

А. КОВАЛЬЧУК¹, І. КОВАЛЬЧУК², Т. ПАВЛОВСЬКА³¹ Географічний факультет, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, проспект Глушкова, 2а, Київ, 03127, Україна, тел. +38 (044) 5213270, ел. пошта: kovalchuk94a@gmail.com² Факультет землеустрою, НУБіП України, вул. Васильківська, 17, Київ, 03040, Україна, тел. +38 (044) 2580525, ел. пошта: kovalchukip@ukr.net³ Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, вул. Потапова, 9, Луцьк, 43025, Україна, тел. +38 (0332) 240421, ел. пошта: pavlovska2011@gmail.com<https://doi.org/https://doi.org/10.23939/jgd2020.02.033>

ТРАНСФОРМАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ У РІЧКОВО-БАСЕЙНОВІЙ СИСТЕМІ БИСТРИЦІ ТА ЇХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНО-КАРТОГРАФІЧНІ МОДЕЛІ

Проблема оцінювання масштабів і спрямованості розвитку трансформаційних процесів, які відбуваються у річкових системах і компонентах природного середовища їхніх басейнів під впливом широкого спектра чинників у багаторічному аспекті, залишається актуальним завданням. Це зумовлено урізноманітненням видів впливу людини і суспільства на річково-басейнові системи (РБС) та необхідністю оцінювання наслідків глобальних і регіональних змін клімату та їх впливу на режим стоку води, наносів і розчинених речовин, геоecологічний стан річково-басейнових систем. Великою мірою це стосується річково-басейнових систем Карпатського регіону. Тому об'єктом дослідження вибрано річково-басейнову систему Бистриці, правобережного допливу Дністра, який розташований в Івано-Франківській області та охоплює гірські (Українські Карпати) і передгірські (Передкарпаття) ландшафти, які відрізняються за природно-господарськими умовами. Ця РБС типова для Карпатського регіону, тому отримані результати відобразатимуть ситуацію і в інших РБС. **Метою** статті є кількісна оцінка масштабів і багаторічних тенденцій розвитку трансформаційних процесів у структурі річково-басейнової системи Бистриці, визначення спектра чинників, відповідальних за ці зміни, та їх геоecологічних наслідків і відображення отриманих результатів на серії картографічних моделей РБС. В основу виконаних досліджень покладено **комплексну методика**, яка поєднує: методи картометричного аналізу структури річкових систем на підставі різночасових (1855, 1925, 1955, 1975, 2008 рр.) топографічних карт масштабу 1:100 000; методи аналізу стану компонентів ландшафтів (грунтів, лісового покриву, структури угідь тощо) та їх багаторічних змін; методи аналізу даних моніторингу змін об'єктів та розвитку процесів (стоку води, наносів, розчинених речовин у річках, прояву ерозійних, селевих, зсувних, карстових, гірничодобувних процесів, промислової, сільськогосподарської, лісо- і водогосподарської діяльності, скидання стічних і забору поверхневих та підземних вод тощо); методи аналізу даних ДЗЗ та геоінформаційно-картографічного моделювання. У **результаті** виконаних досліджень розроблено концептуальну модель трансформаційних процесів у річково-басейнових системах, які відбуваються під впливом природних та антропогенних чинників, визначено параметри структури річкових систем (кількість річок різних рангів, їх довжини, загальний ранг РБС на кожному "часовому зрізі" її стану), масштаби розвитку трансформаційних процесів у РБС Бистриці від одного зрізу стану до наступного і за увесь досліджуваний період, виявлено та оцінено ступінь впливу природних й антропогенних чинників на ці трансформації та їхні геоecологічні наслідки. Складено серію цифрових карт РБС Бистриці, які відображають основні підсумки проведеного дослідження. Обґрунтовано комплекс природоохоронних заходів, спрямованих на покращення геоecологічного стану річково-басейнової системи Бистриці, та заходів з оптимізації природокористування.

Ключові слова: геоecологічний стан; геоінформаційно-картографічні моделі; річкова система; річково-басейнова система; трансформаційні процеси.

Вступ

Інтерес географічних, економічних, екологічних та інших наук до вивчення змін, що відбуваються в навколишньому середовищі й суспільстві під впливом широкого спектра чинників, спонукає дослідників до розроблення методології та методик оцінювання їх видового різноманіття, особливостей поширення (географії), інтенсивності розвитку та різноманітних наслідків для природних геосистем, людини і суспільства. Не є винятком у цьому аспекті й такі

географічні об'єкти земної поверхні, як річкові системи та їхні басейни. З позицій системного аналізу ми називаємо їх різноранговими річково-басейновими системами (РБС). Сукупність змін у структурі РБС, їх стані та функціонуванні, які виникають під впливом як природних, так й антропогенних чинників, ми запропонували називати трансформацією, трансформаційними процесами [Ковальчук, 1987, 1995]. Словник іншомовних слів [1977, с. 676] трактує трансформацію як "зміну, перетворення виду, форми, істотних властивостей

чого-небудь”, а трансформування – як процес перетворення, змінювання певного об’єкта. Оскільки РБС є багатокомпонентними утвореннями, в яких поєднуються природні, техногенні та економічні (господарські) складові, інтегровані в різнопорядкові суббасейнові геосистеми, що перебувають у природному або зміненому діяльністю людини стані, то трансформаційними процесами охоплено як окремі компоненти геосистем, так і різнорангові геосистеми загалом, зокрема й природно-господарські. На інтенсивність трансформаційних процесів, їх спрямування істотно впливають рівень економічного розвитку і спеціалізація господарства, природно-географічні умови РБС (рельєф, геологічна і тектонічна будова, ґрунтовий і рослинний покрив, кліматичні чинники, поверхневі й підземні води, рівень водозабезпечення населення і господарства та обсяги стічних вод і ступінь їх очищення, природно-ресурсний потенціал і структура господарського його використання, стійкість геосистем до антропогенних впливів і змін клімату тощо). Басейнові системи – геопросторова основа планування господарського розвитку та охорони природи.

Мета

Мета статті – виявити поширення та оцінити масштаби розвитку трансформаційних процесів у річково-басейновій системі Бистриці (Східні Карпати) у XIX–XXI ст. і створити серію картографічних моделей, які відображають ці процеси та їхні геоecологічні наслідки.

У розвитку суспільства відбуваються економічні зміни, тобто трансформації, якими називають “процес перетворення однієї економічної системи на іншу, що супроводжується відмиранням одних елементів, рис, властивостей і появою інших” [Економічна енциклопедія, 2000, т. 3, с. 687]. Вони супроводжуються змінами видів і масштабів впливу суспільства на природне середовище та його компоненти і зумовлюють певні геоecологічні наслідки для довкілля.

Методика

Досвід досліджень у цій сфері показує, що для визначення спрямування трансформаційних змін у структурі річкових систем і компонентів ландшафтів їхніх басейнів та геоecологічних наслідків цих процесів доцільно скористатись методологією історико-географічних порівнянь “різночасових зрізів стану” досліджуваних об’єктів [Ковальчук, Круль, Романчук, 2008] з використанням різночасових великомасштабних карт, космічних знімків і польових досліджень. З цих позицій ми провели дослідження річково-басейнової системи Бистриці, розташованої в Івано-Франківській області, в межах Передкарпаття та Українських Карпат. Частина отриманих результатів висвітлено у цій публікації.

Результати

Стан вивчення трансформаційних процесів у РБС. Основні праці. Оскільки трансформаційні процеси у річкових системах та в їхніх водозбірних басейнах відбуваються під впливом широкого спектра природних та антропогенних чинників, то величезна кількість праць стосується оцінювання масштабів їх впливу на РБС і компоненти їх ландшафтів, вивчення змін станів та механізмів функціонування річкових систем і басейнових геосистем, розвитку в їх межах ерозійно-аккумулятивних та інших екзогенних процесів, вирішення завдань оптимізації природокористування. Оскільки виконати системний аналіз їх усіх неможливо (це завданням окремого дослідження), у нашому огляді зупинимося на дослідженнях трансформації структури річкових систем, її геоecологічних наслідків і відображенні отриманих результатів.

Дослідження трансформаційних процесів, які розвиваються у річкових системах в Україні впродовж тривалого часу під впливом природних та антропогенних чинників, розпочав І. П. Ковальчук (1982, 1987 на початку 80-х років XX ст. Надалі їх продовжили І. П. Ковальчук, П. І. Штойко (1984, 1989) на прикладах річкових систем Західного Поділля, І. П. Ковальчук, С. І. Волос, Л. П. Холодько (1992) у басейні Західного Бугу та І. П. Ковальчук і М. А. Петровська (2003) в межах Розточчя, І. П. Ковальчук і А. В. Михнович (2012) та О. В. Пилипович у річкових системах басейну Дністра, І. П. Ковальчук, Я. Б. Хомин (1992), І. П. Ковальчук і Л. Ф. Дубіс (1998) у басейнах річок Закарпаття, М. П. Чемерис (1994) у річкових системах Волинського Полісся, І. П. Ковальчук, Т. С. Павловська (2008) у басейні р. Горинь, Ю. О. Кисельов у басейні Сіверського Донця; Н. М. Іванова, В. М. Голосов, І. П. Ковальчук (2005) у річкових системах Східно-Європейської рівнини, І. П. Ковальчук, В. П. Круль, С. П. Романчук (2008) у різних регіонах України. Пізніше такі дослідження продовжували І. П. Ковальчук та В. С. Подобівський (2014) в межах Гологоро-Кременецького кряжу, Ю. М. Андрейчук (2012) у басейні р. Коропець, О. І. Швець (2013) у басейні р. Бережниця в Передкарпатті, Н. С. Крута (2014) в басейні р. Луг, В. Г. Смирнова (2013) на Полтавщині та ін. О. В. Пилипов та І. П. Ковальчук (2017) опублікували узагальнювальну монографію, в якій з геоecологічних позицій оцінено і стан річково-басейнової системи Верхнього Дністра, і трансформаційні процеси в річищах, річкових системах, структурі угідь, стоці води і наносів, якості поверхневих вод, поширенні та інтенсивності розвитку схилових і руслових екзогенних процесів у РБС Верхнього Дністра. Ведуться подібні дослідження під керівництвом Л. П. Царика [Бакало, Царик Л., Царик П., 2018] і в Тернопільському національному педагогічному університеті ім. В. Гнатюка. Цікаві результати отримав професор Чернівецького національного універси-

тету ім. Ю. Федьковича Ю. С. Ющенко та його учні – О. В. Паланичко, А. О. Кирилюк, М. Д. Пасічник, Л. В. Костенюк та ін. Вони стосувалися і будови річкових систем Передкарпаття і Карпат, і тенденцій розвитку руслових процесів, зміни морфології заплавно-руслових комплексів річок, їхнього екологічного стану. Дослідження близької тематики ведуть і в Київському національному університеті ім. Тараса Шевченка професор О. Г. Ободовський (2008 та ін.) і його учні – З. В. Розлач, О. С. Коноваленко, О. Є. Ярошевич. Дослідження професора В. М. Самойленка (2018) і його учнів – Д. В. Іванка, В. В. Пласкального – спрямовані на оцінювання рівня антропоізації геосистем басейну р. Десна і фізико-географічних районів України, а О. І. Микитчин і Т. Б. Скробач (2018) – масштабів змін лісистості як чинника, що впливає на стан РБС Бережниць.

