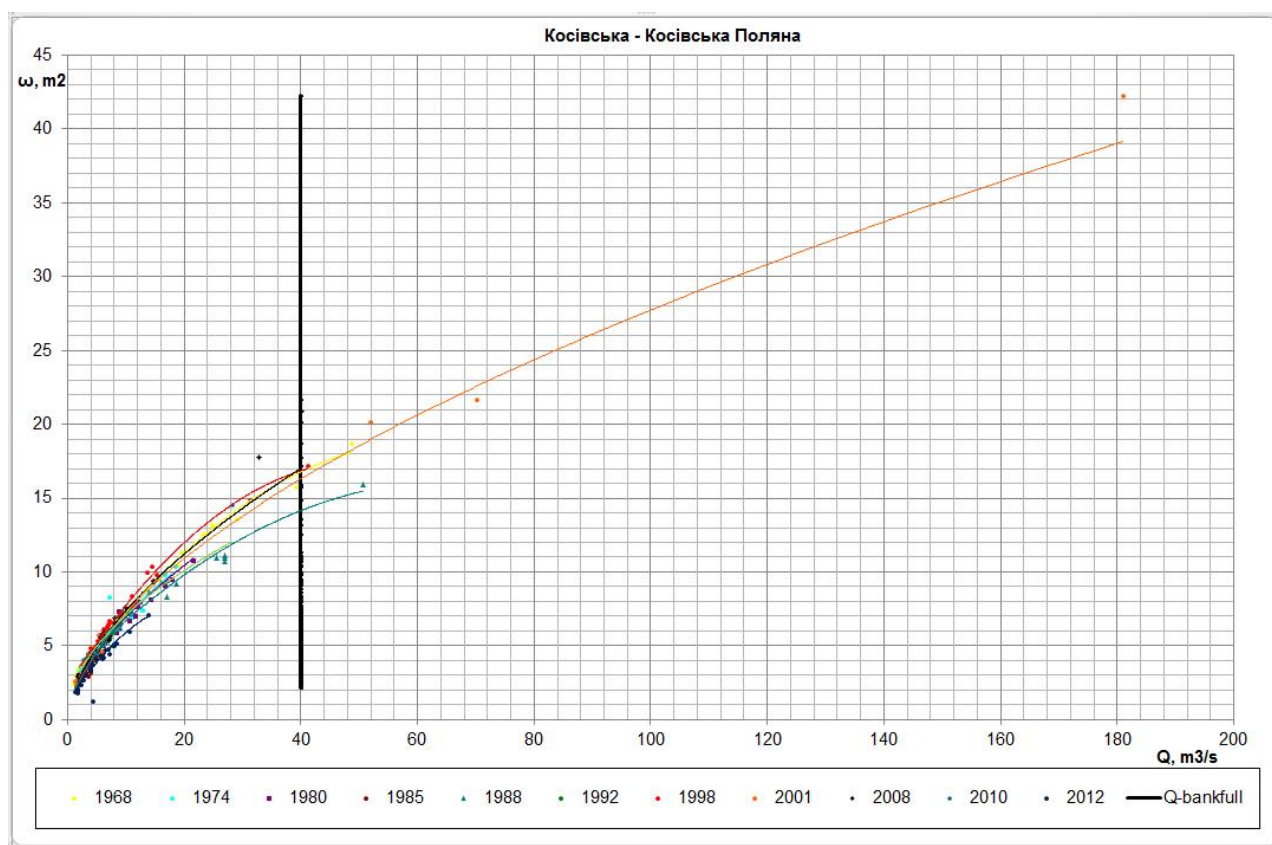
Додаток В20. Суміщені криві $Q = f(h_{\text{сеп}})$ для р. Тиса – м. Рахів



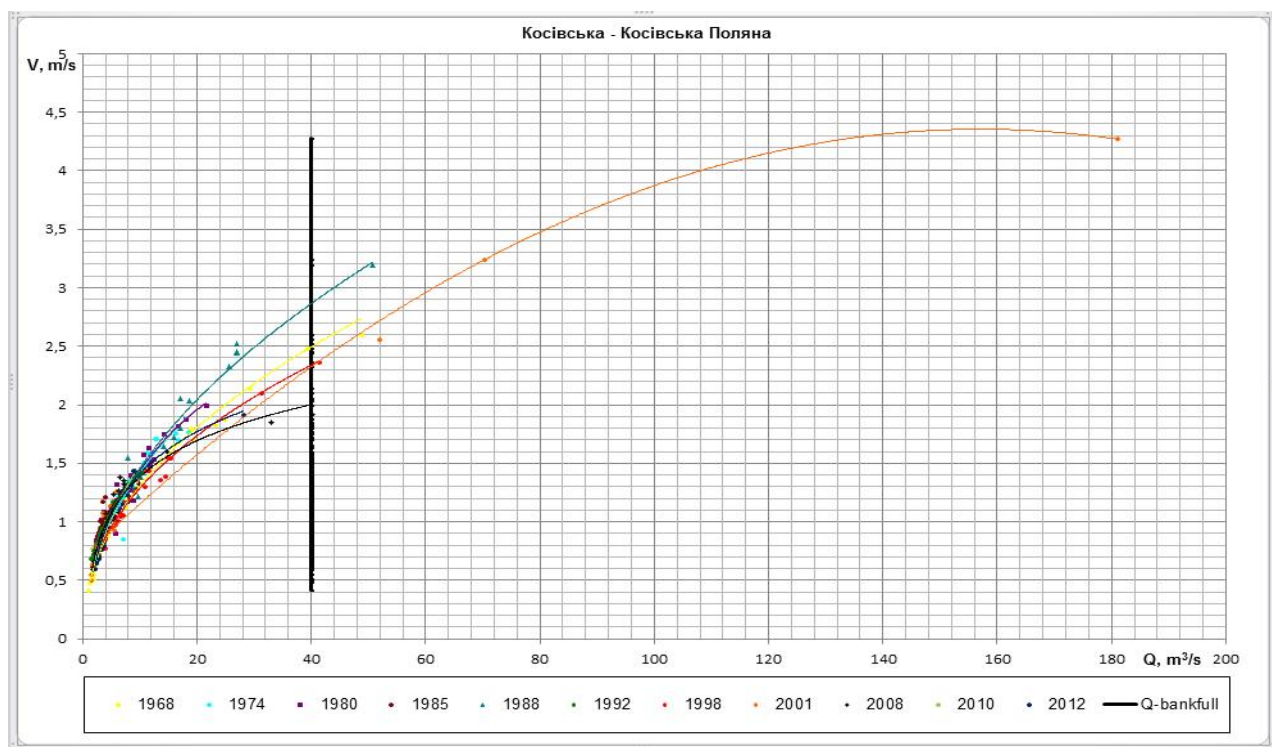
Додаток В21. Суміщені криві $Q = f(V/h_{сер})$ для р. Тиса – м. Рахів



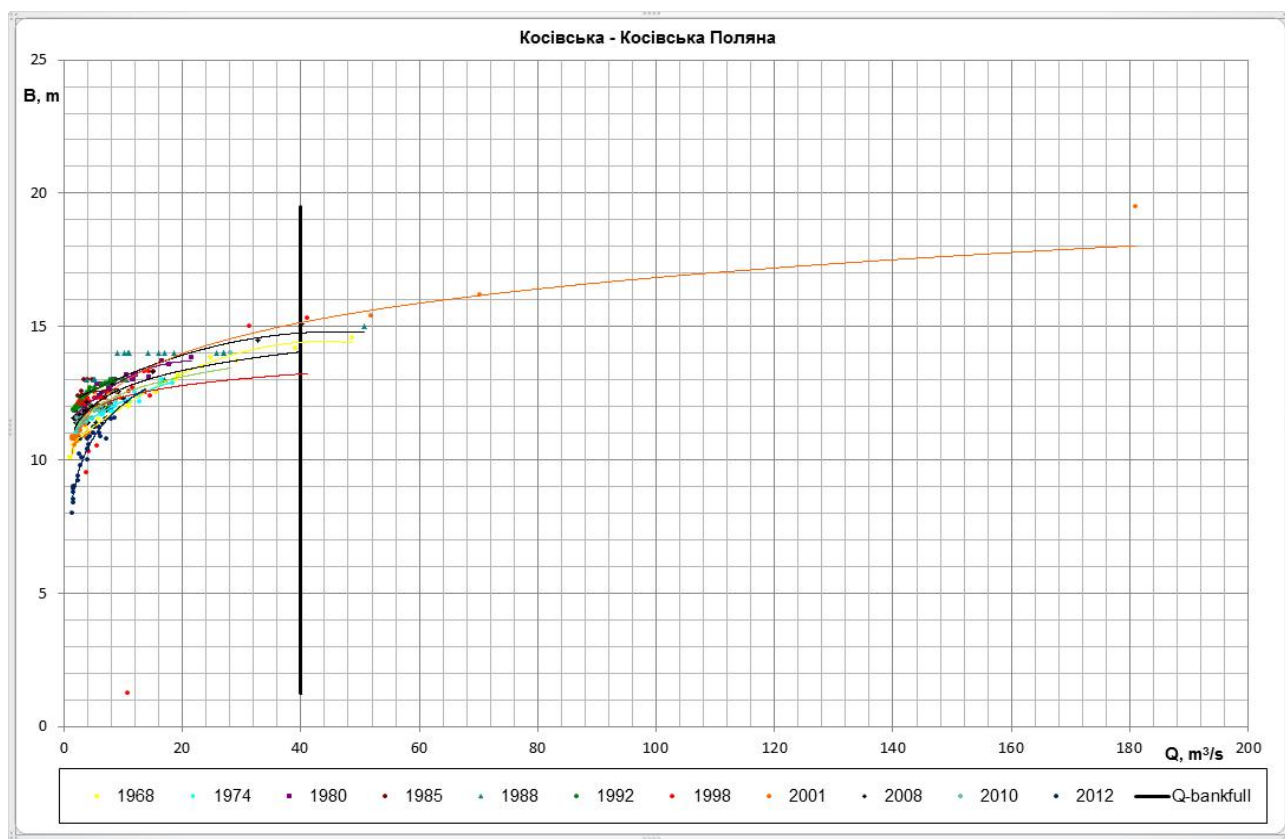
Додаток В22. Суміщені криві $Q = f(H)$ для р. Косівська – с. Косівська Поляна



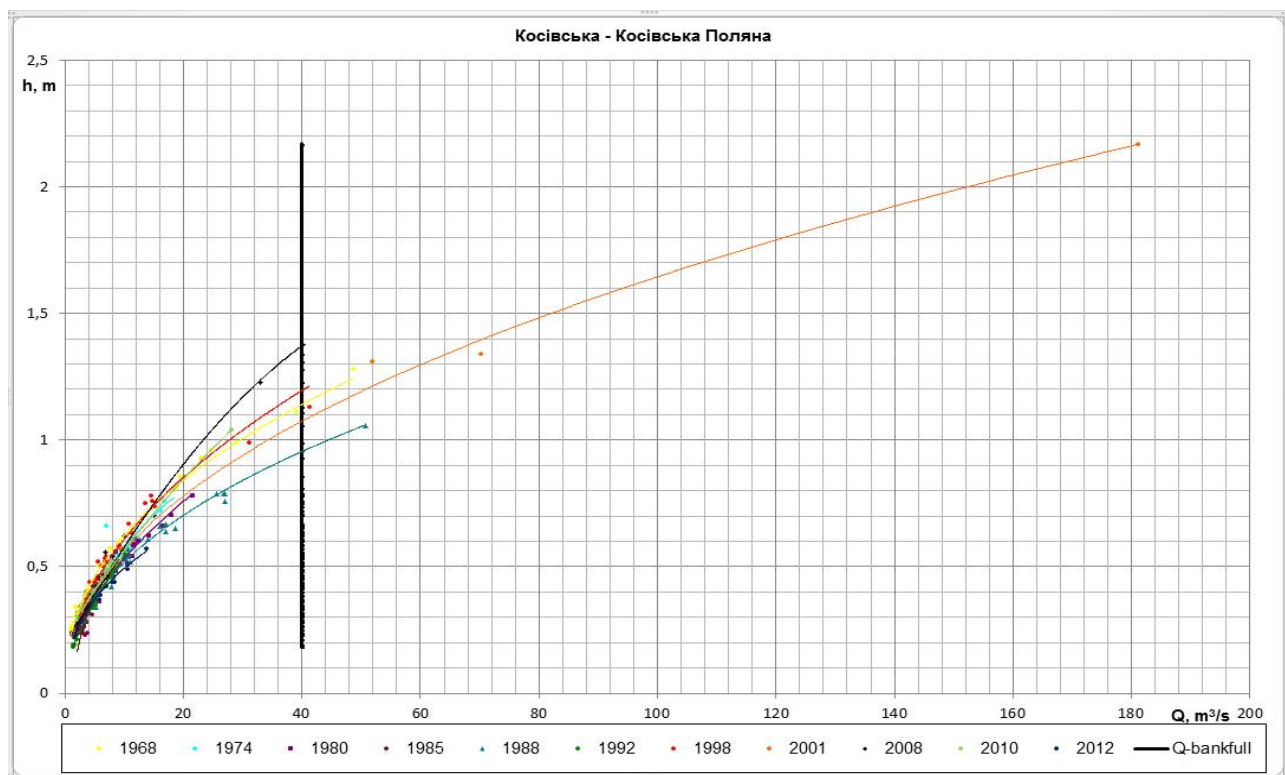
Додаток В23. Суміщені криві $Q = f(\omega)$ для р. Косівська – с. Косівська Поляна



