

**ЗМІНИ РУСЕЛ МАЛИХ РІК
В КОНТЕКСТІ ЗМІН ЛІСИСТОСТІ ЇХНІХ БАСЕЙНІВ
(НА ПРИКЛАДІ Р.ПІДБУЖ СТАРОСАМБІРСЬКОГО РАЙОНУ)**

Галина Байрак

Львівський національний університет імені Івана Франка

У статті проаналізовані зміни лісистості і пов'язані з ними зміни русла малої ріки Підбуж. Використані дані семи часових періодів, починаючи з 1929 р. і по сьогодні. Топографічні карти, аерофотознімки і космічні знімки були просторово прив'язані в системі координат WGS_1984_UTM_Zone_23N в ArcGIS. Були оцифровані площі лісів і довжина ріки на матеріалах кожного часового періоду. Встановлено, що чим більша лісистість басейну, тим ріка має більшу звивистість і довжину. Було обчислено коефіцієнт кореляції між лісистістю і морфодинамічним типом русла, який становить 0,32. Він вказує на несуттєву залежність між цими двома величинами і вплив іншого фактора. Значна лісистість басейну насамперед впливає на високу водність потоку, яка обумовлює звивистість. Зменшення лісів знижує водність в міжпаводковий період, а під час паводків значно збільшує витрати води і силу потоку, що призводить до формування прямолінійних русел.

Ключові слова: зміни русла, зміни лісистості, морфодинамічний тип русла, меандрованість.

У сучасну епоху рельєфотворення русла рік є одним з найбільш динамічних геоморфологічних об'єктів на поверхні Землі. Це пов'язано з особливостями рухомої води в русловому потоці, а також із впливом природних та антропогенних факторів, які визначають динаміку русел. Деякі з цих факторів, наприклад, тектонічні, мають довготривалу дію, а деякі – метеорологічні, антропогенні, зумовлюють зміни за короткий проміжок часу. Поширеним твердженням у суспільстві є думка про суттєвий вплив на динаміку потоків ступеня заліснення басейну, тобто чим більше антропогенне вирубування лісів у басейні, тим більшу руйнівну силу мають флювіальні процеси під час катастрофічних чи високих повеней і паводків. У даній роботі розглянутий важливий аспект змін русла ріки, пов'язаний із змінами загальної лісистості її басейну.

У гірських областях Карпатського регіону через інтенсивні літньо-осінні опади (понад 100 мм на добу), весняне сніготанення, великі крутості схилів (більше 15°) і підвищені витрати води під час повеней і паводків (1000 – 3000 м³/с) відбувається активне переформування русел. Тому з кожним роком зацікавленість дослідженнями динаміки гірських і передгірських рік зростає. Вони зумовлені, з одного боку, з розширенням доступу до різночасової картографічної і дистанційної інформації, з іншого – зі зростанням активності річкових потоків і руйнівною їх дією на прилеглу територію сільськогосподарського, селитебного чи промислового використання.

Науковці національних університетів, гідромеліоративних, сільськогосподарських та екологічних установ періодично виконують дослідження горизонтальних деформацій річкових русел. Зміни р. Прут, Черемош та окремих відрізків інших рік розглядав Ю. Ющенко, який показав багаторічну їхню динаміку за час майже 100 років і відзначив тенденцію спрямлення меандр та утворення великих груп островів [21, 22]. Детальний аналіз розвитку руслових процесів у басейні р. Тересви та інших закарпатських рік виконав колектив науковців під керівництвом О. Ободовського [7, 8]. Зміни русла Бистриці нижче Івано-Франківська встановили Л. Ковальська, В. Сельський, прив'язуючи їх до тектонічної активності регіону [17]. Невеликі ділянки змін русла Дністра досліджували Х. Бурштинська з В. Шевчуком, які використали ГС та аерофотознімання [3, 4]. Автором з'ясовані горизонтальні деформації ділянки р. Тиси на перетині Вулканічного хребта [1], а також характер змін руслових процесів Верхньообескидської ділянки р. Дністер за 75-річний період [2].

Актуальними залишаються питання вивчення впливу лісу на річковий стік. У Карпатському регіоні спеціальні дослідження з цього питання виконували з 60-х років ХХ ст. (А.М. Бефані, С.М. Перехрест, О.В. Чубатий, М.І. Кирилюк) [6, 14, 18]. Висновки стосуються позитивного впливу лісистості водозборів на водність рік: ліси зменшують піки паводків і схиловий стік під час водопілля, збільшують водність рік протягом сезону межені. Це зумовлене значною сумарною випаровуваністю лісів і затриманням вологи в ґрунтовому шарі. Із збільшенням лісистості річкових басейнів на 10% їх водний стік підвищується на 10-15 мм у рік і поліпшує обводненість річок (П.С. Пастернак, М. М. Приходько, 1988). Вирубування лісів на водозбірній площі викликає різке обміління річок, а іноді їх повне висихання [13].

Існують погляди, що лісистість басейнів не впливає на річний об'єм річкового стоку (С.А. Генсірук, І.С. Шпак, В.С. Олійник, А.Ф. Поляков, О.В. Чубатий, 1984) [5, 10, 12, 15, 19, 20].

Розвиваючи дослідження лісової гідрології, дослідники встановлюють, що найбільше лісистість впливає на схиловий поверхневий стік. Так, під впливом заліснення він в цілому скорочується на 30-50%. На нього також впливають породний і віковий склад лісу: буково-ялинові і букові ліси краще затримують поверхневий стік, ніж чисті ялинові; стиглі деревостани у віці 35-70 років забезпечують стабілізацію стоку і послаблюють бурхливий прояв повеней [11, 16, 18].