Серед зарубіжних вчених ці питання розглянуто у працях Н. Н. Ивановой, В. Н. Голосова (2005 та ін.), Dang M. N. et al (2013, 2019), Gregory K. I. (2006), Karoliny Mostowik et al (2019), Min Xu et al (2020), Pinto U. (2014), Van Denderen et al (2019), Rossa O’Briain (2019) та ін., причому останніми роками звертають все більше уваги на оцінювання впливу змін клімату на стан і функціонування річково-басейнових систем, їх зміни.

Річкову систему найчастіше зображають у вигляді деревоподібного графу, в якому дві річки

першого порядку, зливаючись, утворюють річку другого порядку; дві річки другого порядку, зливаючись, утворюють річку третього порядку і т. д. Річкою першого порядку називають водний потік, початком якого є джерело, а закінченням – місце впадіння чи злиття цього водотоку з іншим подібним водотоком. Цю модель кодування водотоків у річковій системі називають схемою Страллера – Філософова. Вона зручна для вирішення завдань гідрології, геоморфології, геоекології. Ми застосували її для оцінювання масштабів трансформації структури річкових систем [Ковальчук, та ін 1987; Ковальчук, Штойко, 1989; Ковальчук, Шубер, Швець, Андрейчук, 2013].

Сутність і види трансформаційних процесів. Які ж трансформаційні процеси відбуваються в річкових системах та їхніх басейнах під впливом природних й антропогенних чинників? Вплив яких чинників аналізують у дослідженнях? На підставі якої інформаційної бази роблять висновки про поширення, масштаби розвитку, геоекологічні, гідрологічні, геоморфологічні та ландшафтно-географічні наслідки трансформації річкових систем і компонентів ландшафтів у їхніх басейнах?

Щоб дати відповідь на ці й інші питання стосовно дослідження трансформаційних процесів у РБС та чинників, які впливають на них, ми розробили концептуальну модель їх структури (рис. 1).

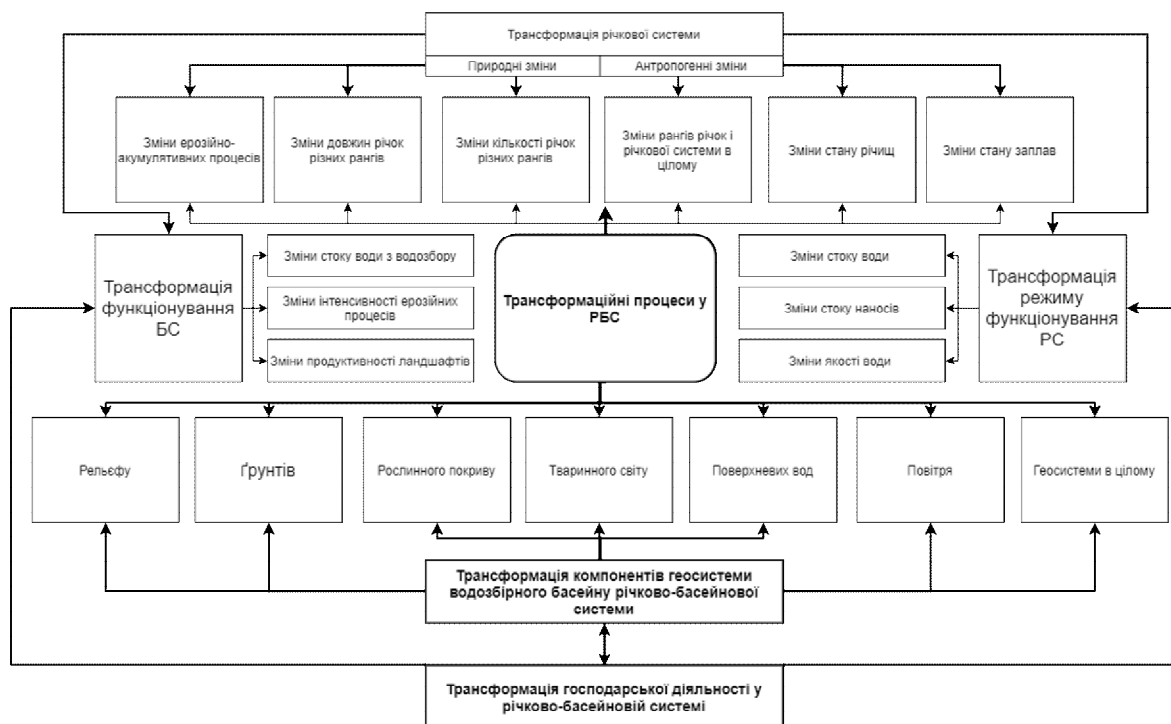


Рис. 1. Концептуальна модель трансформаційних процесів у річково-басейнових системах під впливом природних та антропогенних чинників

Як видно з рис. 1, серед усього спектра трансформацій, що відбуваються у РБС, виокремлюють: 1) трансформації річкових систем (їх структури, довжини і кількості річок, їх рангів,

річищ і заплавл та ерозійно-аккумулятивних процесів у них); 2) трансформації властивостей компонентів і геосистем водозбірного басейну; 3) трансформації функціонування річкової та ба-

сейнової підсистем РБС; 4) трансформації господарської діяльності у РБС (її природна еволюція та вимушені зміни, зумовлені необхідністю урахування спектра несприятливих процесів, що розвиваються як у річкових, так і в басейнових системах під впливом господарювання).

Зупинимося трохи детальніше на сутності трансформаційних процесів у РБС гірських і передгірських регіонів. Тут під впливом спектра чинників відбуваються такі трансформації: 1) *зменшується або збільшується довжина річок різних порядків*. Зменшення довжини річок у річково-басейнових системах відбувається насамперед під впливом господарської діяльності – вирубування лісів, розорювання земель, сільськогосподарської, будівельної, промислової діяльності та активізації розвитку ерозійних процесів на водозборах, замулення русел річок продуктами схилової ерозії та власними наносами, зниження рівня ґрунтових (підземних) вод тощо. Збільшення довжини водотоків можливе під впливом природних (збільшення кількості опадів, підняття рівня ґрунтових вод тощо) та антропогенних чинників (прокладання меліоративних і зрошувальних каналів, будівництво водосховищ і ставків тощо); 2) *зменшується або збільшується кількість річок різних порядків* (причини практично ті самі, що зазначено в п. 1); 3) *змінюються розміри річищ* (ширина, глибина, форма). Це відбувається під впливом як природних, так й антропогенних чинників; 4) *змінюється поширення та співвідношення донної й бічної ерозії та акумуляції наносів у руслі однієї річки чи в річковій системі загалом*. Найчастіше ці зміни відбуваються під впливом діяльності на водозборі й у заплавно-руслових комплексах річок; 5) *змінюються морфологія і морфометричні характеристики заплавно-руслового комплексу річок*. Головні причини – меліоративні роботи в заплавах та гідротехнічні – у річищах і прируслових територіях; 6) *погіршується або покращується якість поверхневих вод річок різних рангів*. За це також відповідає діяльність людини; 7) *збільшується або зменшується стік наносів*, що відбувається найчастіше за рахунок обезліснення схилів та розорювання земель й активізації ерозійно-акумулятивних процесів; 8) *змінюється співвідношення між забором води з річок і скиданням до них стічних вод*. За ці процеси повністю відповідає людина; 9) *під впливом глобальних і регіональних змін клімату збільшується нерівномірність стоку води і наносів* – меженні періоди стають довшими, а рівні води в річках – нижчими; ступінь екстремальності паводків та масштаби руйнувань, спричинених ними, теж зростають. Яскравою ілюстрацією є паводки в Карпатському регіоні 20–30 червня 2020 р.; 10) *змінюється структура земле-, водо- та особливо лісокористування* (домінування вирубування лісів) на водозборах річок різних рангів. Ці зміни викликали трансформацію стоку води і наносів як на водозборах, так і в руслах річок різних рангів, масштабні руйнування гідротехнічних споруд і доріг, затоплення угідь і поселень; 11) *у зв'язку з активним*

розвитком туризму і рекреації в РБС Бистриці істотно зростає їхній вплив на стан гірських і річково-долинних ландшафтів та процеси, що розвиваються в них.

Звісно, ці трансформаційні процеси та чинники, які впливають на них, досліджують і вітчизняні, й зарубіжні вчені. У спектрі чинників найбільше уваги звертають на антропогенні впливи на річкові й басейнові системи (вирубування лісів, розорювання схилових земель, будівництво доріг, трубопроводів, житла і промислових та рекреаційних об'єктів, водогосподарську діяльність, видобування корисних копалин і будівельних матеріалів, забір води і скидання стічних вод тощо) та їхні геоекологічні наслідки. Серед природних чинників досліджують кліматичні (кількість опадів, їх інтенсивність та просторово-часову динаміку, співвідношення опадів у вигляді дощу і снігу, температуру повітря і ґрунту), біотичні (ступінь покриття земної поверхні рослинним покривом, його видове різноманіття і стокорегульвальну здатність), ґрунтово-географічні властивості (фільтраційну і водоутримувальну здатність, протиерозійну стійкість ґрунтів), гідрологічні (динаміку стоку води і наносів, екстремальні паводки, повені й межені, наслідки їх впливу на геоекостан річищ), а також параметри рельєфу (крутизну і довжину схилів, форму повздожнього і поперечного їх профілів, вертикальне і горизонтальне розчленування земної поверхні), від яких залежать поширення та інтенсивність розвитку екзогенних процесів і придатність рельєфу для його господарського використання.

