

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**Географічний факультет
кафедра географії України та регіоналістики**

Аналіз змін природно-антропогенних умов в басейні річки Серет

Кваліфікаційна робота

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Виконав:

студент 6 курсу, 617 групи

Волянюк Костянтин Миколайович

Керівник:

Кандидат географічних наук,

доцент Паланичко О.В.

*До захисту допущено
на засіданні кафедри*

протокол № 22 від 25. 11 2024 р.

Зав. кафедрою _____ проф. Костащук І.І.

Чернівці – 2024

АНОТАЦІЯ

Воляннюк Костянтин Миколайович

*Здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
галузі знань 10 – Природничі науки, спеціальності 103 – Науки про Землю,
ОПП «Гідрологія» кафедри географії України та регіоналістики
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича,
м. Чернівці, Україна*

АНАЛІЗ ЗМІН ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННИХ УМОВ В БАСЕЙНІ РІЧКИ СЕРЕТ

Анотація. У даній кваліфікаційній роботі було проведено дослідження основних змін природних та антропогенних умов формування басейну річки Серет. Проаналізовано вплив природних та антропогенних чинників. Описано існуючі методичні підходи та попередні дослідження. Для аналізу застосовано дані ДЗЗ та сучасні ГІС-технології. Досліджено особливості зміни форми русла та прилеглих територій під впливом природних та антропогенних чинників. Визначено основні з них, які найбільше впливають. Уздовж русла річки виявлено значний антропогенний вплив, який проявляється у спрямленні русла та побудові різноманітних інженерних споруд. Отримані в ході досліджень результати дозволяють розробити ефективні стратегії управління для збереження даної екосистеми для майбутніх поколінь.

Ключові слова: русло, Серет, деформації, антропопресинг, урбанізація, дистанційне зондування, знеліснення.

ABSTRACT

Volianiuk Kostiantyn Mykolaiovych

Applicant for the second (master's) level of higher education

field of knowledge 10 - Natural Sciences, specialty 103 - Earth Sciences, OPP

"Hydrology" of the Department of Geography of Ukraine and Regional Studies Yuriy

Fedkovych Chernivtsi National University,

m. Chernivtsi, Ukraine

ANALYSIS OF CHANGES IN ANTHROGENIC CONDITIONS IN THE SERET RIVER BASIN

Abstract. In this qualification work, a study of the main changes in the natural and anthropogenic conditions of the Seret River basin formation was carried out. The influence of natural and anthropogenic factors is analyzed. Existing methodological approaches and previous studies are described. Modern remote sensing and GIS technologies are used for the analysis. The features of changes in the shape of the channel and adjacent territories under the influence of natural and anthropogenic factors are investigated. The main ones that have the greatest impact are identified. A significant anthropogenic impact has been detected along the river channel, which is manifested in the straightening of the channel and the construction of various engineering structures. The results obtained in the course of the research allow us to develop effective management strategies to preserve this ecosystem for future generations.

Keywords: channel, Seret, deformation, anthropogenic pressure, urbanization, remote sensing, deforestation.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

 К.М. Волянчук

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. Теоретико-методологічні основи досліджень в басейні річки Серет	4
1.1. Огляд попередніх досліджень в басейні річки	4
1.2. Гідрологічна вивченість, спостереження та гідрологічна інформація	14
1.3. Методологія дослідження	17
РОЗДІЛ 2. Загальна характеристика басейну річки Серет.....	20
2.1. Природні умови формування басейну річки Серет	20
1.1.1. Геолого-геоморфологічна будова.....	20
1.1.2. Кліматичні умови.....	23
1.1.3. Ґрунтовий покрив та рослинність.....	24
1.1.4. Загальна характеристика гідрографічної мережі річки	26
2.2. Аналіз господарської діяльності в басейні річки	29
РОЗДІЛ 3. Аналіз змін природно-антропогенних умов в басейні річки Серет	39
3.1. Вивчення умов розвитку руслових процесів річки Серет	39
3.2. Основні аспекти антропопресингу на басейн річки	54
3.3. Урбанізація прибережних територій	57
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	65

ВСТУП

Актуальність теми пов'язана із тим, що у зв'язку з активним розвитком антропогенної діяльності та незворотніми змінами клімату, які серйозно впливають на природні екосистеми басейну річки Серет, вивчення цих процесів стане надзвичайно важливим. Розуміння наслідків глобальних змін, таких як забруднення водойм, втрата біорізноманіття та зменшення водних ресурсів, дозволить визначити екологічну стабільність регіону. Це важливо для забезпечення природних та водних ресурсів, і врахування потреб місцевих громад. Аналіз змін у басейні річки Серет допоможе виявити та оцінити позитивні та негативні впливи антропогенних факторів на водні ресурси, ґрунти, рослинність та тваринний світ регіону. Отримана інформація може бути ключовою для розробки стратегій ефективного управління природними ресурсами річки Серет, та збереження екосистем для майбутніх поколінь.

Мета роботи – виявити та проаналізувати основні зміни природних та антропогенних умов формування басейну річки Серет.

Об'єкт дослідження: басейн річки серет.

Предмет дослідження: просторово-часові зміни природно-антропогенних умов в басейні річки Серет.

Відповідно до мети перед нами були поставлені такі **завдання:**

1. Описати умови формування басейну річки Серет.
2. Ознайомитися із працями попередніх дослідників.
3. Проаналізувати зміни природно-антропогенних умов в басейні річки Серет.

Для виконання даного дослідження нами було застосовано такі методи: Літературно-описовий, картографічний (Дані ДЗЗ: Google Earth Pro, EO Browser, Copernicus Browser), порівняльний та метод-прогнозування. Також використано програмне забезпечення: QGIS.

РОЗДІЛ 1. Теоретико-методологічні основи досліджень в басейні річки Серет

1.1. Огляд попередніх досліджень в басейні річки

Вивчення річкових басейнів відіграє важливу роль у наукових дослідженнях водних екосистем, і знання, вже отримані в цій галузі, є важливою основою для подальших досліджень. З часом науковий інтерес до річкових басейнів зростає, і огляди попередніх досліджень вказують на широкий спектр питань, що стосуються вчених, від якості води до впливу клімату на гідрологічні процеси. Різні наукові підходи до аналізу річкового басейну є важливими факторами для розуміння динаміки та екологічних взаємозв'язків водних ресурсів. Таким чином, детальний аналіз попередніх досліджень річкових басейнів має вирішальне значення для визначення наукових пріоритетів та розробки ефективних стратегій управління цією водною системою. Вивчення басейну річки Серет є невід'ємною частиною сучасних наукових досліджень, і якщо ми розглянемо попередні дослідження, то побачимо, що більшість наукових зусиль зосереджені на різних сферах, таких як оцінка якості води, регулювання стоку, екологічні аспекти та взаємодія з кліматом. Такий комплексний підхід дозволяє зрозуміти не тільки фізичні та хімічні властивості річкових басейнів, а й їх екологічні взаємозв'язки, створюючи необхідну основу для подальших досліджень. У цьому контексті слід розглянути декілька статей, що детально описують ці аспекти басейну річки Серет.

У статті [20] Морозовська та співавтори провели дослідження у 2020 році, там вони проаналізували якість води в річці Серет. Виявилось, що за результатами моніторингу у 2020 році зміни мінерального складу та біогенних елементів міста у водах річки Серет були проаналізовані на 3 спостережних пунктах: селі Горішньо-Івачів, м.Тернопіль та м. Чортків. Було виявлено, що мінералізація води коливається від 250 до 350 мг/дм³, найнижча у верхів'ях річки (від 250 до 270 мг/дм³), зростає вниз за течією і досягає від 290 до 350 мг/дм³ Після міста Тернополя. У період підвищеного вмісту води

мінералізація досягла максимуму в 390 мг/дм^3 , який міг знизитися протягом усього періоду спостережень, особливо під час танення снігу і проливних дощів. В результаті моніторингу в 2019-2020 роках з'ясувалося, що загальна концентрація амонію і нітратів не перевищує гранично допустиму норму (ГДК). Рівень амонію коливався від $1,10$ до 2 мг/дм^3 , а рівень нітратів - від 4 до 8 мг/дм^3 . Вміст фосфат-іонів у 25 разів перевищує ГДК ($0,1 \text{ мг/дм}^3$) проточного пласта, що зафіксовано в основному на Тернопільській та Чортківській ГЕС. Зокрема, в Чорткові середньорічні показники перевищують нормативні в 10 разів, а в Тернополі - в 2 рази. Такі крайнощі можуть бути викликані скиданням стічних вод з муніципальних будинків і змиванням залишків мінеральних добрив з сільськогосподарських угідь. У 2020 році середньорічний вміст фосфатів становив $0,44 \text{ мг/дм}^3$, з різними показниками в різних областях, включаючи максимальні значення у Чорткові ($1,59 \text{ мг/дм}^3$) [20].

Дослідниками була побудована діаграма динаміки вмісту фосфат-іонів у точках моніторингу на річці Серет (Рис. 1.1).

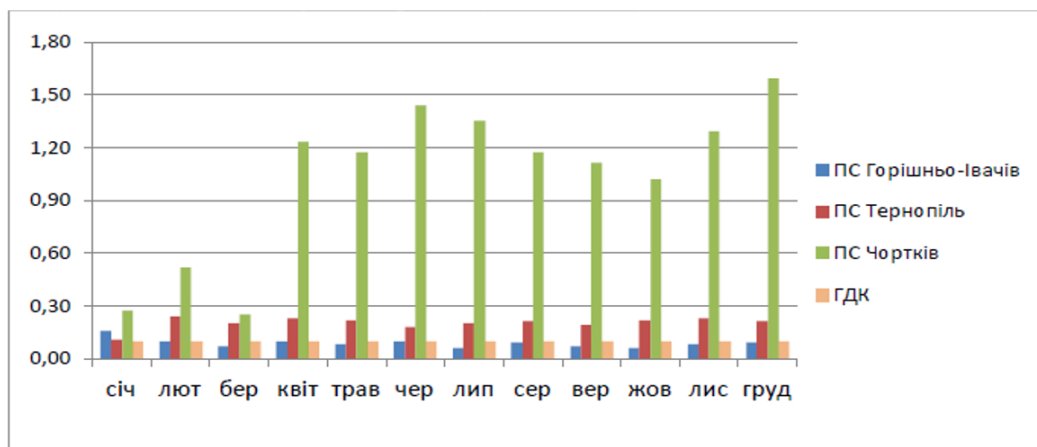


Рис. 1.1. Динаміка вмісту фосфат-іонів у точках моніторингу на р. Серет впродовж 2020 року, мг/дм^3 [20].

Проаналізувавши динаміку вмісту БСК₅ у 2020 році, варто відзначити, що у червні в усіх точках спостережень зафіксовано перевищення гранично допустимих концентрацій ($3 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$). Середньорічне значення вмісту БСК₅

у цьому році становило $2,59 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, з різними показниками в різних точках, такими як у с. Горішньо-Івачів – $2,60 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, у м. Тернопіль – $2,69 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, та у м. Чортків – $2,47 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. Мінімальні значення БСК₅ зафіксовані у двох точках спостережень, а саме у м. Тернопіль та м. Чортків – $2,10 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. Максимальний показник спостерігався у м. Чортків – $4,20 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. Були зроблені висновки, що моніторинг якості води в річці Серет здійснюється на п'яти нерівномірно розташованих спостережних пунктах, що охоплюють такі показники, як загальний азот, БСК₅, зважені тверді частинки, розчинений кисень, іон амонію, нітрат-іон, нітрит-іон і фосфат-іон. Наш аналіз показав, що серед усіх спостережуваних показників фосфат перевищував ГДК (в 10 разів) і БСК₅ (в 2 рази). Основними джерелами забруднення річки Серет є ПМП "Комунекосервіс" у смт. Микулинці, КП "Чортківський ВУВКГ" у м. Чортків, КП Теребовлянської міської ради "Теребовля", КП "Тернопільводоканал" у м. Тернопіль, а також населені пункти – смт. Залізці, с. Касперівці, м. Тернопіль. Для поліпшення якості води рекомендується встановити очисні споруди в таких населених пунктах, як Теребовля, Росохач, Буданов і Залізяки, а також замінити обладнання в Чорткові, Касперівцях і Тернополі. Також необхідно посилити контроль за внесенням мінеральних добрив та засобів захисту рослин сільськогосподарськими підприємствами та приватними господарствами [20].

У наступній статті «Оцінка зарегульованості стоку окремих річок західного поділля» проводили дослідження впливу водосховищ на зарегульованість стоку річок Серет, Стрипа, Збруч і Золота Липа [16]. Дані дослідження показали, що максимальна кількість водосховищ на річці Серет становить 8. Загальною площею 2100 га та обсягом $57,4 \text{ мільйонів м}^3$. Це означає, що 30% всіх водосховищ Тернопільської області знаходяться в басейні річки Серет, що становить 72% від загального об'єму і 58,5% площі всіх водосховищ області. Автор статті розробив таблицю з параметрами досліджуваних річок (рис. 1.2).

Гідрометричні параметри водосховищ західного Поділля

Річка	Назва водосховища	Площа водного дзеркала, га	Об'єм водосховища, млн. м ³	
			Повний	Корисний
Серет	Більче-Золотецьке	70,0	2,1	0,7
	Вертелівське-1	150,0	1,9	1,9
	Вертелівське-2	140,0	2,1	2,1
	Верхньоівачівське	320,0	3,2	1,9
	Заложцівське	690,0	13,3	12,6
	Касперівське	290,0	18,8	17,7
	Скородинське	140,0	3,4	2,8
	Тернопільське	300,0	12,6	6,6
Стрипа	Плотицьке-1	120,0	1,5	1,5
	Плотицьке-2	130,0	1,7	1,7
	Плотицьке-3	180,0	2,5	2,5
	Зборівське	120,0	1,5	1,5
Збруч	Підволочиське	215,0	2,9	2,9
	Сатанівське	60,0	1,0	0,7
	П'ятничанське	52,0	1,2	1,1
Злата Липа	Бережанське	240,0	3,6	3,6

Рис. 1.2. Гідрометричні параметри водосховищ західного Поділля [16].

Автор за допомогою формул розрахував зарегульованість стоку для досліджуваних річок в тому числі і для Серету (рис. 1.3).

Річка	Кількість водосховищ	Повний об'єм водосховищ, млн. м ³	Середня багаторічна витрата води, м ³ /с	Об'єм стоку річки, млн. м ³	Коефіцієнт зарегульованості стоку
Серет	8	57,4	12,1	382,0	0,15
Стрипа	4	7,2	1,9	60,0	0,12
Збруч	3	5,1	2,7	85,0	0,06
Золота Липа	1	3,6	3,9	123,0	0,03

Рис. 1.3. Результати розрахунку зарегульованості стоку середніх річок західного Поділля [16].

Аналіз табличних даних показав, що найвищі коефіцієнти регулювання стоку були зареєстровані в річках Серет (0,15) і Стрипа (0,12). Це пов'язано зі

значною кількістю водосховищ, розташованих на їхніх територіях, та значними об'ємами води, які ці водойми зберігають. У загальному підсумку можна стверджувати, про пряму кореляцію зарегульованості стоку середніх річок Західного Поділля з трьома основними факторами: наявністю водосховищ та їхнім об'ємом, середньою довгостроковою витратою води в річці, та гідрометричними параметрами самого водотоку [15].

У своїй статті [11] Дмитрів провела аналіз сучасного стану природо-заповідного фонду в долині річки Серет. Вона виявила, що річка Серет є важливим екологічним коридором, який об'єднує екологічне ядро всього регіону і стає важливим екологічним об'єктом, що вимагає постійного моніторингу та захисту. Наголос також слід робити на тому, що природоохоронним об'єктом річки стає не лише екологічний коридор, який став об'єктом охорони річки, а й на великій кількості територій і об'єктів, які є об'єктами спадщини і розташовані в долині річки. Аналіз заповідних об'єктів у долині річки Серет виявив наявність ландшафтного заказника, гідрологічних заказників, орнітологічного, іхтіологічного та регіонального ландшафтного парку. Значна частина природно-заповідних територій у долині річки Серет приурочена до Серетського гідрологічного заказника загальнодержавного значення. Інші акваторії включають водне плесо Чистилівського орнітологічного заказника загальнодержавного значення (5,8%), Касперівського ландшафтного заказника загальнодержавного значення (4,6%), Тернопільського регіонального ландшафтного парку "Загребелля" (5,6%). Також існує ряд невеликих за площею заповідних територій. На рис. 1.4 зображено існуючі та майбутні гідрологічні заповідні об'єкти Тернопільської області [11].

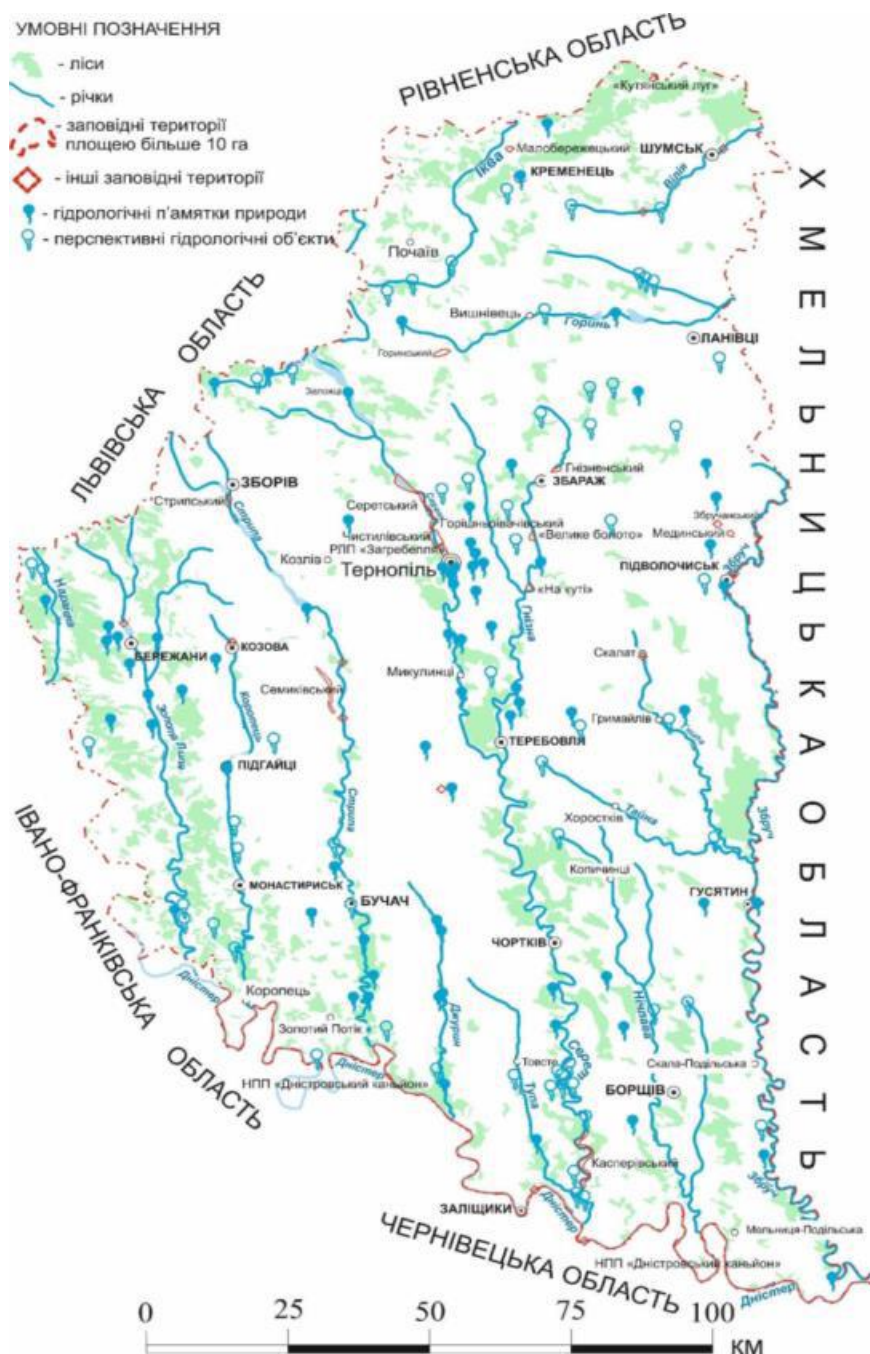


Рис. 1.4. Існуючі та перспективні гідрологічні заповідні об'єкти Тернопільської області [11].