Експериментальні дослідження дозволили отримати кількісні показники залежності ступеня лісистості водозборів і річкового стоку. З'ясовано, що максимальні модулі стоку з лісистих водозборів у 1,5-5 разів менші, ніж із безлісних [20]. Іншими словами, суцільна вирубка лісу призводить до збільшення сумарного стоку у 2,5 рази, максимального модуля стоку – у 3 рази. В середньому у перший рік після вирубки стік збільшується приблизно на 12%, а за 3 роки – на 7%. Експериментальні дослідження у Японії, США, Німеччині, Швейцарії підтверджують ці висновки [16]. Найсприятливішим є гідрологічний режим на водозборах рік і струмків з лісистістю понад 65-70% і незадовільним – у басейнах з лісистістю менше 30-35% [10].

Для Карпат на прикладі 45 басейнів протягом 60-80-х років минулого століття досліджували також взаємозв'язки між лісистістю, водним стоком і висотним положенням водозборів, оскільки вважають, що з висотою збільшується лісистість, стік і кількість опадів та зменшується випаровуваність вологи. З'ясовано, що басейнам високих гіпсометричних рівнів притаманні найбільші показники ґрунтового стоку, а найменші – водозборам крайового низькогір'я [10]. Визначили, що на стік головню впливають метеорологічні і кліматичні умови. Важливими факторами є також приуроченість до північно-східного чи південно-західного макросхилу Карпат (на південно-західному опадів більше), ґрунтові та геоморфологічні особливості [12, 19].

Розрахунки показують, що збільшення площі водозборів від 0,60 км² (середня площа елементарного басейну) до 1000 км² (пересічна площа басейну головної ріки) викликає зменшення модуля максимального стоку в 1,5 рази. При цьому він досить різко спадає при наростанні площі водозбору до 20-30 км², дещо менше – при збільшенні площі до 100 км², а при подальшому її зростанні його спад ослаблюється. Збільшення лісистості басейнів від 0 до 100 % зменшує цей стік у чотири рази. Найбільш різко він спадає при зростанні лісистості до 30-35 %, менше – при збільшенні її до 65-70%, а при вищій лісистості його спад уповільнюється [10]. Отже, чим менший порядок ріки, тим більший вплив на стік має ступінь лісистості басейну. Для великих рік вплив лісистості басейну на стік незначний.

У Карпатах внаслідок частих і тривалих дощів та охоплення ними великих площ формується висока водонасиченість басейну, майже цілком втрачаються ємкості для затримки стоку. За умов попереднього зволоження нові навіть невеликі, у кілька міліметрів, дощі зумовлюють виникнення стоку. Цьому сприяє характерна для Карпат висока вологість, набухлий стан та дисперсність ґрунтів земельного покриву, а також близьке залягання водоупірних порід [16]. Ліси в таких випадках мало затримують схильний стік у басейні, що призводить до збільшення річкового стоку і активного переформування русел.

Мета даної роботи полягає у виявленні змін русла малої ріки і впливу на нього змін лісистості басейну в окремі історичні періоди впродовж останніх 90 років. Дослідження виконані на прикладі ріки ПідбужСтаросамбірського району Львівської обл. на основі вимірювань об'єктів на різночасових картографічних, аерофото- і космічних матеріалах.

Для досліджень були використані дані восьми часових зрізів: топографічні карти 1929 р. (стан місцевості 1925р.) масштабу 1:100 000 Польського військового інституту географії [26], аерофотознімки 1953 р. масштабу 1:14 000 з фонду ДП «Західукргеологія», топографічна карта 1989 р. (1:50 000), космоснімки середини 90-х років (40 м/пікс) [24], космоснімки з веб-вузла Планета Земля 2005, 2012, 2014 років роздільної здатності 2 м/пікс (\approx 1:10 000) [23], польові спостереження 2016 р.

Топокарти, аерофото- і матеріали дистанційного зондування Землі були просторово прив'язані в програмному пакеті ArcGIS у системі координат WGS_1984_UTM_Zone_23N проекції TransverseMercator. В модулі ArcMap цього пакету були оцифровані границі басейну р. Підбуж, контури лісових масивів та русло ріки кожного часового зрізу. Після оцифрування програма автоматично визначила параметри об'єктів: площу басейну, площі лісів і

довжини русла. Довжину русла міряли до моста перед гирлом, щоб виключити зміщення гирлової точки.

Р. Підбуж – права мала притока р. Дністер, розташована у Верхньодністерських Бескидах. Це ріка другого порядку, довжиною трохи більше 6 км і площею басейну 9,5 км². Починається на висоті 605 м, впадає у Дністер в с. Верхній Лужок Старосамбірського району на висоті 381 м. Ухил ріки становить 37 м/км, падіння – 224 м. Середньодобові витрати 3-5 м³/с.

Русло ріки шириною від 2,2 м у середній течії і до 4,8 м у низів'ї. За морфодинамічним типом належить до обмеженого меандрування. Швидкість течії 0,8 м/с у сезон межені і зростає до 4-6 м/с під час водопілля.

У живленні ріки беруть участь дощі, сезонні сніги, ґрунтові та підземні води. З висотою водозбору зростає частка ґрунтового, підземного і снігового живлення і знижується роль дощового живлення.