Інформаційна база досліджень трансформаційних процесів у РБС. Як інформаційну базу для вивчення трансформаційних процесів у річкових системах та їх басейнах ми використовували: 1) різночасові великомасштабні (переважно масштабу 1:100 000 або близького до нього) топографічні карти (XVIII–XX ст.); 2) різночасову статистичну інформацію, яка відображає характер та інтенсивність господарського впливу людини на РБС (співвідношення земель різного цільового призначення, частку ріллі, лісистість водозборів, вирубування лісів, викиди забруднювальних речовин в атмосферу і скиди стічних вод у річкову мережу, забори води з річок і горизонтів підземних вод тощо); 3) фондові матеріали геологічних експедицій, ботанічних і ґрунтознавчих досліджень, дані гідрометеорологічних спостережень на гідро- і метеопостах, розташованих у басейнових системах, інформацію про екстремальні паводки, повені, межені, селі, снігові лавини, зсуви, прояви карстових та інших процесів; 4) дані кадастрів (земельного, водного, мінерально-сировинного тощо); 5) наукову періодику, монографічні праці, довідники, енциклопедії тощо.

Масштаби розвитку трансформаційних процесів. На основі цих вихідних положень та інформаційно-аналітичної бази оцінимо масштаби розвитку трансформаційних процесів у річковій системі Бистриці – правобережному допливі Дністра, який

розташований в Івано-Франківській області та охоплює гірську і передгірну частини Карпат.

Річково-басейнова система Бистриці утворюється інтегруванням трьох суббасейнів – Бистриці-Солотвинської, Бистриці-Надвірнянської та Ворони. Бистриця впадає у Дністер на північно-східній окраїні смт. Сзупіль. Під час досліджень

РБС Бистриці було укладено серію цифрових картографічних моделей (більше ніж 100), починаючи з карти рельєфу (рис. 2), моделей гідрографічної мережі (рис. 3) та густоти річок (рис. 4) і завершуючи серією карт антропогенного навантаження та геоecологічного стану її суббасейнів [Ковальчук А., Ковальчук І., 2018].

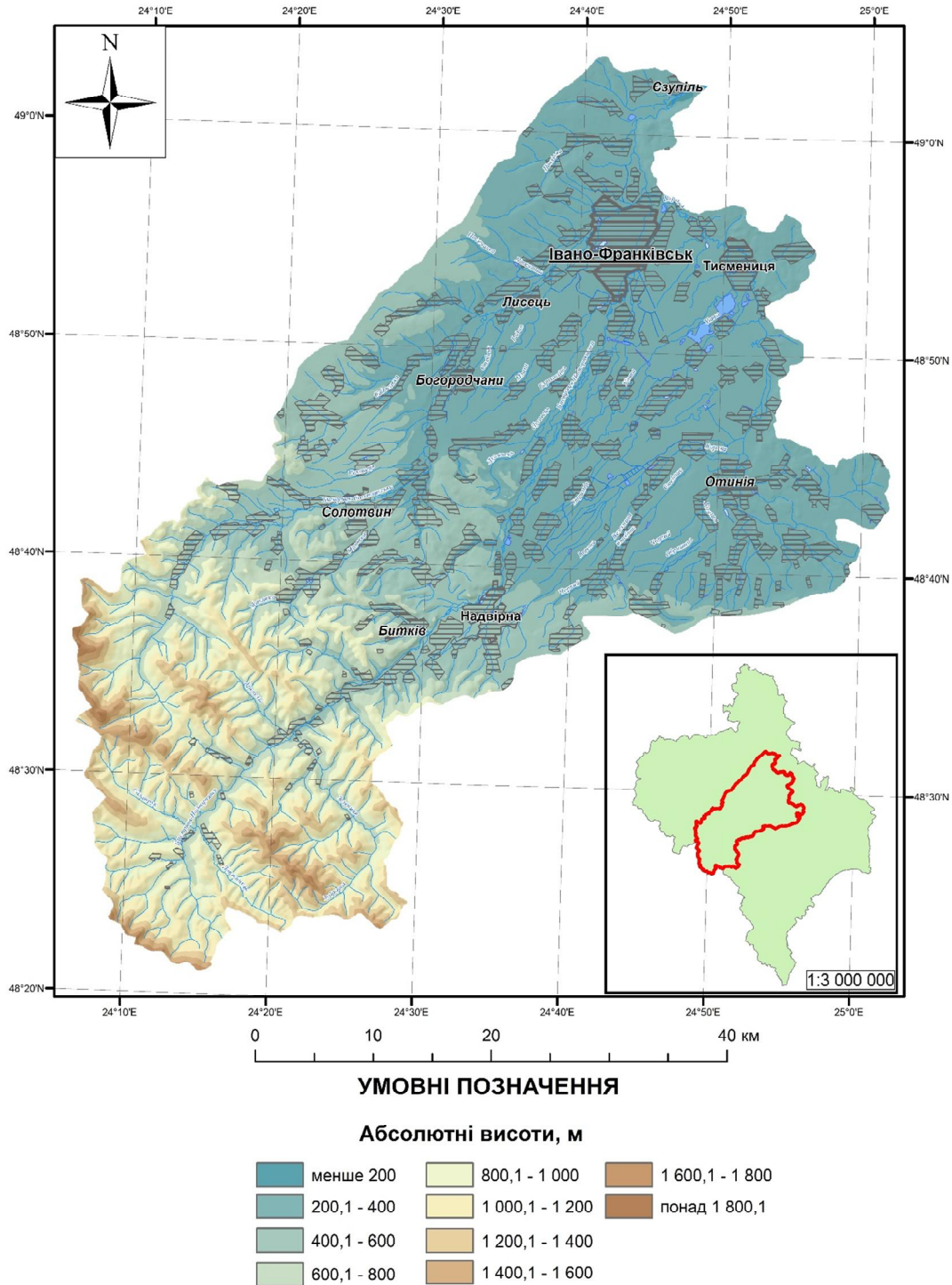


Рис. 2. Картографічна модель рельєфу і річкових систем РБС Бистриці

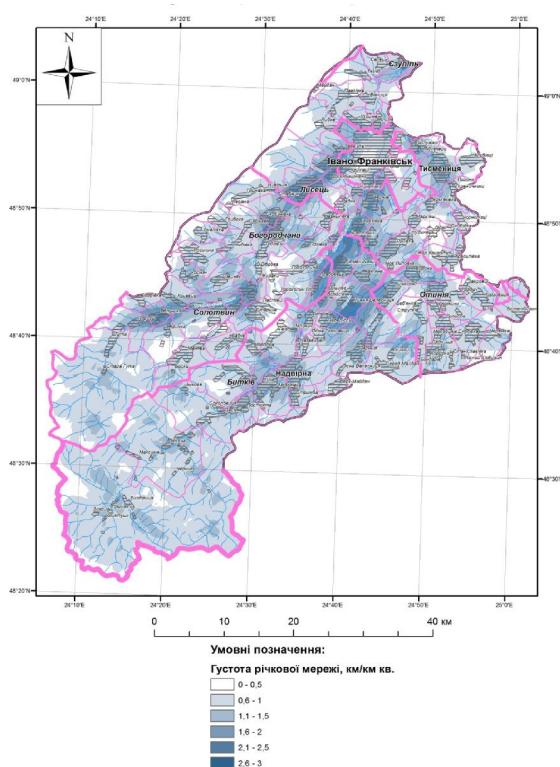


Рис. 3. Картографічна модель гідромережі у басейні річки Бистриця

Ці карти відображають як будову (структуру) річкової системи, так і природні умови в її басейні, чинники впливу на стан і функціонування русел річок, на компоненти басейнових геосистем та геоecологічну обстановку в них. Вони допомагають виявити ступінь впливу змін природного середовища на масштаби і тренди трансформації структури річкових систем. Структуру річкової системи Бистриці досліджено для таких часових “зрізів”: 1) 1855 р.; 2) 1925 р.; 3) 1955 р.; 4) 1975 р.; 5) 2008 р. З цією метою використано такі топографічні карти: 1) карти атласу Куммерсберга 1855 р., масштаб 1:115200 [Administrativ Karte..., 1855]; 2) карти WGI 1925–1933 рр. (масштаб 1:100000); 3–4) карти Генштабу СРСР 1955, 1975 рр. і карти Київської військово-картографічної фабрики 2008 р. (масштаб 1:100000); 5) космічні знімки 2020 р. (роздільна здатність 10 м, масштаб 1:100000).

Алгоритм дослідження передбачав такі кроки: 1) підбір листів топографічних карт одного часового зрізу на РБС Бистриці; 2) виділення меж водозбору РБС; 3) позначення на карті річок I, II, III, IV, V і VI порядків; 4) визначення кількості річок кожного порядку в РБС та внесення цих даних у відповідну таблицю; 5) визначення довжин усіх річок кожного порядку і внесення цих даних у відповідну таблицю; 6) побудова стилізованої граф-схеми будови річкової системи на досліджуваному часовому зрізі її стану; 7) аналогічні дослідження структури річкової системи на

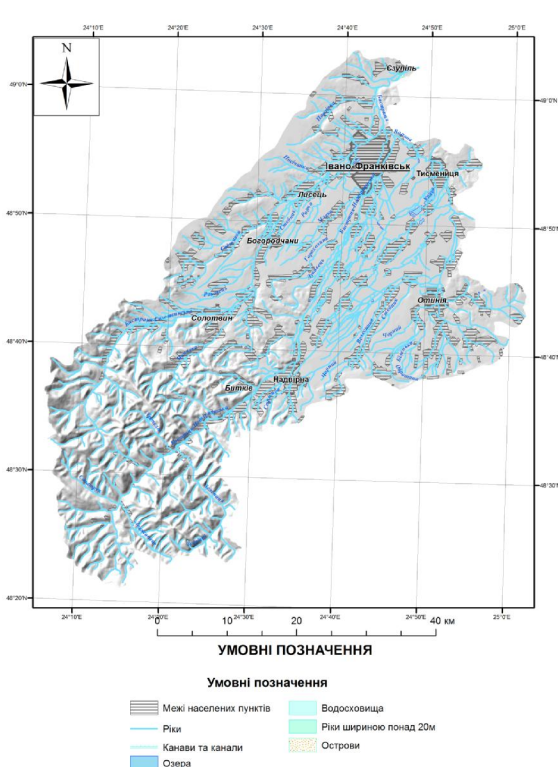


Рис. 4. Картографічна модель густоти гідромережі в басейні річки Бистриця

кожному наступному часовому зрізі її стану; 8) порівняльний аналіз параметрів структури кожного часового зрізу та визначення показників трансформації кількості й довжини річок усіх порядків (збільшення, зменшення чи перебування в незмінному стані кількості й довжини річок різних порядків у річковій системі); 9) визначення ролі природних та антропогенних чинників, які зумовили розвиток трансформаційних процесів у структурі річкової системи Бистриці; 10) обґрунтування комплексу заходів, спрямованих на покращення стану малих річок, відновлення їх водності, оптимізацію функціонування басейнових геосистем.