Завдяки утворенню заповідних територій у долині річки Серет, природна долина річки залишається недоторканою, стає зоною міграції та місцем високого біорізноманіття тварин. Долина Серету, завдяки своєму географічному розташуванню та різноманітності флори та фауни, обіцяє значний потенціал для заповіду. Деякі ділянки річки поєднують такі ділянки,

як вузькі ущелини з великими висотами та крутими схилами. Деякі круті ділянки долини Серету вкриті ділянками кам'янистих степових рослин, включаючи обмежену популяцію ясенцю білого, виду, занесеного до Червоної книги України. У заплаві річкових боліт багато озер, змішаних з різною сумішшю різноманітних пташиних фацій. Також тут можна виявити ряд рослин, зокрема червонокнижних та зникаючих видів, таких як (осока Девелла, товстянка двоколірна, Фукса, зозулинні сльози яйцевидні, а також білозір болотний - вид, який є регіонально рідкісним на території області). Річка Серет протікає через кілька населених пунктів, включаючи села Гарбузів, Манаїв та Перепельники Зборівської міської громади. У цих районах немає місць для відпочинку або риболовлі. Для поліпшення стану річки необхідно очистити ресурси, що ведуть до відновлення її екологічного стану і відновленню рослинності водно-болотних угідь. На території Тернопільської області розташована досить велика кількість перспективних природоохоронних об'єктів, і долина річки Серет не є винятком. Тут можливе створення нових заповідних територій [11].

У статті Самойленко та співавтори провели аналіз тенденцій основних кліматичних змін в басейні річки Дністер в останні десятиліття [26]. Вони визначали, що опади є важливим компонентом водного балансу і формують обсяг водного стоку. Середньорічна кількість опадів визначає загальний вміст води в річці. У басейні Дністра кількість опадів зменшується в напрямку півдня і південного сходу із Заходу і північного заходу, а в Карпатських горах з інтервалами від більш ніж 1000 мм до 300 мм нижче за течією. Аналіз багаторічної динаміки річної кількості опадів показав практичну стабільність протягом розглянутого періоду. В середині 80-х - кінці 90-х років кількість опадів трохи збільшилася, а потім трохи зменшилася. Мінливість опадів у верхній і центральній частині Дністровського басейну характеризується синхронністю, але в нижній частині інша частина всього басейну і фазове порівняння середніх опадів з 1991 по 2015 рік показали зміни в межах 20 мм за період кліматичної норми. Наприклад, у Дрогобичі та Кам'янець-

Подільському кількість опадів збільшилася на 13 і 3 мм . Довгострокова Динаміка середньорічного стоку річок в басейні річки Дністер спостерігається з 1981 року, з періоду значної зміни клімату в Україні (2010), на 4 гідрологічних постах (Заліщики, Самбір, Могилів-Подільський, село Журавно). Коливання стоку мають синхронний характер на різних постах, поділяючи зміни середньорічного стоку за період з 1981 по 2015 рр. на зниження (1981–1995) і підвищення (1996–2010). З 2011 року спостерігається тенденція до скорочення річкового стоку. Порівняння довгострокових коливань середньорічної температури, опадів та стоку показує складний взаємозв'язок, але в останні роки (з 2010 року) не було чітких доказів зменшення річкового стоку через підвищення температури та зменшення кількості опадів [27].

У своїй статті Болотний також досліджував тенденції змін кліматичних параметрів за допомогою розрахунку водного балансу водосховищ верхньої течії річки Серет [5]. За допомогою даних від Тернопільського обласного центру з гідрометеорології йому вдалось за допомогою формули водного балансу розрахувати та визначити витрати води на випаровування у кожному досліджуваному водосховищі (Рис. 1.5).

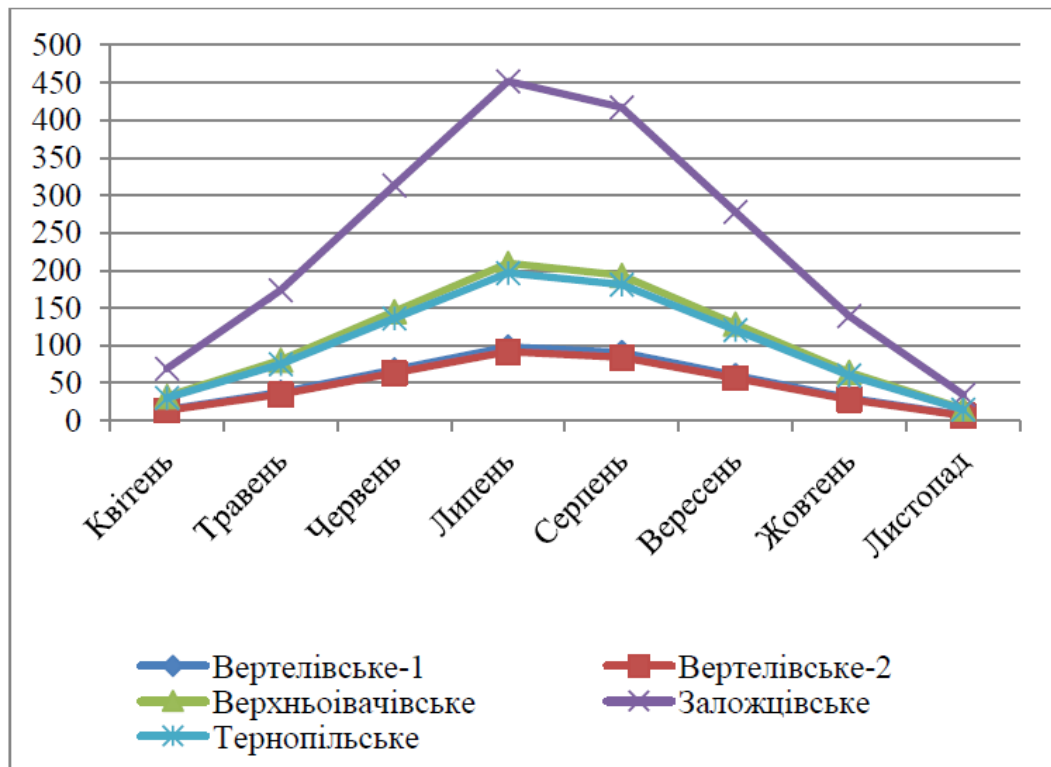


Рис. 1.5. Динаміка середньорічного випаровування з поверхні водосховищ [5].

За результатами розрахунків стало ясно, що Заложцівське водосховище має найбільший обсяг випаровування в рік, що досягає приблизно 1740 мм. це пояснюється тим, що це найбільше водосховище за площею. Навпаки, водосховище Вертелівське-2 відрізняється найнижчим рівнем випаровування.

За допомогою даних з діаграми Динаміка середньорічного випаровування та статистичних даних Тернопільського обласного центру з гідрометеорології автору вдалось розрахувати річний стік для досліджуваних водосховищ. Дослідником була побудована таблиця результатів розрахунку основних показників водного балансу (рис. 1.6).

Назва водосховища	Кількість опадів (Р, мм)	Випаровування (Е, мм)	Річний стік (R, мм)
Вертелівське-1	612	377,8	234,2
Вертелівське-2	612	352,8	259,2
Верхньоівачівське	612	806,0	-194,0
Заложцівське	612	1738,5	-1126,5
Тернопільське	612	755,8	-143,8

Рис. 1.6. Результати розрахунку основних показників водного балансу водосховищ верхньої течії річки Серет [5].

На підставі результатів отриманих розрахунків можна визначити, що річний стік становить (23-42%), у витратній частині водного балансу водосховищ виявляється високий відсоток сумарного випаровування (61-76%). Якщо кількість опадів у басейні річки стане менше, то існує ризик висихання водосховища, оскільки випаровування переважає над стоком. Це означає, що необхідно застосовувати заходи з оптимізації для збільшення лісистості басейну, поглиблення дна водосховища і регулярного очищення русла річки. Ці заходи допомагають зменшити випаровування та збільшать річковий стік. У цьому випадку можна зробити висновок, що для вирішення проблеми водного балансу необхідний системний підхід до ефективного управління водними ресурсами регіону і урахування кліматичних факторів [5].

У статті «Екологічне здоров'я водойм Тернопільської області» проводили оцінку екологічного стану річки Серет шляхом вивчення фізико-хімічних параметрів водойм, біогенних речовин і порівняння їх з літературними даними про розвиток фітопланктону у водоймі., Скиба зі співавторами визначили, що у річках Тернопільської області, особливо в річці Серет показують коливання концентрації фосфатів [27]. Значення варіюються від мінімуму у вересні (0,021 мг/дм³) до максимуму в серпні (0,046 мг/дм³), не перевищуючи максимально допустиму концентрацію. Для поліпшення екологічної ситуації в регіоні рекомендується розширити використання водних рослин в якості біологічних фільтрів уздовж річок і прибережних зон

з подальшою утилізацією. Аналіз показав, що різні види рослин накопичують різні важкі метали: *Nuphar lutea* (L.) Sm. - ферум та цинк, *Sagittaria sagittifolia* L. - кобальт та нікель, *Ceratophyllum demersum* L. - манган, *Ranunculus circinatus* Sibth. - плюмбум. Підсумково, було досліджено екологічну ситуацію та антропогенний вплив на водосховища Тернопільської області, зокрема на річку Серет та Тернопільський ставок. Було звернуто увагу на забруднення водойм біогенними речовинами, зокрема фосфатами. Експериментально підтверджено, що концентрація фосфатів у річці Серет не перевищує максимально допустимих норм, як в інших річках регіону. Рекомендації щодо розширення використання водних рослин як водоочисників підкреслюють необхідність систематичного вирішення проблем гідроекології в Тернополі, підкреслюючи ефективність макрофітів як біологічних фільтрів [27].

Отже, аналіз попередніх досліджень басейну річки Серет демонструє високий рівень наукових зусиль, спрямованих на різні аспекти наукової діяльності. Такий комплексний підхід не тільки розкриває фізичні та хімічні властивості басейну річки, але й розкриває розуміння її екологічних взаємозв'язків, створюючи важливу основу для майбутніх досліджень.

1.2. Гідрологічна вивченість, спостереження та гідрологічна інформація

Річка Серет, що протікає Тернопільською областю, є лівою притокою річки Дністер. Бере початок із села Нище Тернопільської області на висоті 368 метрів і протікає через Подільську височину. Формується річка з декількох потоків (Серет Правий, Серет Лівий, Вятима, Граберка) біля села Ратищі. Річка Серет простягається на 242 кілометри та має басейн площею 3900 квадратних кілометрів, що є майже третиною площі області. Початкові ділянки річки Серет та її верхня течія до міста Тернопіль проходять через просторі, рівномірні заболочені долини, де ширина долини річки коливається від 0,5 до 0,8 кілометрів, а ширина заплави складає 0,1-0,2 кілометра, з глибиною від 15 до 18 метрів. Після Тернополя долина Серету стає вужчою, іноді її ширина

скорочується до 0,1-0,2 кілометра, а нижче села Буцнів річка стає крутою і звивистою, з густими лісами на крутих схилах. Нахил річки складає 0,9 метра на кілометр, що призводить до повільної течії швидкістю 0,3-0,5 метра за секунду, а на порогах може досягати до 2 метрів за секунду. Автори статті розробили таблицю з основними гідрологічними характеристиками річки Серет (рис. 1.7).

Назва річки	Довжина, км	Загальне падіння, м	Середній нахил, %	Щільність річкової мережі басейну, км ² /км	Площа басейну, км ²
Серет	242	230	0,9	0,44	3900

Рис. 1.7. Основні гідрологічні характеристики річки Серет [17].

Режим води у річці залежить від її живлення, в основному це снігові талі води. Весняні повені зазвичай починаються у початкових днях березня та тривають приблизно місяць. Найбільший об'єм води спостерігається весною, коли витрати води можуть коливатися від 54 до 313 м³/с, залежно від місця на річці. Мінімальний рівень води зафіксовується влітку. Термічний режим річки відрізняється високими температурами води протягом року, зокрема взимку (+2...+3°C), завдяки виходу теплих підземних вод, які живлять річку. Середня каламутність води становить 100-200 г/м³, але під час повеней та паводків вона може підвищуватись до 500-600 г/м³ і більше. У літні місяці вода річки стає прозорою, але має помірну мінералізацію від 350 до 550 мг/дм³[12].

Для аналізу, спостереження та контролю гідрологічних умов використовують гідрологічні пости. Ці спеціалізовані станції розташовані на річках, озерах, водосховищах та інших водоймах. Головною метою гідрологічних постів є збір даних про рівень води, температуру води, швидкість та напрямок течії, а також інші параметри водного середовища. За інформацією Українського гідрометеорологічного центру на момент 2024 року, на річці Серет функціонує два гідрологічних поста, у селі Велика Березовиця та у місті Чортків (рис. 1.8).

№ п/п	Річка	Гідрологічний пост	Наявні матеріали спостережень (роки) за:	
			рівнями води	витратами води
1	Золота Липа	м. Бережани	1940,1941,1945-2020	1940,1941,1945-2020
2	Золота Липа	с. Задарів	1902-11, 1913, 1914,1925-29, 1940,1941,1945-2020	1955-2020
3	Циніївка (Золота Липа)	с. Потутори	1940,1945-76	1953-77
4	Коропець	м. Підгайці	1940,1946-2020	1945-2020
5	Коропець	смт Коропець	1948-2020	1948-2020
6	Коропець	с. Гать	1947-58,1961-69	-
7	Коропець	с. Велика Добрань	1955-69	-
8	Стрипа	х. Каплинці	1945-2020	1945-2020
9	Стрипа	м. Бучач	1963-2020	1912,1913,1923-29,1963-2020
10	Серет	смт Велика Березовиця	1897-1900,1902-06,1908-11, 1913, 1920-22,1924-29, 1940,1941, 1945-60,1962- 2020	1961-2020
11	Серет	м. Чортків	1940,1941, 1944 -2020	1898-1911, 1913, 1923- 29,1940,1941, 1944-2020
12	Серет	с. Городище	1945-64	1945-64
13	Гнізна (Серет)	с. Плебанівка	1924-29, 1940, 1941,1944- 88	1954-88
14	Нічлава	с. Стрілківці	1945-2020	1955-2020
15	Збруч	м. Волочиськ	1944-2020	1957-2020
16	Збруч	с. Завалля	1972-2020	1971-2020
17	Збруч	Заваллівська ГЕС	-	1960-71
18	Збруч	с. Вітківці	-	1933-43, 1945, 1946,1956-61
19	Гнила (Збруч)	с. Личківці	1946-88	1962-88

Рис. 1.8. Перелік гідрологічних постів та періоди спостережень за рівнями та витратами води на них у період до 2020 року [12].

У 80-90-х роках XIX століття, були встановлені перші відомі водомірні пости на лівобережних притоках річки Дністер у межах регіону. Ці пости, що проводили вимірювання рівнів води, розташовувалися на річках Золота Липа, Коропець, Стрипа та Серет. Перші відомі вимірювання витрат води на гідрологічних постах на річці Серет розпочалося від початку XX століття у місті Чортків. Останні дані по вимірювані рівнів води в річці Серет збереглися за постом в селі Велика Березовиця 1897 року. З початку 1990-х років кількість гідрологічних постів на притоках Дністра у Тернопільській області залишалася стабільною, складаючи 11 одиниць. По два пости розміщені на річках Золота Липа (місто Бережани, село Задарів), Коропець (місто Підгайці, село Коропець), Стрипа (село Медова, місто Бучач), Серет (село Велика Березовиця, місто Чортків), Збруч (місто Волочиськ, село Завалля), а також один пост на річці Нічлава (село Стрілківці) (рис. 1.9).

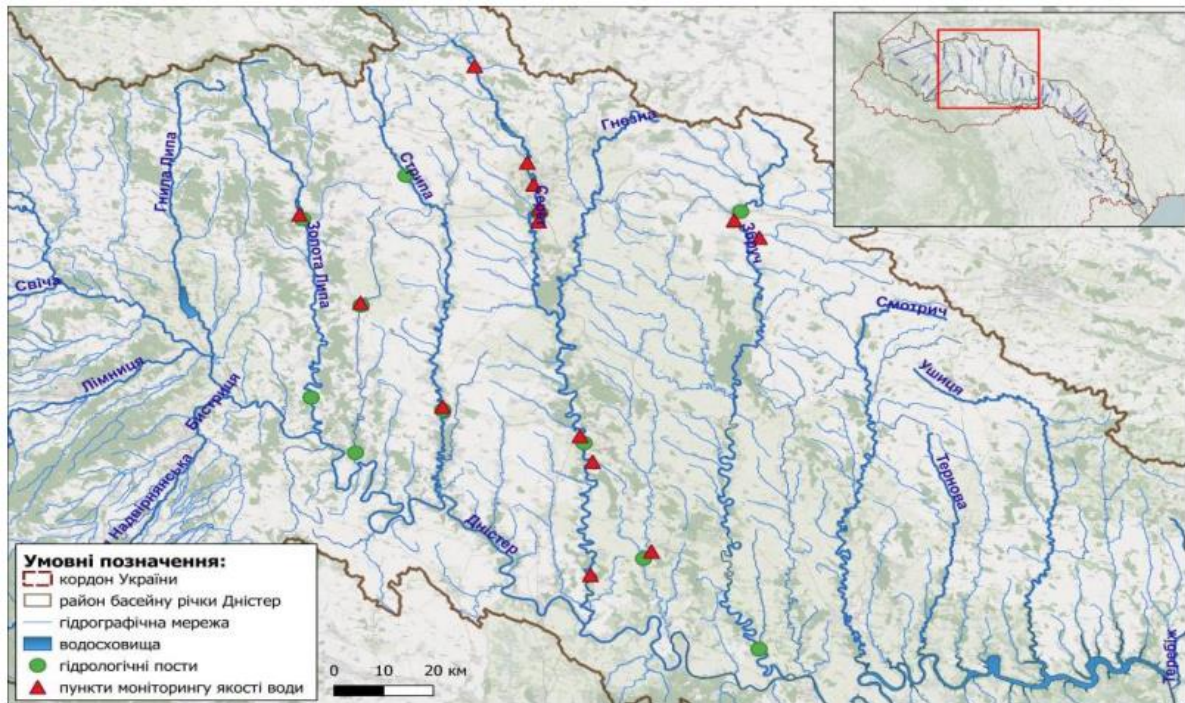


Рис. 1.9. Картосхема розташування діючих (на 01.01.2022 р.) гідрологічних постів та пунктів моніторингу якості води Держводагентства України на притоках Дністра в межах Тернопільської області [12].

Отже, гідрологічні пости відіграють ключову роль у забезпеченні безпеки водних ресурсів. Вони забезпечують аналіз, спостереження та контроль гідрологічних умов і можуть збирати дані про рівень води, температуру води, швидкість і напрямок течії та інші параметри водного середовища. Наприклад, на річці Серет є дві гідрологічні станції, які надають необхідну інформацію про водну ситуацію в селі Велика Березовиця та місті Чортків. Ці дані використовуються для різноманітних цілей, зокрема для боротьби з повеннями, оцінці якості води [33].