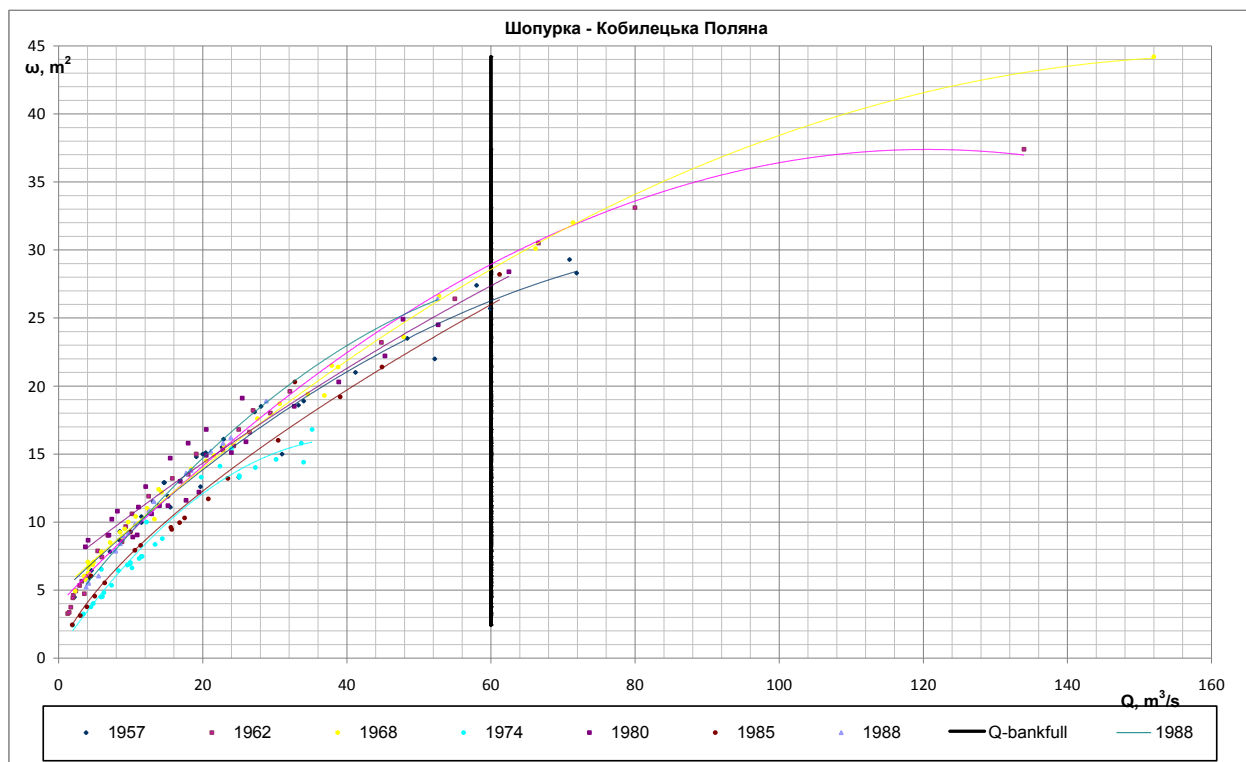
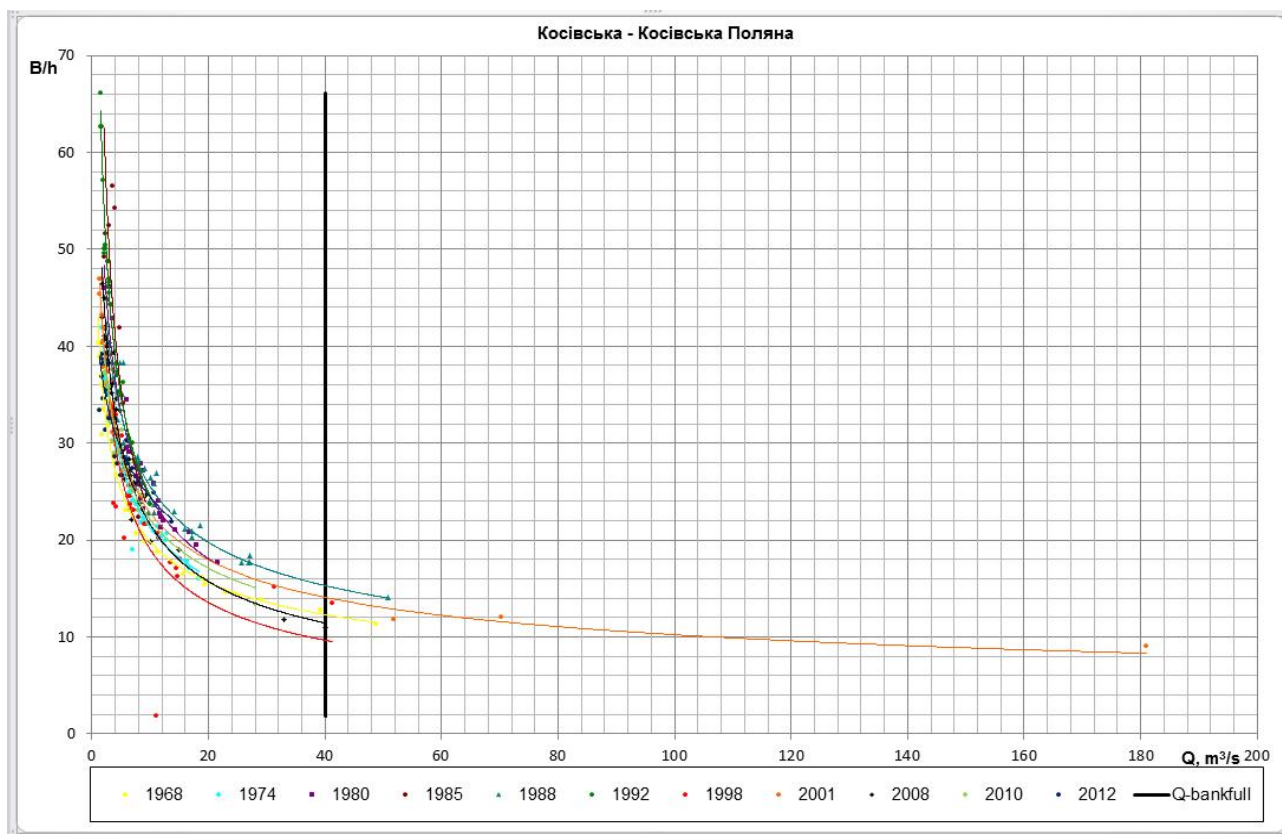
Додаток В24. Суміщені криві $Q = f(V_{сер})$ для р. Косівська – с. Косівська Поляна

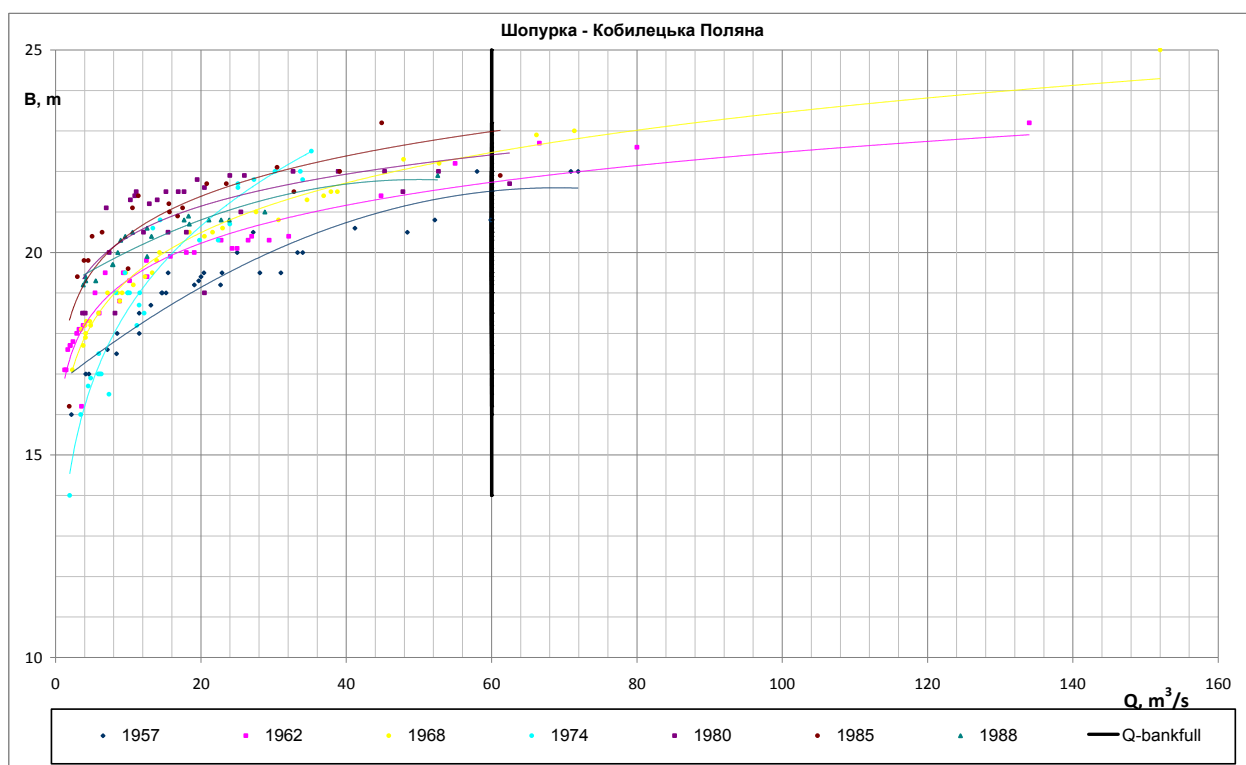
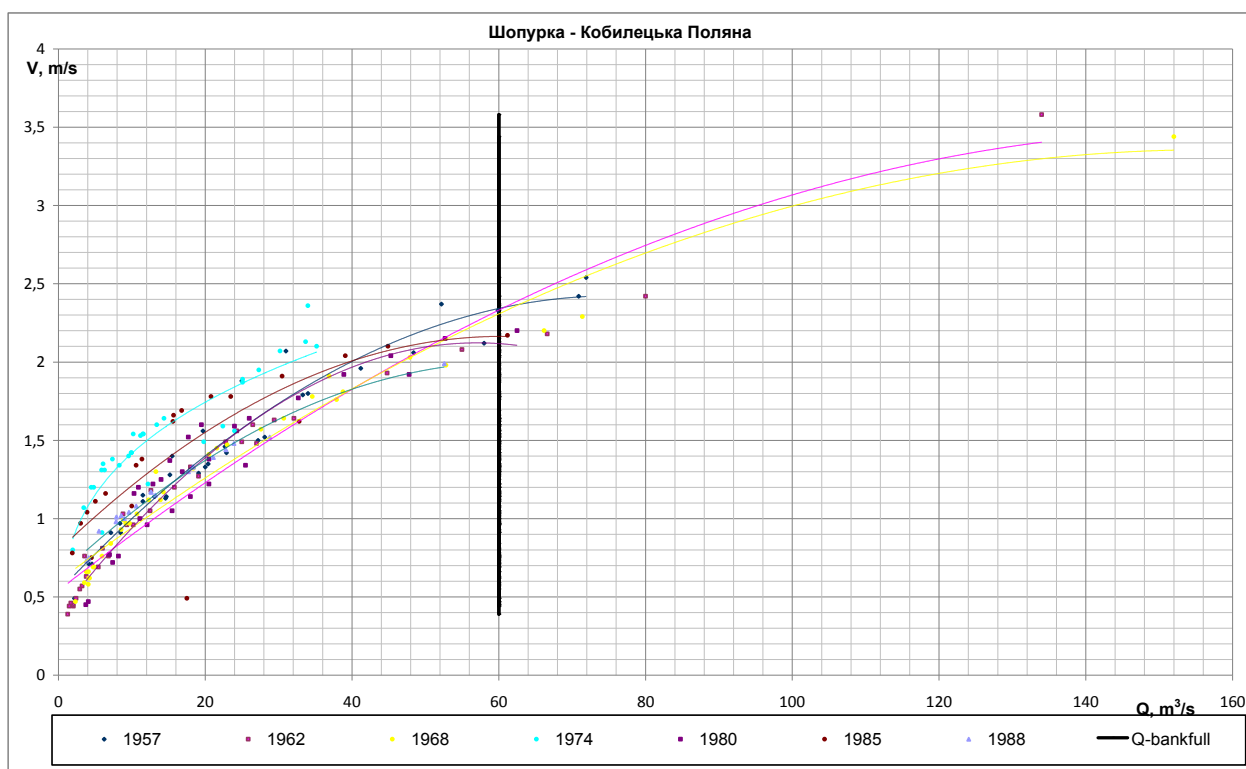


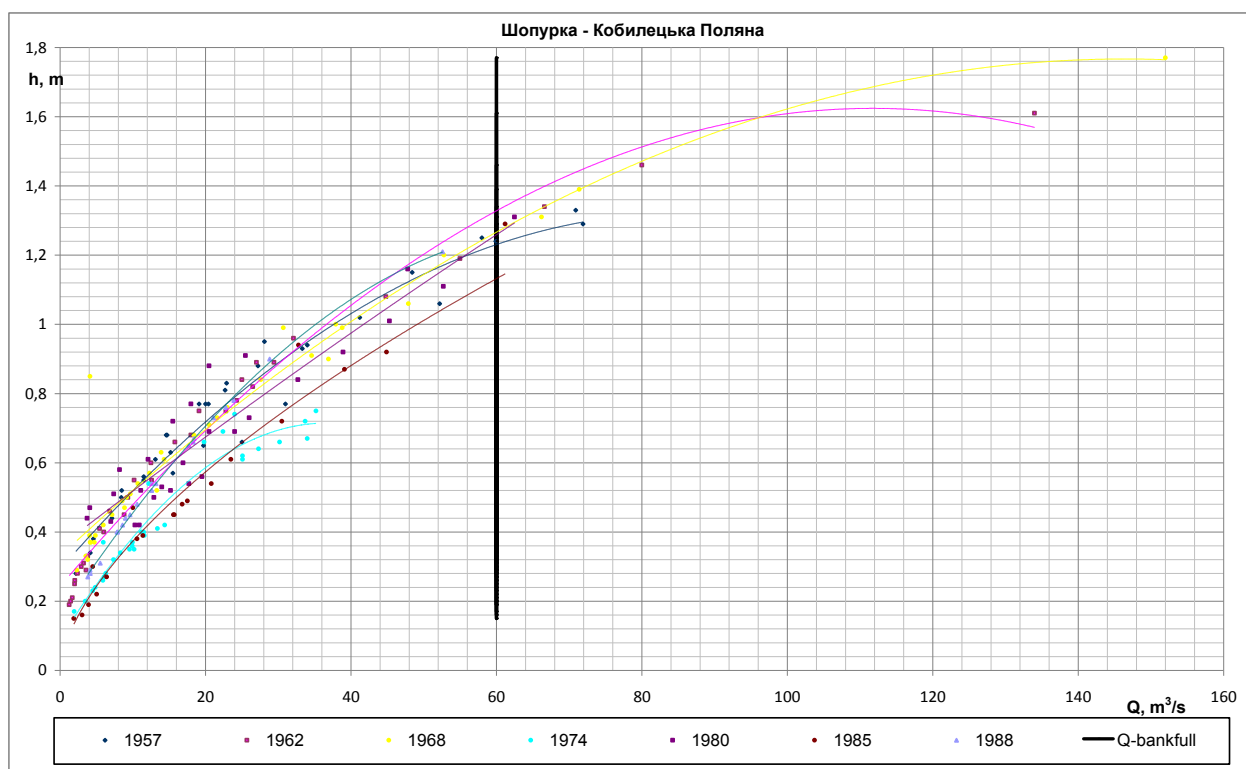
Додаток В25. Суміщені криві $Q = f(B)$ для р. Косівська – с. Косівська Поляна