Результати досліджень структури річкової системи Бистриці на різночасових зрізах її стану і трансформаційних процесів відображено в табл. 1, табл. 2 і табл. 3.

Як видно з табл. 1, у структурі річкової системи Бистриці домінують річки першого порядку. Їх кількість на різночасових зрізах зменшується чи збільшується на 0,14–2,6 % і становить від 75 до майже 78 % від загальної кількості річок у РБС. Домінування найменших річок априорі є передумовою розвитку трансформаційних процесів у структурі річкової системи, тобто пересихання, зменшення довжини у маловодні періоди і навпаки, відновлення водності, збільшення довжини або й зміни рангу в багатоводні періоди, бо найменші та найнестійкіші елементи першими реагують на зовнішні впливи на них, трансформуючи свій стан.

Таблиця 1

Структура річкової системи Бистриці на різночасових етапах її розвитку (XIX–XXI ст.)

Рік	Ранги річок у річковій системі Бистриці, їх кількість та частка від загальної кількості річок, %												Загальна кількість річок у РБС
	I		II		III		IV		V		VI		
	к-сть	% від заг. к-сті	к-сть	% від заг. к-сті	к-сть	% від заг. к-сті	к-сть	% від заг. к-сті	к-сть	% від заг. к-сті	к-сть	% від заг. к-сті	к-сть
1855	1016	75,14	248	18,34	65	4,80	20	1,50	3	0,22	0	0	1352
1925	1120	77,60	250	17,30	61	4,20	9	0,60	3	0,20	1	0,10	1444
1955	1162	77,70	259	17,30	59	3,93	12	0,80	3	0,20	1	0,07	1496
1975	1093	76,80	251	17,64	63	4,42	12	0,84	3	0,20	1	0,10	1423
2008	1068	77,84	232	16,90	56	4,10	12	0,87	3	0,22	1	0,07	1372

Кількість річок другого порядку коливається в межах від 18,34 % до 16,9 в різні роки. Ці коливання зумовлені не лише змінами кількості річок другого порядку, а й пов'язані з переходами річок третього порядку у другий (унаслідок

розвитку деградаційних процесів) та першого – у другий (у разі збільшення водності й перетворення балок на постійні водотоки або будівництва осушувальних каналів у долинах річок).

Таблиця 2

Співвідношення річок різних порядків у річковій системі Бистриці (Івано-Франківська область)

Річкова система Бистриці та її субсистеми	Роки	Ранги річок та загальна їх кількість у річковій системі Бистриці						Загальна кількість річок у річковій системі
		I	II	III	IV	V	VI	
Бистриця-Солотвинська	1855	368	81	27	7	1	–	484
	1925	381	95	26	2	1	–	505
	1955	349	68	21	4	1	–	443
	1975	358	78	26	4	1	–	467
	2008	351	69	22	4	1	–	447
Бистриця-Надвірнянська	1855	518	134	32	11	1	–	696
	1925	589	116	29	5	1	1	741
	1955	663	153	31	6	1	1	855
	1975	626	147	30	6	1	1	811
	2008	615	140	28	6	1	1	791
Ворона	1855	92	25	4	2	1	–	124
	1925	104	29	4	2	1	–	140
	1955	110	30	6	2	1	–	149
	1975	70	17	6	2	1	–	96
	2008	67	16	5	2	1	–	91
Бистриця	1855	38	8	2	–	–	1	48 + 1*
	1925	46	10	2	–	–	1	58 + 1*
	1955	40	8	1	–	–	1	49 + 1*
	1975	39	9	1	–	–	1	49 + 1*
	2008	35	7	1	–	–	1	43 + 1*

Примітка: 48 + 1* – Річка Бистриця утворюється у результаті злиття Бистриці-Солотвинської і Бистриці-Надвірнянської. В басейні цього відтинку річки у 1855 р. функціонувало 48 допливів різних рангів, шість з яких впадали безпосередньо в р. Бистриця. 1* – це головне річище р. Бистриця, простягається від місця злиття Бистриці-Солотвинської та Бистриці-Надвірнянської до впадіння в р. Дністер.

Частка річок III порядку на різночасових етапах розвитку річкової системи Бистриці змінюється від 4,8 до 3,93 %, річок IV порядку – від 1,5 до 0,6 %, V порядку – від 0,2 до 0,22 %, а VI – від 0 до 0,1 %.

Абсолютні показники (кількість річок кожного порядку у суббасейнах річково-басейнової системи Бистриці на п'ятьох різночасових зрізах), які відображають ступінь насичення усєї річкової системи водотоками різних порядків, наведено в табл. 2. Ці дані свідчать, що різниця між найбільшою і найменшою кількістю водотоків різних порядків у РБС Бистриці та її субсистемах на п'яти часових зрізах становила: 62 річки (21,1 %) у субсистемі Бистриці-Солотвинської, 159 річок (54,1 %) у суббасейні Бистриці-Надвірнянської, 58 водотоків (19,7 %) у суббасейні Ворони та 15 річок (5,1 %) у суббасейні власне Бистриці.

Таблиця 3

Структурні показники річкової системи Бистриці (Івано-Франківська область)

Порядок річок	Роки	Сумарна кількість річок вказаних порядків	Сумарна довжина річок вказаних порядків, км	% від загальної довжини річок у річковій системі	Середня довжина річок вказаних порядків, км
I	1855	1016	1121,5	49,4	1,10
	1925	1120	1269,3	52,2	1,14
	1955	1162	1326,2	52,1	1,06
	1975	1093	1149,5	50,6	1,07
	2008	1068	1103,7	50,3	1,03
II	1855	248	508,4	22,4	2,05
	1925	250	539,9	22,2	2,16
	1955	259	557,7	21,9	2,15
	1975	251	504,2	22,2	2,01
	2008	232	489,7	22,3	2,11
III	1855	65	322,6	14,2	4,96
	1925	61	327,5	13,5	5,37
	1955	65	342,1	13,5	5,26
	1975	63	299,8	13,2	4,76
	2008	56	285,7	13,0	5,12
IV	1855	20	151,4	6,7	7,57
	1925	10	137,1	5,6	13,71
	1955	12	146,5	5,8	12,2
	1975	12	147,2	6,5	12,27
	2008	12	145,3	6,6	12,11
V	1855	3	151,2	6,7	50,4
	1925	3	141,6	5,9	47,2
	1955	3	154,6	6,1	51,5
	1975	3	155,3	6,8	51,8
	2008	3	154,9	7,1	51,6
VI	1855	1	14,2	0,6	14,2
	1925	1	15,8	0,6	15,8
	1955	1	16,6	0,6	16,6
	1975	1	16,9	0,7	16,9
	2008	1	15,2	0,7	15,2

А загалом різниця між найбільшою кількістю постійних водотоків різних порядків у РБС Бистриці і їх найменшою кількістю у 1855–2008 рр. становила 294 водотоки або 21,7 річки різних рангів. Зазначимо, що порівняння отриманих результатів з даними досліджень трансформаційних процесів у річкових системах Західного Поділля [Ковальчук, Штойко, 1992] свідчить про достатньо високі, але водночас майже у два рази нижчі темпи розвитку трансформаційно-деградаційних процесів у річкових системах Передкарпаття і Карпат, ніж у річкових системах Подільського регіону. Опосередковано цей факт свідчить про сильний вплив кліматичних чинників на стан річкових систем Карпат і Передкарпаття та режим їх функціонування і сильніший ефект впливу антропогенних чинників (вирубування лісів, розорювання схилів земель, осушувально-меліоративні роботи в долинах річок) на стан і функціонування річково-басейнових систем Західного Поділля.

Наступним кроком аналізу трансформаційних процесів у РБС Бистриці стало порівняння довжини водотоків кожного порядку на різночасових зрізах стану структури річкової системи Бистриці. Результати цих досліджень відображає табл. 3. З неї видно, що на річки I порядку за сумарною їх довжиною припадає 49,4–52,2 % загальної довжини річок різних рангів цієї басейнової системи на п'яти часових зрізах. Середня довжина цих річок на різних часових зрізах коливається у межах 1,03–1,14 км. Така мала довжина цих рік – передумова значної їх піддатливості антропогенним впливам. Тому вони передусім зазнають трансформації – перетворюються з постійних водотоків на тимчасові або (у разі посилення антропогенного впливу на природні ландшафти їх водозборів) й зовсім не функціонують як постійні водотоки.

Частка річок II порядку за їх сумарною довжиною на різних часових зрізах сягає 21,9–22,4 %, а їх середня довжина – 2,01–2,16 км. Ці показники опосередковано свідчать про невисоку їх водність та значну піддатливість до змін, якщо збільшується надходження в русла продуктів схилової ерозії ґрунтів.

Як видно з табл. 3, сумарна довжина річок III порядку не перевищує 13,0–14,2 загальної довжини річок усіх рангів, а сумарна довжина річок IV–V порядків майже однакова – 5,6–6,7 і 5,9–7,1 %

відповідно. Водночас середня довжина річок IV порядку становить 7,57–13,7 км, а V – 47,2–51,8 км. Ці показники свідчать про наростання потужності річок зі збільшенням їх порядку, а отже, і про зменшення піддатливості річищ до наслідків антропогенних впливів на ландшафти їх водозборів.