1.3. Методологія дослідження

Для аналізу змін природно-антропогенних умов в басейні річки Серет були використані наступні методи наукових досліджень: порівняльний, картографічний та метод прогнозування. Для досліджень ми використали дані з космознімків дистанційного зондування Землі з високою роздільною

здатністю зроблені супутниками: Sentinel-2, Landsat 1-5 MSS L1 та Landsat 8-9, зокрема використано такі програми як: EO Browser, Copernicus Browser, Google Earth Pro та Quantum GIS, що призначені для географічної візуалізації, картографії, геодезії, дистанційного зондування та професійних застосувань, надаючи користувачам інструменти для вивчення географічних об'єктів, аналізу змін природних умов, а також для використання в бізнесі, науці та інших галузях [34]. Для проведення власних досліджень за основу нами були взяті методики, що були розроблені працівниками Лабораторії ГІС та ДЗЗ МАНУ [3]. Це дозволяє нам систематично досліджувати та документувати зміни природних та антропогенних умов у басейні. За допомогою покрокових інструкцій, які були запропоновані [3], було здійснено тематичне картографування досліджуваних територій. Після чого були створенні знімки поверхонь в різних проміжках часу, які показали зміни досліджуваної території. Відповідно, ми поетапно виконали такі кроки, а саме:

- Вибрали необхідну територію та рік за допомогою хронологічної шкали (1861 рік, 2005 рік, 2020 рік);
- Проаналізували оптичні знімки (Sentinel-2, Landsat 1-5 MSS L1, Landsat 8-9, EO Browser, Copernicus Browser, Google Earth Pro)
- Створили новий шар для кожного року;
- Змінили властивості його відображення (колір контуру);
- Оцифрували межі вибраних об'єктів дослідження для кожного року.

Таким чином за допомогою отриманих знімків поверхонь легко буде порівняти зміни яких набула досліджувана територія з плином часу, та припустити із-за яких можливих причин відбулись ці зміни. Також після отриманих даних ми можемо спрогнозувати майбутній стан об'єкту та ймовірні подальші можливі зміни. Також за допомогою ще одної методики розробленої [2] працівниками Лабораторії ГІС та ДЗЗ МАНУ у нас була можливість обробити та проаналізувати супутникові знімки знеліснення вибраних територій на платформі Google Earth Engine. За допомогою покрокових інструкцій розроблених [2] ми встановили датасети, після чого

написали код який автоматично розраховував та показав площу знеліснення на вибраній території за 15 років.

Отже, ми поетапно виконали наступні дії:

- Завантажили датасет Global Forest Change.
- Додали векторний шар адміністративних кордонів України FAO.
- Вибрали шар із бази Global Forest Change зі щільністю лісового покриву після чого вибрали тільки ділянки зі щільністю понад 50%.
- Вибрали шар із роками знеліснення і діапазон років 2005–2020.
- Порахували площу знеліснення за 2005–2020 рр. і вивели на екран.
- Додали мобільне вікно, за допомогою якого можна обчислювати площу знеліснення у конкретній локації, і відобразили його на екрані.

У такий спосіб за допомогою отриманих даних ми можемо порівняти та проаналізувати інтенсивність та критичність знеліснення за вибрані роки. Та припустити майбутні негативні наслідки для вибраних територій.

РОЗДІЛ 2. Загальна характеристика басейну річки Серет

2.1. Природні умови формування басейну річки Серет

1.1.1. Геолого-геоморфологічна будова

Геолого-геоморфологічна будова долини Дністра - це захоплююче і непередбачуване явище, яке залишається недостатньо вивченим. Однією з ключових тем у геоморфологічних дослідженнях Галицького Придністер'я є вивчення структури самої долини Дністра [32]. У Подільській височині спостерігається значний науковий і практичний інтерес, оскільки тут відбуваються два важливі процеси. З одного боку, природні фактори ведуть до постійних змін у річкових системах. З іншого боку, територія Поділля піддана активній господарській діяльності, оскільки на численних річках регіону діють гідротехнічні споруди [4].

Як відомо з плином часу русла річок змінюють своє розташування та висоту. За півстоліття-століття можуть відбутися значні зміщення, які навіть перевищують ширину самого русла. Іноді можуть утворюватися нові річкові протоки. Особливості малих та середніх річок в значній мірі залежать від геолого-геоморфологічних особливостей водозбору. Поверхня річкового басейну має вплив на створення гідрографічної мережі та режим поверхневого стоку як безпосередньо, визначаючи довжину, нахил і форму схилів, висоту і морфометричні особливості річища тощо, так і через інші складові ландшафту, що тісно пов'язані з рельєфом [6]. Річка Серет є найбільшою притокою Дністра у Тернопільській області, виникає із джерела поблизу села Ніще в Зборівському районі на висоті 368 метрів і протікає в межах Подільської височини. Річка формується з об'єднання кількох потоків, таких як Серет Правий, Серет Лівий, В'ятина і Грабарка, поблизу села Ратищі. Її довжина становить 242 кілометрів, а площа басейну - 3900 км², що складає майже третину площі області [14].

Бірюков у своєму дослідженні річкової мережі Подільської височини та її будови і водності [4] визначив, що річкова система Подільської височини - класичний приклад паралельної мережі водотоків, що підтверджує тектонічні

рухи на її поверхні. Притоки річки Дністер на Поділлі розташовані на крилах синклінальних складок з поперечними долинами. Аналіз конфігурації річкової системи Подільської височини виявив три особливості. По-перше, в системі чергуються довгі і короткі річки. Вдруге, бічні притоки кожної річки мають північно-західний або південно-східний напрям і розташовані одна напроти одної. Третя особливість - різке перевищення потужності [4].

У статті Костюк провела дослідження геолого-геоморфологічних особливостей басейну річки Серет [14]. В ході свого дослідження вона визначила, що басейн річки Серет, розташований на Тернопільському плато, є частиною Волино-Подільської плити Східноєвропейської давньої платформи. Геологічна будова цієї плити включає осадові породи верхнього протерозою, палеозою, мезозою і кайнозою, що розташовані на кристалічному фундаменті. Басейн річки Серет охоплює відклади неогену, сарматського та тортонського ярусів, а також верхньої, нижньої крейди та нижнього девону. Тортонські відклади включають морські осадки з численними органічними залишками, утворені бар'єрним рифом в сарматському періоді, який представлений горбистим пасмом Подільських Товтр. Сарматський ярус містить різноманітні відклади, такі як кварцово-глауконітові та кварцові піски, мергелі та глини. На півночі басейну спостерігаються відклади верхньої крейди, що включають глауконітові піски, вапняки, мергелі та конкреції чорного та сірого кременю. Внизу басейну річки Серет, в районі Придністров'я, розташовані відклади нижньої крейди, які включають кварцово-глауконітові піски та вапняки, товщина яких до 2 метрів. Басейн річки Серет складається з двох основних географічних областей – Тернопільського плато та Придністров'я. Тернопільське плато є найбільшою рівнинною частиною басейну і має невелике геоморфологічне різноманіття, особливо вздовж річки Серет та її приток. Ці річки мають долини глибиною 15-20 метрів і широкі заплави, створюючи можливості для таких водних об'єктів, як ставки. Придністров'я, навпаки, розташоване на південній околиці басейну річки Серет. Долина

глибиною 120-170 метрів характеризується скелястими схилами, вузькими заплавами і терасами.

Рельєф басейну річки Серет відрізняється у верхній і нижній течії. У верхній течії, особливо в Тернопільській області, річка протікає рівнинною болотистою місцевістю. Однак у нижній течії, особливо в напрямку Придністров'я, річка отримує вигляд гірської річки. Долина розширюється і утворює V-подібну структуру, набуваючи форми яру. Північні долини характеризуються невеликими ущелинами, пологими схилами і відслоненням лише верхніх шарів осадових порід. Дно долини зазвичай вкрите торфом, а заплава відносно широка. На півдні, річкова долина Серету глибоко врізана у поверхню Подільського плато, де відслонюються крейдяні та девонські відклади. У північній і центральній частині басейну Серету спостерігається рельєф структурної лесової рівнини, відомої як плато, з характерними яружно-балковими формами ерозії. Територія являє собою плоску, нерозчленовану місцевість, обмежену річками Серету і Гнізна. У басейні Серету розвиток первинних берегових ярів спостерігається на схилах річкових долин і в ярах, які раніше не піддавалися лінійній ерозії. Для Придністров'я характерні річкові тераси Дністра, сім з яких, за винятком першої тераси, мають ерозійно-делювіальний тип. Алювій складається з гальки і гірських порід, рідше піщаних і малопотужних. У придністровському регіоні важливу роль у формуванні рельєфу відіграють карстові процеси, що проявляються у поверхневих і підземних формах карсту [14].

Отже, результати геолого-геоморфологічного аналізу басейну річки Серет показали, що регіон має різноманітну геоморфологічну структуру. Ця різноманітність є результатом підняття нижньої поверхні суші двома підняттями Подільської плити. Як наслідок, рельєф річкових басейнів змінюється від рівнинного рельєфу на півночі до глибоких долин на південному сході Придністров'я, що впливає на швидкість і глибину русел річок [32].

1.1.2. Кліматичні умови

Тернопільська область України є одним з найбільш розвинених і важливих регіонів в аграрному секторі. Вона включає кілька природних комплексів, зокрема Волинську височину, Мале Полісся, Західно-Подільську височину, Тернопільську рівнину, Товтровий кряж і Західно-Подільське Придністров'я. Більшість території Тернопільської області зайнята у сільському господарстві [30]. Тернопільська область розташована в західній частині Подільської височини, відомої як Подільське плато, і характеризується рівнинною поверхнею та великими абсолютними висотами. Клімат області значною мірою визначається її географічним положенням, впливом повітряних течій з Атлантичного океану, регулярним проходженням циклонів і антициклонів, а також надходженням повітря континентального і арктичного походження. Температурний режим в регіоні характеризується річними коливаннями температури континентального типу із середньорічною температурою $+6,5^{\circ}\text{C}$. За літературними даними, середньорічна температура в центральній частині регіону становить $6,9^{\circ}\text{C}$, а на півночі та півдні - $7,4^{\circ}\text{C}$; найтеплішим місяцем є липень, а найхолоднішим - січень. Середні літні температури найвищі на півдні ($18,8^{\circ}\text{C}$) і найнижчі в центральних і західних регіонах ($18,0-18,5^{\circ}\text{C}$). У січні температура в центральному регіоні вища, ніж в інших регіонах (від $4,5$ до 5°C) і трохи нижча, ніж в інших регіонах країни ($5,4^{\circ}\text{C}$). Середньорічна кількість опадів у Тернопільській області становить від 520 до 700 мм. Найбільше опадів випадає у північних, західних та центральних районах, дещо менше - у північно-східних. Клімат Тернопільської області дуже сприятливий для життя і діяльності тварин, а вегетаційний період триває з початку квітня до початку листопада; ранні осінні заморозки можливі у вересні, але останні заморозки трапляються в травні. Сніговий покрив утворюється наприкінці грудня і тане в березні. Сніговий покрив тримається 80 днів на півдні та півночі і 85-93 дні в центральних та західних регіонах. У холодну пору року спостерігаються хуртовини тривалістю 10-24 дні, які мають значний вплив на сніговий покрив [31].

Річка Серет, ліва притока Дністра, протікає західною частиною Подільського плато, частиною лісостепової зони. Клімат регіону характеризується річним коливанням температур континентального типу. Середні зимові температури коливаються в межах 4,5-5,5°C, а літні - від +18 до +19°C. Річка Серет має довжину 242 км і бере початок у Бродівському районі Львівської області на висоті 368 м над рівнем моря. Площа її водозбору становить 3900 км². У верхній течії річка м'яко звивається, а нижче Тернополя стає дуже звивистою. Ширина русла у верхній течії 4-10 м, у нижній - 10-20 м, подекуди сягає 35-50 м і більше. У верхній течії долина річки широка і симетрична, але в нижній течії Теробовлі набувають каньйоноподібної форми, місцями досягаючи ширини 0,5-0,8 км. Заплава у верхній течії заболочена з обох боків і переривчаста в середній і нижній течії, де її ширина здебільшого становить 0,1-0,2 км. Похил річки становить 0,93 м/км. Живлення Серету різноманітне, з переважанням снігового і дощового живлення. Льодостав спостерігається не щорічно і триває від кінця грудня до березня. Головний напрямок течії річки - з півночі на південь. Річка Серет відзначається весняною повінню, низькою літньою водністю з окремими повенями, невеликим підвищенням водності в осінній період і низькою зимовою водністю, яка порушується зимовими відлигами [22,23].

1.1.3. Ґрунтовий покрив та рослинність

Стабільне функціонування лісових екосистем в інтенсивно оброблюваних лісостепах стає все більш важливою не тільки для збереження біорізноманіття та ландшафтного різноманіття території, а й для забезпечення її збалансованого розвитку [7].

У статті Голіней та співавтори провели дослідження та аналіз доступних літературних джерел [8] і дійшли висновку, що у Тернопільській області поширені глибокі малогумосові чорноземи, що вважаються найпоширенішими і найродючішими ґрунтами. Вони охоплюють великі площі між ріками Стрипа та Серет, простягаючись від с. Козлова до с. Товстого, а

також на міжріччях Серету, Збруча і Смотрича від Тернополя до Кам'янця Подільського. Опідзолені чорноземи розташовані на рівнинних, слабо хвилястих міжріччях, покритих лесовидними суглинками. Основною областю розташування цих ґрунтів є міжріччя Стрипи і Золотої Липи, від смт Залісці через Зборів та Підгайці до Бучача. Темно-сірі опідзолені ґрунти покривають пагорби Вороняк, схили річкових долин і боліт західної південно-східної частини Подільського плато. Сірі та світло-сірі опідзолені ґрунти поширені в Бучацькому та Борщівському районах Тернопільської області. Тернопільська область з її великими абсолютними висотами (300-330 м) має своєрідний рельєф з унікальним поєднанням глибоких річкових долин і вузьких, прямих, опуклих долин та глибоких ущелиноподібних долин. У багатьох частинах долин Тернопільської області утруднений стік атмосферних вод, що призводить до формування особливих форм рельєфу, таких як Пантарихський степ у долинах Стрипи та Серету. Загалом загальна площа земель в Тернопільській області становить 1382,4 тис. гектарів, із яких 1167,8 тис. гектарів, що складає 84%, використовується як сільськогосподарські угіддя [8].

Дослідниками була побудована таблиця структури ґрунтового покриття Тернопільської області за 2018 рік (Рис. 2.1).

Ґрунти	Всього угідь		У тому числі розорані	
	тис. га	%	тис. га	%
Опідзолені чорноземи	438,2	31,7	435,6	37,8
Темно-сірі опідзолені	202,4	14,6	170,0	14,6
Чорноземи глибокі малогумосові	301,1	21,8	280,2	24,0
Світло-сірі опідзолені	222,1	16,1	202,7	17,4
Перегнійно-карбонатні	119,6	8,7	-	-
Чорноземі:				
Щебінні	17,2	1,24	16,9	1,45
Лукові	41,0	2,97	36,0	3,1
Торфоболотні	31,6	2,3	20,4	1,8
Дерново-підзолисті	6,0	0,43	4,2	0,4
Розмиті ґрунти з виходом корінних порід	3,2	0,23	1,3	0,1
Всього:	1382,4	100	1167,3	100

Рис. 2.1. Структура ґрунтового покриття Тернопільської області (за 2018 р.) [8].

Таким чином, можна побачити, що природний рослинний покрив у регіоні є обмеженим. Ліси займають близько 10% загальної площі, а пасовища - менше 6%. Ліси в Тернопільській області збереглися лише на великих площах на півночі, де частка вкритих лісом земель коливається від 16 до 25%. Найменше лісистість у центрі та на півдні області - від 4,1% до 6,5%. Круті схили річкових долин вкриті чагарниками і невеликими лісами, в яких переважають береза, вільха і осока. Така рослинність на крутих схилах пояснюється нестачею вологи, оскільки дощі швидко стікають і недостатньо зволожують ґрунт. Надмірна вирубка та випасання худоби є основними причинами, що ускладнюють нормальний ріст лісів. Загальна площа лісового фонду Тернопільської області становить 195,9 тис. га, а полезахисні лісові смуги охоплюють 112, тис. га. У формуванні рослинного покриву водойм річки Серет важливу роль відіграють рослинні угруповання, включаючи *Acorus calamus* L., *Glyceria maxima* (C. Hart.) Holmb., *Typha latifolia* L., *Carex acuta* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud., *Typha angustifolia* L., *Carex acutiformis* L., *Scirpus sulvaticus* L., *Scirpus lagustris* L., *Sparganium erectum* L., *Bidens tripartita* L., *Epilobium palustre* L. [13].

1.1.4. Загальна характеристика гідрографічної мережі річки

Гідрографічна мережа цього регіону є прикладом паралельного розташування річок, які мають меридіональний напрямок та впадають у Дністер під кутом 45°. Два підняття Подільської плити протягом раннього та пізнього плейстоцену вплинули на гідрологічну мережу річки Серет, змінивши її напрямок з південно-східного на меридіональний. Це призвело до різкої зміни рельєфу від плоского рельєфу на півночі басейну до глибоких долин на півдні, особливо в регіоні Придністров'я. Гідрографічна мережа басейну річки Серет включає головну річку, багато численних притоків першого та другого порядку, осушувальні канали, штучні стави, природні озера та ставки [14]. Річка характеризується мережею приток, що складається з менших річок. Найзначніша притока, розташована зліва, – Гнізна. Додаткові

притоки: Перейма, Смолянка, Серет Правий, Лопушанка, Грабарка, Довжанка, Брідок (Руда), Нішла, Нестерівка, Гнила Рудка, Біла, Черкаси, Тупа на правому березі та Гук, Млинка, Хрумова на лівому березі. Русло річки зарегульоване ставами, зокрема Залозецьким та Вертелківським. А також водосховищами такими як: Тернопільське, Скородинське, Касперівське. Крім того, вздовж річки розташовані невеликі гідроелектростанції [30].

У статті «Гідрографічне районування Тернопільської області» [15] на рис. 2.2 автор зобразив схему гідрографічного районування Тернопільської області, на якій видніється гідрографічна мережа річки Серет [15].



Рис. 2.2. Схема гідрографічного районування Тернопільської області [15].

Однією з ключових особливостей гідрографічної системи річки Серет є наявність численних приток. Наприклад, у нижній частині басейну, за 10 км від гирла, в річку Серет впадає річка Дуба з площею водозбору 229 км². Цей

водотік перекривався двічі. Спочатку верхня частина річки Дуба була взята під контроль річкою Черкаська, яку перекрити складніше. Раніше р. Дуба впадала в р. Дністер, але її русло було змінено через активну ерозійну діяльність в одній з долин р. Серет. Внаслідок цього водотік, який знаходився всього за 1,5 км від Дністра, змушений був змінити русло і став притокою Серету. Початкові відомості про Серет та його верхній біг до Тернополя показують широкі та симетричні заболочені долини (ширина долини річки коливається від 0,5 до 0,8 км, ширина заплави - від 0,1 до 0,2 км). Русло річки має помірно звивисту форму. Також автор розробив схему північної частини водозбору басейну річки Серет (Рис. 2.3).