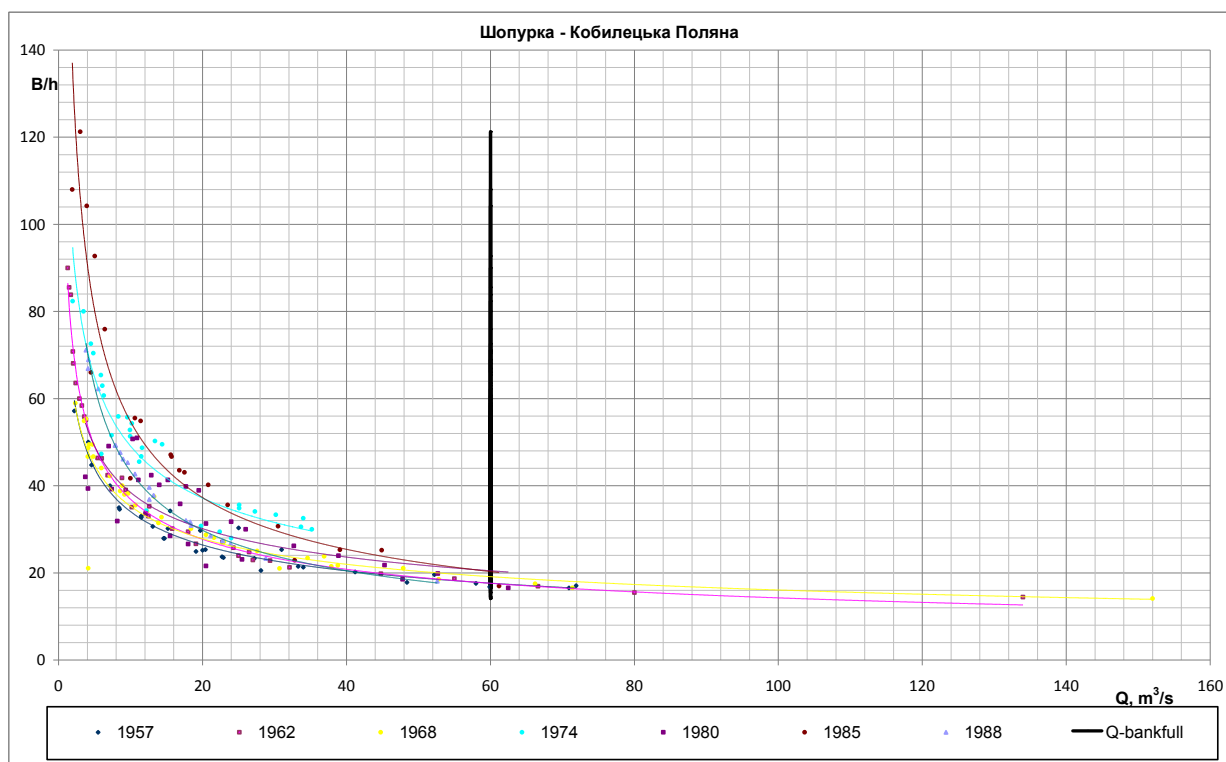
Додаток В26. Суміщені криві $Q = f(h_{сер})$ для р. Косівська – с. Косівська Поляна







Додаток В31. Суміщені криві $Q = f(h_{сер})$ для р. Шопурка – с. Кобилецька Поляна



Додаток В32. Суміщені криві $Q = f(B/h_{сер})$ для р. Шопурка – с. Кобилецька Поляна

ДОДАТОК Д

Додаток Д1

Аналіз вертикальних руслових деформацій річки Чорна Тиса – смт Ясіня

Q, m ³ /s bankfull (30)	Чорна Тиса – Ясіня													Δсер/ рік	Q = f(H)
	1957	1962	1968	1974	1980	1985	1988	1992	1998	2001	2008	Δmax	Δmax/ рік		
Δ	282	303	278	266	238	245	255	–	–	200	206	–	–	–	Q = f(H)
Δ	0	21	-4	-16	-44	-37	-27	–	–	-82	-76	-82 21	-1,61	-0,58	
bankfull (30)	18	17,6	17,7	17,4	19,5	25	24,4	–	–	21,9	22,2	–	–	–	Q = f(ω)
Δ	0	-0,4	-0,3	-0,6	1,5	7	6,4	–	–	3,9	4,2	7 -0,6	0,14	0,05	
bankfull (30)	1,57	1,71	1,69	1,86	1,6	1,32	1,47	–	–	1,4	1,38	–	–	–	Q = f(V)
Δ	0	0,14	0,12	0,29	0,03	-0,25	-0,1	–	–	-0,17	-0,19	0,29 -0,25	0,01	-0,0003	
bankfull (30)	20	25,1	24,5	24,6	24,8	24,8	24,2	–	–	23,1	21,2	–	–	–	Q = f(B)
Δ	0	5,1	4,5	4,6	4,8	4,8	4,2	–	–	3,1	1,2	5,1 –	0,10	0,07	
bankfull (30)	0,89	0,78	1,69	1,85	0,8	1,09	1,03	–	–	0,92	1,06	–	–	–	Q = f(h)
Δ	0	-0,11	0,8	0,96	-0,09	0,2	0,14	–	–	0,03	0,17	0,96 -0,11	0,02	0,005	
bankfull (30)	22	33,9	26,2	35,5	32,8	16	19,2	–	–	21,8	20,8	–	–	–	Q = f(B/h)
Δ	0	11,9	4,2	13,5	10,8	-6	-2,8	–	–	-0,2	-1,2	13,5 -6	0,26	0,07	

Аналіз вертикальних руслових деформацій річки Чорна Тиса – с. Білин

Чорна Тиса – Білін														
Q, m ³ /s	1957	1962	1968	1974	1980	1985	1988	1992	1998	2001	2008	Δmax	Δmax/pik	Δсер/pik
bankfull (70)	295	319	303	299	305	282	292	–	–	–	–			
Δ	0	24	8	4	10	-13	-3	–	–	–	–	24	0,77	0,14
												-13		
bankfull (70)	44,5	44,9	42	39,2	44,6	36,1	35,7	–	–	–	–	–	–	–
Δ	0	0,4	-2,5	-5,3	0,1	-8,4	-8,8	–	–	–	–	-8,8	-0,28	-0,11
												0,4		
bankfull (70)	1,68	1,69	1,75	1,87	1,65	1,86	1,9	–	–	–	–	–	–	–
Δ	0	0,01	0,07	0,19	-0,03	0,18	0,22	–	–	–	–	0,22	0,01	0,003
												-0,03		
bankfull (70)	34,9	35,3	35,1	34,5	34,9	33,7	32,9	–	–	–	–	–	–	–
Δ	0	0,4	0,2	-0,4	0	-1,2	-2	–	–	–	–	-2	-0,06	-0,01
												0,4		
bankfull (70)	1,33	1,28	1,22	1,15	1,28	1,08	1,09	–	–	–	–	–	–	–
Δ	0	-0,05	-0,11	-0,18	-0,05	-0,25	-0,24	–	–	–	–	-0,25	-0,01	-0,004
												–		
bankfull (70)	20,5	25,3	29,8	30,4	27,7	30,2	28,5	–	–	–	–	–	–	–
Δ	0	4,8	9,3	9,9	7,2	9,7	8	–	–	–	–	9,9	0,32	0,23
												–		
														Q = f(B/h)

Аналіз вертикальних руслових деформацій річки Біла Тиса – с. Луги

Біла Тиса – Луги																
Q, m ³ /s	1957	1962	1968	1974	1980	1985	1988	1992	1998	2001	2008	Δmax	Δmax/рік	Δсер/рік		
bankfull (50)	158	149	168	–	113	–	–	–	122	128	117	–	–	–		
Δ	0	-9	10	–	-45	–	–	–	-36	-30	-41	-45 10	-0,88	-0,42	Q =f(H)	
bankfull (50)	14,5	19	22	–	12,2	–	–	–	22,8	23,8	23,6	–	–	–		
Δ	0	4,5	7,5	–	-2,3	–	–	–	8,3	9,3	9,1	9,3 -2,3	0,18	0,10	Q =f(ω)	
bankfull (50)	2,61	2,64	2,36	–	3,14	–	–	–	2,39	2,39	2,56	–	–	–		
Δ	0	0,03	-0,25	–	0,53	–	–	–	-0,22	-0,22	-0,05	0,53 –	0,01	-0,001	Q =f(V)	
bankfull (50)	24,6	23,6	23,6	–	20,4	–	–	–	16	16,9	16,4	–	–	–		
Δ	0	-1	-1	–	-4,2	–	–	–	-8,6	-7,7	-8,2	-8,6 –	-0,17	-0,09	Q =f(B)	
bankfull (50)	0,71	0,76	0,91	–	0,61	–	–	–	1,47	1,49	1,47	–	–	–		
Δ	0	0,05	0,2	–	-0,1	–	–	–	0,76	0,78	0,76	0,78 -0,1	0,02	0,01	Q =f(h)	
bankfull (50)	37,5	25,5	26,2	–	33,5	–	–	–	10	9,2	10	–	–	–		
Δ	0	-12	-11,3	–	-4	–	–	–	-27,5	-28,3	-27,5	-28,3 –	-0,55	-0,31	Q =f(B/h)	

Аналіз вертикальних руслових деформацій річки Біла Тиса – с. Розтоки

Q, m ³ /s bankfull (30)	Біла Тиса – Розтоки												Δсер/рік	
	1957	1962	1968	1974	1980	1985	1988	1992	1998	2001	2008	Δmax	Δmax/рік	
Δ	0	-4	-7	0	1	3	21	-	-	-	-	21 -7	0,68	Q = f(H)
bankfull (30)	21	20,5	18,3	19,1	15,8	18,1	23	-	-	-	-	-	-	
Δ	0	-0,5	-2,7	-1,9	-5,2	-2,9	2	-	-	-	-	-5,2 2	-0,17	Q = f(ω)
bankfull (30)	1,52	1,5	1,55	1,61	1,9	1,66	1,31	-	-	-	-	-	-	
Δ	0	-0,02	0,03	0,09	0,38	0,14	-0,21	-	-	-	-	0,38 -0,21	0,01	Q = f(V)
bankfull (30)	17	17	21,6	24,7	21,9	22,9	25,3	-	-	-	-	-	-	
Δ	0	0	4,6	7,7	4,9	5,9	8,3	-	-	-	-	8,3 -	0,27	Q = f(B)
bankfull (30)	1,15	1,21	0,85	0,77	0,71	0,79	0,9	-	-	-	-	-	-	
Δ	0	0,06	-0,3	-0,38	-0,44	-0,36	-0,25	-	-	-	-	-0,44 0,06	-0,01	Q = f(h)
bankfull (30)	14,6	14,1	26,8	32,2	31	30	28,2	-	-	-	-	-	-	
Δ	0	-0,5	12,2	17,6	16,4	15,4	13,6	-	-	-	-	17,6 -0,5	0,57	Q = f(B/h)
													0,34	

Аналіз вертикальних руслових деформацій річки Тиса – м. Рахів

Тиса – Рахів														
Q, m ³ /s	1957	1962	1968	1974	1980	1985	1988	1992	1998	2001	2008	Δmax	Δmax/рік	Δсер/рік
bankfull (80)	304	297	296	272	275	263	267	249	243	224	195			
Δ	0	-7	-8	-32	-29	-41	-37	-55	-61	-80	-109	-109	-2,14	-0,82
bankfull (80)	49	46,2	46,5	46,7	49	43,9	47,7	51,1	50,1	46,9	42,5			
Δ	0	-2,8	-2,5	-2,3	0	-5,1	-1,3	2,1	1,1	-2,1	-6,5	-6,5	-0,13	-0,03
bankfull (80)	1,64	1,78	1,73	1,7	1,65	1,79	1,71	1,56	1,44	1,61	1,74			
Δ	0	0,14	0,09	0,06	0,01	0,15	0,07	-0,08	-0,2	-0,03	0,1	0,15	0,003	0,001
bankfull (80)	49,1	52	46,1	45,1	44,4	44,7	43	44,7	45,6	43,7	42,5			
Δ	0	2,9	-3	-4	-4,7	-4,4	-6,1	-4,4	-3,5	-5,4	-6,6	-6,6	-0,13	-0,07
bankfull (80)	1,01	0,88	1,01	1,04	1,1	0,98	1,05	1,13	1,15	1,06	0,99			
Δ	0	-0,13	0	0,03	0,09	-0,03	0,04	0,12	0,14	0,05	-0,02	0,14	0,003	0,001
bankfull (80)	49,5	60,4	45,5	43,2	41	44,7	44,1	30,7	36	39,2	39			
Δ	0	10,9	-4	-6,3	-8,5	-4,8	-5,4	-18,8	-13,5	-10,3	-10,5	-18,8	-0,37	-0,13

Аналіз вертикальних руслових деформацій річки Тиса – с. Ділове

Тиса – Ділове														
Q, m ³ /s bankfull (160)	1962	1968	1974	1980	1985	1988	1992	1998	2001	2008	Δmax	Δmax/pіk	Δсер/pіk	Q = f(H)
	180	192	225	195	190	203	—	—	—	—	—	—	—	
Δ	0	12	45	15	10	23	—	—	—	—	45	1,73	0,67	Q = f(H)
bankfull (160)	63,5	69,3	74,5	69,8	66,1	73,8	—	—	—	—	—	—	—	Q = f(ω)
Δ	0	5,8	11	6,3	2,6	10,3	—	—	—	—	11	0,42	0,23	
bankfull (160)	2,52	2,31	2,18	2,29	2,45	2,17	—	—	—	—	—	—	—	Q = f(V)
Δ	0	-0,21	-0,34	-0,23	-0,07	-0,35	—	—	—	—	-0,35	-0,01	-0,01	
bankfull (160)	44,7	45,1	48,3	47,4	46,8	47,5	—	—	—	—	—	—	—	Q = f(B)
Δ	0	0,4	3,6	2,7	2,1	2,8	—	—	—	—	3,6	0,14	0,07	
bankfull (160)	1,42	1,54	1,54	1,47	1,43	1,55	—	—	—	—	—	—	—	Q = f(h)
Δ	0	0,12	0,12	0,05	0,01	0,13	—	—	—	—	0,12	0,005	0,003	
bankfull (160)	31,5	29,4	32,35	32,25	33,6	30,8	—	—	—	—	—	—	—	Q = f(B/h)
Δ	0	-2,1	0,85	0,75	2,1	-0,7	—	—	—	—	-2,1	-0,08	0,006	
											2,1	0,08		

Аналіз вертикальних руслових деформацій річки Косівська – с. Косівська Поляна

Косівська – Косівська Поляна													
Q, m ³ /s	1968	1974	1980	1985	1988	1992	1998	2001	2008	Δmax	Δmax/pik	Δсер/pik	
bankfull (80)	184	–	–	–	129	–	138	190	105				Q = f(H)
Δ	0	–	–	–	-55	–	-46	6	-79	-79	-1,98	-0,87	
										–			
bankfull (80)	18	–	–	–	16,8	–	16,9	24,6	25,9				Q = f(ω)
Δ	0	–	–	–	-1,2	–	-1,1	6,6	7,9	-1,2	-0,03	0,06	
										7,9			
bankfull (80)	3,54	–	–	–	3,58	–	2,54	3,49	2,3	–	–	–	Q = f(V)
Δ	0	–	–	–	0,04	–	-1	-0,05	-1,24	0,04	0,001	-0,011	
										–			
bankfull (80)	14,5	–	–	–	14,7	–	13,3	16,4	14,3	–	–	–	Q = f(B)
Δ	0	–	–	–	0,2	–	-1,2	1,9	-0,2	-1,2	-0,03	0,0035	
										–			
bankfull (80)	1,59	–	–	–	1,23	–	1,74	1,48	1,98	–	–	–	Q = f(h)
Δ	0	–	–	–	-0,36	–	0,15	-0,11	0,39	0,39	0,010	0,0004	
										–			
bankfull (80)	11,5	–	–	–	13,6	–	9,8	11,7	11,4	–	–	–	Q = f(B/h)
Δ	0	–	–	–	2,1	–	-1,7	0,2	-0,1	2,8	0,07	0,003	
										–			