Для відображення просторової неоднорідності чинників, які впливають на РБС, і геоecологічних наслідків цього впливу А. І. Ковальчук уклав серію картографічних моделей. Деякі з них ми подаємо нижче. Аналіз розпочнемо з двох найважливіших чинників – лісистості суббасейнів (рис. 5) та розораності сільськогосподарських угідь (рис. 6). Лісистість суббасейнів у 2016 р. змінювалася від 7,0–20,0 % у Передкарпатській частині басейну до 60–80 % і більше у Карпатській. Вона продовжує зменшуватися під впливом вирубування лісів, ураження вітровалами, шкідниками та хворобами.

Землеробське освоєння басейнових субсистем найкраще відображає рівень розораності сільськогосподарських угідь (рис. 6), який у 2016 р. змінювався від кількох до 20 % у середньогір'ї РБС, від 20 до 50 % у низькогір'ї та 60–80 % і більше у середній і нижній частинах басейну Бистриці. Встановлено, що ареали найвищої частки ріллі збігаються з ареалами активного прояву схилів ерозійно-аккумулятивних процесів та замулення річищ малих річок, їх пересихання і перетворення на тимчасові водотоки.

Наступним чинником впливу, насамперед на екологічний стан річок РБС Бистриці та приземного шару повітря, є промисловість. Одним із опосередкованих показників, придатних для картографічного відображення просторового його розподілу, може бути частка земель промисловості в кожному суббасейні досліджуваної РБС. Створена картографічна модель (рис. 7) свідчить, що найбільше на річки впливають промислові й комунальні підприємства Івано-Франківська, Тисмениці, Надвірної, Биткова, Богородчан, Солотвина. Цей вплив проявляється насамперед у заборі поверхневих та скиданні недостатньо очищених стічних вод.

Ще одним чинником впливу на стан і функціонування річкових систем є транспортне (дорожнє) навантаження. Його показник (частку земель транспорту в структурі земельного фонду РБС) відображено на рис. 8.

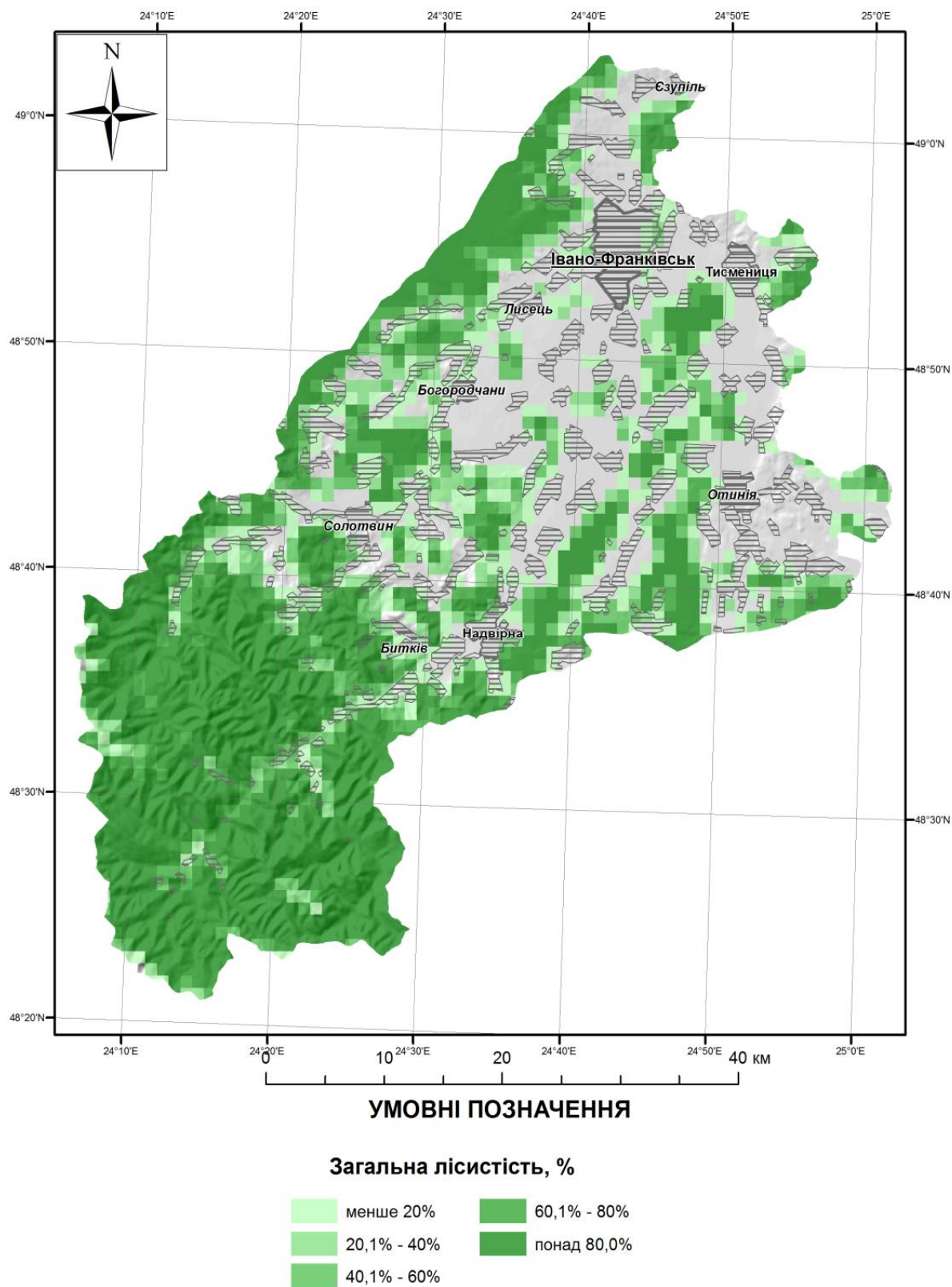


Рис. 5. Загальна лісистість суббасейнів РБС Бистриці станом на 2016 р.