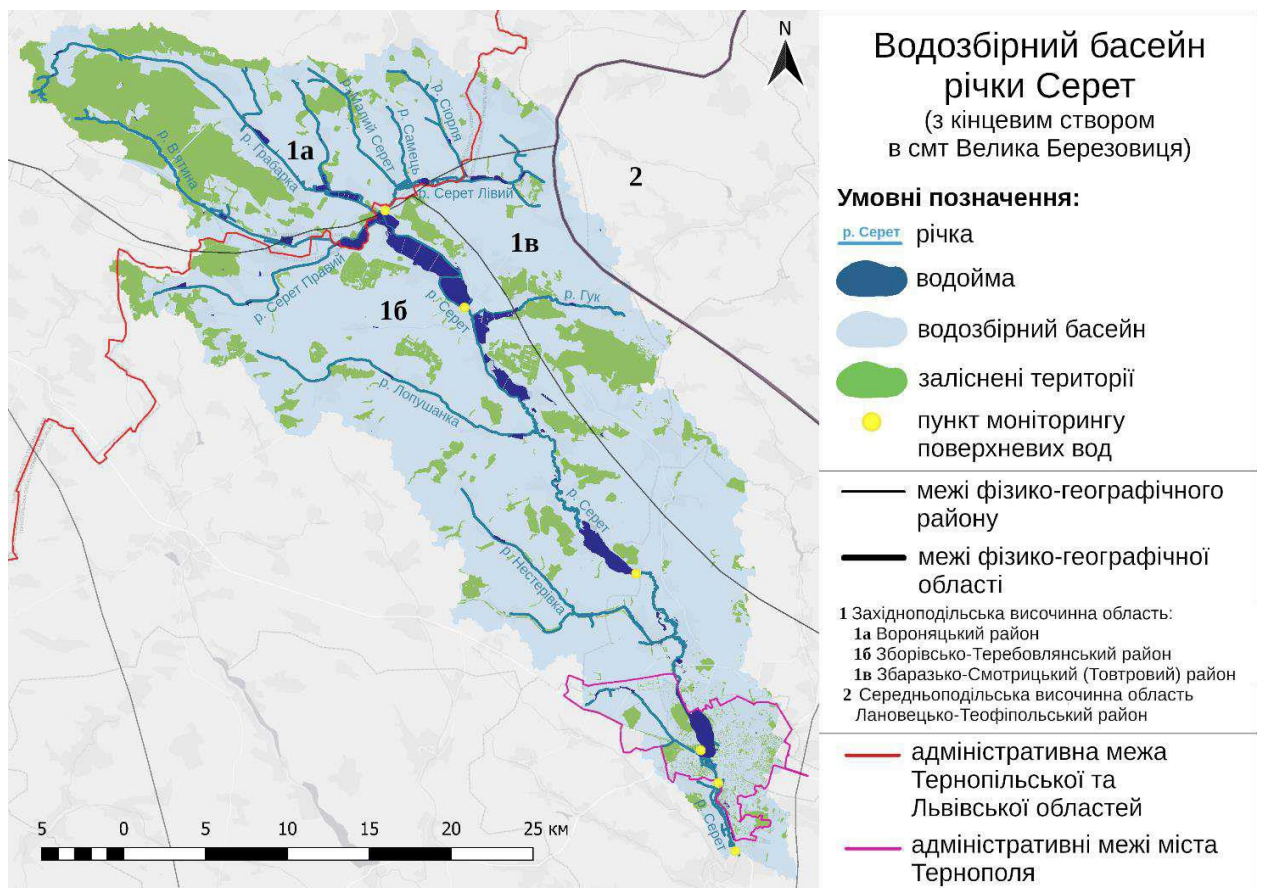


Рис. 2.3. Водозбірний басейн річки Серет [21].

Після Тернополя долина Серету стає вузькою (на окремих ділянках ширина скорочується до 0,1-0,2 км), а нижче села Буцнів стає дуже крутосхилою. Схил річки складає 0,9 метра на кілометр, що призводить до

повільного течії зі швидкістю 0,3-0,5 метра на секунду, а на перекатах може досягати 2 метрів на секунду [21].

Отже, верхня частина річки Серет проходить через Зборівський і Тернопільський райони і має довжину 65 км. Ця частина долини характеризується широким, симетричним руслом і помірно звивистістю. За межами міста Тернопіль річка стає значно звивистішою, ширина течії коливається від 4 до 10 метрів. На деяких ділянках русло річки відрегульоване за допомогою численних осушувальних заходів. Заплави на височинах по обох берегах зазвичай є болотними угіддями, які піддавалися меліоративним заходам, але також зазнають впливу і деградації внаслідок людської діяльності. Похил річки становить 0,93 м/км [14].

2.2. Аналіз господарської діяльності в басейні річки

В результаті господарської діяльності водні об'єкти зазнають значного антропогенного впливу, що призводить до зменшення їх запасів та погіршення якості води. Ефективна охорона та раціональне використання цих водних ресурсів є важливим питанням сьогодення. Вода використовується у великих кількостях у всіх сферах людської діяльності, і її роль в економічному та соціальному розвитку постійно зростає. У статті Рудюк проводив дослідження якості води в річці Серет, зокрема розраховував значення ІЗВ за період з 2000 по 2006 роки [25]. В ході дослідження автор визначив, що аналіз ІЗВ за період 2000-2006 рр. показав, що якість води річки Серет є найбільш забрудненою у Великій Березовиці через потужний скид ВУЖКГ. Антропогенне навантаження з боку Чорткова, зокрема, велика кількість побутових та комунальних стоків, які входять в р. Серет, призвело до стрімкого погіршення якості води та збільшення ІЗВ [25].

У статті «Гідроекологічні проблеми використання і охорони водних ресурсів регіону» Андрусишин та співавтори проводили дослідження особливостей і наслідків водокористування у Тернопільській області [1]. В ході дослідів вони визначили, що використання води в Тернопільській області

загалом зменшилося за останні 20 років. Водоспоживання скоротилося вдвічі до 40 283 м³, тоді як використання води в промисловості, сільському господарстві та комунальному господарстві зменшилося до 30 241 м³. Це пов'язано із загальним падінням виробництва в місцевій промисловості, особливо в останні роки, та економним використанням водних ресурсів через підвищення тарифів. Однак структура водокористування також вказує на перерозподіл облікових категорій води у різних секторах використання. Останні чотири роки характеризуються сталою тенденцією до зменшення обсягів водокористування. На рис. 2.4 дослідниками була побудована таблиця основних показників водокористування в Тернопільській області за певний період [1].

Показники	2000	2018	2019	2020	2021
Забрано води з природних водних об'єктів, всього	72,06	50,81	52,07	38,753	40,283
у т. ч. для використання	72,06	38,44	40,23	30,740	31,241
Спожито свіжої води (в. т. ч. морської), з неї на	65,11	38,44	40,23	30,740	30,241
виробничі потреби	28,56	20,47	23,10	15,199	15,970
побутово-питні потреби	32,92	17,75	16,90	15,138	14,890
зрошення	-	0,226	0,235	0,161	0,187
сільськогосподарські потреби	3,597	3,704	2,968	0,123	0,054
ставково-рибне господарство	0,037	15,77	19,61	18,323	21,798
Втрати води при транспортуванні	6,944	5,188	4,498	4,647	4,381
Загальне водовідведення, з нього	57,83	37,13	39,42	31,120	31,122
у поверхневі водні об'єкти, у т. ч.:	54,49	35,75	38,80	30,830	30,887
забруднених зворотних вод	5,265	2,554	2,371	2,068	2,173
з них без очищення	1,417	0,572	0,462	0,406	0,525
нормативно очищених	33,79	17,41	16,79	16,395	16,338
нормативно чистих без очистки	15,44	15,79	19,63	12,368	12,376
Обсяг оборотної та послідовно використаної води	71,47	41,24	32,98	40,107	28,872
Частка оборотної та послідовно використаної води, %	71,43	66,90	58,86	54,149	44,282
Потужність очисних споруд	61,52	50,73	50,96	44,197	39,720

Рис. 2.4. Основні показники водокористування в Тернопільській області за 2000–2021 рр., млн м³ [1].

У 2021 році у поверхневі води Тернопільської області надійшло 30,89 млн м³ стічних вод. З них 12,38 млн м³ - нормативно чисті води, які не потребують очищення перед скиданням, 16,34 млн м³ - нормативно очищені стічні води. Решта 2,17 млн м³ - це забруднені стічні води, які потрапляють у водні об'єкти області, здебільшого скидаються комунальними підприємствами. Донедавна більшість населених пунктів мали очисні споруди. У деяких населених пунктах очисні споруди досі не забезпечують

нормативного очищення зворотних вод. Багато малих річок Тернопільської області перебувають під загрозою висихання. Надмірне зарегулювання стоку та нераціональне використання водних ресурсів призводить до втрати ресурсної та асиміляційної здатності річок. Водокористування, що перевищує екологічну ємність гідрологічної екосистеми, пригнічує природний відновлювальний потенціал річки і призводить до серйозних економічних втрат через зниження якості води та погіршення господарської цінності. Тому необхідно впроваджувати ефективні гідротехнічні та меліоративні заходи. Проаналізувавши гідроекологічні проблеми водозборів Тернопільської області, можна зробити висновок, що загальна гідроекологічна ситуація на більшості водозборів є задовільною, але спостерігаються точкові та дрібномасштабні деградації, особливо поблизу місць інтенсивного скидання стічних вод, наприклад, нижче за течією від великих населених пунктів. Водночас, обсяги водозбору не перевищують 10% екологічної ємності водних екосистем басейну (Рис. 2.5).

Назва	Протяжність, км	Водні ресурси, км ³			Розораність водозборів, %	Лісистість, %	Водозбір, %
		середній	75%	95%			
Золота Липа	85,0	0,238	0,167	0,089	40	20	<10%
Стрипа	146,0	0,236	0,182	0,124	64-78	6	<10%
Серет	258,0	0,438	0,338	0,232	64-78	10	<10%
Збруч	247,0	0,298	0,216	0,141	68-82	6	<10%
Коропець	79,0	0,080	0,058	0,033	48-63	23	<10%
Джурин	54,0	0,036	-	-	68-75	20	<10%
Нічлава	83,0	0,086	-	-	68-72	19	<10%
Вілія	37,0	0,168	0,130	0,085	51	18	<10%
Горинь	62,0	0,191	0,162	0,122	76	7	<10%
Іква	56,0	0,106	0,083	0,060	60	19	<10%

Рис. 2.5. Рівні антропогенного впливу на водні екосистеми регіону [1].

Басейни річок Тернопільської області характеризуються високим рівнем сільськогосподарського використання. У деяких частинах басейну річки Збруч розораність території сягає 82%, тоді як мінімальний показник становить 68%. Ліси становлять дуже низьку частку площі водозбору, що є недоліком. Крім того, в басейні річки є дев'ять водосховищ і 168 ставків, які акумулюють 15% середнього стоку річки Збруч. Крім того, чотири гідроелектростанції повністю

перекривають русло річки та шляхи водної міграції. Басейни річок Стрипа і Серет (64-78%), Джурин (68-75%), Нічлава (68-72%) і Горинь (76%) є високо розораними. За винятком річок Джурин і Нічлава, лісистість водозбірних басейнів цих річок також низька (6-10% площі). Річка Серет є другою найбільш забрудненою річкою в регіоні після річки Золота Липа. Таким чином, гідроекологічний стан водних об'єктів регіону можна охарактеризувати як в цілому задовільний. Однак основними негативними факторами, що впливають на поверхневі водні об'єкти та погіршують гідроекологічний стан їх басейнів, є: висока екологічна вразливість малих річок та струмків, порушення водного балансу внаслідок зміни клімату, органічне забруднення води внаслідок поверхневого стоку з сільськогосподарських угідь, надмірне зарегулювання стоку річок та надмірне використання природних ресурсів у басейні, непридатний стан каналізаційних мереж, насосних станцій та очисних споруд, недостатня увага міських голів до питань гідроекологічної безпеки на місцях, неадекватні меліоративні заходи, проведені в минулому, що призвело до швидкого руслоформування річки та зниження рівня ґрунтових вод, порушення технологій обробітку ґрунту та монокультура, що призводить до сильної водної ерозії та змиву гумусного шару з полів [1].

Тернопільська область є одним з найбільш освоєних і важливих сільськогосподарських регіонів України. Водозбір річки Серету включає сільськогосподарські угіддя, лінійні антропогенні та житлові райони, а також невелику частину природоохоронних територій. Фізико-хімічний склад води річки залежить від поверхневого та підземного стоку з сільськогосподарських угідь і тваринницьких ферм. Руслоформування, створення водосховищ та розвиток річкових русел також впливають на природні процеси, такі як розвиток та самоочищення річок [30].

У статті Голіней та співавтори в ході дослідження визначили, що клімат на території Тернопільської області в тому числі і на території басейну річки Серет забезпечує хороші умови для вирощування широкого спектру

сільськогосподарських культур, включаючи зернові, овочі та цукровий буряк. На південних схилах долини Дністра поширене виноградарство [8].

Дослідниками була побудована таблиця посівних площ та видів сільськогосподарських культур, які вирощувались на території Тернопільської області (Табл. 2.1)

Таблиця 2.1.

Посівні площі сільськогосподарських культур станом на 1 червня 2020 р. [8].

Сільськогосподарські культури	Площа	
	Тис. га	%
Культури зернові та зернобобові – всього:	563,4	61,3
Озимі зернові:	317,5	34,6
озима пшениця	216,5	
озиме жито	1,3	
озимий ячмінь	99,7	
Ярі зернові і зернобобові:	240,1	26,1
ярий ячмінь	85,2	
овес	5,2	
кукурудза на зерно	144,0	
гречка	5,7	
Зернобобові культури, в тому числі:	5,8	0,63
горох	5,7	
вика	0,1	
Технічні культури:	246,8	26,9
цукровий буряк	18,0	
тютюн	2,4	
ріпак озимий та кольза (ріпак ярий)	62,2	

соняшник	89,2	
соя	75,0	
Картопля і овочі:	67,8	7,4
картопля	56,5	
культури овочеві відкритого ґрунту	11,3	
Кормові культури:	40,7	4,4
кормові коренеплоди	9,2	
кукурудза кормова	4,4	
однорічні трави	9,1	
багаторічні трави	18,0	
Всього посівна площа:	918,7	100

Тернопільська область придатна для вирощування озимих культур. Кормові та овочеві культури можна пересівати після збирання озимих і частини ярих культур [8]. Також у статті «Господарська освоєність асиміляційного потенціалу річок басейну Середнього Дністра» провели дослідження величини розмірів асиміляційного потенціалу Середнього Дністра, оцінено показники водовідведення регіону за межами басейнів притоків Дністра. Дане дослідження показало, що річки регіону дослідження в тому числі і річка Серет мають значний асиміляційний потенціал, який складає понад 118 млн м³ стічних вод щорічно, з основною частиною, що асимілюється Дністром (76 млн м³). У регіоні в середньому використовується лише 6,3% асиміляційної здатності існуючих водних шляхів, але на деяких річках цей показник сягає 10-20%. У басейні річки Серет експлуатується лише 10% її асиміляційної спроможності в господарському відношенні. Використання очисних споруд у регіоні є дуже низьким і потребує збільшення [36].

Любінська зі співавторами проводили дослідження особливості сучасної структури землекористування басейну р. Серет [18]. В ході дослідження вони визначили, що басейн річки Серет є традиційним сільськогосподарським районом, а земельні ресурси є важливою складовою економічного розвитку. Збалансований розподіл та ефективне використання цих ресурсів є прямим фактором покращення добробуту місцевого населення. У структурі сільськогосподарських угідь регіону переважають орні землі, зосереджені на рівнинних вододілах і терасових землях у північній і центральній частинах регіону. Також є сіножаті в межах заплавних річкових комплексів, а багаторічні насадження займають дуже невелику площу. Щільна система розселення, що ґрунтується на регіональному розподілі сільськогосподарських земель, включає сільські та міські поселення. Промислове землекористування, таке як видобуток корисних копалин і пов'язана з ним промислова інфраструктура, також є помітним. Водно-болотні угіддя та штучні водойми займають невелику частину території, а значні площі відведені під охорону навколишнього середовища. Розвитку рільництва в басейні річки Серет сприяло декілька факторів. Це однорідність рельєфу басейну і надзаплавних терас, сприятливі агрокліматичні умови і мікроклімат річкової долини, ефективний природний дренаж (і його меліоративне поліпшення), наявність родючих чорноземів і сіроземів, давнє освоєння цих земель. На рис. 2.6 зображено частку орних та еколого-стабілізуючих земель в басейні річки Серет [18].

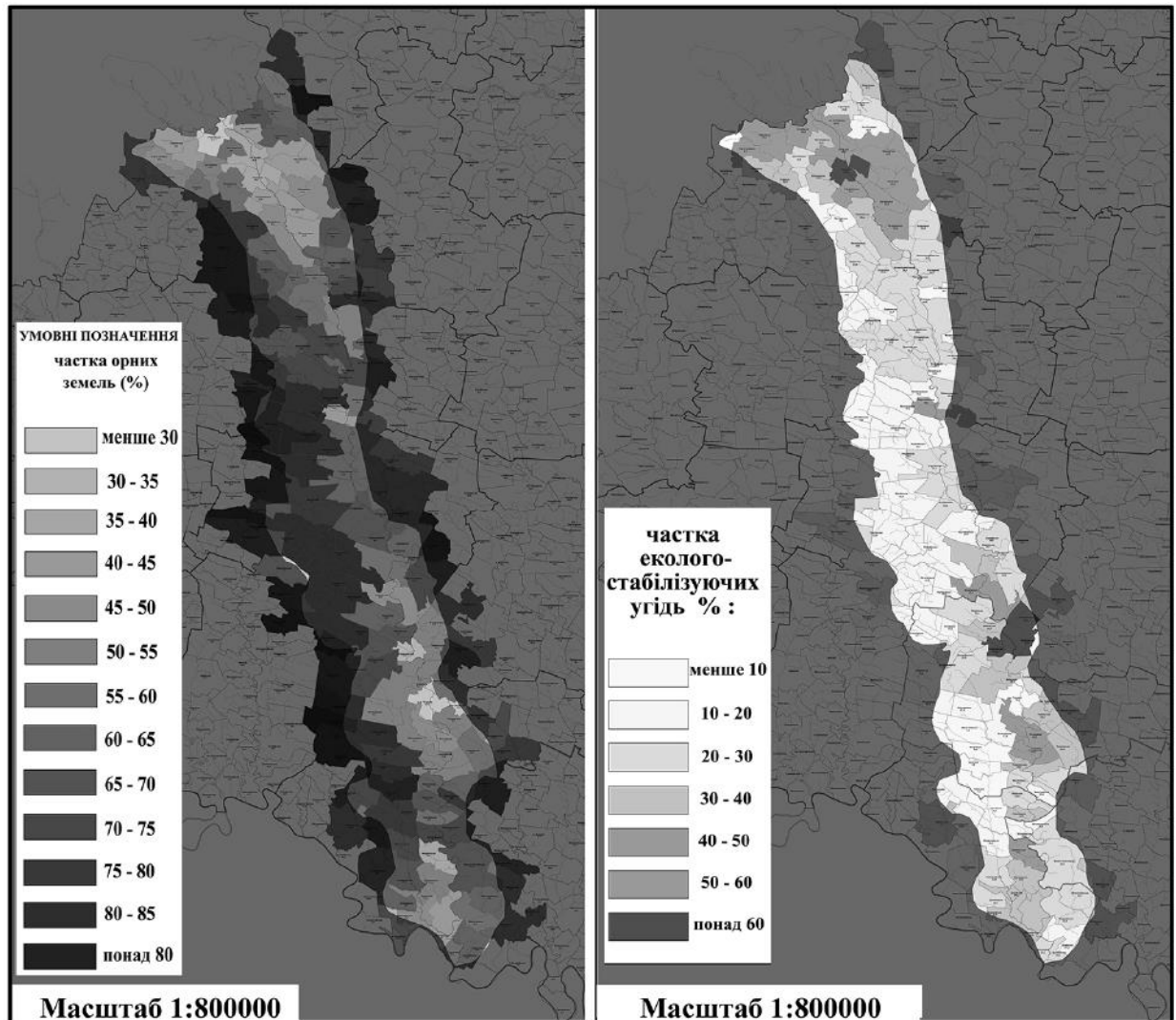


Рис. 2.6. Орні землі та еколого-стабілізуючі угіддя басейну р. Серет [18].