Підняття рівня води припадає на весняно-літній період. Повінь настає у кінці лютого – на початку березня, коли тане сніг. Максимальні рівні спостерігаються в середині – кінці березня. Якщо весняна повінь доповнюється дощовими паводками, то високі рівні зтягуються до кінця квітня – початку травня. Загальне підняття рівня води у Підбужі досягає 2,5 м і більше. Літні паводки найчастіше спостерігаються у червні та серпні. У середньому паводки тривають від 5–15 днів до місяця.

В кінці літа ріка вступає у період літньо-осінньої межені і значно міліє. Її глибина сягає лише 0,3-0,5 м. Межень здебільшого триває з вересня по листопад, але часто порушується менш інтенсивними осінніми дощовими паводками.

Ріка Підбуж належить до поздовжніх карпатських рік – тих, які закладені вздовж простягання основних орографічних елементів (хребтів) і вздовж напрямку геологічних структур (скиб). Через це вона має широке днище і розлогі схили. Ширина днища 40-65 м. Воно поступово переходить у прилеглі передгірські педіменти. Крутість схилів 5-7° у нижній частині і різко зростає у привершинних частинах до 35-55°. Схили, які прилягають до лівого борта долини, північної експозиції, більш круті і високі, ніж правого. З правого боку ріки спостерігаються фрагменти першої надзапавної тераси шириною 32-45 м, висотою уступу 1,2-1,8 м.

Русло Підбужа у середній і верхній течії проходить вздовж простягання верств порід нижньої крейди спаської і головнинської світ (ритмічне чергування пісковиків, алевролітів, мергелів, з включеннями сланців і кремнію). Ріка спочатку має напрям на північний захід, потім на меншій своїй половині повертає на захід. Менший відрізок долини прорізає породи верхньої крейди стрийської світи, представлені товщею аргілітів, пісковиків, мергелів. Вони виходять на поверхню у нижній частині схилів і утворюють осипні стінки з лівого борту долини. Русло перевантажене алювієм, складеним галечником здебільшого пісковиків та мергелю 0-1 ступеня обкатаності.

Для досліджень змін русла і впливу на його горизонтальні деформації ступеня заліснення басейну вибрано саме малу ріку, для якої вплив лісу на водність є вагомим. Лісистість басейну висока, а антропогенний вплив незначний: вздовж русла немає інженерних споруд, десятків господарств сільського поселення розташовані у низів'ї ріки, а у середній течії на берегах поширене сільськогосподарське використання земель: луки, пасовища, невеликі

орні землі. Лісові масиви переважають у верхів'ї потоку та пригребеневих схилах хребтів.

Найменша лісистість, як зображено на польських картах інституту географії 1929 р. і австрійських картах 1910 р., спостерігалася на початку минулого століття. Це пов'язане з розвитком виробництва і зростанням попиту на ліс в Австро-Угорській імперії. За архівними даними, ще наприкінці ХІХ ст. щорічні вирубки лісу в Карпатах перевищували 6 млн. м³. Це позначилося і на стані лісових масивів у басейні Підбужа. Площа лісів становила 642 га і це 67% площі басейну. Найменш залісненою була нижня, західна, і центральна частина басейну. Русло було звивистим в середній і нижній частині, загальна довжина 5,97 км. Довжина найбільшої меандри 155 м, крок 75 м, радіус 25 м. Великі вигини ріка утворювала після виходу на розширену ділянку долини. Вони займали більшу частину днища (рис.1).



Рис. 1. Басейн р. Підбуж на 1929 р.

(топографічна карта 1:100 000 Польського військового інституту географії)

Наступний часовий зріз – 1953 р. відображає більшу ступінь лісистості басейну. За час війни і повоєнні роки відновилися чагарники вздовж ярів і на прияркових схилах, підросли ліси на колишніх вирубках. У центральній частині басейну з'явилися невеликі нові вирубки. Лісистість 727 га, що становить 76% площі басейну. Ріка має слабо меандрований характер на більшій частині течії – від її виходу на просторі ділянку долини. Параметри меандр вдвічі менші, ніж у 1929 р.: довжина найбільшої 75 м, крок 55 м, радіус 13 м (рис. 2). Проте їхня кількість вдвічі більша, що відбилосся на загальній довжині русла – 6,4 км. За час від 1929 по 1953 рр. відбулося три великих водопілля: 1933, 1941 і 1948 рр., які

вплинули на переформування русла [16]. Розташування лісів у верхніх ланках водозборів зумовлювало затримку ними схилового дощового стоку. Проте поширення орних земель у нижніх частинах схилів спричинювало посилення стоку, збільшення виносу пухкого матеріалу у русло і його акумуляцію. В таких умовах меандрованість русла розвивалася.