Аналіз вертикальних руслових деформацій річки Шопурка – с. Кобилецька Поляна

Шопурка - Кобилецька Поляна														
Q, m ³ /s	1957	1962	1968	1974	1980	1985	1988	1992	1998	2001	2008	Δmax	Δmax/рік	Δсер/рік
bankfull (60)	115	128	120	–	104	87	–	–	–	–	–	–	–	–
Δ	0	13	5	–	-11	-28	–	–	–	–	–	–	-0,90	-0,14
												-28		
bankfull (60)	26,2	29	28,8	–	27,2	26	–	–	–	–	–	–	–	–
Δ	0	2,8	2,6	–	1	-0,2	–	–	–	–	–	-0,2	0,09	0,04
												2,8		
bankfull (60)	2,33	2,32	2,31	–	2,11	2,18	–	–	–	–	–	–	–	–
Δ	0	-0,01	-0,02	–	-0,22	-0,15	–	–	–	–	–	0	-0,01	-0,003
												-0,22		
bankfull (60)	21,6	21,8	22,5	–	22,4	23	–	–	–	–	–	–	–	–
Δ	0	0,2	0,9	–	0,8	1,4	–	–	–	–	–	0	0,05	0,02
												1,4		
bankfull (60)	1,23	1,33	1,27	–	1,26	1,13	–	–	–	–	–	–	–	–
Δ	0	0,1	0,04	–	0,03	-0,1	–	–	–	–	–	-0,1	-0,003	0,0005
												–		
bankfull (60)	19,8	19,8	19,9	–	20,2	20,1	–	–	–	–	–	–	–	–
Δ	0	0	0,1	–	0,4	0,3	–	–	–	–	–	0,4	0,01	Q = f(B/h)
												–		

ДОДАТОК Е

Типи русел річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

№ п/п	Річка	Довжина, км	Тип русла													
			поріжно- водоспадне		з нерозвинутими алювіальними формами		з розвинутими алювіальними формами		руслово багатона- ручавність		меандрування (врізане)					
км	%	км	%	км	%	км	%	км	%	км	%					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
1	Чорна Тиса	49,0	5,70	11,6	31,1	63,5	12,2	24,9	—	—	—	—				
2	Апшинець	7,30	6,35	87,0	0,95	13,0	—	—	—	—	—	—				
3	Середній	4,58	4,58	100	—	—	—	—	—	—	—	—				
4	Плецький	5,47	5,47	100	—	—	—	—	—	—	—	—				
5	Станіслав	11,0	7,80	70,9	3,20	29,1	—	—	—	—	—	—				
6	Довжина	10,0	4,75	47,5	5,25	52,5	—	—	—	—	—	—				
7	Стебна	8,63	1,51	17,5	7,12	82,5	—	—	—	—	—	—				
8	Лазещина	21,0	7,30	34,8	5,60	26,7	8,10	38,6	—	—	—	—				
9	Лопушанка	10,23	5,43	53,1	4,80	46,9	—	—	—	—	—	—				
10	Свидовець	7,30	4,30	58,9	3,00	41,1	—	—	—	—	—	—				
11	Тропинець	5,14	5,14	100	—	—	—	—	—	—	—	—				
12	Кевеле	9,47	8,00	84,5	1,47	15,5	—	—	—	—	—	—				
13	Тростенець	6,68	3,30	49,4	3,38	50,6	—	—	—	—	—	—				
14	Красиленка	5,54	5,54	100	—	—	—	—	—	—	—	—				
15	Білинський	8,07	4,30	53,3	3,77	46,7	—	—	—	—	—	—				
16	Сітний	8,12	5,40	66,5	2,72	33,5	—	—	—	—	—	—				
17	Терентин	4,11	4,11	100	—	—	—	—	—	—	—	—				
18	Біла Тиса	26	—	—	15,0	57,7	11,0	42,3	—	—	—	—				
19	Стоговець	15,0	6,70	44,7	8,30	55,3	—	—	—	—	—	—				
20	Бальзетул	10,0	7,80	78,0	2,20	22,0	—	—	—	—	—	—				
21	Воскула	4,30	4,30	100	—	—	—	—	—	—	—	—				
22	Говерла	12	7,30	60,8	4,70	39,2	—	—	—	—	—	—				
23	Озирни	5,05	5,05	100	—	—	—	—	—	—	—	—				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
24	Бутний	5,48	5,48	100	-	-	-	-	-	-	-	-
25	Бербенескул	9,77	8,77	89,8	1,00	10,2	-	-	-	-	-	-
26	Лешул	6,15	4,41	71,7	1,74	28,3	-	-	-	-	-	-
27	Бребоя потік	4,48	4,48	100	-	-	-	-	-	-	-	-
28	Шаул	17,0	10,3	60,6	6,70	39,4	-	-	-	-	-	-
29	Богдан	16,0	-	-	16,0	100	-	-	-	-	-	-
30	Гарманескуль	7,00	7,00	100	-	-	-	-	-	-	-	-
31	Рогнескуль	6,20	6,20	100	-	-	-	-	-	-	-	-
32	Квасний	15,0	6,20	41,3	8,80	58,7	-	-	-	-	-	-
33	Паулек	12,0	6,70	55,8	5,30	44,2	-	-	-	-	-	-
34	Видричка	6,14	2,43	39,6	3,71	60,4	-	-	-	-	-	-
35	Великий	9,62	2,96	30,8	6,66	69,2	-	-	-	-	-	-
36	Білий	12,0	3,20	26,7	8,8	73,3	-	-	-	-	-	-
37	Кієн	3,96	3,96	100	-	-	-	-	-	-	-	-
38	Сванський	3,63	2,45	67,5	1,18	32,5	-	-	-	-	-	-
39	Косівська	41,0	7,27	17,7	33,2	81,0	0,53	1,30	-	-	-	-
40	Росішка	4,36	1,39	31,9	2,97	68,1	-	-	-	-	-	-
41	Середня	27,0	7,30	27,0	19,7	73,0	-	-	-	-	-	-
42	Лв (гора Малий)	3,60	3,60	100	-	-	-	-	-	-	-	-
43	Без назви	3,36	3,36	100	-	-	-	-	-	-	-	-
44	Мала Шопурка	28,0	16,0	57,1	12,0	42,9	-	-	-	-	-	-
45	Куртянський лв	7,20	7,20	100	-	-	-	-	-	-	-	-
46	Шанта пр	5,30	5,30	100	-	-	-	-	-	-	-	-
47	Лв (г. Опроша)	4,90	4,90	100	-	-	-	-	-	-	-	-
48	Довгий	3,95	3,95	100	-	-	-	-	-	-	-	-
49	Шопурка	16,0	-	-	0,81	5,1	6,30	39,4	8,89	55,5	-	-
50	Тиса	40,79	-	-	-	-	35,05	85,9	-	-	5,74	14,1
РАЗОМ		573,9	250,1	43,6	236,0	41,1	73,2	12,8	8,89	1,5	5,74	1,0

ДОДАТОК Ж

**Загальна характеристика типів русел які відповідають водним масивам для річок
верхньої частини басейну Тиси (в межах України)**

№ п/п	Тип русла	ДО	Тип водного масиву	Назва водного масиву	Оцінка гідромор- фологічного стану
1	2	3	4	5	6
1	Поріжно - водоспадне	1	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Чорна Тиса	відмінний
2	Поріжно - водоспадне	2	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Чорна Тиса	відмінний
3	Поріжно - водоспадне	3	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Чорна Тиса	відмінний
4	Русло з нерозвинутими алювіальними формами	4	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Чорна Тиса	добрий
5	Поріжно - водоспадне	5	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Чорна Тиса	відмінний
6	Поріжно - водоспадне	6	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Чорна Тиса	відмінний
7	Русло з нерозвинутими алювіальними формами	7	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Чорна Тиса	відмінний
8	Русло з розвинутими алювіальними формами	8	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Чорна Тиса	відмінний
9	Русло з розвинутими алювіальними формами	9	Середні річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Біла Тиса	добрий
10	Русло з нерозвинутими алювіальними формами	10	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Біла Тиса	відмінний
11	Поріжно - водоспадне	11	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Біла Тиса	відмінний

1	2	3	4	5	6
12	Поріжно - водоспадне	12	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Біла Тиса	добрий
13	Русло з нерозвинутими алювіальними формами	13	Малі річки у вулканічних породах на середньогір'ї з гальково-валунними відкладами	Біла Тиса	відмінний
14	Русло з нерозвинутими алювіальними формами	14	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Біла Тиса	відмінний
15	Русло з нерозвинутими алювіальними формами	15	Малі річки у вулканічних породах на середньогір'ї з гальково-валунними відкладами	Біла Тиса	добрий
16	Русло з нерозвинутими алювіальними формами	16	Малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Біла Тиса	відмінний
17	Русло з нерозвинутими алювіальними формами	17	Малі річки у вулканічних породах на середньогір'ї з гальково-валунними відкладами	Тиса	відмінний
18	Русло з розвинутими алювіальними формами	18	Великі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з гальково-валунними відкладами	Тиса	задовільний
19	Русло з розвинутими алювіальними формами	19	Великі річки у вапнякових породах на середньогір'ї з гальково-валунними відкладами	Тиса	задовільний
20	Русло з нерозвинутими алювіальними формами	20	Середні річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Косівська	відмінний
21	Русло з нерозвинутими алювіальними формами	21	Середні річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Шопурка	відмінний
22	Русло з нерозвинутими алювіальними формами	22	Середні річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Шопурка	відмінний
23	Русло з розвинутими алювіальними формами	23	Середні річки у вапнякових породах на середньогір'ї з валунно-гальковими відкладами	Шопурка	добрий

ДОДАТОК 3
Висотна і морфометрична оцінка ділянок річок басейну
верхньої частини басейну Тиси (в межах України)

Тип русла	Річка	Висотна відмітка, м		Довжина ділянки, км	Похил І м\км
		початкова	кінцева		
1	2	3	4	5	6
Поріжно-водоспадне русло	Чорна Тиса	1235	883	5,70	61,7
	Апшинець	1490	930	6,35	88,2
	Середній	1540	811	4,58	159,2
	Плецький	1452	786	5,47	121,7
	Станіслав	1660	810	7,80	109,0
	Довжина	1220	877	4,75	72,2
	Стебна	950	808	1,50	101,0
	Лазещина	1499	820	7,30	94,7
	Лопушанка	1280	805	5,43	87,5
	Свидовець	1415	750	4,31	154,3
	Тропинець	1640	585	5,14	205,2
	Кевеле	1730	668	8,00	132,7
	Тростенець	1510	775	3,30	222,7
	Красиленка	1412	540	5,54	157,4
	Білінський	1355	728	4,30	145,8
	Сітний лв	1370	635	5,40	136,1
	Терентин	1210	497	4,11	173,5
	Стоговець	1547	886	6,70	98,6
	Бальзатул	1773	846	7,80	118,8
	Воскула	1410	846	4,30	126,9
	Говерла	1720	777	7,30	129,1
	Озирни лв	1610	888	5,05	143,0
	Бутний лв	1836	900	5,48	170,8
	Бербенескул	1802	822	8,77	111,7
	Лешул лв	1290	750	4,41	122,4
	Бребоя потік	1200	5,86	4,48	137,1
	Шаул	1585	758	10,3	80,3
	Гарманескуль	1500	800	7,00	100
	Рогнескуль	1670	800	6,20	140,3
	Квасний	1600	730	6,20	140,3
	Паулек	1570	735	6,70	124,6
	Видричка	1280	790	2,43	201,6
	Великий	1385	761	2,96	210,8
	Білий	1490	785	3,20	220,3
	Кієн	1105	325	3,96	196,9
	Сванський	824	395	2,45	175,1
	Косівська	1564	872	7,27	95,2
	Росішка	700	474	1,39	162,6
	Середня	1533	618	7,30	125,3
	Без назви (г Малий)	1300	745	3,60	154,2
	Без назви	1430	620	3,36	241,1
	Мала Шопурка	1550	654	11,14	80,4
	Куртянський лв	1300	793	7,20	70,4
	Шанта пр	1525	793	5,30	138,1
	Без назви (г. Опроша)	1400	552	4,90	173,1
	Довгий	1205	525	3,95	172,1
	Середнє значення	138,7			

1	2	3	4	5	6
Русло з нерозвинутими алювіальними формами	Чорна Тиса	883	623	20,76	12,5
		522	460	10,34	6,0
	Апшинець	930	880	0,95	52,6
	Станіслав	810	732	3,20	24,4
	Довжина	869	720	5,25	28,4
	Стебна	808	660	7,12	20,8
	Лазещина	820	740	5,60	14,3
	Лопушанка	805	660	4,80	30,2
	Свидовець	750	623	3,00	42,3
	Кевеле	668	590	1,47	53,1
	Тростенець	775	540	3,38	69,5
	Білінський	728	507	3,77	58,6
	Сітни лв	635	514	2,72	44,5
	Біла Тиса	790	547	15,0	16,2
	Стоговець	886	792	8,30	11,3
	Бальзатул	846	791	2,20	25,0
	Говерла	777	655	4,70	25,9
	Бербенескул	822	744	1,00	45,0
	Лешул	750	634	1,74	66,7
	Шаул	758	561	6,70	29,4
	Богдан	807	554	16,0	15,8
	Квасний	730	530	8,80	22,7
	Паулек	735	506	5,30	43,2
	Видричка	790	510	3,71	75,5
	Великий	761	388	6,66	56,0
	Білий	785	350	8,80	49,4
	Сванський	395	311	1,18	71,2
	Косівська	872	310	33,2	15,2
	Росішка	474	355	2,97	40,1
	Середня	618	400	19,7	11,1
	Мала Шопурка	654	400	16,86	15,1
	Шопурка	400	390	0,81	12,3
	Середнє значення	34,6			
З розвинутими алювіальними формами	Чорна Тиса	522	460	12,2	5,10
	Довжина	877	869	0,75	10,7
	Лазещина	740	660	8,10	10,0
	Біла Тиса	547	460	11,0	7,90
	Косівська	540	535	0,53	9,30
	Шопурка	390	342	6,30	7,61
	Тиса	460	311	35,05	4,25
	Середнє значення	7,80			
Руслова загорукавність	Шопурка	342	295	8,89	5,30
Меандрування (врізане)	Тиса	311	295	5,74	2,80

ПІДСУМКИ

Верхня частина басейну Тиси є найбільш високогірною частиною його басейну на території України і характеризується відмітками рельєфу, які сягають 2000 м і більше, а середня висота цього водозбору складає 920 м.

Варто зазначити, що мережа гідрологічного моніторингу суттєво зменшилась на річках водозбору, починаючи з 1988 року, що забезпечує нині функціонування лише 4 стокових постів (із 8 до 1988 року), що значно звужує можливості просторово – часових узагальнень стосовно гідрологічної інформації, особливо в умовах паводкової небезпеки.

Стосовно рівневого режиму річок, то за даними діючих 6 гідрологічних постів встановлено, що всі вони характеризуються значною амплітудою коливань, яка може перевищувати 500 см, за багаторічний період по 2012 рік включно.