Розподіл орних земель характеризується високою часткою оброблених земель (більше 50%) в межах досліджуваної території. Чітко розмежована площа оброблюваних земель на лівому та правому берегах річки Серет. Центральна і південна частини басейну річки Серет мають найбільшу концентрацію оброблюваних земель, що пояснюється рівнинністю басейну і терас і поширенням чорнозему. На півночі частка оброблюваних земель нижча за рахунок заболоченості, на півдні частка оброблених земель зменшується за рахунок збільшення площі схилів. Сучасний стан агротехнологій та просторова структура орних земель на досліджуваній території не є економічно обґрунтованими і поглиблюють деструктивні процеси в ландшафті. Це проявляється в наступних аспектах: Орне землеробство

ґрунтується на екстенсивних принципах, що призводить до збільшення площ ріллі і активного протистояння реорганізації її структури чи переведенню угідь в інші форми землекористування. Використовуються застарілі методи обробки ґрунту, що спричиняє його деструктуризацію, збіднення та площинний змив. Існує технічно зношена (напівзруйнована) меліоративна система, яка порушує загальний баланс вологоспоживання території. Ураховуючи ці особливості орного землекористування, можна визначити його як провідний (за часткою площ) фактор дестабілізації екоситуації в регіоні [18].

Також дослідниками була побудована карта на якій були зображені частки лучно-пасовищних угідь в басейні річки Серет [18].

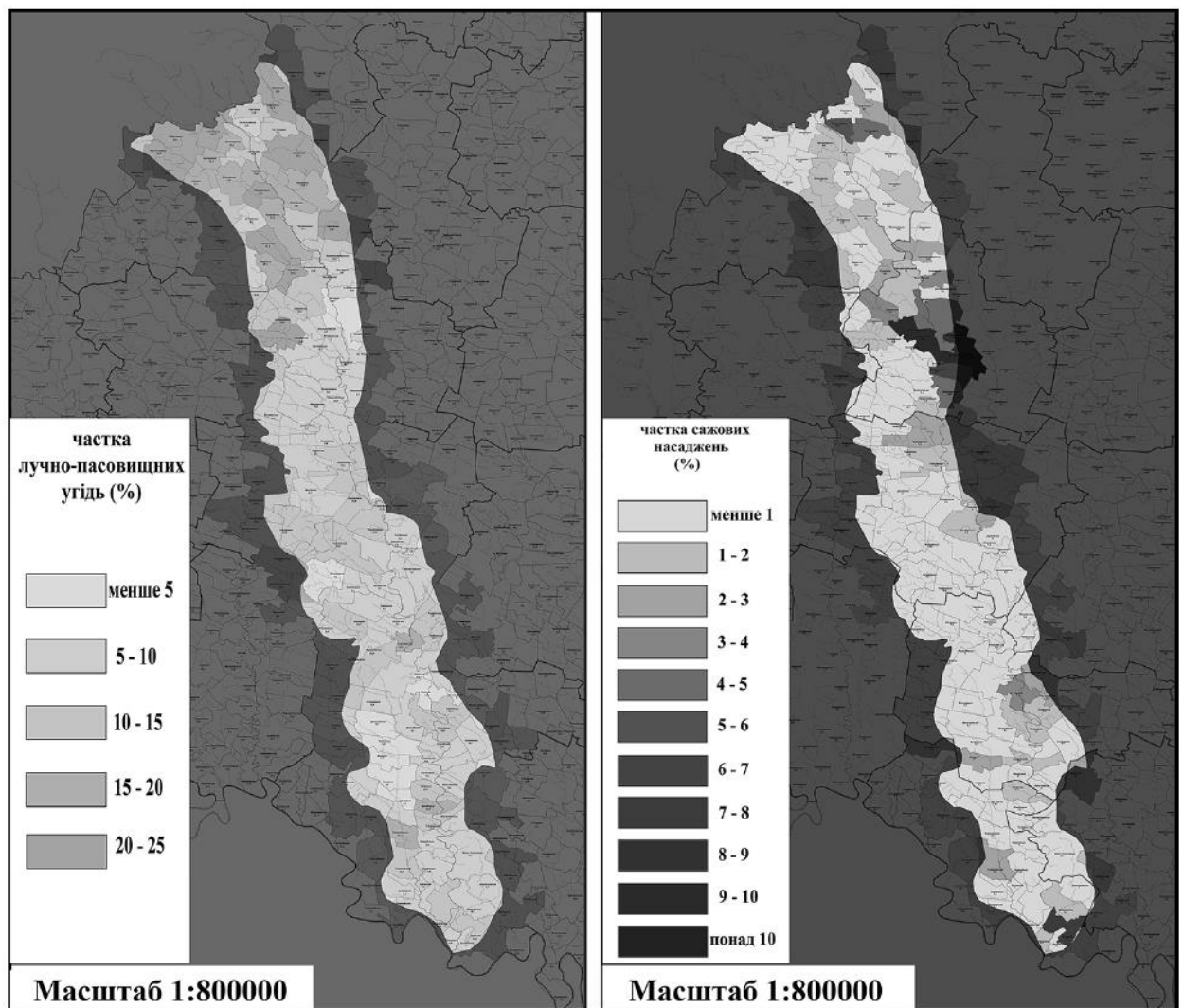


Рис. 2.7. Орні землі та еколого-стабілізуючі угіддя басейну р. Серет [18].

Пасовища, зосереджені в заплавах річок, мають рівнинний рельєф і високий рівень ґрунтових вод біля поверхні, що забезпечує сприятливі умови для зростання трав на корм худобі. Однак у природному стані ці землі не придатні для землеробства чи садівництва. Пасовища здебільшого розташовані в долинах річок та балок, а ділянки характеризуються схилами та крутими схилами, які не вкриті деревами. Також у басейні річки Серет найпоширенішими типом ерозії є флювіальна ерозія і дефляція. В незмінених природних умовах ці явища проявляються слабо і, зазвичай, локально, завдяки стійкості структури природних геосистем. Проте в басейні Серету ерозія ґрунтового покриву виявилася на значних площах і характеризується значними регіональними відмінностями в сільських радах. Основні площі еродованих земель зосереджені в долинах річок через велику кількість схилів, де оранка активізувала площинний розмив. У сільських громадах, розташованих на лівому березі річкових долин, де схили зазвичай менші та крутіші, ніж у басейні, умови для ерозії ґрунтів є більш сприятливими. Концентрація земель з еродованими ґрунтами в північній частині водозбору пояснюється великою часткою орних земель у сільських радах на цій території. Менша еродованість ґрунтів на водозборі з більшою кількістю занедбаних земель пояснюється природними особливостями геологічної системи [18].

Отже, господарство в Тернопільській області у тому числі і в басейні річки Серет має потенціал для відродження, поліпшення та ефективного розвитку господарства. Важливо вжити низку економіко-технологічних та екологічних заходів для вирішення нагальних та майбутніх проблем. Таких як вдосконалення використання землі та підвищення її родючості, раціональне використання ресурсів, впровадження ефективних технологій та методів виробництва, розвиток сільськогосподарського виробництва на різних формах власності та видів господарювання [35].

РОЗДІЛ 3. Аналіз змін природно-антропогенних умов в басейні річки Серет

3.1. Вивчення умов розвитку руслових процесів річки Серет

Русло річки є найбільш динамічним елементом рельєфу річкової долини. Вони постійно розвиваються, іноді поступово, іноді дуже активно, що призводить до значних змін рельєфу струмка. Розуміння закономірностей руслових деформацій дозволяє прогнозувати їх розвиток і передбачати можливі негативні впливи на господарські об'єкти, екологічний стан річки, умови водокористування тощо. Рівнинні річки мають меншу кінетичну енергію водного потоку, тому їхні русла змінюються повільно і зазвичай малопомітно. На русла рівнинних річок значний вплив має антропогенний фактор, що проявляється у спрямленні русел, будівництві осушувальних каналів, ставків тощо. Дослідження динаміки русел рівнинних річок є менш поширеними у флювіальній геоморфології і потребують подальшого вивчення [28,9].

Ці питання є актуальними і для річки Серет. Для виконання завдання були використані топографічні карти масштабу 1:150 000 Імперії Габсбургів 1861 року (Galicia and Bucovina (1861–1864) - Second military survey of the Habsburg Empire) та космознімки вискої роздільної здатності у програмах EO Browser, Copernicus Browser і Google Earth Pro за 2005 та 2020 роки за допомогою супутників Sentinel-2, Landsat 1-5 MSS L1 та Landsat 8-9. Після чого, за допомогою методик, які були розроблені працівниками Лабораторії ГІС та ДЗЗ МАНУ [3] у програмі Quantum GIS по топографічним картам та космознімкам вибраних років за допомогою покрокових інструкцій, було здійснено тематичне картографування досліджуваної території. Також у програмі Quantum GIS для більш точного порівняння деформацій русла, топографічні карти 1861 року були прив'язані якомога точніше за допомогою різноманітних інструментів по відповідним координатам до карт 2005 та 2020 років (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Прив'язка топографічних карт 1861 року до карт 2020 року.

Для порівняння змін на топографічних картах та космознімках русло річки Серет було виділено різними кольорами для кожного року (Жовтий – 1861, Синій – 2005, Червний – 2020) (рис. 3.2).

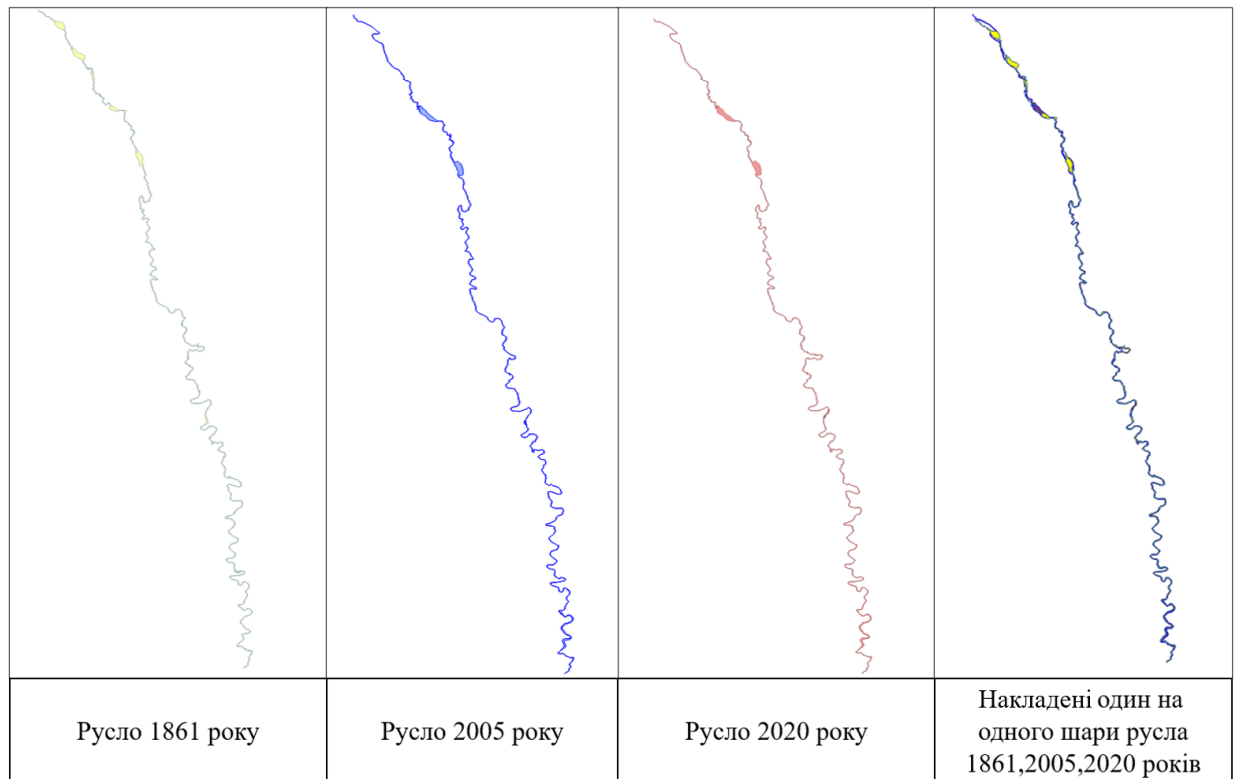
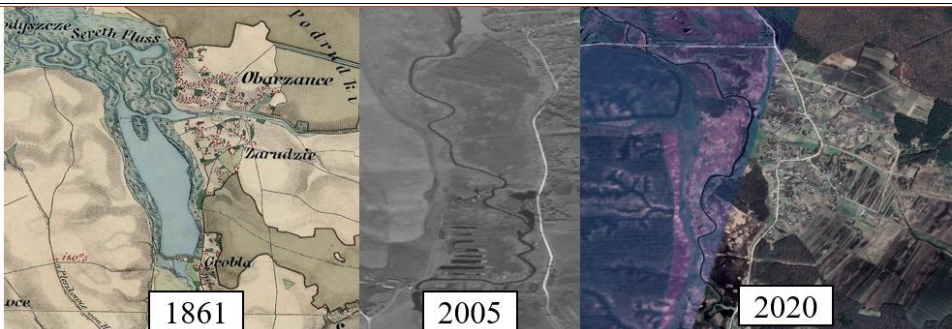
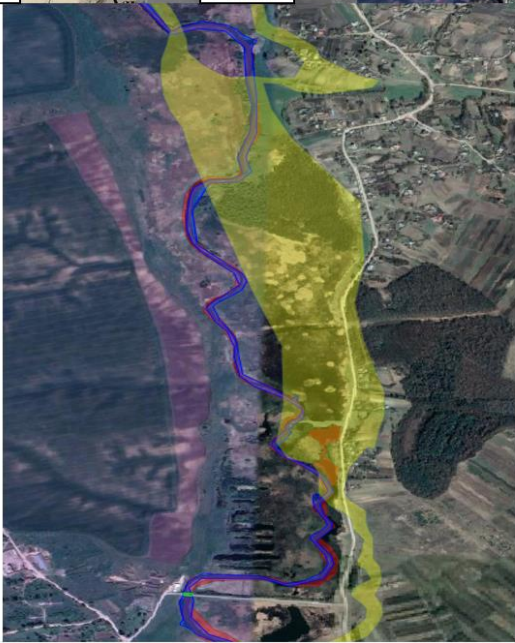


Рис. 3.2. Порівняння змін русла річки Серет на топографічних картах та космознімках за 1861, 2005 і 2020 роки.

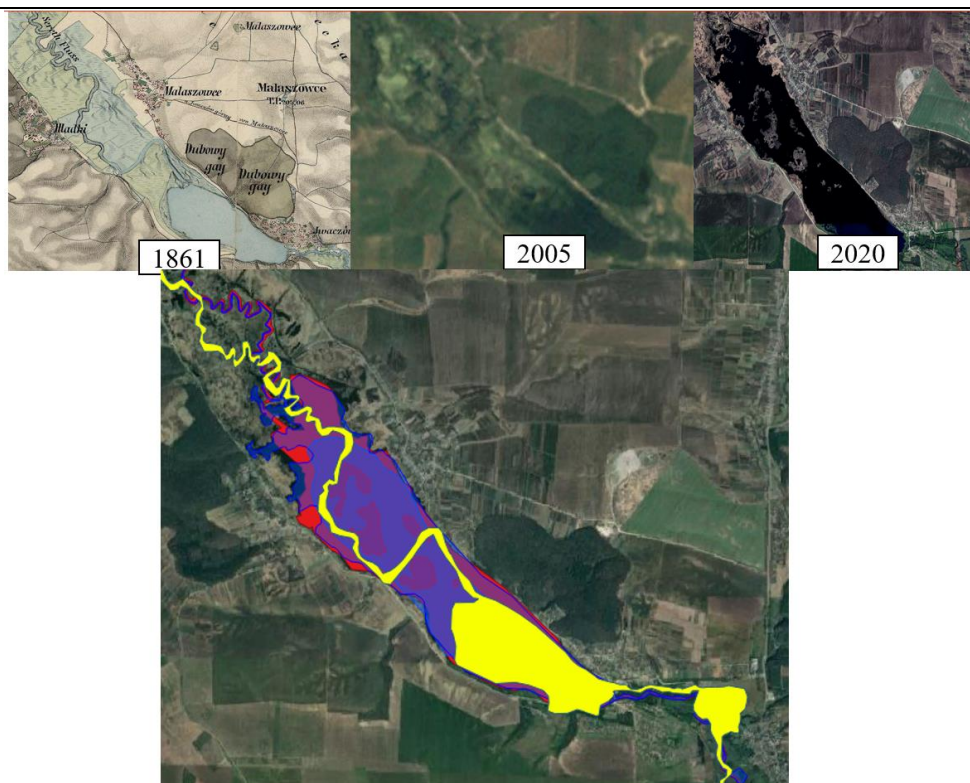
Із-за великого масштабу русла річки, для більш точного аналізу змін русла річки було обрано шістнадцять територій (с.Залізці, с.Кобзарівська, с.Івачів-Горішній, м.Тернопіль, с.Острів, с.Буцнів, с.Микуленці, с.Малів, с.Біла, м.Чортків, с.Росохач, с.Олексинці, с.Більче-Золоте, с.Касперівці, с.Щитівці, с.Городок) в яких прослідковувались найбільш сильно помітні деформації русла. Всі шари русел були накладені на карту 2020 року.(Табл. 3.1)

Таблиця 3.1.