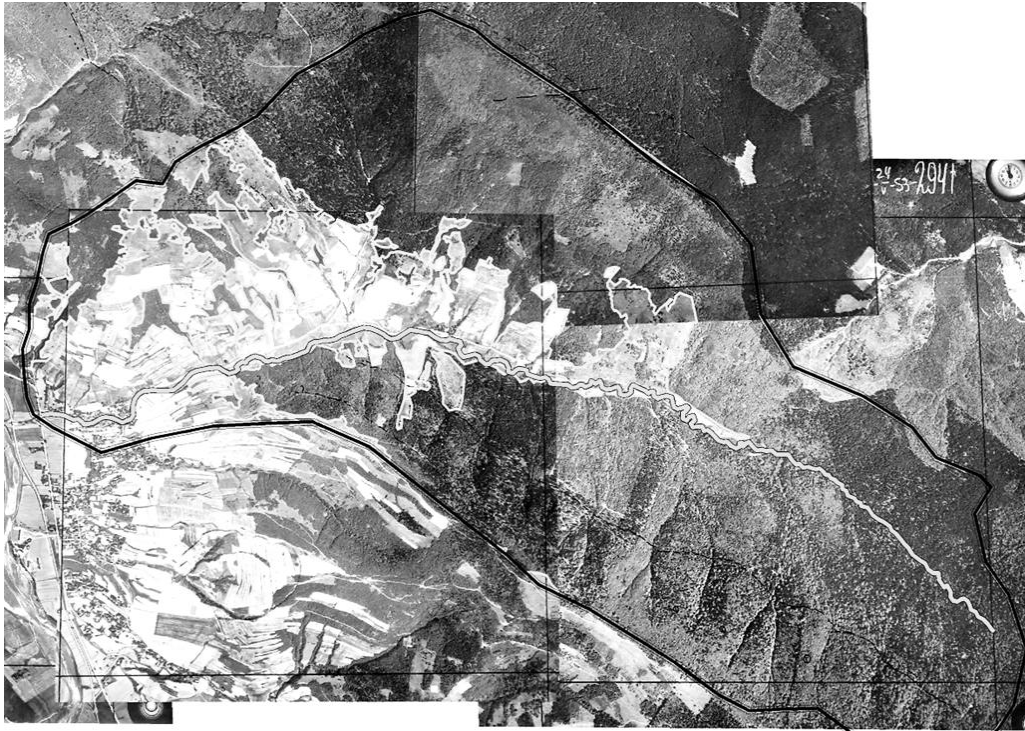


Рис. 2. Басейн р. Підбуж на 1953 р.
(з'єднані аерофотознімки масштабу 1:14 000).

Найбільші вирубки лісів у басейні, за даними очевидців, спостерігалися 1961 р., коли карпатські ліси стали використовуватися для відбудови шахт Донбасу. Ці рубки пройшли на найбільш віддалених від русла привододільних ділянках.

На картах 1989 р. видно, що у басейні Підбужа стала більш лісною північно-західна частина басейну, на найбільш крутих ділянках схилів – привододільних і прияркових вирости молоді ліси і чагарники. Вирубки продовжувалися в інших частинах басейну і залісненість складала 78% (744 га), що на 2% більше, ніж у 50-х роках. Найбільше вирубок було у нижніх частинах схилів, поблизу русла, в середній і верхній течії ріки (рис. 3). Паводки за цей час: 1955, 1957, 1959, 1964, 1969, 1970, 1974, 1977, 1980, 1982 рр., які могли кілька разів змінювати обриси русла [16]. Зафіксований момент часу 1989 р. свідчить про більш прямолінійне русло – довжина 5,5 км. Це може бути пов'язане зі збільшенням водності потоку під час злив внаслідок активного схилового стоку в місцях вирубок.

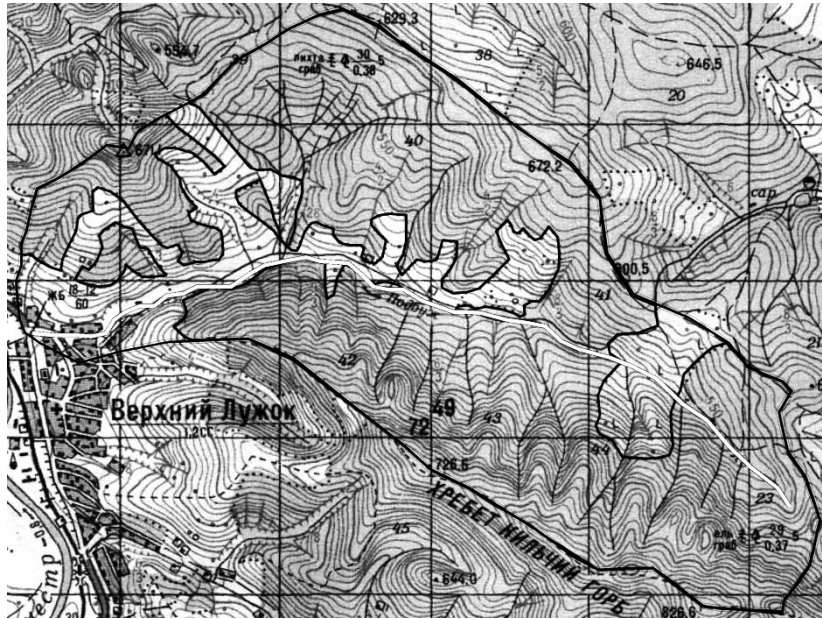


Рис. 3. Басейн р. Підбуж на 1989 р.
(топографічна карта масштабу 1:50 000)

Черговий період – поч. – середина 90-х років ХХ ст. (невідомо точна дата знімання місцевості на космознімку). Характерне проходження великих рубок на досліджуваній території. Їх виконували у верхній, південно-східній, частині басейну, з правого берега були вирубані ліси від русла ріки до вододілу, а з лівого – до середніх частин схилів. Площа лісів становила 643 га, стільки ж, скільки було на поч. ХХ ст. – 67% загальної площі. Ріка в той час не мала звивин, довжина складала 5,8 км (рис. 4). Великі водопілля відбувалися 1992, 1993, після яких з'явилися дві невеликі меандри перед поворотом ріки. Цікаво, що розворот меандр виповнений у південний бік, а не північний, як це було до цього часу. Параметри найбільшого вигину русла: довжина 90 м, крок 60 м, радіус 15 м. Більша частина русла пряма або з дуже дрібними звивинами. Невисока лісистість басейну слабо затримує схилувий стік під час тривалих дощів і злив, вода швидко скочується по схилах, збільшуючи водність ріки. Бурхливий потік перепилує шийки меандрів і розмиває наноси, після чого русло набуває більшої прямолінійності. Відкладений на берегах матеріал обмежує його меандрування, поки черговим паводком не буде розмитий і знесений нижче за течією.