Важливим з огляду на аналіз «стокових» показників річок є їх оцінювання однорідності рядів спостережень. Результати перевірки на часову однорідність середньорічних, максимальних (сніго-дощових та дощових паводків) та мінімальних витрат води річок Верхньої частини басейну Тиси, за критеріями z, Стьюдента (t) та Вількоксона (U) засвідчили, що в цілому ці ряди є однорідними. Це засвідчує відсутність значних змін гідрологічного режиму річок вказаного водозбору.

Найбільші модулі стоку середніх багаторічних витрат води притаманні найвищим гірським водозборам і можуть досягати 38,1 л/с км².

Дослідження гідрологічного режиму вказаних річок засвідчили, що внутрішньорічний розподіл стоку виконаний за методом компонування сезонів, показав, що відсоткова сума за літньо-осінній сезон є найбільшою 45%, а сума відсотків за весняний період меншою 41% річного стоку. Найменша частка сезонного стоку припадає на зимовий період – 14%.

Встановлено, що найбільші витрати води притаманні для дощових паводків крім трьох гідрологічних постів (р. Тиса – м. Рахів, р. Косівська – с. Косівська Поляна та р. Шопурка – с. Кобилецька Поляна), для яких характерні найвищі витрати для сніго - дощових паводків.

Аналізуючи багаторічні коливання стоку обґрунтовано, що для річок всіх виділених басейнів з 2010 року почалась маловодна фаза для максимального, середнього та мінімального стоку.

Найтісніші зв'язки між строковими і середньодобовими витратами води (Q_{cm}/Q_{cd}) для максимальних витрат води (дощові та сніго - дощові паводки) притаманні для р. Чорна Тиса – смт Ясіня, р. Біла Тиса – с. Луги, р. Косівська – с. Косівська Поляна, які мають найбільш високі абсолютні відмітки та середню висоту урізу річки в створі поста, а отже і водозбірної площі. Найбільша різниця для максимальних витрат, сніго-дощових та дощових паводків характерна для «високогірних» гідрологічних постів (р. Біла Тиса – с. Луги та р. Косівська – с. Косівська Поляна), що

пояснюється значною інтенсивністю випадіння опадів на водозборах вказаних річок та швидкістю їх стікання.

Для річок середньогір'я (найвищі ділянки русел) для переведення середньодобових витрат у трогові рекомендується використовувати коефіцієнт 1,8 (або 180%), а для річок низькогір'я це переведення може бути виконане через коефіцієнт 1,6 (або 160%).

Важливим з огляду на транскордонність річок басейну Тиси, актуальним і вкрай необхідним було оцінювання гідроморфологічного стану цих водотоків за виділеними їх водними масивами згідно ВРД ЄС та змін до «Водного кодексу України».

Першочерговим етапом в цьому контексті є проведення ідентифікації та типології водних масивів досліджуваних річок.

За результатами ідентифікації для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) виділено 10 водних масивів. За результатами типології при оцінці 47 річок виділено 4 їх типи (згідно підходів ВРД ЄС):

- 1) малі річки у вапнякових породах на середньогір'ї (30 річок),
- 2) малі річки у вулканічних породах на середньогір'ї (10 річок),
- 3) середні річки у вапнякових породах на середньогір'ї (6 річок),
- 4) великі річки у вапнякових породах на середньогір'ї (1 річка).

За гідроморфологічною оцінкою за 23 ДО віднесено до першого класу якості 16 ДО (ділянок обстежень), другого класу – 5 ДО і третього класу – 2 ДО. Встановлена чітка відповідність гідроморфологічного класу ступеню господарювання в руслах річок та їх водозборах. Відмінний гідроморфологічний клас притаманний поріжно – водоспадним руслам.

Для русел з нерозвинутими алювіальними формами характерні 3 ДО з відмінним і 4 ДО з добрим класами. Третій (задовільний клас) в цілому відповідає руслам з розвинутими алювіальним формам.

Запропоновані граничні показники референційних умов гідроморфологічної оцінки досліджуваних річок, узагальнююче значення яких не повинно перевищувати 1,10.

Згідно положень ВРД ЄС виконана загальна оцінка гідроморфологічного стану водних масивів річок басейну верхньої частини басейну Тиси (в межах України). Для малих і середніх річок на середньогір'ї притаманні переважно відмінний і добрий стани. Натомість для великих річок на середньогір'ї (Тиса) характерним є задовільний гідроморфологічний стан.

Гідрологічна оцінка гідроморфологічного стану є дещо кращою, що засвідчує відмінний стан для 17 ДО. Лише 6 ДО мають добрий стан, що відповідає 2 класу. Така ситуація характеризує малу змінність цього показника відносно референційних умов.

Одним із першочергових етапів дослідження процесів руслоформування на гірських річках є встановлення їх руслоформувальних витрат води.

При визначенні руслоформувальних витрат води для переходу від універсальної методики М. І. Маккавєєва до розрахункової методики

УкрНДІГіМ – КНУ (розробленої для річок Карпат) для річок середньогір'я рекомендується застосовувати перехідний коефіцієнт 1,8, а для річок низькогір'я це переведення може бути виконане через коефіцієнт 1,6. Отримані залежності дають можливість використовувати більш універсальну методику М.І. Маккавеева до її достовірного регіонального застосування при визначенні руслоформувань витрат води на гірських річках.

Розрахунки основних гідроморфодинамічних показників русел за даними 18 ДО для умов проходження витрат при рівнях bankfull stage дозволили окреслити як загальні тенденції прояву руслових деформацій, так і узагальнити їх відповідність типом русел та їх стійкості. За результатами факторного аналізу встановлено, що 86,9% всіх зв'язків пояснюють три фактори:

- 1) морфометричні показники русел;
- 2) гідравлічні показники потоку;
- 3) пропускна здатність русел вказаних річок.

Аналіз більше як 400 кривих різних залежностей засвідчив, що річки верхньої частини басейну Тиси (в межах України) можна розділити на два види:

1) ті, в яких не відбуваються суттєвих змін (деформацій) в руслі протягом тривалого часу (криві залежностей знаходяться в пучках, вони щільні);

2) водотоки в яких відбуваються зміни (деформації) в руслі, завдяки антропогенному втручання (пучки кривих залежностей мають розсіяний характер).

Аналіз вказаних зв'язків дозволив виявити просідання рівнів води в середньому за рік – максимальне значення характерне для р. Тиса – м. Рахів (-0,92 см). Для приросту рівнів води (аккумуляція) найбільший показник характерний для р. Чорна Тиса – с. Білин (0,14 см).

Активний розвиток планових руслових деформацій лише для двох гідрологічних постів: р. Чорна Тиса – смт Ясіня та р. Біла Тиса – с. Луги, що пов'язано з проходження двох катастрофічних паводків 2001 та 2008 років.

За результатами оцінки русел виділено п'ять їх основних типів:

- 1) поріжно-водоспадні русла (43,6 % від довжини всіх русел річок);
- 2) русла з нерозвинутими алювіальними формами – (41,1%) протяжності всіх русел;
- 3) русла з розвинутими алювіальними формами (12,8%);
- 4) руслова багаторукавність складає (1,5 %);
- 5) меандрування (врізане) (1,0%).

Встановлено, що для досліджених русел (за даними ДО) їх стійкість за показником О. Г. Ободовського (Lo) складає 50% стійких русел, 22% – відносно стійких русел і 28% – відносно нестійких русел. За показником К. В. Гришанина (M_x) 45% належить до відносно стійких русел, 27% – до відносно не стійких русел і 28% – до нестійких русел. Ці два показники

рекомендується застосовувати для оцінки стійкості русел гірських річок вказаного водозбору.

Найбільша стійкість притаманна руслам з нерозвинутими алювіальними формами, а найменша стійкість відповідає поріжно – водоспадним руслам, що може бути обумовлено різким зростанням у них похилів і режимом транспортування наносів.

У цілому можна констатувати, що процеси руслоформування мають особливості свого прояву в залежності як від природних умов формування системи «потік–русло», так і від впливу на її функціонування антропогенних чинників.

SUMMARY

The upper part of the Tisa river water collecting area is the most mountainous part of its collecting area in the territory of Ukraine and is characterized by ground elevations of 2000 m and higher, and the average height of this collecting area is 920 m.

It is worth mentioning that the network of hydrological monitoring has significantly declined at the collecting area rivers, starting from 1988, which now provides for functioning of only 4 runoff stations (of 8 before 1988) which significantly decrease the possibilities of space and time generalizations in respect of hydrological information, especially in the conditions of flood danger.

As to the level regime of rivers, according to the data of 6 operating hydrological stations it was ascertained that all of them are characterized by significant amplitude of variations which may exceed 500 cm over a multi-year period until 2012 inclusively.

The assessment of uniformity of observation series is important, taking into consideration the analysis of the 'runoff' characteristics of rivers. Results of verification of the time uniformity of average year, maximum (snow and rain and rain floods) and minimum runoffs of water of the rivers of the upper part of the water collecting area of the Tisa river, according to criteria z , Student's (t) and Wilcoxon (U) evidenced that in general the series are uniform. This evidences that there are no significant changes of the hydrological regime of rivers of the said collecting area.

The largest runoff rates of average multi-year flow of water are mostly inherent to mountainous water collecting areas and may reach 38.1 l/s per km².

Studies of the hydrological regime of the above mentioned rivers evidenced that the distribution of the runoff over a year carried out using the seasons linking method showed that the percentage sum in the summer-autumn season is the largest (45%), and the percentage sum in the spring period is lower than 41% of the annual runoff. The lowest part of the seasonal runoff is attributable to the winter period, 14%.

It was ascertained that the largest runoffs of water are inherent to rain floods, save for three hydrological stations (r. Tisa – Rakhiv town, r. Kosivska – Kosivska Poliana village, and r. Shopurka – Kobyletska Poliana village), for which largest runoffs during snow and rain floods are characteristic.

Analyzing multi-year variations of runoffs, it was substantiated that for rivers of all selected collecting areas, a low-water phase has begun since 2010 for maximum, average, and minimum runoff.

The most tight correlations between instantaneous and average daily runoffs of water (Q_{in}/Q_{ad}) for maximum runoffs of water (rain and snow-rain floods) are inherent for r. Chorna Tisa – Yasinia settlement, r. Bila Tisa – Luhi village, r. Kosivska – Kosivska Poliana village, which have highest ground elevations and average height of water edge at the site of stations, and thus largest collecting areas. The largest difference for maximum runoffs, snow-rain and rain floods is

inherent for high-mountain hydrological stations (r. Bila Tisa – Luhi village and r. Kosivska – Kosivska Poliana village) which can be explained by a substantive intensity of precipitation at water collecting areas of those rivers and their flow rate.

For rivers of average altitudes (highest section of river beds), for conversation of average daily runoffs into instantaneous, it is recommended to use the coefficient 1,8 (or 180%), and for low-mountain rivers such conversion can be made using the coefficient 1,6 (or 160%).

The assessment of hydro-morphological state of these water courses at their allocated water files in conformance with the Water Framework Directive of the EU and amendments to the Water Code of Ukraine was urgent and extremely necessary, taking into consideration the trans-border nature of rivers of the Tisa river collecting area.

The first priority stage in this context is carrying out the identification and classification of water files of the studied rivers.

According to the results of identification of the rivers of the upper part of the Tisa river water collecting area (within the boundaries of Ukraine), 10 water files were appropriated. According to the classification, when assessing 47 rivers, 4 types of them were appropriated (according to the approach of the Water Framework Directive of the EU):

- 1) small rivers in calcareous rock on middle-height mountains (30 rivers);
- 2) small rivers in volcanic rock on middle-height mountains (6 rivers);
- 3) average rivers in calcareous rock on middle-height mountains (6 rivers);
- 4) large rivers in calcareous rock on middle-height mountains (1 river).

According to the hydromorphological assessment of 23 surveyed sites, 16 surveyed sites were classified in terms of quality as first-class, 5 surveyed sites as second-class and 2 surveyed sites were attributed to third-class. A clear correspondence between the hydromorphological class and the degree of management at river beds and their water collecting areas was established. The excellent hydromorphological class is inherent to rift-waterfall river beds.

For river beds with undeveloped alluvial form, 3 surveyed sites with excellent class and 4 surveyed sites with good class are characteristic. The third (satisfactory) class in general corresponds to river beds with developed alluvial forms.

Limit characteristics of reference conditions of the hydro-morphological assessment of studied rivers were proposed, and their generalizing values should not exceed 1,10.

According to the provisions of the Water Framework Directive of the EU, general assessment of the hydromorphological state of water files of the rivers of the upper part of the water collecting area of the Tisa river (within the boundaries of Ukraine). For small and middle-size rivers at the middle-height mountains, excellent and good states are mainly inherent. However, for large rivers at middle-height mountains (Tisa), satisfactory hydro-morphological state is characteristic.

The hydrological assessment of the hydro-morphological state is somewhat better which is evidenced by the excellent state for 17 surveyed sites. Only 6 surveyed sites have good state which corresponds to the second-class. Such a situation characterizes the little variability of this characteristic in relation to reference conditions.

One of the first-priority stages of the study of processes of river bed formation of mountain rivers is the ascertainment of their bed-forming flows of water.

When determining bed-forming flows of water, for the transition from the all-purpose methodology of M. I. Makkaveyev to the calculation methodology of the Ukrainian Institute of Water Problems and Melioration – Kyiv National University (developed for rivers of the Carpathian Mountains) for rivers of middle-height mountains, it is recommended to use the conversion coefficient 1,8, and for rivers of low-height mountains such conversion can be made using the coefficient 1,6. The achieved correlations make it possible to use a more multi-faceted methodology of M. I. Makkaveyev for its reliable regional application when determining the bed-forming flows of water of mountainous rivers.

Calculations of main hydromorphodynamic characteristics of river beds using the data from 18 SS's for the conditions of flows at the level of bankfull stage allowed to outline both general tendencies in showings of river bed deformations and to generalize their correspondence to the types of river beds and their stability. According to the results of factor analysis it was established that 86,9% of all correlations can be explained by three factors:

- 1) morphometric characteristics of river beds;
- 2) hydraulic characteristics of flow;
- 3) flow capacity of beds of the mentioned rivers.

The analysis of over 400 curves of various greenness evidenced that rivers of the upper part of the Tisa river water collecting area (within the boundaries of Ukraine) can be divided into two kinds:

- 1) those which undergo no significant changes (deformations) over a long period of time (the curves of dependencies are in bundles, they are dense);
- 2) water courses in which changes (deformations) in river beds take place due to anthropogenic interference (the bundles of curves have a dispersed nature).

The analysis of the above mentioned correlations allowed to detect the subsidence of water levels in average over a year – the maximum value is characteristic for r. Tisa – Rakhiv town (-0,92 cm). As for the augmentation of water levels (accumulation), the largest value is characteristic for r. Bila Tisa – Bilin village (0,14 cm).

The active development of plane river bad deformations is detected at only two hydrological stations: r. Chorna Tisa – Yasinia settlement and r. Bila Tisa – Luhi village which is connected with two catastrophic floods in 2001 and 2008.

According to the results of assessment of river beds, five main types thereof were appropriated:

- 1) rift-waterfall river beds (43,6% of the length of all river beds);
- 2) river beds with alluvial forms (41,1% of the length of all river beds);
- 3) river beds with developed alluvial forms (12,8%);
- 4) with braided river beds (1,5%);
- 5) sunk meandering (1,0%).