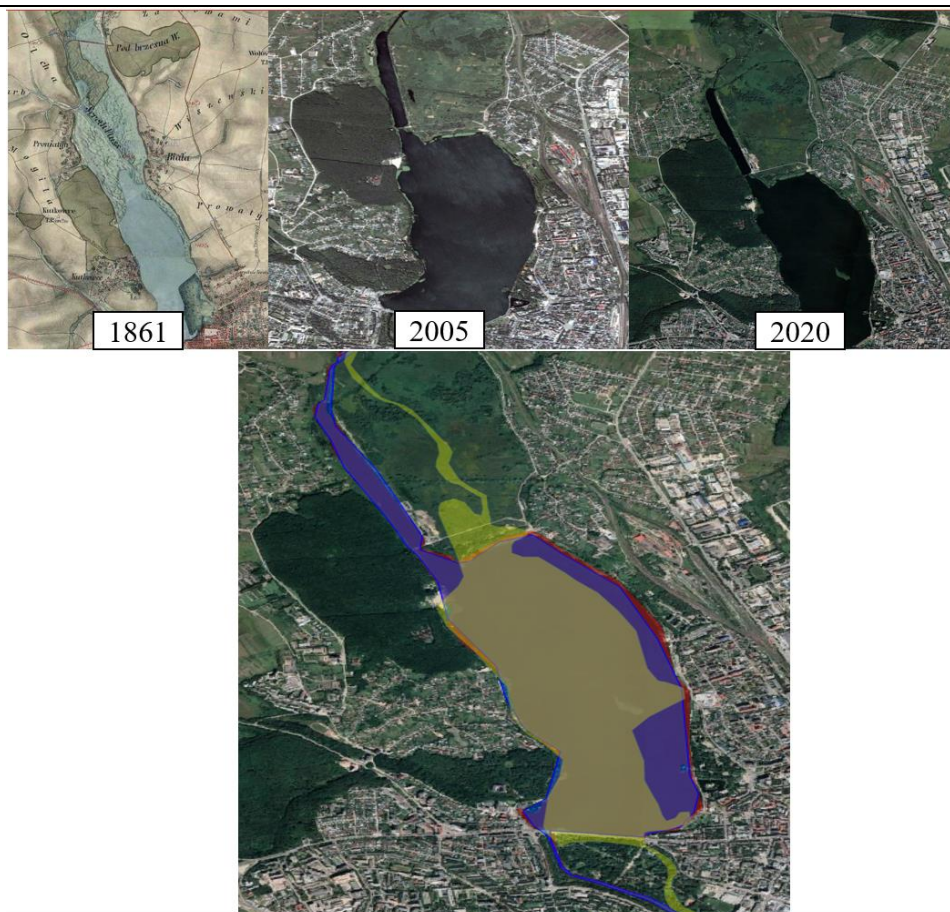
Обрані території для порівняння масштабу змін