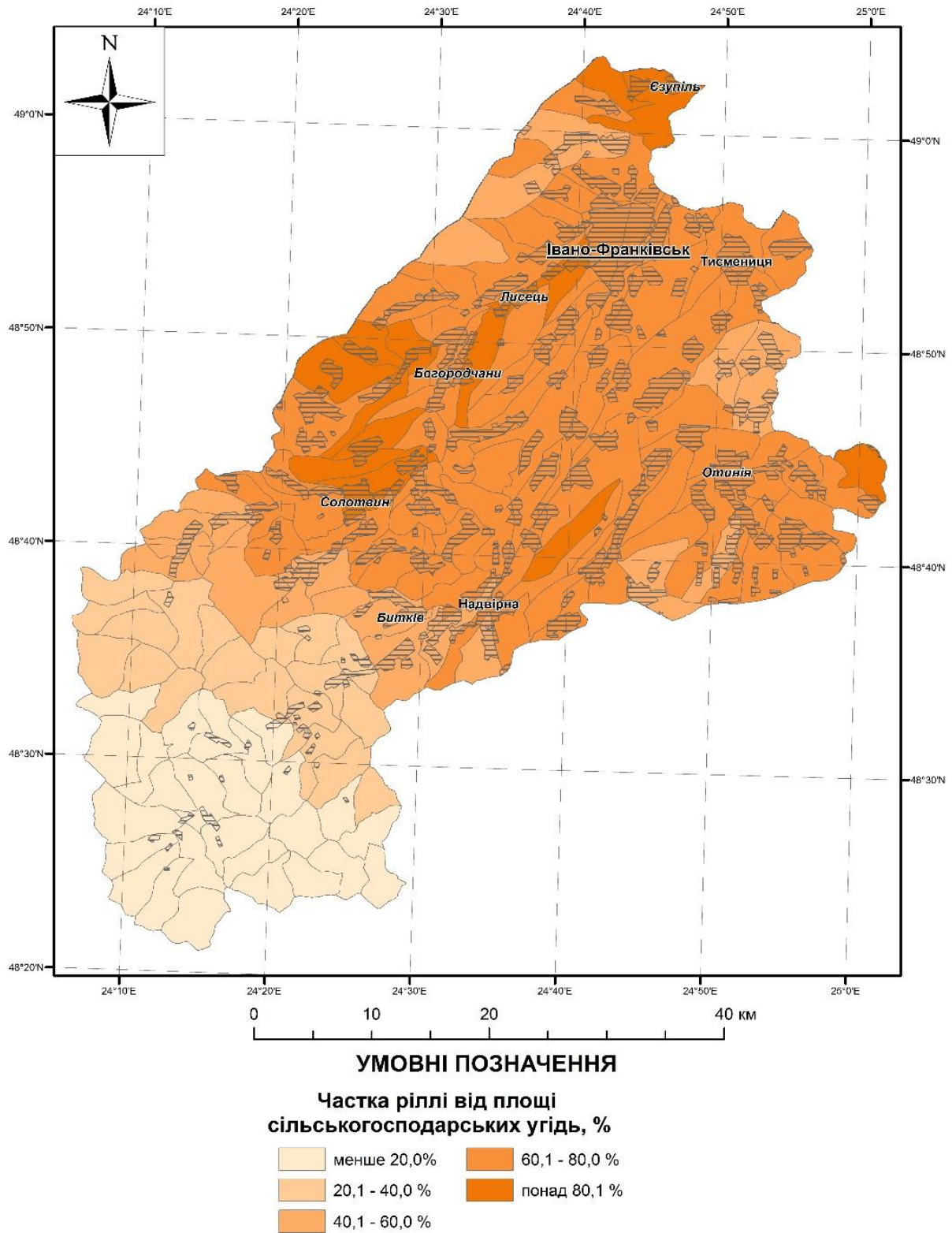


Рис. 6. Розораність сільськогосподарських угідь суббасейнів Бистриці

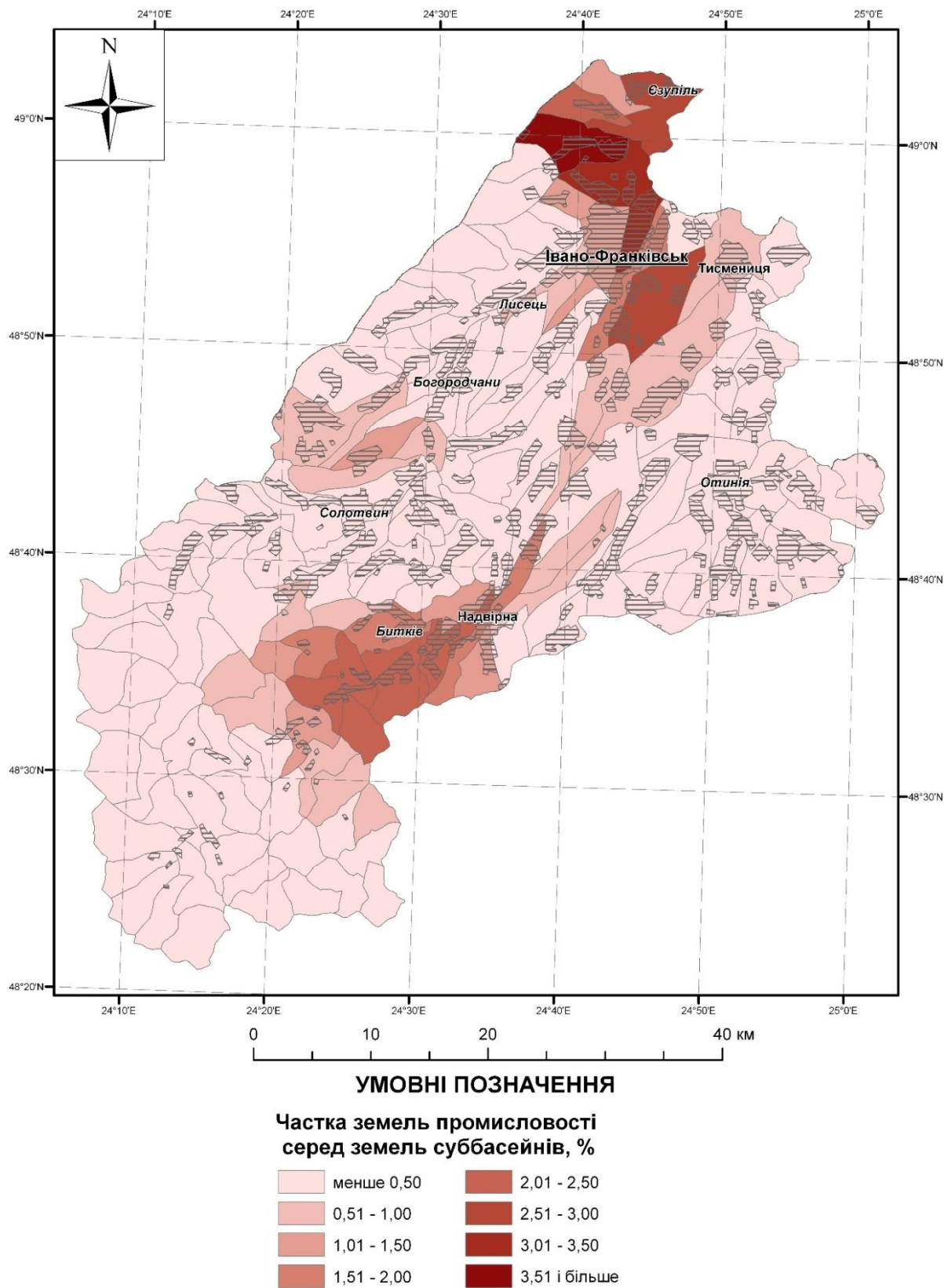
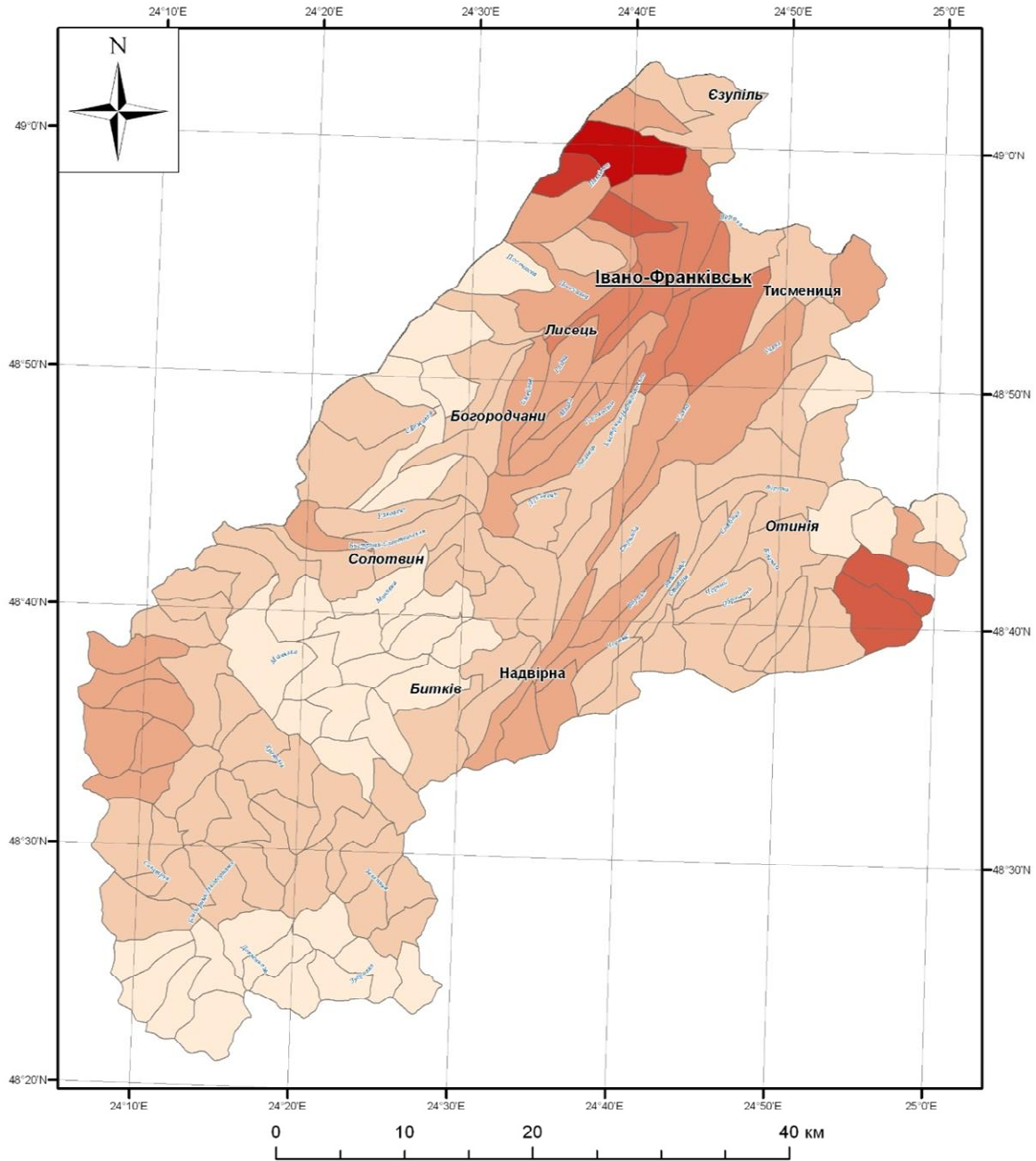


Рис. 7. Частка земель промисловості у структурі земельного фонду суббасейнів РБС Бистриці



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Частка земель транспорту і комунікацій у земельному фонді суббасейнів, %

<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #f5e6d3; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> менше 0,75	<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #c85135; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> 3,01 - 3,75
<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #e6c8a1; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> 0,76 - 1,50	<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #8b0000; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> 3,76 - 4,50
<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #d3a18b; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> 1,51 - 2,25	<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #8b0000; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> більше 4,51
<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #a18b66; border: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> 2,26 - 3,00	

Рис. 8. Частка земель транспорту і комунікацій у структурі земельного фонду суббасейнів РБС Бистриці

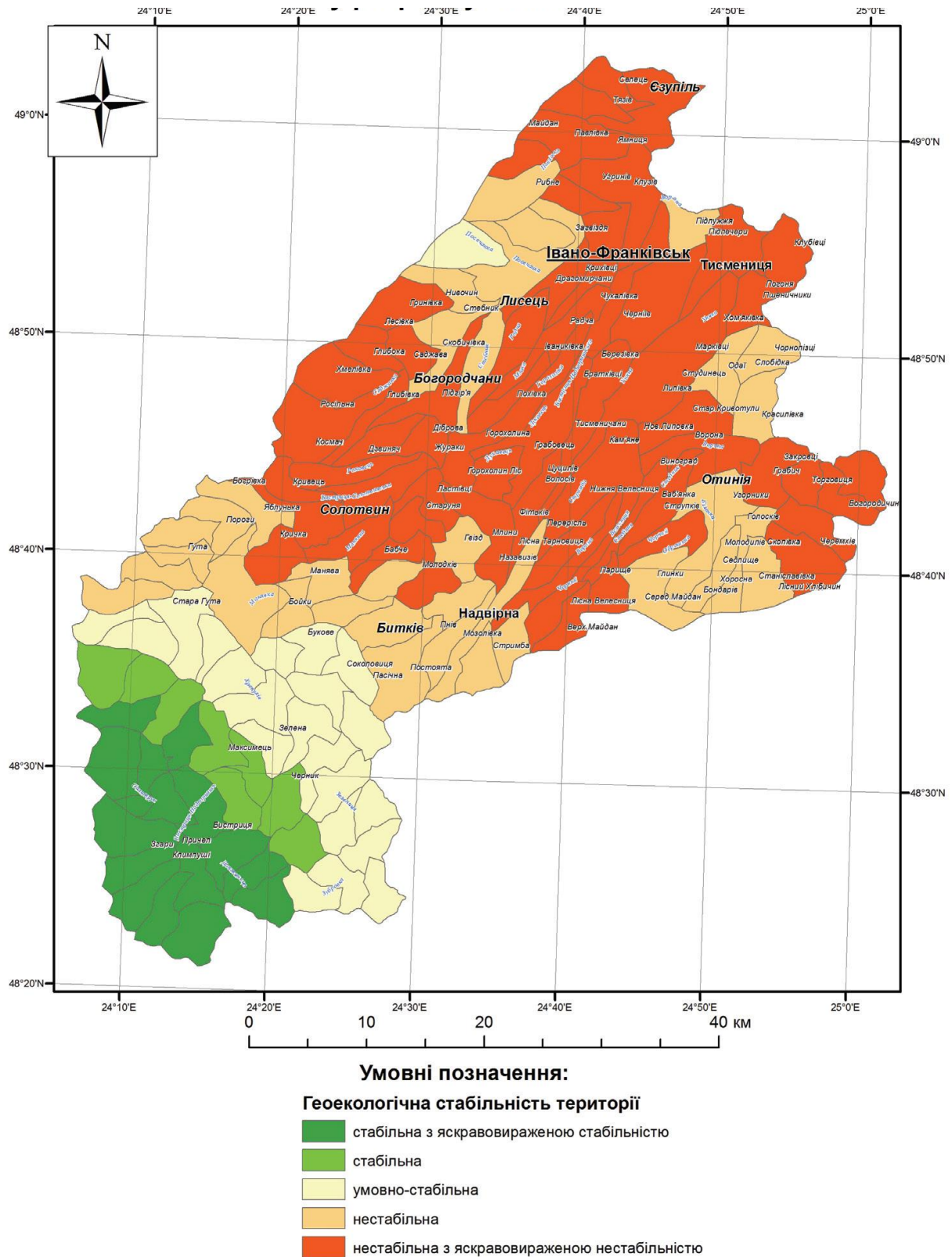


Рис. 9. Оцінка рівня геоекологічної стабільності суббасейнів РБС Бистриці (розраховано за методикою Е. Клементової, В. Гейніге, 1995)