It was established that for the studied river beds (using the data from SS's), their stability in terms of the characteristic introduced by O. G. Obodovskyi (Lo) was 50% for stable river beds, 22% – for relatively stable river beds, and 28% for relatively unstable river beds. In terms of the characteristic introduced by K. V. Grishanin (M_x), 45% are attributable to relatively stable river beds, 27% to relatively unstable river beds, and 28% to unstable river beds. These two characteristics are recommended for use for the assessment of the stability of river beds of the said water collecting area.

The highest stability is inherent for river beds with undeveloped alluvial forms, and the lowest stability corresponds to rift-waterfall river beds which may be reasoned by acute rise of steeps and large size of sediment loads.

In general it can be stated that river bed formation processes have peculiarities of their manifestation depending on both natural conditions of formation of the system 'flow-river bed' and the effect of anthropogenic factors on its functioning.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алтунин С. Т. Регулирование русел / С. Т. Алтунин. – М. : Сельхозгиз, 1962. – 350 с.
2. Аналіз стану басейну р. Тиса – 2007 / За ред. О. Є. Ярошевича. – К. : Технодрук, 2008. – 82 с.
3. Андреев В. Г. Циклические колебания годового стока и их учет при гидрологических расчетах / В. Г. Андреев // Труды ГГИ. Вопросы расчетов стока. – 1959. – Вып. 68. – С. 3–5.
4. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. – М. : ГУГК, 1978. – 184 с.
5. Базилевич В. А. Изменение состава взвешенных наносов в процессе деформации дна русла / В. А. Базилевич, В. В. Козицкий // Гидравлика и гидротехника. – 1986. – Вып. 43. – С. 41-46.
6. Базилевич В. А. Оценка шероховатости ложа естественных русел, сложенных из неоднородных несвязных грунтов / Базилевич В. А., Бухин М. Н., Онищук В. В. // Мелиорация и водное хозяйство. – 1984. – Вып. 52. – С.53-66.
7. Баужа Т.О. Особливості часового розподілу мінімального стоку води річок та струмків басейну річки Ріка / Т. О. Баужа, Л. О. Горбачева // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т.4(31). – С. 36-47.
8. Бойко В. М. Розрахункова методика для визначення максимального весняного стоку в басейні р. Сейм : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : 11.00.07 / В. М. Бойко; Одес. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2003. – 19 с.
9. Бойко В. М. Визначний дощовий паводок на річках Закарпаття в листопаді 1998 р. / Бойко В. М., Кульбіда М. І., Сусідко М. М. // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 1999. – Вип. 247. – С. 91-101.
10. Бухин М. Н. Определение неразмывающих скоростей для неоднородных несвязных грунтов / М. Н. Бухин, В. В. Онищук // Эрозионные и селевые процессы и борьба с ними, 1978. – Вып. 6. – С. 19-26.
11. Бухин М. Н. Экспериментальные исследования самоотмостки русел предгорных участков рек / М. Н. Бухин, В. В. Онищук // Мелиорация и водное хозяйство. – 1976. – Вип. 38. – С.44-50.
12. Василенко Є. В. Характеристики весняного водопілля правобережних приток р. Прип'ять в сучасних кліматичних умовах автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : 11.00.07 / Є. В. Василенко. – К., 2012. – 20 с.
13. Виконати оцінку гідроморфологічного стану річок басейну Верхньої Тиси (до держкордону з Румунією) та розробити рекомендації стосовно ефективного управління русловими процесами в контексті протипаводкового захисту від шкідливої дії вод : НДР № ДР 0110U005517, Зак. звіт. / КНУ імені Тараса Шевченка. – К., 2010. – 161 с. -
14. Вишневський В. І. Гідрологічні характеристики річок України / В. І. Вишневський, О. О. Косовець. – К. : Ніка-Центр, 2003. – 324 с.
15. Вишневський В. І. Вплив кліматичних змін і господарської діяльності на термічний та льодовий режим річок / В. І. Вишневський // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2002. – Вип. 250. – С. 190-201.
16. Вишневський В. І. Зміни клімату та річкового стоку на території України та Білорусі / В. І. Вишневський // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2001. – Вип. 249. – С. 89-105.
17. Владимиров А. М. Сток рек в маловодный период года / А. М. Владимиров. – Л. : Гидрометеиздат, 1976. – 296 с.
18. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС : основні терміни та їх визначення / [підгот.: Алієв К. та ін.]. – Вид. офіц. – К. : [б. в.], 2006. – 240 с.
19. Водний кодекс України : офіц. текст із змінами станом на 04 жовтня 2016 р. № 1641 – VIII // Відом. Верховної Ради України. – 2016. – № 46. – Ст. 780.

20. *Войцехович В. О.* Сучасні зміни максимального стоку річок Українського Полісся / В. О. Войцехович, Л. І. Лузан // Наук. праці УкрНДГМІ. – 1999. – Вип., 247. – С. 175-185.
21. Впровадження методики гідроморфологічної оцінки якості річок басейну Латориці для прийняття оптимальних водогосподарських управлінських рішень. № ДР 0108U007524. Зак. звіт. / КНУ імені Тараса Шевченка – К., 2008. – 163 с.
22. *Галік О. І.* Однорідність рядів спостережень річного стоку у зв'язку із змінами клімату на прикладі річок Поліської області надмірної водності / О. І. Галік, М. С. Яковишина // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія: Матеріали п'ятої Всеукр. наук. конф. (Чернівці, 2011). – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. – С. 26-27.
23. Гідроекологічна оцінка та прогноз енергетичного потенціалу річок Українських Карпат : Закл. звіт ; № ДР 0114U003482. / КНУ імені Тараса Шевченка. – К., 2015. – 336 с.
24. Гідролого-екологічний тлумачний словник / уклад.: А. В. Яцик [та ін.] ; за ред. А. В. Яцика. – К. : Урожай, 1995. – 160 с.
25. Гідрометеорологічні умови басейну Чорної Тиси та їх вивчення / За ред. О. Г. Ободовського. – К.: ВГЛ Обрії, 2006. – 172 с.
26. *Глушко В. В.* Тектоника и нефтегазаносность Карпат и прилегающих прогибов / В. В. Глушко. – М. : Недра, 1968. – 264 с.
27. *Гопченко Е. Д.* Оценка возможных изменений водных ресурсов Украины в условиях глобального потепления / Е. Д. Гопченко, Н. С. Лобода // Гидробиол. Журнал. – 2000. – Т. 36, № 3. – С. 67-78.
28. *Гопченко Є. Д.* Дослідження впливу сучасних змін клімату на характеристики максимального стоку весняного водопілля на річках Полісся / Гопченко Є. Д., Овчарук В. А., Шакірзанова Ж. Р. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т. 3(20). – С. 50-59.
29. *Гопченко Є. Д.* Особливості багаторічної мінливості річного стоку деяких річок України / Гопченко Є. Д., Діденко Г. В., Довгич М. І. // Наук.праціУкрНДГМІ. – 2007. – Вип. 256. – С. 223-232.
30. *Горбачова Л. О.* Динаміка середньорічного стоку води гірських річок (на прикладі Закарпатської воднобалансової станції) / Л. О. Горбачова, Т. О. Баужа // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2011. – Вип. 260. – С. 175-185.
31. *Гребень В. В.* Современные особенности внутригодового распределения стока рек Украины / В. В. Гребень // Глобальне и региональные изменения климата. – К. : Ника-Центр, 2011. – С. 391-401.
32. *Гребінь В. В.* Оцінка сучасних змін стоку річок басейну Дніпра (в межах України) / В. В. Гребінь // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2008. – Вип. 50, ч. 2. – С. 108-113.
33. *Гребінь В. В.* Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В. В. Гребінь. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
34. *Гребінь В. В.* Сучасні зміни стоку річок Прип'ятського Полісся / В.В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2004. – Т. 6. – С. 74-84.
35. *Гришанин К. В.* Устойчивость русел рек и каналов / К. В. Гришанин. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 144 с.
36. Грунти Закарпатської області. – Ужгород : Карпати, 1969. – 72 с.
37. *Данько К. Ю.* Типологія та ідентифікація водних об'єктів басейнів річок Сірету та Пруту в межах України / К. Ю. Данько, О. С. Коноваленко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т. 4. – С. 75-82.
38. Екологічний стан водотоків басейну Верхньої Тиси (Українсько-Румунська ділянка) / Ободовський О. Г, Ярошевич О. Є, Коноваленка О. С. та ін. ; за ред. С. О. Афанасьєва. – Ужгород : УВА, 2010. – 36 с.
39. Загальна гідрологія : навч. посіб. / Ющенко Ю. С., Гринь Г. І., Масікевич Ю. Г. та ін. – Чернівці : Зелена Буковина, 2005. – 368 с.

40. *Зайков Б. Д.* Средний сток и его распределение в году на территории СССР / Б. Д. Зайков // Тр. НИУ ГУГМС. – 1946. – Серия 4, вып. 24. – 147 с.
41. *Иберла К.* Факторный анализ / К. Иберла. – М. : Статистика, 1980. – 398 с.
42. *Каганов Я. И.* Переформирования русел регулируемых участков горных рек : автореф. дисс. на соиск. уч. степени докт. техн. наук. : 05.14.09 / Я. И. Каганов. – М., 1991. – 50 с.
43. *Калинин Г. П.* Исследование цикличности колебаний стока рек северного полушария / Г. П. Калинин, А. И. Давыдова // Многолетние колебания стока и вероятностные методы его расчета. – М. : Изд-во МГУ, 1967. – С. 33-44.
44. *Каменсков Ю. И.* К определению значения и понятия руслоформирующего расхода воды / Ю. И. Каменсков // Метеорология и гидрология. – 1986. – №7. – С. 119-120.
45. *Карасев И. Ф.* Русловие процесси при переброске стока / И. Ф. Карасев. – Л. : Гидрометеиздат, 1975. – 272 с.
46. *Кафтан А. Н.* Исследования основных руслоформирующих факторов рек Украинских Карпат : автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук : спец. 05.14.09 / А. Н. Кафтан. – Л., 1983. – 16 с.
47. *Кирилюк М. І.* Режим формування історичних паводків в Українських Карпатах / М. І. Кирилюк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. 2. – С. 146-156.
48. *Киндюк В. Б.* Гидрографическая сеть и ливневой сток рек Украинских Карпат / В. Б. Киндюк. – Одесса : ТЭС, 2003. – 220 с.
49. *Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко.* – К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
50. *Книш М.* Типологія : понятєво-термінол. аспект / М. Книш // Вісн. Львів. ун-ту ім І.Франка. Серія Географічна. – 2007. – Вип. 34. – С. 120-126.
51. *Ковальчук І. П.* Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз / І. П. Ковальчук. – Львів : Ін-т українознавства, 1997. – 440с.
52. *Коноваленко О. С.* Аналіз інтенсивності горизонтальних руслових деформацій на гірських річках Закарпаття / О. С. Коноваленко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т.11. – С. 153-158.
53. *Коноваленко О. С.* Гідроморфодинамічна оцінка руслових процесів гірських річок на прикладі басейну верхньої Тиси : дис. канд. геогр. наук : 11.00.07 / О. С. Коноваленко ; Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. – К., 2007. – 198 с.
54. *Копалиани З. Д.* Типы речных русел Западной Грузии / З. Д. Копалиани, В. С. Цхададзе // Труды ГГИ. – 1972. – Вып. 195. – С. 20-32.
55. *Кузин П. С.* Классификация рек и гидрологическое районирование СССР / П. С. Кузин. – Л. : Гидрометеиздат, 1960. – 455 с.
56. *Курдов А. Г.* Минимальный сток рек (основные закономерности формирования и методы расчета) / А. Г. Курдов. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1970. – 252 с.
57. *Лазаренко Е. К.* Минералогия Закарпаття / Лазаренко Е. К., Лазаренко Э. А., Барышников Э. К. – Львов : Из-во Львов. ун-та, 1963. – 615 с.
58. *Лаликін М. В.* Гідрологічні та водогосподарські розрахунки / М. В. Лаликін, О. З. Ревера. – К. : Вища школа, 1973. – 200 с.
59. *Латориця : гідрологія, гідроморфологія, руслові процеси / Ободовський О. Г., Онищук В. В., Розлач З. В. та ін. ; за ред. О. Г. Ободовського.* – К. : ВПЦ «Київ. ун-т», 2012. – 319 с.
60. *Лобода Н. С.* Водні ресурси України у зв'язку з кліматичними умовами / Н. С. Лобода, Є. Д. Гопченко // Україна: географічні проблеми сталого розвитку : зб. неаук. Праць у 3-х ч. – К. : ВГЛ «Обрії», 2004. – Т. 3. – С. 144-146.
61. *Лобода Н. С.* Многолетняя изменчивость климата и водного режима рек Подолии / Н. С. Лобода, С. В. Мельник // Укр. гідрометеорологічний журнал. – 2009. – № 5. – С. 184-191.

62. *Лук'янець О. І.* Річки Правобережжя Прип'яті в періоди високої водності: повторюваність дощових паводків та особливості гідрологічного режиму / О. І. Лук'янець, М. М. Сусідко // Наук. праці УкрНДГМІ. – 1999. – Вип. 247. – С. 136-143.
63. *Лук'янець О. І.* Региональные проявления климатических изменений и их влияния на сток воды в Верхней Тисы (в пределах Украины) / О. И. Лук'янець, Ю. А. Ободовский // Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата : Материалы научн. конф. (5-8 мая 2015 г., Минск). – Мн : Изд-во Белорус. гос. ун-т, 2015. – С. 267-268.
64. *Лук'янець О. І.* Система прогнозування паводків у Закарпатті на основі дослідження та математичного моделювання процесів формування стоку: дис. канд. геогр. наук: 11.00.07 / О. І. Лук'янець; КНУ ім. Тараса Шевченка. – К., 2004. – 284 с.
65. *Лысенко К. А.* Минимальный сток малых рек Карпат и его расчёты / К. А. Лысенко // Труды УкрНИГМИ. – 1976. – Вып. 149. – С. 130-142.
66. *Львович М. И.* Опыт классификации рек СССР / М. И. Львович // Тр. ГГИ. – 1938. – Вып. 6. – С. 58-108.
67. *Маккавеев Н. И.* Руслые процессы : учебник / Н. И. Маккавеев, Р. С. Чалов. – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 254 с.
68. *Маккавеев Н. И.* Общие закономерности эрозионно-руслых процессов / Н. И. Маккавеев // Тез. докл. IV Всесоюзного гидрологического съезда. Секция руслых процессов. – Л. : Гидрометеиздат, 1973. – С. 121-123
69. *Маккавеев Н. И.* Русло реки и ерозия в её бассейне / Н. И. Маккавеев. – М. : Изд-во АН СССР, 1955. – 346 с.
70. *Маккавеев Н. И.* Сток и руслые процессы / Н. И. Маккавеев. – М. : Изд-во МГУ, 1971. – 116 с.
71. *Манівчук В. В.* Організація моніторингу в Закарпатській області / В. В. Манівчук // Матеріали наради-семінару спеціалістів організацій гідрометеорологічної служби Міністерства охорони навколишнього природного середовища України «Гідрологічне обслуговування та використання моделей у гідрологічному прогнозуванні». – Ужгород, 2004. – С. 14-26.
72. *Манівчук В. В.* Розвиток мережі гідрометеорологічних спостережень в Українській частині Басейну Тиси / В. В. Манівчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2009. – Т. 16. – С. 114-119.
73. *Маринич О. М.* Фізична географія України : підручник / О. М. Маринич, П. Г. Шищенко. – К. : Знання, 2003. – 479 с.
74. *Матвеев Б. В.* Условия руслоформирования и распространения русел рек разных типов на территории СССР / Матвеев Б. В., Чалов Р. С., Чернов А. В. // Закономерности проявления эрозионных и руслых процессов в различных природных условиях : Тез. докл. Четвертой всесоюз. науч. конф. (Москва, 24–26 дек. 1987 г.) ; [отв. ред. Р. С. Чалов]. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – С. 38-39.
75. Матеріали спостережень Закарпатської воднобалансової станції. – К. : УГМС, 1957-1959. – Вип. 1. – С. 4-5.
76. *Маца К. А.* Системы неорганические, органические, социальные: свойства и принципы организации / К. А. Маца. – К. : ВГО «Обрії», 2008. – 196 с.
77. Методические указания по расчету устойчивых аллювиальных русел горных рек при проектировании гидротехнических сооружений. – М. : Колос, 1977. – 62 с.
78. Методичні вказівки до виконання практичних робіт із дисциплін «Математичні методи в гідрометеорології» для студентів географічного факультету / упоряд. О. І. Лук'янець. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2010. – 60 с.
79. *Михайлов В. Н.* Гидрология : учеб. для вузов / Михайлов В. Н., Добровольский А. Д., Добролюбов С. Н. – М. : Высш. шк., 2005. – 463 с.
80. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам – КД 52.1.2.06 – 02 / За ред. Водоласкова І. С., Гіль Г. М., Каганера Є. М. та ін. ; Держгідромет. – К., 2002. – 46 с.