с.Залізці	 1861 2005 2020 
с.Кобзарівська	 1861 2005 2020 

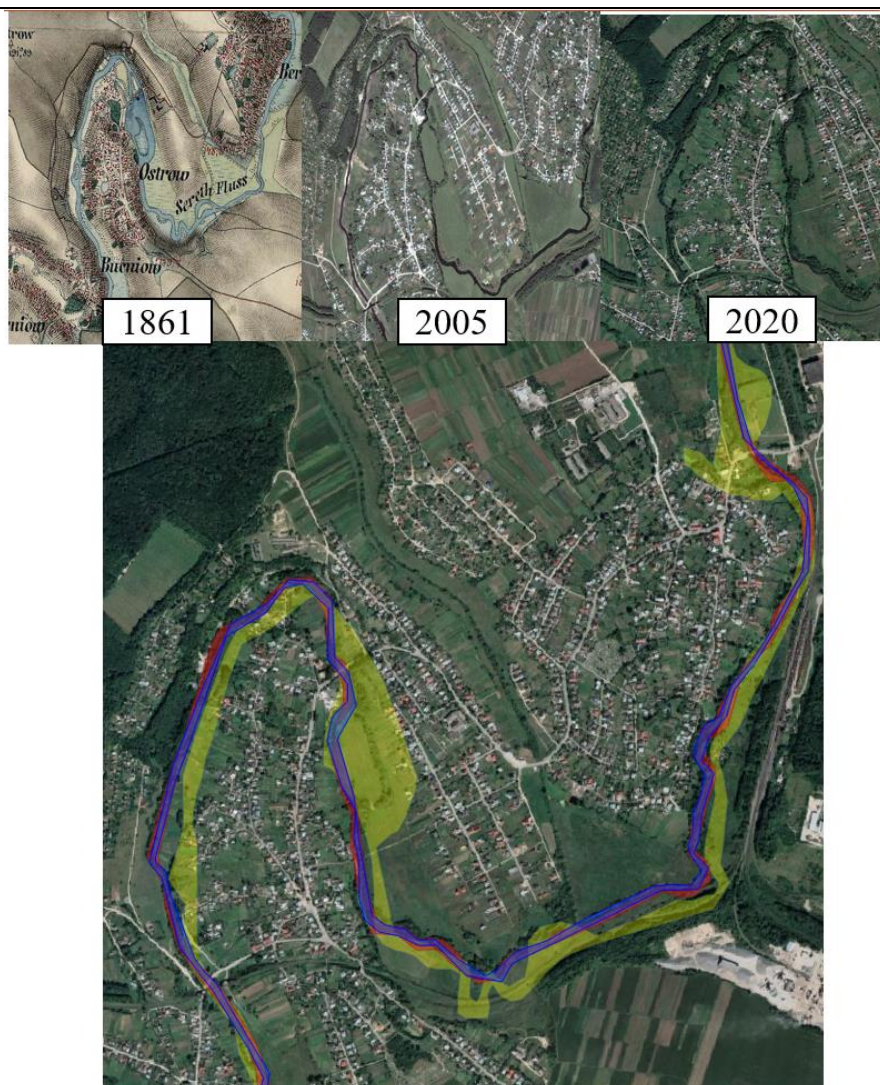
с.Івачів-
Горішній



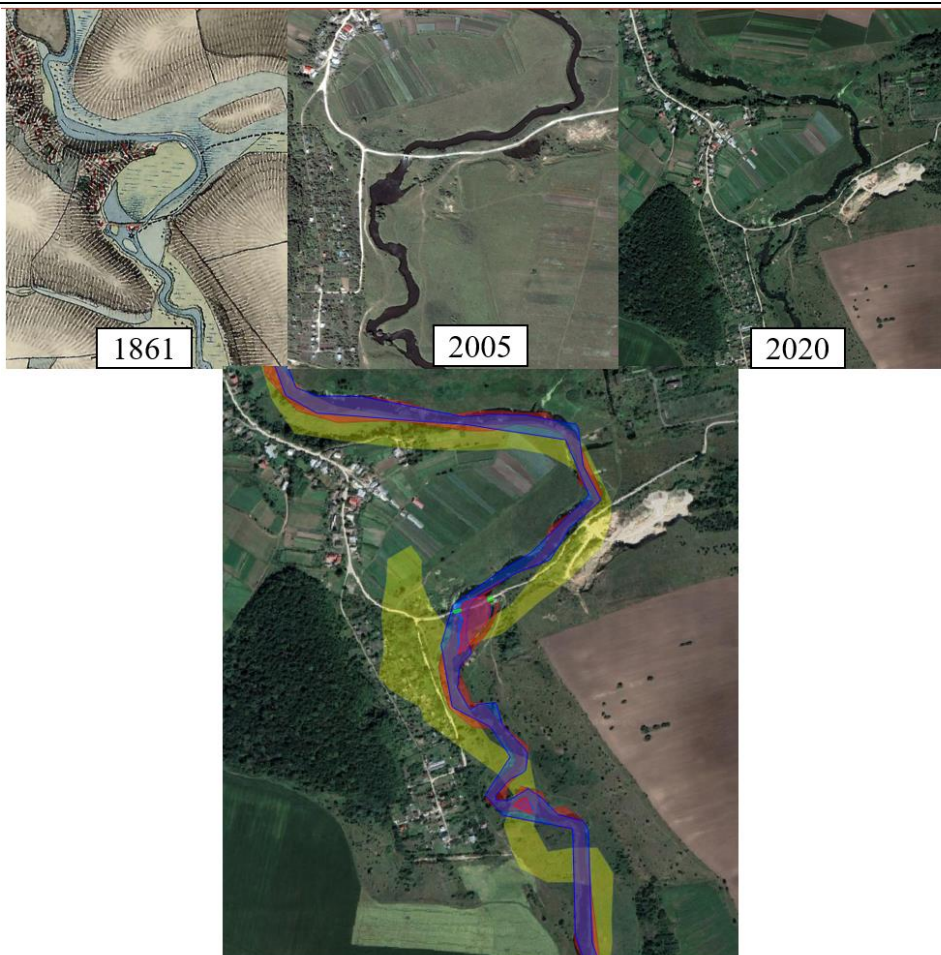
м.Тернопіль



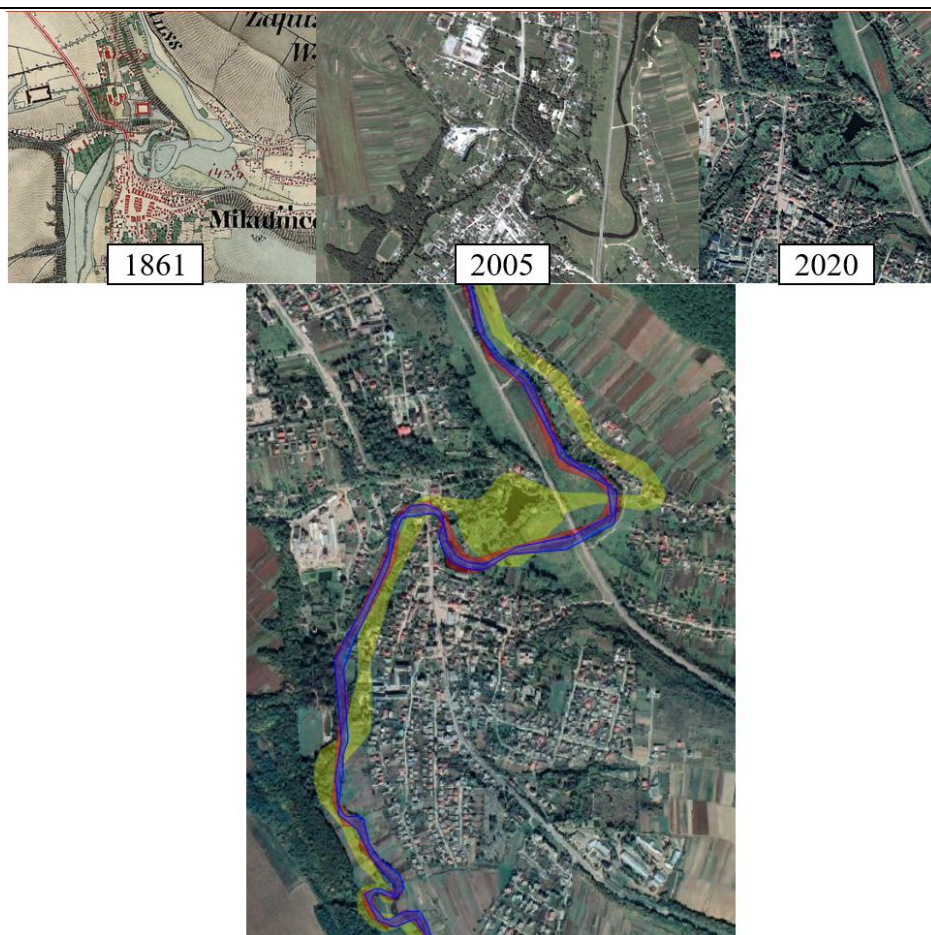
с.Острів



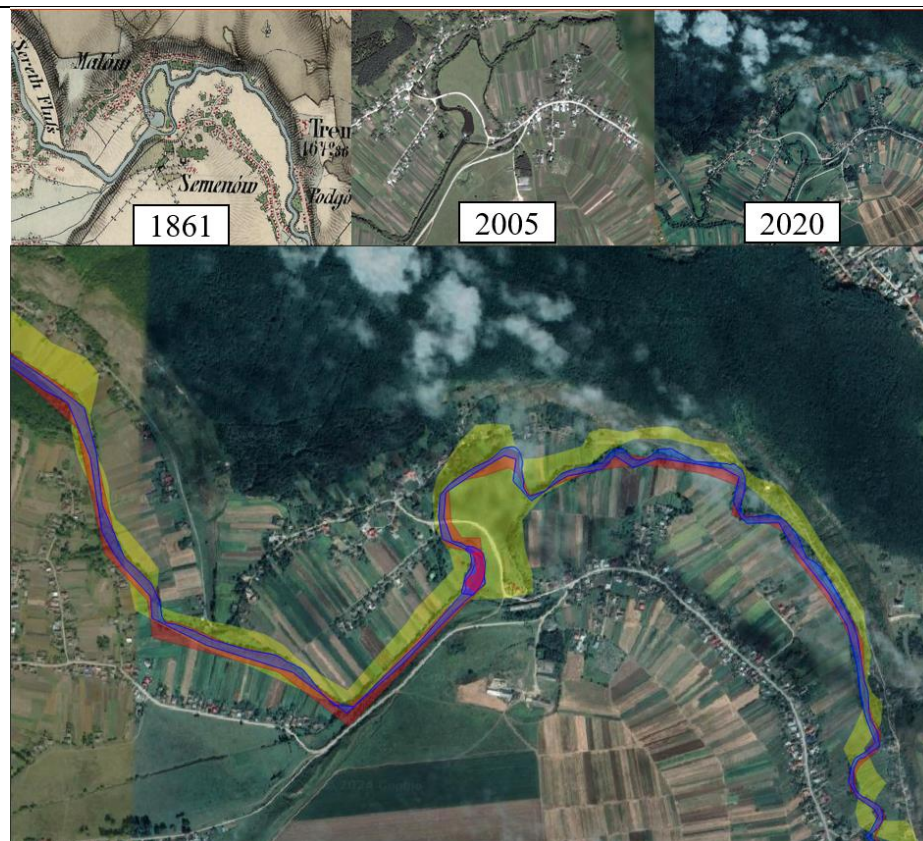
с.Буцнів

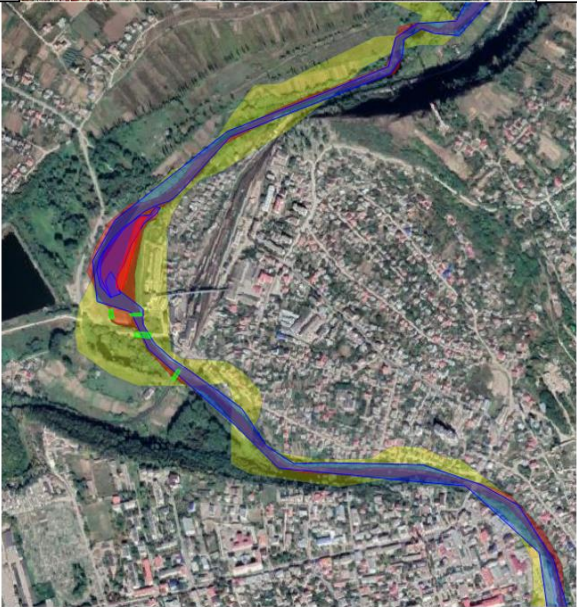


с.Микуленці

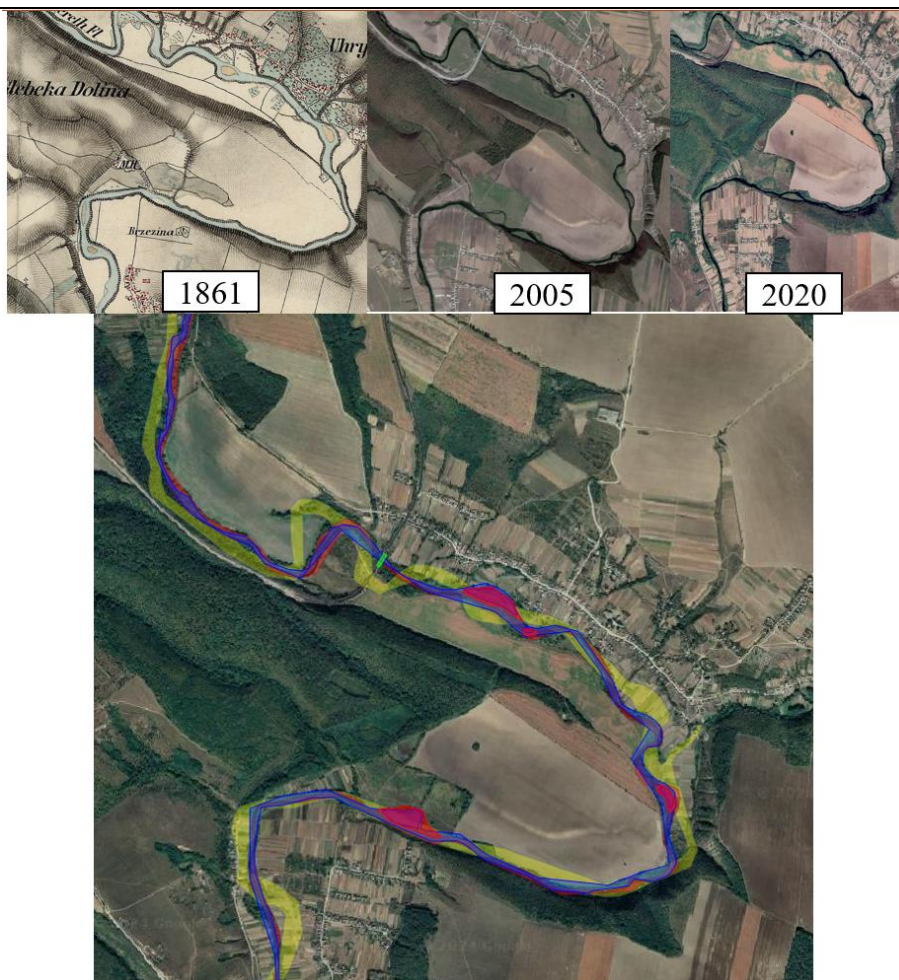


с.Малів

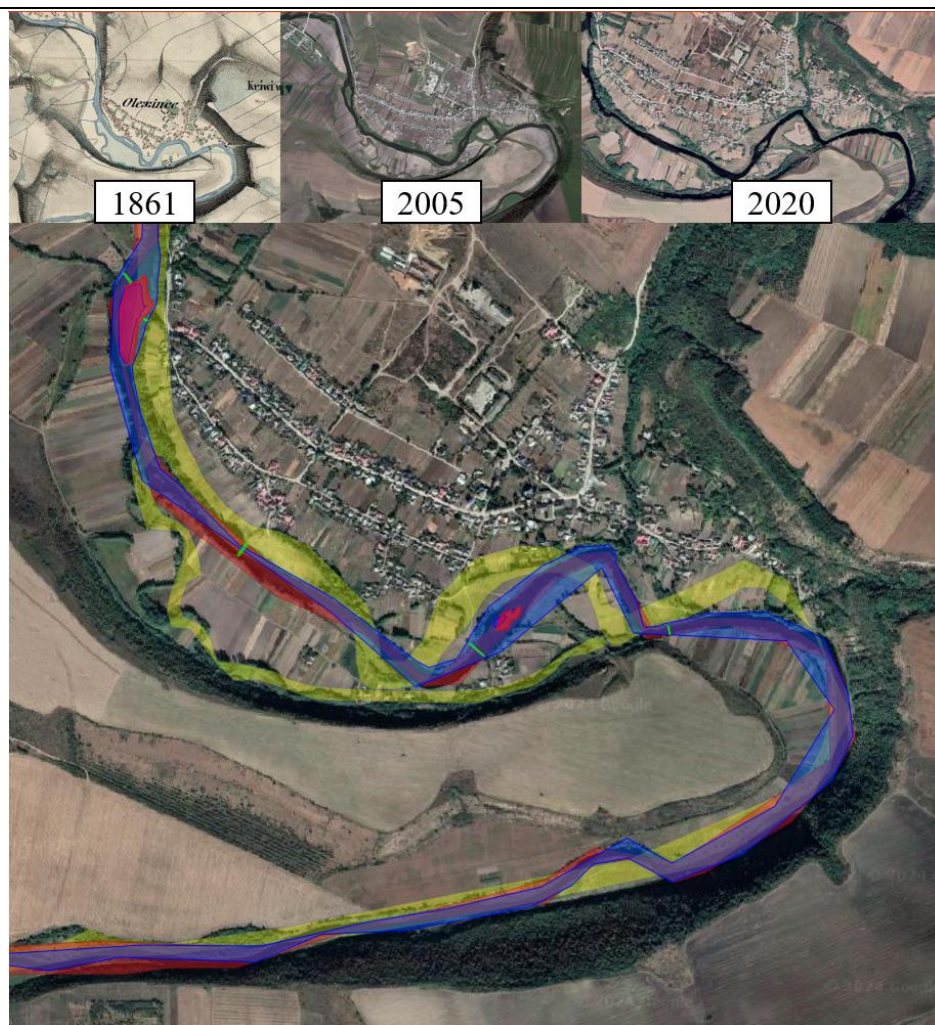


с.Біла	   
м.Чортків	   

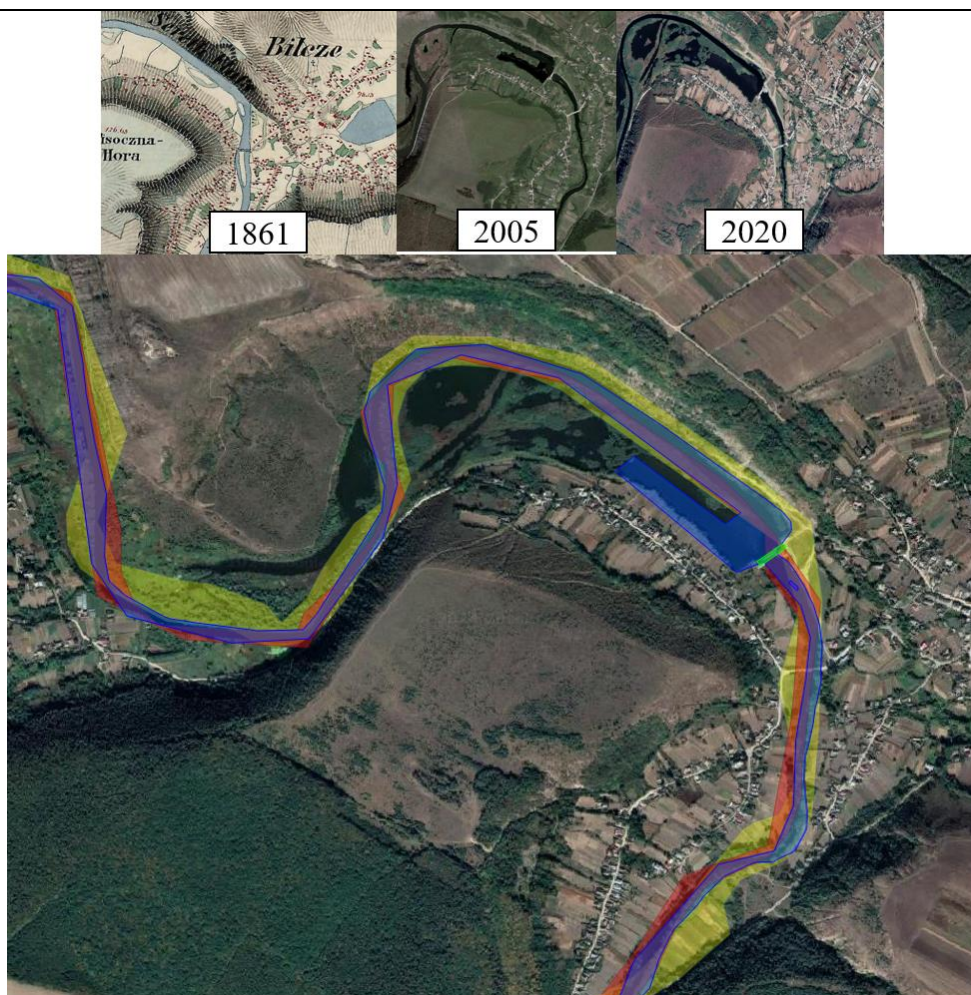
с.Росохач



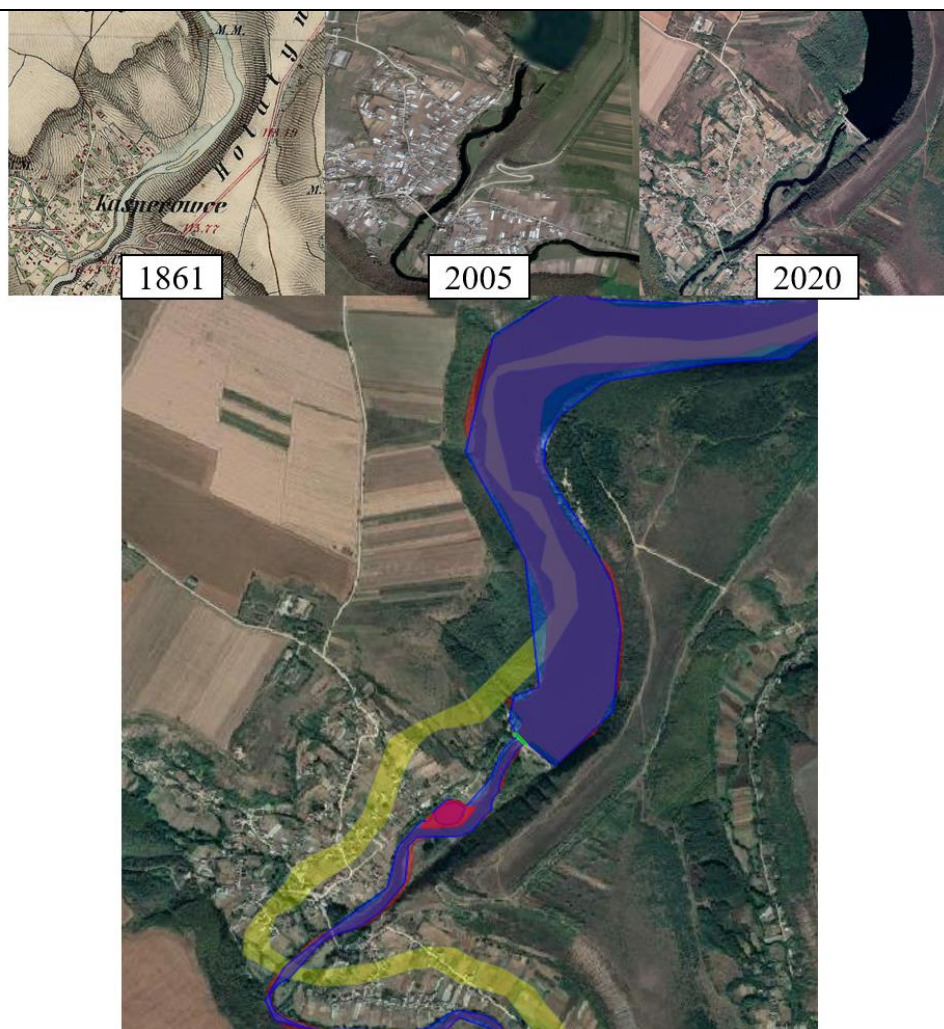
с.Олексинці

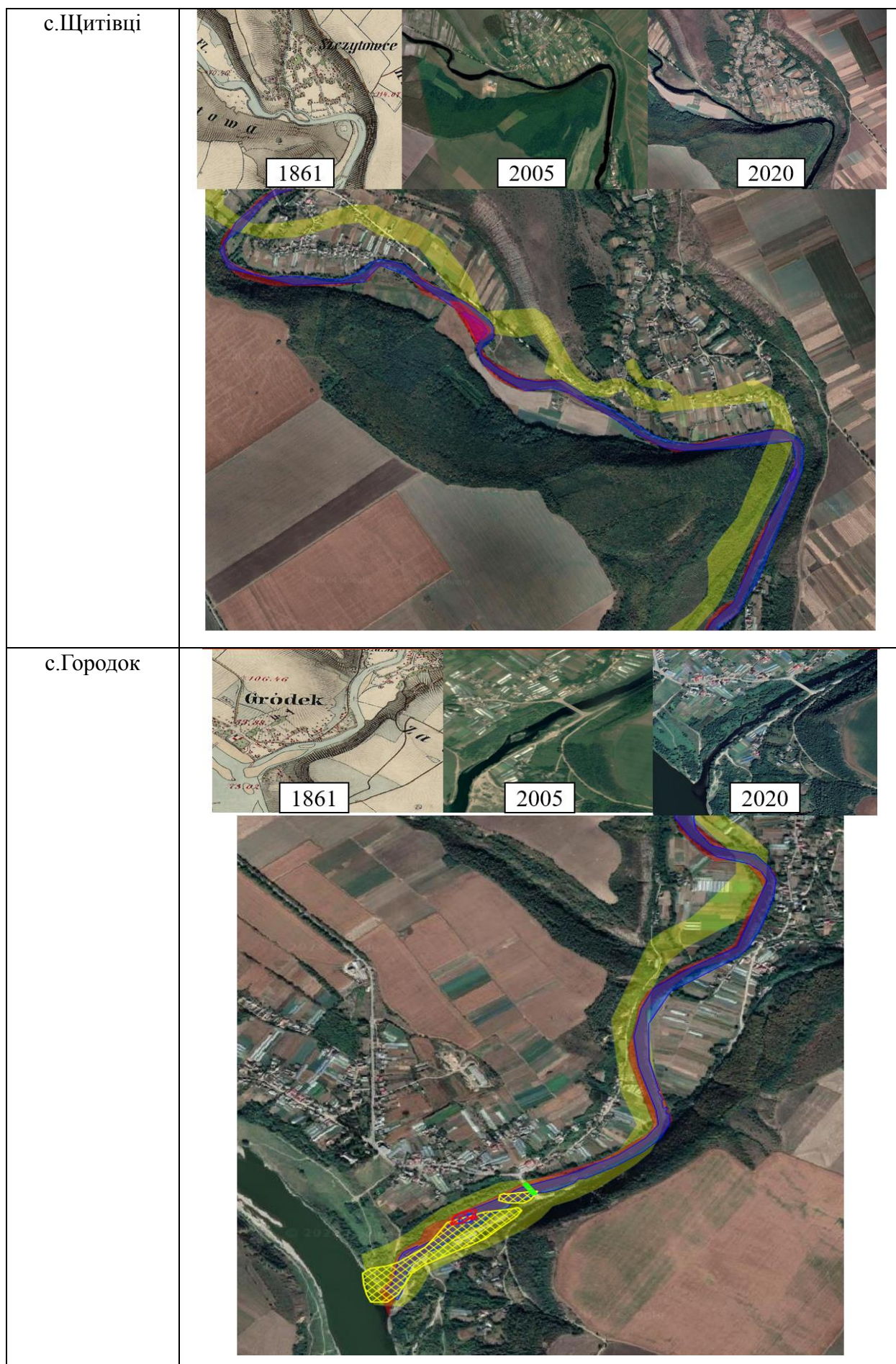


с.Більче-Золоте



с.Касперівці





На знімках жовтим кольором позначались території русла 1861 року, синім території 2005 року, червоним території 2020 року. Також додатково на знімках зеленим кольором позначались різноманітні інженерні споруди (мости, ГЕС), заштрихованими кольорами позначались острови в руслі відповідно (жовтим – 1861, синім – 2005, червоним - 2020). Аналізуючи фото можна сказати, що судячи по картам з 1861 року по 2020 рік форма русла змінилась в деяких місцях сильно а в деяких ні. Також форма русла 1861 року має в деяких місцях сильні відмінності в порівнянні з іншими роками, скоріше всього це пов'язано із невеличкою похибкою у прив'язці, із-за того, що карти 1861 року не мають сильної деталізації на відміну від сучасних карт. Також можна сказати, що в деяких місцях форма русла та розміри островів за 15 років з 2005 по 2020 також змінилися. А точніше невеличкі зміни відбулись у селі Городок, Буцнів, Щитівці, Касперівці, Олексинці, Росохач, місті Чортків та у селі Біла. Аналіз показав, що у селі Буцнів та у місті Чортків, зміни в руслі річки виникли в результаті антропогенного втручання. Схоже, забудова та інші антропогенні фактори, ймовірно, спричинили зменшення островів, геоморфологічні зміни русла річки та прилеглих територій. У селі Касперівці з 2005 року острова за дамбою замило та через деякий час вони стануть повноцінною частиною берега. Натомість природні зміни річки спостерігалися біля села Городок, Щитівці, Олексинці, Росохач, Біла. Можливо обміління річки призвело до збільшення території островів. Це, ймовірно, пов'язано з природними ерозійними та седиментаційними процесами, що відбуваються на цих територіях. Судячи з знімків поверхонь за період з 1861 по 2020 р. уздовж всього русла річки Серет виявлено значний антропогенний вплив на форму русла річки, який проявляється в спрямленні русел особливо це помітно ближче до витoku а саме біля сіл Залізці та Кобзарівська, а також біля міста Тернопіль. Природний аспект горизонтальних деформацій включає зміщення русла відносно меж заплави, зміну форми та розмірів вигинів, а також відновлення вільного меандрування на місці спрямлених русел.

3.2. Основні аспекти антропопресингу на басейн річки

Антропогенне навантаження на річки виявляється передусім у господарському освоєнні їх басейнів і регулюванні стоку. Лісистість, розораність, заболоченість та урбанізованість впливають на поверхневий стік басейну річки, а наявність ставків та водосховищ у руслах річок безпосередньо впливає на стік каналів водних шляхів. Поєднання цих параметрів визначає геологічний стан річки та рівень антропогенних змін у її вододілі. Західне Поділля, де протікає річка Серет, характеризується високим рівнем господарського освоєння (розораність 62%, лісистість – 14,6%) та значною кількістю штучних водойм. У Тернопільській області за даними [24] налічується близько 26 водосховищ та понад 480 ставків. Загальна площа водного плеса водосховищ становить 3580 га, а корисний об'єм – 69 млн м³. Найбільш зарегульованою річкою області є Серет, на якій розміщено 8 водосховищ із загальною площею водного плеса 2100 га. та повним об'ємом 57,4 млн. м³. У верхів'ях річки розташовано 5 водосховищ із повним об'ємом близько 33 млн м³ (рис. 3.3).

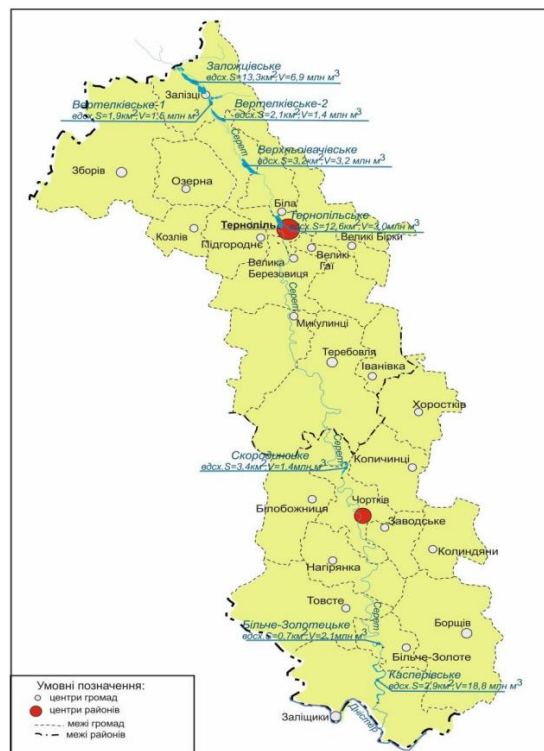


Рис. 3.3. Водосховища в руслі річки Серет [17]

Вони слугують джерелом промислового водопостачання, гідроенергетики та риборозведення. Також у руслі річки є 8 малих гідроелектростанцій, всі руслового типу, із загальним виробленням електроенергії 21,57 МВт. Найбільшою за потужністю є Касперська МГЕС потужністю 9,38 МВт (рис. 3.4).

№ з/п	Назва МГЕС	Потужність, МВт	Місце розташування	Рік введення в експлуатацію
1	Західгідроенерго	0,18	с. Горішний Івачів	2021
2	Люкс-2	0,08	с. Мишковичі	2019
3	Янівська	0,66	с. Долина	2012
4	Чортківська	0,2	м. Чортків	2018
5	Більче-Золотецька	0,63	с. Більче-Золоте	2009
6	Більче-Золотецька №2	1,44	с. Більче-Золоте	2014
7	Скородинська	9,0	с. Скородинці	1958
8	Касперівська	9,38	с. Касперівці	1963

Рис. 3.4. Перелік малих ГЕС, що функціонують на річці Серет [22]

Також був проведений огляд космознімків з великою роздільною здатністю за 2020 рік та топографічних карт 1861 року за допомогою супутників Sentinel-2, Landsat 1-5 MSS L1 та Landsat 8-9 в програмах EO Browser, Copernicus Browser і Google Earth Pro, було виявлено що за період з 1861 по 2020 рік вздовж міст та сіл які знаходяться біля русла річки Серет було побудовано 23 нових моста різного призначення в таких містах та селах як: Городок, Більче-Золоте, Олексинці, Угринь, Чортків, Скородинці, Скомороше, Слобідка, Касперівці, Тернопіль, Чистилів, Великий Глибочок, Плєсківці, Городище (рис. 3.5).

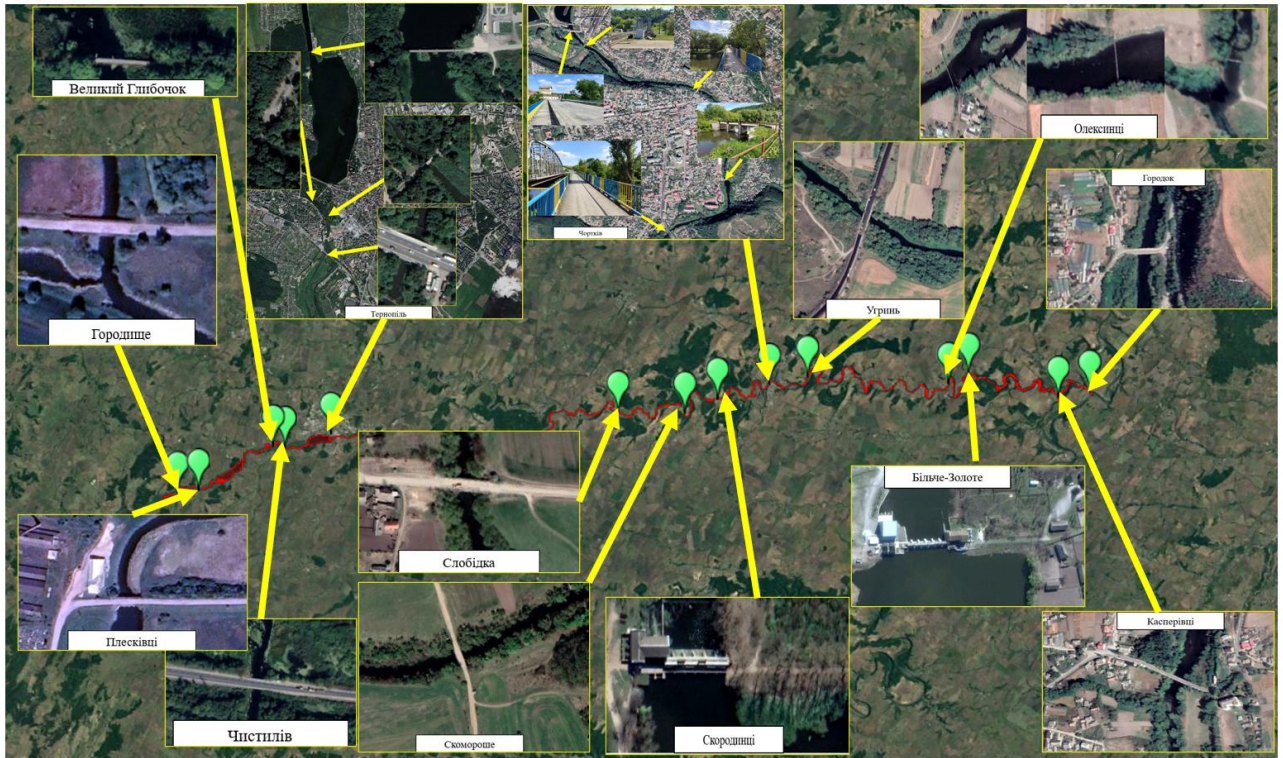


Рис. 3.5. Розміщення виявлених інженерних споруд вздовж русла річки Серет.

У Тернопільській області налічується 886 ставків загальним об'ємом 58,8 млн м³. Ставки в основному використовуються для потреб сільського господарства та аквакультури. Найбільше ставків розташовано в Буцацькому (105 шт.), Шумському (90 шт.) і Гусятинському (85 шт.) районах. Згідно інформації [10] в басейні річки Серет налічується 216 ставків загальною площею 1213 га. (рис. 3.6).