Як свідчать отримані показники (рис. 8), значна частина поверхні РБС зайнята доволі густою мережею доріг, мостовими переходами через річки, ЛЕП, трубопроводами та інфра-

структурою, яка обслуговує їх. Ці споруди суттєво впливають на функціонування річкових систем, особливо в період екстремальних паводків і повеней. Вони можуть спричинити активізацію

руслевих процесів (донної та бічної ерозії, акумуляції наносів тощо), погіршуючи гідроекологічний стан заплавно-руслевих комплексів РБС Бистриці.

Одним із підсумкових результатів картографічного моделювання трансформаційних процесів у річково-басейній системі Бистриці є оцінювання геоecологічної стабільності ландшафтів у суббасейнах РБС Бистриці. Її виконували за різними методиками. Тут подаємо картографічну модель (рис. 9), яку ми сформуваємо за методикою Е. Клементової і В. Гейніге (1995). Як видно з карти, за співвідношенням екологічно стабільних (ліси, луки, багаторічні насадження, пасовища) та екологічно нестабільних земель (рілля, еродовані, уражені ярами землі, кам'янисті угіддя, землі промисловості, під дорогами, забудовою тощо) виділено п'ять категорій басейнових субсистем: 1) стабільні, з яскраво вираженою стабільністю; 2) стабільні; 3) умовно стабільні; 4) нестабільні; 5) нестабільні з яскраво вираженою нестабільністю. Перші дві категорії трапляються у середньогірній лісистій частині басейну, умовно стабільні – у верхній частині низькогір'я, нестабільні – на решті площ низькогірної частини водозбору, а нестабільні з яскраво вираженою нестабільністю – у нижній, переважно рівнинній, терасованій, сильно освоєній господарською діяльністю людини частині РБС Бистриці.

Наукова новизна і практична значущість

Вперше для річково-басейнової системи Бистриці отримано кількісні показники масштабів розвитку трансформаційно-деградаційних процесів, які відбуваються у структурі річкової системи (замулення, пересихання, зменшення кількості і довжини річок низьких рангів, водності тощо) і в ландшафтах їх водозборів впродовж більш ніж 150-річного періоду. Укладено серію великомасштабних цифрових карт, які відображають геоecологічний стан цієї РБС та чинники, що впливають на нього.

Результати досліджень трансформаційних процесів у РБС Бистриці дають підстави запропонувати такі практичні кроки – першочергові природоохоронні заходи в басейні цієї річки:

- розроблення і реалізація комплексного проекту створення водоохоронних зон основних річок басейну Бистриці та їх допливів, протиповеневих дамб для захисту поселень, угідь і комунікацій від затоплення і підтоплення під час екстремальних паводків;
- у зв'язку зі змінами клімату і почастищенням прояву екстремальних гідрологічних процесів (екстремально високих паводків і повеней та масштабних руйнувань і збитків, яких вони завдають населенню, поселенням, угіддям і комунікаціям та екстремально низьких межней, які спричиняють виникнення спектра негативних гідроекологічних процесів, насам-

перед у річищах водотоків різних порядків) вкрай важливе періодичне розчищення річищ як після проходження таких паводків, так і перед ними, а також ремонт дамб і берегоукріплень та створення нових захисних інженерних споруд;

- розроблення проектів другого і третього поясів зон санітарної охорони усіх без винятку водозборів та підприємств, які створюють гідроекологічні загрози для Бистриці і її допливів і населення, яке проживає в її басейні;
- розроблення проектів створення у басейні Бистриці нових природоохоронних об'єктів різних рангів і поєднання їх в екомережу;
- обґрунтування і реалізацію комплексу заходів з розчищення русел і відновлення оптимального функціонування малих річок – допливів Бистриці – та поліпшення їх екологічного стану;
- ремонт аварійних відтинків прируслових дамб та берегоукріплень Бистриці та її допливів (в місцях інтенсивного прояву бічної ерозії);
- створення єдиної інформаційної бази даних, яка б відображала екологічний стан басейну річки Бистриця, розташування джерел антропогенного навантаження на басейнові та долинні ландшафти, масштаби його впливу на річку і геосистему водозбору, ризики прориву наявних гідротехнічних споруд (гребель ставків і водосховищ, протиповеневих дамб тощо);
- розроблення плану дій у надзвичайних ситуаціях у басейні річки Бистриця та її суббасейнах – Бистриці-Солотвинській, Бистриці-Надвірнянській і Вороні;
- розроблення системи оповіщення населення про паводкову небезпеку та екологічні ризики у басейні річки Бистриця;
- розроблення і запровадження заходів зі збереження та відновлення лісового покриву гірських і передгірських ландшафтів у РБС;
- розроблення заходів зі збереження курортно-рекреаційного потенціалу басейну Бистриці та раціонального його використання.

Висновки

1. Виконаний за охарактеризованою методикою аналіз структури річкових систем на п'яти різночасових зрізах її стану (1855, 1925, 1955, 1975, 2008 роки) дає підстави констатувати, що під впливом природних та антропогенних чинників від одного часового зрізу до іншого змінювалися такі морфометричні показники, як порядок (ранг) річкових систем, кількість річок кожного порядку та їх довжина, загальна кількість річок усіх рангів. Найбільші трансформації відбувалися з річками I–II порядків: істотно зменшувалися (на окремих етапах під впливом меліоративних робіт і збільшувалися) їх кількість та довжина. Ці зміни спричиняли трансформацію стоку води і наносів, активізацію руслових і схилових ерозійно-аккумулятивних процесів, зміну гідроекологічного стану

і морфології річищ та заплав малих річок. Масштаби змін відображено на серії картографічних моделей і в підсумкових таблицях. Отримані дані можуть слугувати інформаційно-аналітичним підґрунтям для розроблення комплексу стокорегулювальних, ґрунтозахисних, природоохоронних заходів.

2. Виконані дослідження свідчать, що складний геоecологічний стан РБС Бистриці, доволі великі масштаби розвитку трансформаційних процесів, якими охоплені як річкові системи, так і басейнові ландшафти та їхні компоненти, вимагають негайного здійснення комплексу заходів, які б дали змогу зменшити негативний вплив як річок на прилеглі до них заплавно-русліві й терасові геокмплекси, земельні угіддя, поселення та комунікації, так і процесів, що відбуваються на водозборах річок і впливають на стан та функціонування їхніх річищ.

3. Перспективи досліджень вбачаємо у детальнішому вивченні впливу глобальних і регіональних змін клімату на гідроекологічний стан річкових систем та їх функціонування, а також продовженні моніторингу впливу вирубування лісів на розвиток ерозійних і деградаційних процесів на водозборах і в руслах річок.

Список літератури

- Андрейчук Ю. М. Геоінформаційне моделювання стану басейнових систем (на прикладі притоки Дністра річки Коропець): автореферат дис.канд. геогр. наук: 11.00.11. Львів, 2012.
- Бакало О. Д., Царик Л. П., Царик П. Л. Трансформація еколого-географічних процесів басейну річки Джури : монографія. Тернопіль: СМП "Тайп", 2018. 163 с.
- Дубіс Л. Ф. Структурна організація та функціонування річкових систем гірської частини басейну Тиси: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Львів, 1995. 26 с.
- Иванова Н. Н., Голосов В. Н. Исследования малых рек Восточной Европы: подходы, результаты, проблемы, перспективы / под ред. проф. Р. С. Чалова. *Эрозионные и русловые процессы*. Москва, 2005. Вып. 4. С. 153–174.
- Иванов С., Ковальчук І. Проблема оцінки антропогенної трансформації ландшафтів Малого Полісся. *Фізична географія та геоморфологія*. Київ, 2003. Вип. 44. С. 116–126.
- Клементова Е., Гейниге В. Оценка экологической устойчивости сельскохозяйственного ландшафта. *Мелиорация и водное хозяйство*. 1995. № 5. С. 33–34.
- Ковальчук І. П., Штойко П. И. Степень антропогенной трансформации речных систем как показатель динамики рельефа. *Географические проблемы освоения восточных районов СССР*: тез. докл. науч. конф. Иркутск, 1984. С. 56–59.
- Ковальчук І. П. Вопросы методики исследования антропогенных изменений структуры речных систем, стока воды и наносов. *Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях*: мат. IV Всесоюз. научн. конф. Москва, 1987. С. 277–278.
- Ковальчук І. П., Штойко П. И. Речные системы Западного Подолья: методика выявления масштабов и причин многолетних изменений их структуры и экологического состояния. *Геоморфология*. 1989. № 4. С. 27–34.
- Ковальчук І. П., Штойко П. И. Изменения речных систем Западного Подолья в XVIII–XX веках. *Геоморфология*. 1992. № 2. С. 55–72.
- Ковальчук І. П., Хомин Я. Б. Возможности использования показателей строения и многолетней динамики речных систем Украинских Карпат в индикационных целях. *Ландшафтно-гидрологический анализ территории*. Новосибирск, 1992. С. 177–186.
- Ковальчук І. П., Волос С. И., Холодько Л. П. Тенденции и причины изменения состояния речных систем Запада Украины в XIX–XX веках. *География и природные ресурсы*. 1992. № 2. С. 102–110.
- Ковальчук І. П. Развитие эрозионных процессов и трансформация речных систем при антропогенном воздействии на их бассейны (на примере Западной Украины). *Эрозия почв и русловые процессы*. Москва, 1995. Вып. 10. С. 43–67.
- Ковальчук І. П., Дубіс Л. Ф. Анализ структуры речных систем горной части Закарпатья и оценка ее изменений за период 1939–1992 гг. / под ред.: Р. С. Чалов. *Эрозия почв и русловые процессы*. Москва, 1998. № 11. С. 151–162.
- Ковальчук І., Петровська М. Геоecологія Розточчя: монографія. Львів: Ред.-вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2003. 192 с.
- Ковальчук І. П., Павловська Т. С. Річково-басейнова система Горині: структура, функціонування, оптимізація: монографія. Луцьк: РВВ "Вежа" Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. 244 с.
- Ковальчук І. П., Круль В. П., Романчук С. П. Історико-географічні технології досліджень глобальних та регіональних трансформацій навколишнього середовища. *Географія в інформаційному суспільстві: зб. наук. праць*. У 4-х т. К., 2008. Т. 1. С. 100–110.
- Ковальчук А. І. Використання потенціалу різночасових картографічних джерел та аерокосмічної інформації у дослідженнях річкових систем. *Часопис картографії*. 2012. № 5. С. 27–35.
DOI: http://www.library.univ.kiev.ua/ukr/host/vikings/db/ftp/univ/chk/chk_2012_05.pdf.
- Ковальчук І. П., Михнович А. В. Трансформаційні процеси в структурі річкових систем Українських Карпат. *Фізична географія і геоморфологія*. Київ, 2012. № 2(66). С. 167–174.