Початок ХХІ ст. характеризувався зростанням залісненості у басейні – лісистість досягла 83%, що становило 794 га. Після великих водопіль 1997, 1998 р. і катастрофічного паводку 2001 р. ріка збільшила кількість звивин, її довжина 6,2 км (рис. 5а). На космознімках 2005 р. видно середніх розмірів меандри довжиною 65-90 м, кроком 35-70 м, радіусом 12-17 м. Їхня кількість стала більша, а розміри менші, ніж на поч. ХХ ст. Менша лісистість характерна для придолинних ділянок Підбужа. Ці ділянки здебільшого зайняті луками, пасовищами, у меншій мірі – ріллею. Трав'яниста рослинність під час зливових дощів більше затримує стік, ніж рілля, проте менше, ніж ліс.

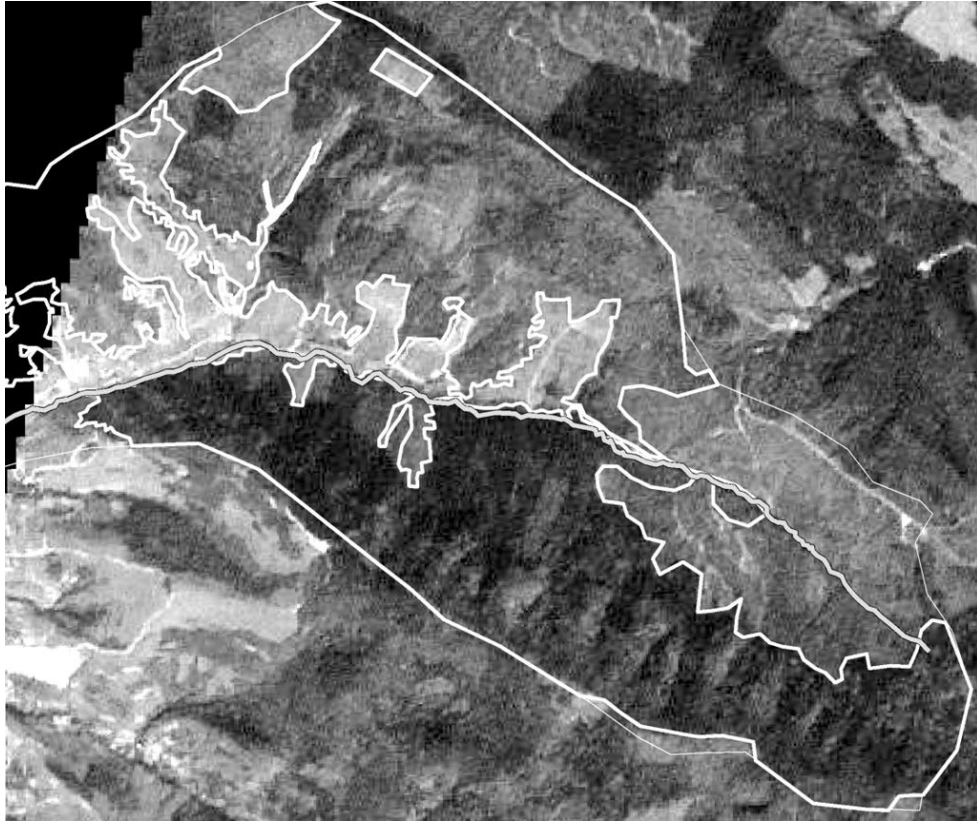


Рис. 4. Басейн р. Підбуж на 90і роки ХХ ст.
(космоснімок роздільної здатності 40 м/пікс)



а *б*
Рис. 5. Басейн р. Підбуж 2005 (*а*) і 2012 рр. (*б*, зимовий сезон)
на космоснімках високої роздільної здатності

Дані 2012 р. (рис. 5б) вказують на незначне зменшення лісистості на 5%, порівняно із 2005 р., до 77% (733 га). Розвиток русла йде в сторону нарощування вигинів меандр, які утворилися після катастрофічного 2008 і високого паводку 2010 р. Також 2011-12 р. на ріці був створений каскад штучних перепадів у

нижній частині ріки. Всього було влаштовано 12 перепадів. Перепади сформовані з габіонних сіток з укладкою бутового каменю і проливанням бетоном. Русло після перепаду поглибили на кілька метрів. На даний час ці перепади стали каскадом міні-водоспадів. Вони дещо зменшують боковий і глибинний розмив русла, по дну повністю занесені алювієм. Найбільші звивини у 2012 р. утворилися у середній течії ріки до повороту її на захід, де ширина днища найбільша. Є також великі вигини русла і після повороту, проте вони антропогенного характеру: було прокладене нове русло для створення перепадів на старому. Довжина найбільшої меандри 146 м, крок 94 м, радіус 25 м. Інші звивини теж мають більші параметри, порівняно з попередніми роками. Русло за рахунок більшої довжини меандр видовжилось до 6,3 км. Проте в деяких місцях під час катастрофічного паводку 2008 р. шийки окремих звивин були прорвані і після спаду води русло стало пряmolінійним (рис. 7а).