81. Національний атлас України / [гол. ред. Л. Г. Руденко]. – К. : ДНВП «Картографія», 2007. – 440 с.
82. Національний план управління басейном р. Тиса [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://buvrtytsa.gov.ua/newsite/download/National%20plan%20final_ost.pdf – Назва з екрану.
83. *Ободовський А. Г.* Руслоформирующие расходы воды рек равнинной части Украины : автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. геогр. наук / Ободовский Александр Григорьевич. – К., 1988. – 21 с.
84. *Ободовський О. Г.* Аналіз руслових процесів та рекомендації щодо управління русло-заплавним комплексом на передгірно-рівнинній ділянці Тиси / Ободовський О. Г., Онищук В. В., Ярошевич О. Є. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – Т. 7. – С. 69-88.
85. *Ободовський О. Г.* Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів : (на прикладі річок України) / О. Г. Ободовський ; КНУ ім. Тараса Шевченка. – К. : Ніка-Центр, 2001. – 274 с.
86. *Ободовський О. Г.* Гідроморфологічна оцінка якості річок басейну Верхньої Тиси / О. Г. Ободовський, О. Є. Ярошевич. – К. : Інтертехнодрук, 2006. – 70 с.
87. *Ободовський О. Г.* Гідроморфологічна оцінка виділених поверхневих водних об'єктів межиріччя Тиси і Туру : методичні рекомендації / Ободовський О. Г., Розлач З. В., Ярошевич О. Є. – К. : Інтертехнодрук, 2014. – 69 с.
88. *Ободовський О. Г.* Гідроморфологічні умови формування та прогноз максимальних витрат води весняного водопілля у верхній течії р. Чорної Тиси / Ободовський О. Г., Курило С. М., Данько К. Ю. та ін. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т.3(20). – С. 67–75.
89. *Ободовський О. Г.* Деякі методологічні аспекти оцінки стоку наносів гірських річок в контексті розроблення протипаводкових заходів / Ободовський О. Г., Онищук В. В., Козицький О. М. // Гідрологія, гідрохімія та гідроекологія. – 2003. – Т.5 – С.25-29.
90. *Ободовський О. Г.* Методичні засади гідроморфологічної оцінки якості річок Українських Карпат / О. Г. Ободовський, О. Є. Ярошевич // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т. 11. – С. 37-45.
91. *Ободовський О. Г.* Проблеми управління водними ресурсами басейна Тиси / О. Г. Ободовський, О. Є. Ярошевич // Матеріали наук.-практ. конф. III Міжнародного водного форуму «AQUA UKRAINE-2005» ; М-во охорони навколиш. природ. середовища України [та ін.]. – К., 2005. – С. 74-76.
92. *Ободовський О. Г.* Руслові процеси / О. Г. Ободовський. – К. : Київський університет, 1998. – 134 с.
93. *Ободовський О. Г.* Руслові процеси річки Лімниця / Ободовський О. Г., Онищук В. В., Гребінь В. В. та ін. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 256 с.
94. *Ободовський О. Г.* Руслоформуючі витрати та класифікація паводків на гірських річках / Ободовський О. Г., Онищук В. В., Коноваленко О. С. // Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Сер. Географія. – 2002. – Вип. 48. – С.42-47.
95. *Ободовський О. Г.* Динаміка руслових деформацій річок Закарпаття // Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви) / Ободовський О. Г., Цайтц Є. С., Гребінь В. В. та ін. – Рахів, 1999. – С. 252-256.
96. *Ободовський Ю. О.* Аналіз залежностей між основними гідроморфодинамічними параметрами русла Чорної Тиси / Ю. О. Ободовський // Шевченківська весна. – К. : Логос, 2012. – Вип. X, ч. 2. – С. 142–143.
97. *Ободовський Ю. О.* Гідроморфологічна оцінка руслових процесів та гідроенергетичного потенціалу річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) :

автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. географ. наук : 11.00.07 / Ободовський Юрій Олександрович. – К. 2017. – 20 с.

98. *Ободовський Ю. О.* Гідроморфологічна оцінка екологічного стану річок басейну Верхньої Тиси / Ю. О. Ободовський // Шевченківська весна. – К. : ВГЛ «Обрії», 2013. – Вип. XI. – С. 106-108.

99. *Ободовський Ю. О.* Гідроморфодинамічна оцінка типів русел річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) / Ю. О. Ободовський // Фіз. географія та геоморфологія. – 2016. – Вип. 2 (82). – С. 23-34.

100. *Ободовський Ю. О.* Гідрологічний режим річок басейну Верхньої Тиси в умовах паводкової небезпеки / Ю. О. Ободовський // Молоді науковці – географічній науці. – К. : ВГЛ «Обрії», 2012. – Вип. VIII. – С. 259-261.

101. *Ободовський Ю. О.* Гідроморфологічний стан річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) / Ю. О. Ободовський, В. К. Хільчевський, О. Г. Ободовський, О. С. Коноваленко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т. 4(43). – С. 38-53.

102. *Ободовський Ю. О.* Ідентифікація та типологія водних об'єктів Верхньої Тиси / Ю. О. Ободовський // Молоді науковці – географічній науці. – К. : ВГЛ «Обрії», 2013. – Вип. IX. – С. 147-149.

103. *Ободовський Ю. О.* Оцінка зв'язків між середньодобовими і строковими витратами води для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) / Ю. О. Ободовський // Молоді науковці – географічній науці. – К. : Прінт Сервіс, 2015. – Вип. XI. – С. 87-90.

104. *Ободовський Ю. О.* Оцінка максимального стоку паводків для річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) / Ю. О. Ободовський // Молоді науковці – географічній науці. – К.: Прінт Сервіс, 2014. – Вип. X. – С. 90-92.

105. *Ободовський Ю. О.* Оцінка стійкості різних типів русел річок басейну Верхньої Тиси (в межах України) / Ю. О. Ободовський // Мат. 6-ої Всеукр. наук. конф. «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології». – Дніпропетровськ : Акцент ПП, 2014. – С. 222-224.

106. *Ободовський Ю. О.* Руслові процеси річок Верхньої Тиси (в межах України) / Ю. О. Ободовський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т. 4(31). – С. 25-36.

107. *Ободовський Ю. О.* Статистичні характеристики рядів середніх річних, максимальних та мінімальних витрат води річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України) / Ю. О. Ободовський // Шевченківська весна. – К.: Прінт-Сервіс, 2014. – Вип. XII. – С. 109-111.

108. *Онищук В. В.* Методика и некоторые результаты исследований нерозмывающих скоростей потока для русел, сложенных из неоднородных несвязных грунтов / В. В. Онищук // Мелиорация и водное хозяйство. – 1975. – Вып. 35. – С. 83-92.

109. *Онищук В. В.* Оценка гранулометрического состава русловых отложений горных рек / В. В. Онищук, А. Н. Кафтан // Вопросы гидротехники и мелиорации на Украине. – К. : УкрНИИГиМ, 1982. – С. 101-113.

110. *Онищук В. В.* Оцінка пропускної здатності русел гірських річок / В. В. Онищук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т. 1. – С. 17-28.

111. *Онищук В. В.* Принципи функціонування відкритих динамічних систем у контексті управління русловими процесами / В. В. Онищук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2011. – Т. 2 (23). – С. 40 – 48.

112. *Онищук В. В.* Принципові властивості відкритих динамічних систем та їх роль при регулюванні русел річок / В. В. Онищук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т. 1 (26). – С. 19 – 27.

113. *Онищук В. В.* Результати досліджень функціональних зв'язків між основними гідралічними й русловими характеристиками річок Українських Карпат / В. В. Онищук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2007. – Т. 12. – С. 58-71.

114. *Онищук В. В.* Физическое моделирование русловых процессов горных рек / Онищук В. В., Бильчук А. С., Козицкий О. Н. // Мелиорация и водное хозяйство. – 1989. – С. 60-65.
115. Определение расчетных гидрологических характеристик СНиП 2.01.14-83. – М. : Гос. комитет СССР по делам строительства, 1983. – 97 с.
116. *Попов И. В.* Деформация речных русел и гидротехническое строительство / И. В. Попов. – Л. : Гидрометеиздат, 1969. – 363 с.
117. *Попов И. В.* О соотношении ширины и глубины речного русла при разных типах руслового процесса / И. В. Попов // Тр. ГГИ. – 1983. – Вып. 288. – С. 3-9.
118. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 447 с.
119. Природа Украинской ССР. Почвы / Вернардер Н. Б., Гоголев И. Н., Ковалишин Д. И. и др. – К. : Наук. думка, 1986. – 216 с.
120. Природа Українських Карпат / Під ред. К. І. Геренчука. – Львів : Вид-во Львів. ун-ту, 1968. – 266 с.
121. Рекомендации по статистическим методам анализа однородности пространственно временных колебаний речного стока. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 78 с.
122. Рельєф України : Навч. пос. / Вахрушев Б. О., Ковальчук І. П., Комлев О. О. та ін. ; [заг. ред. В. В. Стецюка]. – К. : Слово, 2010. – 688 с.
123. Ресурси поверхневих вод СССР / Под ред. Каганера М. С. – Т.6 : Западная Украина и Молдавия. – Л. : Гидрометеиздат, 1978. – Вып.1. – 490с.
124. *Рождественский А. В.* Оценка точности гидрологических расчётов / Рождественский А. В., Ежов А. В., Сахарюк А. В. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – 276 с.
125. *Ромась І. М.* Оцінка гідролого-гідрохімічних характеристик мінімального стоку річок басейну Дніпра (в межах України) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.07 – Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія / І. М. Ромась. – К., 2004. – 20 с.
126. *Ромась І. М.* Розподіл мінімальних середньодобових витрат річок басейну Дніпра (у межах України) / І. М. Ромась // Тези доп. II Всеукр. наук. конф. «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія» (Київ, 24-26 лист. 2003 р.). – К., 2003. – С. 72-73.
127. *Ромашин В. В.* Некоторые особенности руслового процесса на горной реке / В. В. Ромашин // Труды ГГИ. – 1967. – Вып.144. – С. 66-67.
128. *Ромашенко М. І.* Водні стихії. Карпатські повені / М. І. Ромашенко, Д. П. Савчук. – К. : Аграрна наука, 2002. – 304 с.
129. *Сливка Р. О.* Геоморфологія Вододільно-Верховинських Карпат / Р. О. Сливка. – Львів : Вид-во ЛНУ, 2001. – 192 с.
130. *Смирнов Н. П.* Методы многомерного статистического анализа в гидрологических исследованиях / Н. П. Смирнов, В. Л. Складенко. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1986. – 192 с.
131. *Смирнова В. Г.* Гидролого-геоморфологический анализ разветвленных русел рек Алтайского региона : автореф. дисс. на соис. уч. степени канд. геогр. наук / В.Г. Смирнова ; Ин-т географии СО РАН. – Иркутск, 2002. – 20 с.
132. *Смирнова В. Г.* Порівняльний гідроморфологічний аналіз умов формування розгалужених русел річок Алтаю та Українських Карпат / В. Г. Смирнова, Ю. С. Ющенко // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2006. – Вып. 255. – С. 266-271.
133. *Соловей Т. В.* Характеристика мінімального стоку річок басейну Прута / Т.В. Соловей // Тези доп. II Всеукр. наук. конф. «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія» (Київ, 24-26 лист. 2003 р.). – К., 2003. – С. 76-77.
134. *Сусідко М. М.* Можливості оцінювання річкового стоку в Карпатах на найближчі роки з урахуванням його багаторічних коливань / М. М. Сусідко, О. І. Лук'янець // Наук. праці УкрНДГМІ. – 1998. – Вып. 246. – С. 46-55.