- Ковальчук І. П., Ковальчук А. І. Історико-картографічне моделювання процесів освоєння басейнових систем людиною. *Науковий вісник Чернівецького університету*. 2013. Вип. 612–613. С. 78–82. URL: https://collectedpapers.com.ua/wp-content/uploads/2013/11/018_612_613_Kovalchuk_pdf.
- Ковальчук І. П., Швець О. І., Андрейчук Ю. М. Трансформаційні процеси у басейнових геосистемах правобережної притоки Дністра – р. Бережниця та методи їх оцінювання і картографування. *Фізична географія та геоморфологія*. 2013. Вип. 2. С. 282–293. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fiz_geo_2013_2_41.
- Ковальчук І. П., Подобівський В. С. Геоекологія Гогогоро-Кременецького кряжу: монографія. Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2014. 284 с.
- Крута Н. С. Еколого-географічний стан річково-басейнової системи Лугу (притока Дністра): оцінювання, моніторинг, оптимізація: автореферат дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.11. Львів, 2014.
- Микитчин О. І., Скробач Т. Б. Трансформація лісового покриву в басейновій геосистемі річки Бережниця. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 5. С. 39–43. URL: <https://doi.org/10.15421/40280508>.
- Мочерний С. В. Економічна енциклопедія: в 3 т. К.: ВЦ “Академія”, 2000. Т. 3: П (Поручництво) – Я (Японський центр продуктивності). 687 с.
- Павловська Т. Структурні зміни річкової системи Горині у другій половині ХХ сторіччя. 2005. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/153588363.pdf>
- Самойленко В. М., Діброва І. О., Пласкальний В. В. Антропізація ландшафтів: монографія. Київ: Ніка-Центр, 2018. 232 с.
- Словник іншомовних слів / за ред. члена-кореспондента АН УРСР О.С. Мельничука. Київ: Головна редакція УРЕ, 1977. 676 с.
- Смирнова В. Г. Трансформація річок та річкових русел (на прикладі річкових об’єктів Полтавської області). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2013. Т. 1(28). С. 109–116. DOI: https://scholar.google.com.ua/citations?user=x1d7mEAAAAAJ&hl=uk#d=gs_md_citad&u.
- Чемерис М. П. Формирование пойменно-руслового комплекса Волынского Полесья в условиях осушительных мелиораций: автореф.: дис. ... канд. геогр. наук. 25.00.25. Москва, 1994.
- Administrativ Karte von den Königreichen Galizien und Lodomerien mit dem Grossherzogthume Krakau und den Herzogthümern Auschwitz, Zator und Bukowina in 60 Blättern, C. R. von Kummersberg. 1:115200. Wien, 1855. URL: http://polski.mapywig.org/viewpage.php?page_id=43. 20.
- Dang M. H., Shinya U., Masatoshi Yu. Morphological Changes of the Lower Tedoru River, Japan, over 50 Years. *Water*. 2019. No. 11(9). DOI: <https://doi.org/10.3390/w11091852>.
- Dang M. H., Yuhi M., Umeda S. Human Impact on Morphology and Sediment Budget in the Tedoru River, Japan. *Advances in River Sediment Research*. CRC Press: Boca Raton. 2013. P. 289–297.
- Gregory K. J. The human role in changing river channels. *Geomorphology*. 2006. Vol. 79, No. 3–4. P. 172–191. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.018>
- Kowalczyk I., Michnowicz A. Transformacja struktury systemow rzecznych w Karpatach Ukrainiskich / red. nauk. M. Dłuzewski, E. Rojan, I. Tsermegas. *Prace i Studia Geograficzne*, Warszawa, 2009. T. 41. Współczesne procesy rzeźbotwórcze w różnych strefach morfoklimatycznych. S. 119–126.
- LandSat-7. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LandSat-7>.
- LandSat-8. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LandSat-8>.
- Min Xu, Shichang Kang, Xiaoming Wang, Didi Hu, Daqing Yang. Climate and hydrological changes in the Ob River Basin during 1936–2017. *Wiley Online Library. Hydrological Processes*. 2020. Vol. 34, No. 8. URL: <https://doi.org/10.1002/hyp.13695> (дата звернення: 09.01.2020).
- Mostowik K., Siwek Ja., Kisiel M., Kowalik K., Krzysik M., Plenzler Jo., Rzonca B. Runoff trends in a changing climate in the Eastern Carpathians (Bieszczady Mountains, Poland). *CATENA*. 2019. Vol. 182. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104174>
- O’Brian R. Climate change and European rivers: An ecohydromorphological perspective. *Ecohydrology*. 2019. Vol. 12, No. 5. e2099. DOI: <https://doi.org/10.1002/eco.2099>.
- Pinto U., Maheshwari B. A framework for assessing river health in peri-urban landscapes. *Ecohydrology & Hydrobiology*. 2014. No. 2. P. 121–131. DOI: [10.1016/j.ecohyd.2014.04.001](https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2014.04.001).
- The Optical Imaging Mission for Land Services: Copernicus. Sentinel-2. URL: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/cmissions/copernicus-sentinel-2>.
- Van Denderen P., Schielen, R.M.J., Westerhof S., Quartel S., Hulscher S. Explaining artificial side channel dynamics using data analysis and model calculations. *Geomorphology*. 2019. 327:93–110. DOI: [10.1016/j.geomorph.2018.10.016](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.10.016).

A. KOVALCHUK^{1,*}, I. KOVALCHUK², T. PAVLOVSKA³

^{1*}Faculty of geography, Taras Shevchenko national university of Kyiv, 2a, Hlushkova Avenue, Kyiv, 03127, Ukraine, phone: +38(044)5213270, e-mail: kovalchuk94a@gmail.com

²Faculty of land management, NULES of Ukraine, 17, Vasylkivska Str., Kyiv, 03040, Ukraine, phone: +38(044)2580525, e-mail: kovalchukip@ukr.net

³Lesya Ukrainka Eastern European national university, 9, Potapova Str., Lutsk, 43025, Ukraine, phone: +38(0332)240421, e-mail: pavlovskaa2011@gmail.com

TRANSFORMATION PROCESSES IN THE RIVER-BASIN SYSTEM OF BYSTRYTSIA AND THEIR GEOINFORMATION-CARTOGRAPHIC MODELS

The problem of assessing the scales and direction of the development of transformation processes that occur in river systems and components of the natural environment of their basins under the influence of a wide range of factors in the long run, remains an urgent task. This is the result of the diversity of human and societal impacts on river basin systems (RBS) and the need to assess the effects of global and regional climate change and their impact on water runoff, sediments and solutes discharges, the geoecological status of river basin systems. To a large extent, this applies to the river basin systems of the Carpathian region, thus the selection of river basin system Bystritsa as a study object, being the right-bank tributary of the Dniester, located in Ivano-Frankivsk region and covering mountain (Ukrainian Carpathians) and foothill (Precarpathian) landscapes with peculiar natural and economic conditions. This RBS is typical for the Carpathian region, so the results will also reflect the situation in other RBS. The **aim** of the paper is the quantitative assessment of the scales and long-term trends in the development of the transformation processes in the structure of the river basin system of Bystritsa, the exploration of the range of factors responsible for these changes and their geoecological consequences and the reflection of the results on a series of cartographic models of RBS. The performed research is based on a complex technique, which combines methods of cartometric analysis of the structure of river systems on the basis of different time (1855, 1925, 1955, 1975, 2008) topographic maps of scale 1:100 000; methods of analysis of the state of landscape components (soils, forest cover, land structure, etc.) and their long-term changes; methods of analysis of monitoring data on changes of objects and development of processes (water, sediments, and dissolved substances runoff in rivers, manifestation of erosion, mudflow, landslide, karst, mining processes; industrial, agricultural, forestry and water management activities, sewage discharges, surface water and groundwater intake, etc.); methods of remote sensing data analysis and geoinformation-cartographic modeling. As a **result** of the performed research the conceptual model of transformation processes in river basin systems which occur under the influence of natural and anthropogenic factors is developed, parameters of structure of river systems are defined (number of rivers of different orders, their length, general order of RBS on each “time slice” of its state), the scale of development of transformation processes in RBS Bystritsa from one time slice to the next and for the whole studied period, the degree of influence of natural and anthropogenic factors on these transformations and their geoecological consequences is revealed and estimated. A series of digital maps of RBS Bystritsa have been compiled, which reflect the main results of the research. A set of environmental measures aimed at improving the river and basin system of Bystritsa and measures to optimize nature management is substantiated.

Key words: geoecological conditions; geoinformation and cartographic models; river system; river basin system; transformation processes.

Надійшла 07.09.2020 р.