У 2014 р., за даними космознімків великого розрізнення з веб-вузла Планета Земля, вирубки попередніх років заросли молодими лісами. Нові рубки незначні. Лісистість у цей період найбільша за роки спостережень – 802 га, 84% від загальної площі. Русло звивистого типу, більші і менші меандри спостерігаємо на всьому його проміжку. За рахунок цього довжина русла 6,2 км (рис. 6). У період зростання лісистості русло набуває своїх природних звивистих, а не пряmolінійних, обрисів, оскільки водність потоку велика.

У 2016 р., за даними польових спостережень, нових рубок у басейні Підбужане було, лісистість не змінилась за ці роки. На водність ріки найбільше вплинув тривалий посушливий період осені 2015 і весни 2016 р., малосніжна зима. Русло слабко звивисте, радіус кривизни меандр малий – десяток метрів; там, де були прямі ділянки – поступово формуються вигини (рис. 7б).

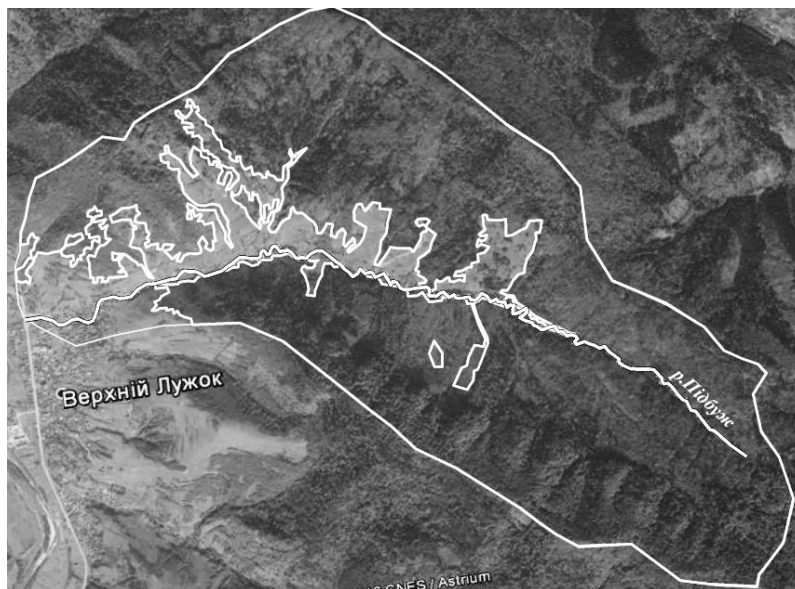


Рис. 6. Басейн Підбужа 2014 р.
(космознімок роздільної здатності 2 м/пікс)



Рис. 7. Русло Підбужа весною 2012 (а) і весною 2016 р.(б)
(справа і зліва від нього – уступи колишніх врізів меандр).

Русло Підбужа впродовж досліджуваного 87-річного періоду доволі часто змінювало характер звивистості: в окремі роки розвивалися великі, як для малої ріки, меандри, в інший час – вони були коротші і розташовувались густіше. Як показують різночасові дослідження, в періоди більшої лісистості меандри були довші, і, відповідно, довжина русла більша, оскільки воно було повноводніше. Коли лісів меншало, русло міліло і спрямлювалось, фіксувалась менша його довжина (табл. 1, рис. 8).

Таблиця 1

Кількісні показники досліджуваних величин у басейні р. Підбуж

Роки	1930	1953	1989	90-і	2005	2012	2014
Площа лісів, км ²	6,42	7,27	7,44	6,43	7,94	7,33	8,02
Відсоток до загальної площі (9,53 км ²)	67%	76%	78%	67%	83%	77%	84%
Довжина русла, км	5,97	6,41	5,50	5,83	6,18	6,28	6,20

Зміна форм і розмірів меандр відбувалися після чергового великого водопілля, коли вода піднімалася на 2-2,5 м і наповнювала днище ріки до уступу високої заплави. Під час паводків сила потоку розмивала відкладений у днищі річковий алювій. Повноводний потік приносив багато уламкового матеріалу. Після спаду води частина відкладеного матеріалу формувала нові боковики, змінюючи форму вигинів ріки, частина акумулювалася у руслі, зумовлюючи відступання головного річища на нижчележачу ділянку. В результаті, в певні

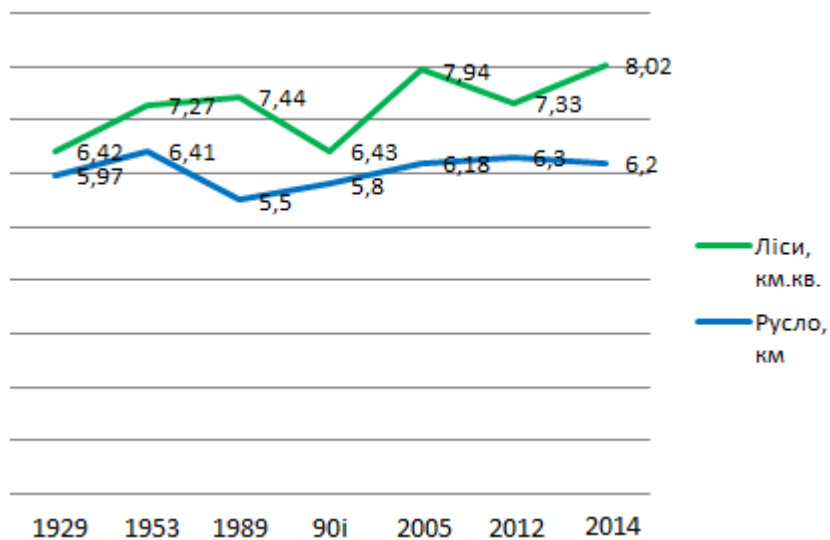


Рис. 8. Зміни лісистості басейну р. Підбуж і довжини його русла протягом 87-річного періоду.