135. *Сусідко М. М.* Карпати – найбільш паводконебезпечний регіон України / М. М. Сусідко // Матеріали міжнародної конф. «Гори та люди». – Рахів, 2002. – Т. 2. – С. 158-61.
136. *Сусідко М. М.* Районування території України за ступенем гідрологічної небезпеки / М. М. Сусідко, О. І. Лук'янець // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2004. – Вип. 253. – С. 196-204.
137. *Сусідко М. М.* Каталог характеристик дощових і сніго - дощових паводків на річках карпатського регіону за 1989–2002 роки / Сусідко М. М., Полякова С. О., Щербак А. В. // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2006. – Вип. 255. – С. 299-310.
138. *Сусідко М. М.* Визначення характерних вод при нестабільних умовах переміщення водних мас по русловій мережі / М. М. Сусідко, О. І. Лук'янець // Наук. зб. УкрНДГМІ. – 2007. – Вип. 256 – С. 207-213.
139. *Талмаза В. Ф.* Гидроморфологические характеристики горных рек / В. Ф. Талмаза, А. Н. Крошкин. – Фрунзе : Киргизстан, 1968. – 204 с.
140. Управление трансграничным бассейном Днепра: суббассейн реки Припяти : монография / под ред. Ободовского А. Г., Станкевича А. П., Афанасьева С. А. – К. : Кафедра, 2012. – 447 с.
141. *Холоденко В. С.* Застосування непараметричних статистичних критеріїв оцінки однорідності рядів середньорічних витрат води, максимальних та мінімальних швидкостей течії води для річок Прип'ятського Полісся України / В. С. Холоденко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т. 2(27). – С. 80-88.
142. *Хороняк Е. С.* Расчеты минимального стока зимней межени Верхнего Днестра на основе метода множественной регрессии / Е. С. Хороняк, Н. С. Лобода // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2004. – Вип. 48. – С. 468-472.
143. *Чалов Р. С.* О классификации речных русел / Р. С. Чалов // Геоморфология. – 1980. – № 1. – С. 3-16.
144. *Чалов Р. С.* Общее и географическое русловедение / Р. С. Чалов. – М. : Изд-во МГУ, 1997. – 112 с.
145. *Чалов Р. С.* Географические исследования русловых процессов / Р. С. Чалов; под ред. Н. И. Маккавеева. – М. : Изд-во МГУ, 1979. – 232 с.
146. *Чалов Р. С.* Русловедение: теория, география, практика. Т. 1. Русловые процессы: факторы, механизмы, формы, проявления и условия формирования речных русел / Р. С. Чалов. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 608 с.
147. *Чеботарев А. И.* Гидрологический словарь / А. И. Чеботарев. – Л. : Гидрометеиздат, 1970. – 166 с.
148. *Чорноморець Ю. О.* Закономірності в багаторічних коливаннях водності річок (на прикладі річок Українських Карпат / Ю. О. Чорноморець, В. В. Онищук // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2007. – Т. 13. – С. 40-46.
149. *Чорноморець Ю. О.* Вивченість стоку води і наносів річок Українських Карпат / Ю. О. Чорноморець, В. В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Т.3. – С. 107-112.
150. *Ющенко Ю. С.* Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел / Ю. С. Ющенко. – Чернівці : Рута, 2005. – 320 с.
151. *Ющенко Ю. С.* Дослідження ширини русел річок Українських Карпат / Ю. С. Ющенко // Наук. вісн. Чернів. ун-ту. – 1998. – Вип. 31 : Географія. – С. 20-28.
152. *Ющенко Ю. С.* Природні умови формування русел основних річок Закарпаття / Ю. С. Ющенко // Наук. вісник Чернівецького ун-ту. – 1999. – Вип. 49 : Географія. – С. 3-9.
153. *Ярошевич О. Є.* Гідроморфологічна оцінка екологічного стану річок басейну Тиси в межах України : дис. канд. геогр. наук : 11.00.07 / О. Є. Ярошевич. – К., 2008. – 166 с.
154. *Ярошевич О. Є.* Гідроморфологічна оцінка екологічного стану Верхньої Тиси на ділянці українсько-румунського кордону відповідно до положень ВРД ЄС та вимог МКЗРД / О. Є. Ярошевич // Звіт по компоненту проекту №1, захід №3. – К., 2009. – 137 с.

155. Issues and challenges of small hydropower development in the Carpathians region (hydrology, hydrochemistry, and hydrobiology of watercourses) / Kovalchuk A., Obodovskyi O., Shcherbak V. et al. ; L'viv National University, Hydroecol. Soc. «Uzh». – Uzhgorod-L'viv-Kyiv : Lyra, 2016. – 195 p.
156. CEN 14614:2004. Water Quality. Guidance Standard for assessing the hydromorphological features of rivers / CEN, European Committee for Standardization. – Brussels : CEN, 2005/ – 24 p.
157. *Demek J.* Manual pro sledovani hydromorfologických složek ekologického stavu tekoucích vod, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR / J. Demek, Z. Vátolíková, P. Mackovcín. – Brno, 2006. – 18 p.
158. EN TC 230/WG 2 / TG5: N53. Water Quality. Guidance standard on Assessing River Quality based on Hydromorphological Features / CEN, European Committee for Standardization – Brussels : CEN, 2007. – 13 p.
159. *Fleischhacker T.* Ecomorphological Survey of Large Rivers / T. Fleischhacker, K. Kern. – Hamburg : German Ins. of Hydrology, 2000 – 32 p.
160. *Gorczyca E.* Struktura i tendencje rozwojowe Koryta Łososiny w warunkach antropopresji (Karpaty Zachodnie) / E. Gorczyca, K. Krzemien // Наук. праці III українсько-польсько-російського семінару з вивчення флювіальних форм рельєфу і процесів у гірських, височинних і низовинних регіонах. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. Ів. Франка, 2006. – С. 85-92.
161. *Grbovic J.* Water quality monitoring in Slovenia / J. Grbovic. – Tutzing : Deutsche Gesellschaft für Limnologie, 1999. – 43 p.
162. Hydromorphological assessment protocol for the Slovak Republic / Pedersen M. L., Ovesen N. B., Friberg N. [etc.]. – Bratislava, 2004. – 36 p.
163. Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://circabc.europa.eu/sd/a/f9b057f4-4a91-46a3-b69a-e23b4cada8ef>. – Назва з екрану.
164. Identification of water bodies : CIS Guidance document : [Електрон. ресурс]. – http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive/guidance_documents. – Назва з екрану.
165. *Krzemien K.* Изменения структуры русла Черного Дунайца (Западные Карпаты) под влиянием антропогенного пресса // XV пленарное межвуз. коорд. совещание по проблеме эрозионных русловых и устьевых процессов (Волгоград, 3-5 окт. 2000 г.) : докл. и краткие сообщения ; МГУ, ВГПУ. – Волгоград–М. : Перемена, 2000. – С. 57-58.
166. *Lehotsky M.* Priprava databazy hydromorfologických a biologických ukazovateľov pre proces vyberu a charakterizácie referenčných miest podľa Smernice 2000/60/EC : Report to SHMI / Lehotsky M., Greskova A. – Bratislava : Slovenský hydromet. ústav, 2004 – 45 p.
167. *Lukianets O.* Spatial, temporal and forecast evaluation of rivers' streamflow of Upper Tisa drainage basin under the conditions of climate change / O. Lukianets, Iu. Obodovskyi // Environmental research, engineering and management. – 2015. – №71(1). – P. 36-46.
168. *Macura L.* Upravy tokov / L. Macura. – Bratislava–Praha : SNTL, 1966. – 732 p.
169. *Obodovsky A.* The assessment of Ukrainian riverbed deformation / A. Obodovsky // Sediment Transfer through the fluvial system ; ed. by V. Golosov, V. Belayev, D. E. Walling. – Moscow : IAHS, 2004. – P. 253-260.
170. *Obodovsky O.* Hydromorphological assessment of Tisza river quality within Ukraine / Oleksandr Obodovsky, Alexei Iarochevitch // XXIII Conf. of the Danubian countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management (28-31 August 2006, Beograd) : conf. abstracts / National Committee of Serbia for the International Hydrological Programme of UNESCO [et al.]. – Beograd, 2006. – P. 109.
171. *Obodovskyi Iurii.* Hydro-morphodynamic assessment processes channel forming rivers in the upper Tisza river basin (in Ukraine) / Iurii Obodovskyi, Oleksandr Obodovskyi, Vasily Onischuk // Journal of Education, Health and Sport. – 2016. – Vol. 6, №13. – P. 307-316.

172. *Obodovskiy O. G.* Mountain river dominant formative discharge evaluation (through example of the Upper Tisa basin) / Obodovskiy O. G., Obodovskiy Y. O., Onischuk V. V. // *Geography and Tourism*. – 2016. – Vol. 4, №2. – P. 89-99.
173. *Pedersen M. L.* National monitoring programme 2003—2009. Assessment methods manual : Technical Report / M. L. Pedersen, Baattrup-Pedersen A. – Copenhagen : National Environmental Research Institute of Denmark, 2003 – 77 p.
174. prEN 14996:2004. Water quality – Guidance on assuring the quality of biological and ecological assessments in the aquatic environment. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nen.nl/pdfpreview/preview_96655.pdf – Назва з екрану.
175. River Habitat Quality – the physical character of rivers and streams in the UK and Isle of Man. Environment Agency / Raven P. J., Holmes N. T. H., Dawson F. H. [etc.]. – Bristo : Environment Agency, 1998. – 42 p.
176. Rivers and Lakes: typology, reference conditions and classification systems [Электронный ресурс] : CIS Guidance document. – Режим доступа: http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive/guidance_documents. – Назва з екрану.
177. *Zaharia L.* Transport of suspended sediment and fluvial dinamic / L. Zaharia // Abstr. 4th Int. Conf. Geomorphol. – Bologna, 1997. – V.1. – P. 412.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ПРИРОДНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧОК ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ТИСИ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ).....	5
1.1. Геолого-геоморфологічна будова.....	6
1.2. Кліматоутворюючі фактори.....	8
1.3. Характеристика ґрунтів та рослинності.....	10
1.4. Аналітичний огляд попередніх гідроморфоекологічних досліджень...	12
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗНИКІВ ГІДРОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ РІЧОК ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ТИСИ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ).....	16
2.1. Гідрологічна вивченість та гідрографічна мережа річок верхньої частини басейну Тиси.....	16
2.2. Режим рівнів.....	19
2.3. Аналіз однорідності рядів спостережень за стоком води.....	22
2.4. Режим стоку води.....	26
2.4.1. Середній річний стік води.....	26
2.4.2. Внутрішньорічний розподіл стоку.....	28
2.4.3. Максимальний стік.....	33
2.4.4. Мінімальний стік.....	39
2.5. Порівняльна оцінка строкових і середньодобових витрат води для річок верхньої частини басейну Тиси.....	42
2.6. Аналіз багаторічних коливань стоку річок верхньої частини басейну Тиси.....	47
РОЗДІЛ 3. ГІДРОМОРФОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧОК ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ТИСИ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ).....	52
3.1. Ідентифікація водних масивів річок верхньої частини басейну Тиси..	52
3.2. Типологія річок.....	56
3.3. Методичні положення гідроморфологічної оцінки.....	62
3.3.1. Протокол дослідження місцевості.....	68
3.3.2. Протокол гідроморфологічної оцінки ділянки обстеження річки.....	70
3.3.3. Протокол оцінки гідрологічного режиму ділянки обстеження річки.....	72
3.4. Результати протокольної оцінки гідроморфологічного стану річок верхньої частини басейну Тиси.....	73
3.5. Гідрологічна оцінка гідроморфологічного стану річок верхньої частини басейну Тиси.....	80
РОЗДІЛ 4. РУСЛОВІ ПРОЦЕСИ РІЧОК ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ТИСИ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ).....	83
4.1. Оцінка руслоформувальних витрат води.....	83
4.2. Гідроморфодинамічна оцінка процесів руслоформування.....	93
4.3. Аналіз функціональних залежностей між основними гідроморфодинамічними параметрами русел.....	99
4.4. Оцінка руслових деформацій.....	105
4.4.1. Вертикальні руслові деформації.....	105
4.4.2. Горизонтальні руслові деформації.....	111

4.5.	Типи русел.....	119
4.5.1.	Типи русел та їх зв'язок з гідроморфологічною оцінкою річок верхньої частини басейну Тиси.....	119
4.5.2.	Встановлення зв'язків між параметрами русел і проявом процесів русло формування.....	123
4.6.	Стійкість русел.....	126
4.6.1.	Гранулометричний аналіз руслових відкладів на ділянках обстеження річок верхньої частини басейну Тиси.....	126
4.6.2.	Оцінка стійкості русел.....	128
	ДОДАТКИ.....	133
	ПІДСУМКИ.....	171
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	179

CONTENTS

PREFACE.....	3
CHAPTER 1. GENERAL NATURAL CHARACTERISTICS OF RIVERS OF THE UPPER PART OF THE COLLECTING AREA OF TISA (WITHIN THE BOUNDARIES OF UKRAINE).....	5
1.1. Geological and geomorphological structure.....	6
1.2. Climate creating factors.....	8
1.3. Characteristics of soils and plants.....	10
1.4. Analytical review of previous hydromorfoecological studies.....	12
CHAPTER 2. CHARACTERISTICS OF HYDROLOGICAL REGIME OF RIVERS OF THE UPPER PART OF THE COLLECTING AREA OF TISA (WITHIN THE BOUNDARIES OF UKRAINE).....	16
2.1. Hydrological knowledge and hydrographical network of rivers of the upper part of the collecting area of Tisa.....	16
2.2. Regime of levels.....	19
2.3. Analysis of the uniformity of series of observations over the runoff of water.....	22
2.4. Regime of water runoff.....	26
2.4.1. Average annual runoff of water.....	26
2.4.2. Riunoff distribution over a year.....	28
2.4.3. Maximum runoff.....	33
2.4.4. Minimum runoff.....	39
2.5. Comparative assessment of instantaneous and average daily runoffs of water for rivers of the upper part of the collecting area of Tisa.....	42
2.6. Analysis of multi-year variations of runoffs of rivers of the upper part of the collecting area of Tisa.....	47
CHAPTER 3. HYDRO-MORPHOLOGICAL ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF RIVERS OF THE UPPER PART OF THE COLLECTING AREA OF TISA (WITHIN THE BOUNDARIES OF UKRAINE).....	52
3.1. Identification of water files of rivers of the upper part of the collecting area of Tisa.....	52
3.2. Classification of rivers.....	56
3.3. Methodology provisions of hydro-morphological assessment.....	62
3.3.1. Protocol of area survey.....	68
3.3.2. Protocol of hydro-morphological assessment of the site of river survey.....	70
3.3.3. Protocol of assessment of the hydrological regime of the site of river survey.....	72
3.4. Results of the protocol assessment of the hydro-morphological state of rivers of the upper part of the collecting area of Tisa.....	73
3.5. Hydrological assessment of the hydro-morphological state of rivers of the upper part of the collecting area of Tisa.....	80
CHAPTER 4. RIVER BED PROCESSES OF RIVERS OF THE UPPER PART OF THE COLLECTING AREA OF TISA (WITHIN THE BOUNDARIES OF UKRAINE).....	83
4.1. Assessment of river bed forming runoffs of water.....	83
4.2. Hydro-morpho-dynamic assessment of the processes of river beds formation.....	93

4.3.	Analysis of functional correlations between main hydro-morpho-dynamic parameters of river beds.....	99
4.4.	Assessment of deformations of river beds.....	105
4.4.1.	Vertical deformations of river beds.....	105
4.4.2.	Horizontal deformations of river beds.....	111
4.5.	Types of river beds.....	119
4.5.1.	Types of river beds and their correlation with the hydromorphological assessment of rivers of the upper part of the collecting area of Tisa.....	119
4.5.2.	Establishing correlations between parameters of river beds and manifestations of the processes of river bed formation.....	123
4.6.	Stability of river beds	126
4.6.1.	Granulometric analysis of river bed sediments at the sites of surveys of rivers of the upper part of the collecting area of Tisa	126
4.6.2.	Assessment of the stability of river beds	128
	ANNEXES	133
	SUMMARY.....	171
	REFERENCES	179

Наукове видання

**ОБОДОВСЬКИЙ Юрій Олександрович
ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ Валентин Кирилович
ОБОДОВСЬКИЙ Олександр Григорович**

**ГІДРОМОРФООЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА РУСЛОВИХ ПРОЦЕСІВ РІЧОК
ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ТИСИ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ)**

за редакцією **О. Г. Ободовського**

Монографія

Серія «Річки Карпат»

Комп'ютерна верстка технічне редагування – **Є.Цвелих**

Підписано до друку 26.03.2018 р.
Авт.друк.арк. 13,4. Обл.-вид. арк. 13,6.
Формат 60х90/16
Наклад 300 прим. Зам. 18–027

ДП «Прінт-Сервіс»
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єктів видавничої справи ДК № 3655
від 24.12.2009 р.
Київ, вул. Ялтинська, 14