відрізки часу ріка нарощувала меандри, в інші періоди – зменшувала, далі вигини знов зростали і процес починався спочатку.

Наскільки значимо впливає на ці зміни лісистість басейну дозволяють відобразити результати кореляційного аналізу. В основі дослідження покладена гіпотеза про те, що в періоди, коли лісистість вища, ріка більш звивиста, а коли лісистість мала, русло прямолінійне або з короткими звивинами. Чи прямо впливає лісистість на його морфологічний тип перевіримо за допомогою кореляційного методу.

Кореляційний аналіз дає змогу з'ясувати взаємозалежності між різними випадковими величинами. Зміна однієї або кількох цих величин призводить до систематичної зміни іншої. Математичною мірою кореляції двох випадкових величин слугує коефіцієнт кореляції (r_{xy}). Його обчислюють за формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}},$$

$$\text{де } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \text{ [25].}$$

Якщо $0 \leq r_{xy} \leq 0,2$ – немає залежності; $0,2 < r_{xy} \leq 0,5$ – слабка; $0,5 < r_{xy} \leq 0,7$ – незначна; $0,7 < r_{xy} \leq 0,9$ – суттєва; $0,9 < r_{xy} \leq 1,0$ – висока залежність.

У наших дослідженнях змінна x – площі лісів, y – довжини русла. Середнє значення площі лісів становить:

$$\bar{x} = \frac{1}{7}(6,42 + 7,27 + 7,44 + 6,59 + 7,94 + 7,33 + 8,02) = 7,29.$$

Середнє значення довжини русла:

$$\bar{y} = \frac{1}{7}(5,97 + 6,41 + 5,5 + 5,8 + 6,18 + 6,3 + 6,2) = 6,05.$$

Обчислюємо показники середнього відхилення для x_i :

x_i	6,42	7,27	7,44	6,59	7,94	7,33	8,02
$x_i - \bar{x}$	-0,87	-0,02	0,15	-0,7	0,65	0,04	0,73

Визначаємо показники середнього відхилення для y_i :

y_i	5,97	6,41	5,5	5,8	6,18	6,3	6,2
$y_i - \bar{y}$	-0,08	0,36	-0,55	-0,25	0,13	0,25	0,15

Вводимо отримані дані у вихідну формулу:

$$r_{xy} = \frac{(-0,87)(-0,08) + (-0,02)(-0,36) + (0,15)(-0,55) + (-0,7)(-0,25) + (0,65)(0,13) + (0,04)(0,25) + (0,73)(0,15)}{\sqrt{[(-0,87)^2 + (-0,02)^2 + (0,15)^2 + (-0,7)^2 + (0,65)^2 + (0,04)^2 + (0,73)^2]} \times \sqrt{[(-0,08)^2 + (-0,36)^2 + (-0,55)^2 + (-0,25)^2 + (0,13)^2 + (0,25)^2 + (0,15)^2]} = \frac{0,37}{\sqrt{2,23 \cdot 0,60}} = \frac{0,37}{1,16} = 0,32.$$

Коефіцієнт кореляції становить 0,32, що вказує на слабку тісноту зв'язку між досліджуваними величинами. Зміни величин чітко фіксуються різночасовими матеріалами, проте прямий їхній вплив одна на одну виразної залежності не виявляють. Причиною може бути незначна кількість даних для вивчення, а також вплив іншого фактора.

Таким чином, різночасові дослідження змін русла р. Підбуж за період 87 років показали, що в умовах гірської місцевості вплив на його зміни такого фактора, як лісистість басейну, має опосередковане значення. Зміни русла здебільшого спричинює підвищена водність потоку та його динамічна активність під час повеней і паводків. Велика лісистість в міжпаводковий період підтримує достатньо високу водність потоку і збереження меандр. Зменшення лісів знижує водність в міжпаводковий період, під час паводків значно збільшує витрати води і силу потоку, що призводить до формування прямолінійних русел. Лісистість у всі періоди спостережень була більше 65% і рубки лісу, які відбувались, спричинювали недовготривалі зміни водності і морфодинамічного типу русла. При подальшому незначному антропогенному втручанні русло кожен раз відновлює свої природні обриси.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Байрак Г.Р.* Сучасні руслові процеси і динаміка русла р. Тиси на ділянці перетину Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма/ Байрак Г.Р.// Фізична географія та геоморфологія. Вип.62. – К.: ВГЛ «Обрії», 2011. – с. 45-54.
2. *Байрак Г.Р.* Різночасові та сучасні дослідження активності руслових процесів на Верхньобескидській ділянці Дністра/ Байрак Г.Р.// Фізична географія та геоморфологія. Вип.66. – К.: ВГЛ «Обрії», 2012. – с. 216-225.
3. *Бурштинська Х.В.* Застосування ГІС-технологій для визначення динаміки гідрологічних змін рік /Х.В.Бурштинська // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів: Ліга-прес, 2003. – С. 205-210.
4. *Бурштинська Х.В.* Методика дослідження зміщень русла ріки Дністер/ Х.В. Бурштинська, В.М. Шевчук // Видавництво Львівської політехніки, 2012. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: vlp.com.ua/node/10111
5. *Генсірук С.А.* Оптимізація лісистості – запорука призупинення екологічних катаклізмів / С. А. Генсірук // Еколого-економічне вчення: витоки проблеми, перспективи. – 2002. – Вип. 12.1. – С. 82-90.
6. *Кирилюк М.І.* Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат: навч. посіб. / М. І. Кирилюк. – Чернівці : Рута, 2001. – 246 с.
7. *Ободовський О.Г.* Динаміка руслових деформацій річок Закарпаття/ Ободовський О.Г., Цайтц Є.С., Гребінь В.В., Онищук В.В., Козицький О.М. // Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви). – Рахів, 1999. – С. 252-256.
8. *Ободовський О.Г.* Гідроморфологічний аналіз руслових процесів р. Тересви/ Ободовський О.Г., Онищук В.В., Цайтц Є.С., Гребінь В.В. та ін. // Гідрологія, водні ресурси. – С. 86-93. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.google.com.ua/search/77.121.11.22/ecolib/3/4/3.doc>
9. *Олійник В. С.* Гідрологічна роль лісів Українських Карпат/ В. С.Олійник. – ІФ: НАІР, 2013. – 232 с.
10. *Олійник В. С.* Стокорегульовальне та водоохоронне значення лісу на річкових басейнах Карпат/ В. С. Олійник // Лісове та садово-паркове господарство. Національний лісотехнічний університет України. Науковий вісник. – 2008, вип. 18.7. – с.79-85.
11. *Олійник В. С.* Стокорегульовальне значення лісистості водозборів букового поясу Карпат/ В. С. Олійник, В.І. Блистів // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.13. – С. 9-15.
12. *Олійник В. С.* Дискусійні питання лісової гідрології/ В. С. Олійник // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Т.3(34). – С.8-15.
13. *Пастернак П.С.* Ліс і охорона вод від забруднення: наукове видання/ П. С. Пастернак, М. М. Приходько. – Ужгород: Карпати, 1988. – 96 с.
14. *Перехрест С. М.* Шкідливі стихійні явища в Українських Карпатах та засоби боротьби з ними/ Перехрест С. М., Кочубей С. Г., Печковська О. М. – К. : Наукова думка,1971. – 200 с.
15. *Поляков А. Ф.* Водорегулююча роль горныхлесов Карпат и Крыма и путиоптимизации при антропогенномвоздействии/ А.Ф. Поляков. – Симферополь: Таврия, 2003. – 220 с.

16. *Ромащенко М.І.* Водні стихії. Карпатські повені/ М.І. Ромащенко, Д.П. Савчук – К.: Аграрна наука, 2002. – 304 с.
17. *Сельський В.* Природно-історичний аспект формування русла р. Бистриця/ В. Сельський, Леся Ковальська // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: географія. – Тернопіль. – №2. – 2007. – с. 26-30.
18. *Чубатий О. В.* Водоохоронні гірські ліси/ О. В.Чубатий. – Ужгород : Карпати, 1972. – 120 с.
19. *Чубатий О. В.* Гірські ліси – регулятори водного режиму/ О.В. Чубатий. – Ужгород : Карпати, 1984. – 104 с.
20. *Шпак І. С.* Влияние леса на водный баланс водосборов/ И.С. Шпак. – К.: Наукова думка, 1968. – 284 с.
21. *Ющенко Ю.С.* Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел. Монографія/ Ю.С. Ющенко. – Чернівці: Рута, 2005. – 319 с.
22. *Ющенко Ю.С.* Дослідження русла р. Прут на ділянці розвитку водозаборів м. Чернівці/ Ю.С. Ющенко // Гідрологія, водні ресурси. – С.104-107. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.google.com.ua/search/77.121.11.22/ecolib/3/4/3.doc>
23. http://google_earth.ru.downloadastro.com– Гугл Планета Земля – Google Earth 7.1.5.1557
24. <https://landsat.usgs.gov>
25. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Корреляция>
26. <https://vlasenko.net>

**CHANGES OF CHANNELS OF SMALL RIVERS
IN THE CONTEXT OF THEIR WATERSHED FORESTED CHANGES
(ON THE EXAMPLE OF RIVER PIDBUZH Sambir district, Lviv region)**

Galyna Bayrak

Ivan Franko National University of Lviv

The article analyzes changes in forest cover and associated change of channel of a small river Pidbuz. Data of seven time periods are used, beginning from 1929 and until now. Topographical maps, airphotos and space images were georeferenced in the coordinate system WGS_1984_UTM_Zone_23N of the program ArcGIS. There were the digitised forest areas and length of the river on materials of every time period. It is found that the larger the forest cover, the river has a greater length and meandering. A correlation coefficient was calculated between forest cover and morphodynamical type of channel, that presents 0,32. It indicates to low correlation between these two variables and the effect of another factor. A significant forest cover of watershed first of all affects on the high-water level of the stream, which causes meandering. The decrease of forests reduces the water content in an interflood period, and during times of flood significantly increase the discharge and energy flow, resulting in the creating of straight channels.

Keywords: change of channel, changes in forest cover, morphodynamical type of channel, meandering.