Басейн	Кількість ставків та їх параметри			На балансі водогосподарських організацій		Передано в оренду (станом на 01.01.14)	
	кількість, шт.	площа, га	об'єм, млн.м ³	кількість, шт.	площа, га	кількість, шт.	площа, га
Дніпра, у т.ч.	210	1437	14,0	—*	—	115	1358
р. Прип'ять	210	1437	14,0	—	—	115	1358
Дністра, у т.ч.	676	4190	44,8	—	—	364	3889
р. Збруч	139	685	8,2	—	—	24	253
р. Серет	216	1213	12,0	—	—	74	666
Разом	886	5627	58,8	—	—	479	5247

Рис. 3.6. Наявність ставків у басейнах основних річок у межах Тернопільської області [10].

Стан більшості ставків у Тернопільській області незадовільний. Більшість з них (83%) мають площу водної поверхні до 5 га і глибину 0,5-1,5 м, і на цих глибинах ставок прогрівається до дна і швидко випаровується. Фактично, вони є природними басейнами-випаровувачами, які безгосподарно витрачають воду. За нашими підрахунками, використовуючи різні джерела, за останні п'ять років в області зникло близько 100 ставків. Це головним чином тому, що орендарі забувають про необхідність регулювання і використовують їх лише для вирощування риби. Через незадовільний технічний стан ставків, що виникають в результаті тривалої експлуатації, постає питання про ліквідацію частини таких водойм (неглибоких та малих за площею) та перетворення їх на заплавні сіножаті. У разі необхідності ставки можна залишити в експлуатації, але для цього потрібно провести їх очищення від мулу, водних рослин та також знайти джерела їх живлення [19].

3.3. Урбанізація прибережних територій

Урбанізація території з кожним роком розвивається все швидше. Природний ландшафт змінюється, а антропогенні впливи охоплюють всі елементи водного балансу і гідрологічного режиму водойм. Зміни водного балансу в урбанізованих районах супроводжуються погіршенням якості води, змінами в гідрохімічних речовинах, водних організмах, фізиці води та інших показниках. Ступінь впливу урбанізації на водні об'єкти залежить від розвитку транспортної інфраструктури, масштабів забудови, розвитку індустріальних парків, змін в характері землекористування. Також до негативних чинників урбанізації можна віднести: збільшення поверхневого стоку, ерозії ґрунтів, підвищення ризику повеней і тд., всі ці чинники трапляються із-за вирубки лісів. Для проведення власних досліджень з визначення знелісненості прибережних територій річки Серет за основу були взяті методика, що були розроблені працівниками Лабораторії ГІС та ДЗЗ МАНУ [2] у програмі Google Earth Engine завантажили датасет “Global Forest Change”, після чого додали

векторний шар адміністративних кордонів України FAO, вибрали шар із бази “Global Forest Change” зі щільністю лісового покриву і вибрали тільки ділянки зі щільністю понад 50%. Потім вибрали шар із роками знеліснення і діапазоном років 2005–2020. Після чого код автоматично порахував виділену площу знеліснення за 2005–2020 роки і вивів її на екран (рис. 3.7).

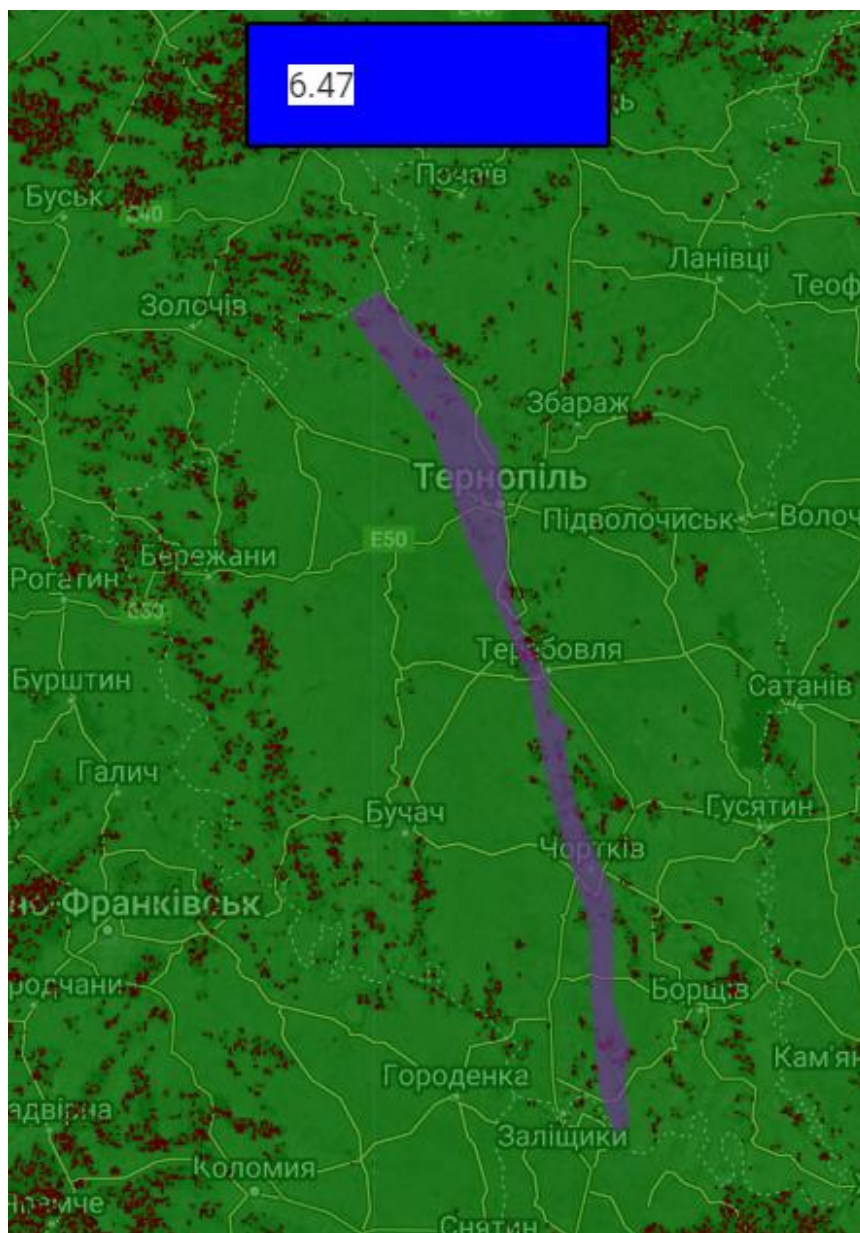


Рис. 3.7. Площа знеліснення прибережних територій навколо річки Серет з 2005 по 2020 рік.

Отже, площа знеліснення прибережних територій навколо річки Серет з 2005 по 2020 рік становить 6,47 гектарів. Також вдалось визначити найбільшу площу знеліснення поряд з містами через які пролягає річка Серет. Найбільші площі знеліснених територій були біля міст: Залізці – 0.62 га, Чернихів – 0.29 га, Лучка – 0.38 га, Різдвяни – 1.01 га, Буданів – 0.74 га, Скородинці – 1.75 га, Монастирок – 1.50 га (рис. 3.8).

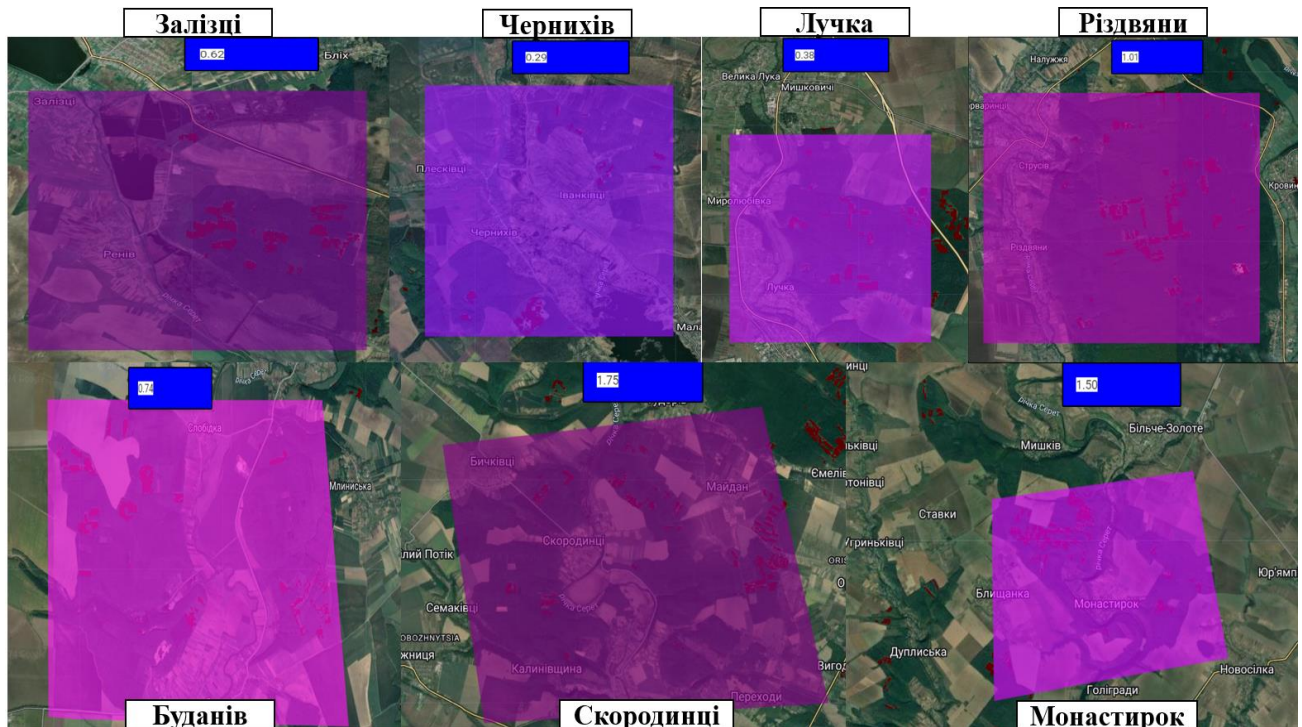


Рис. 3.8. Площа з найбільшим знелісненням в окремих локаціях.

Також для виконання завдання по визначенню збільшення площі міст навколо річки Серет як вже зазначалось раніше у минулих підрозділах були використані топографічні карти масштабу 1:150 000 Імперії Габсбургів 1861 року (Galicia and Bucovina (1861–1864) - Second military survey of the Habsburg Empire) та космознімки вискої роздільної здатності у програмах EO Browser, Copernicus Browser і Google Earth Pro за 2020 рік за допомогою супутників Sentinel-2. Після чого, за допомогою методик, які були розроблені працівниками Лабораторії ГІС та ДЗЗ МАНУ [3] у програмі Quantum GIS по топографічним картам та космознімкам вибраних років за допомогою покрокових інструкцій, було здійснено тематичне картографування та

визначення площі вибраних територій. Для дослідження збільшення площі територій було обрано місто Чортків та місто Тернопіль які пролягають через річку Серет (Рис. 3.9).

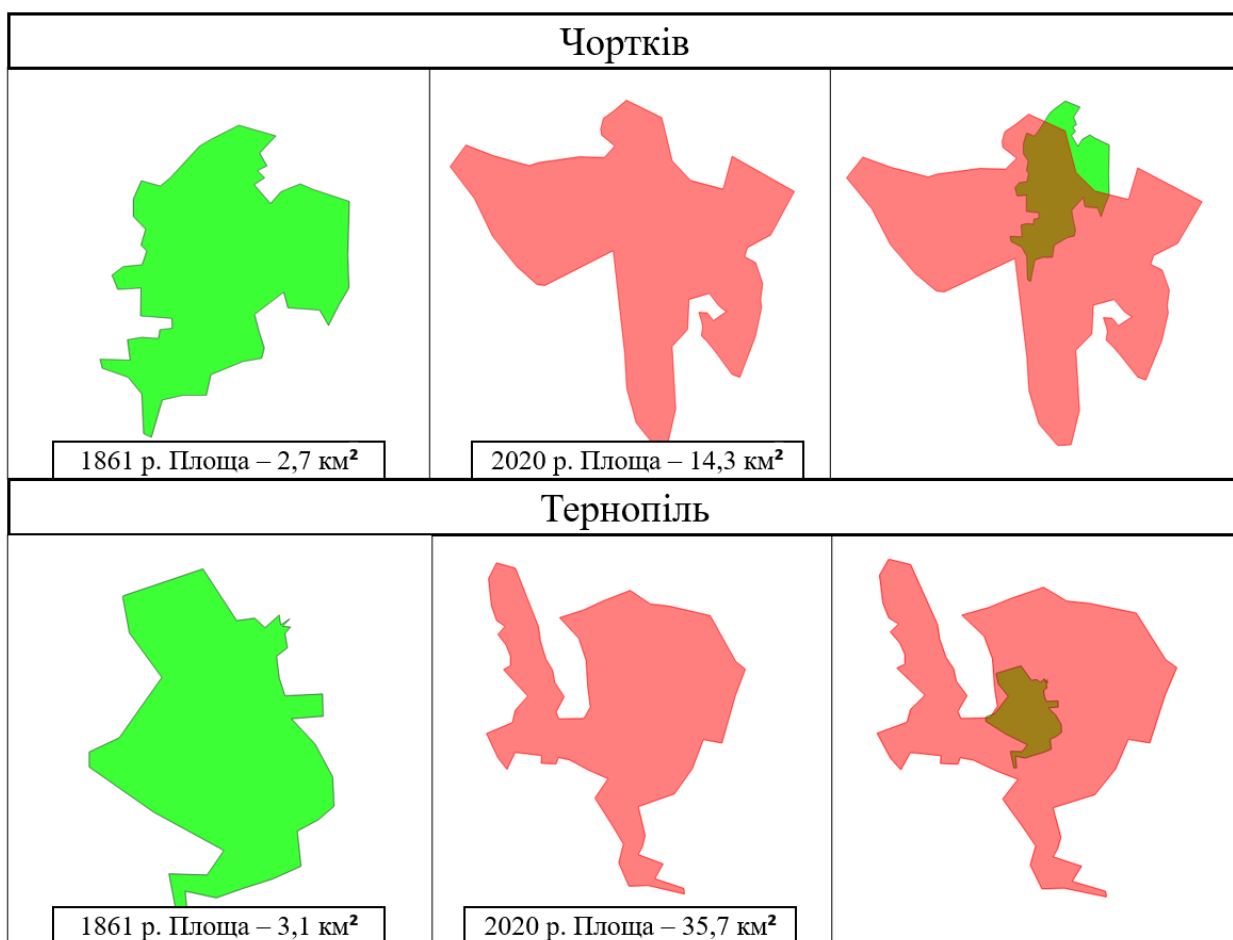


Рис. 3.9. Площі міст Чортків та Тернопіль за 1861 та 2020 роки.

На картах зеленим кольором позначались території 1861 року, червоним території 2020 року. За допомогою різноманітних інструментів та розрахунків у програмі Quantum GIS вдалось визначити, що з 1861 року по 2020 рік площа міста Чортків збільшилась на 11,6 км² тоді як площа міста Тернопіль збільшилась на 32,6 км². Аналізуючи топографічні карти та космознімки вдалось прийти до висновку, що села у прибережних територій річки Серет не зазнали значних збільшень у площі. Скоріше всього це пов'язане із масовою міграцією людей із сіл у міста, через значний розвиток промисловості який

створював численні робочі місця в містах, що приваблювало людей з сіл у пошуках кращих можливостей для заробітку, міста надають кращі можливості для здобуття освіти та професійного розвитку, що стимулює молодь переїжджати з сіл, також розширення міської інфраструктури, будівництво житла, шкіл, лікарень та інших соціальних об'єктів сприяло привабливості міського життя, у містах було більше доступу до комунальних послуг, медичного обслуговування, розваг і культурних заходів, із-за економічних труднощів, такі як неврожаї, зменшення доходів від сільськогосподарської діяльності спонукали людей переселятися до міст у пошуках стабільніших економічних умов. Надмірна неконтрольована урбанізація може порушити баланс між водними та наземними екосистемами через зміну землекористування, збільшення джерел забруднення та розширення непроникних поверхонь із твердим покриттям. Зі зростанням населення та урбанізацією антропогенне навантаження на водні об'єкти постійно зростає. Оскільки сучасна світова економіка базується на технологіях, які споживають велику кількість води та виробляють забруднені відходи, антропогенний вплив на водні ресурси неминучий [29].

ВИСНОВКИ

1. Річка Серет виникає із джерела поблизу села Ніще в Зборівському районі Тернопільської області на висоті 368 метрів. Це місце визначає початок річки та її подальший шлях через територію області. Річка формується з об'єднання кількох потоків, таких як Серет Правий, Серет Лівий, В'ятина і Граберка, поблизу села Ратищі. Це є важливою точкою збирання води в один великий потік. Геологічна будова басейну річки Серет включає різноманітні відклади від верхнього протерозою до кайнозою. Рельєф басейну річки Серет різноманітний. У верхній течії річка протікає рівнинною болотистою місцевістю, а в нижній течії долина річки набуває V-подібного вигляду. Річкова система Серету, що знаходиться в межах Подільської височини, є класичним прикладом паралельної мережі водотоків, яка виникла через тектонічні рухи на поверхні. Клімат басейну річки Серет характеризується помірно-континентальними умовами, що є сприятливим для формування стоку.

2. Вивчення басейну річки Серет є важливим напрямком сучасних наукових досліджень. Було проведено багато досліджень в басейні річки. Попередні дослідження пропонують комплексний підхід, зосереджений на оцінці якості води, регулюванні стоку, екологічних аспектах та кліматичних взаємозв'язках. Це забезпечить важливу основу для майбутніх досліджень, оскільки дозволить виявити не лише фізичні та хімічні характеристики басейну, але й його екологічні взаємозв'язки. Ці праці детально висвітлюють різні аспекти басейну річки Серет і демонструють високий рівень наукових зусиль, які були докладені для розуміння та управління цією природною системою.

3. З аналізу дослідження умов розвитку руслових процесів річки Серет за період з 1861 по 2020 роки випливає, що русло річки є найбільш динамічним елементом рельєфу річкової долини. Зміни в руслі річки спостерігаються як поступові, так і дуже активні, що призводить до значних змін у рельєфі річки. За результатами досліджень, проведених з

використанням топографічних карт 1861 року та космознімків високої роздільної здатності за 2005 і 2020 роки, було виявлено значні зміни природних та антропогенних умов в басейні річки, що проявилися на деформаціях русла річки Серет. Зокрема, було виявлено зміни у формі русла та розмірах островів. Невеликі зміни відбулися з 2005 по 2020 рік внаслідок антропогенного втручання, такого як будівництво інженерних споруд. У деяких місцях такі зміни спричинені природними ерозійними та седиментаційними процесами. Зауважимо, що високий рівень господарського освоєння, розораність, заболоченість, значна кількість штучних водойм, які використовуються для різних галузей впливають на поверхневий стік басейну річки Серет. Збудовані 8 малих гідроелектростанцій у руслі річки Серет також завдають додаткового впливу на русло річки та басейн в цілому. Аналіз космознімків показав, що протягом 1861-2020 років було побудовано 23 нових мости та інших інженерних споруд, що збільшило антропогенний тиск на річку. Урбанізація території з 1861 по 2020 роки продовжує зростати, призводячи до зміни природного ландшафту і антропогенного впливу на водні екосистеми. За період з 2005 по 2020 роки виявлено, що площа знеліснення прибережних територій навколо річки Серет становила 6,47 гектарів. Урбанізація призводить до погіршення якості води та збільшення поверхневого стоку, що загрожує балансу водних та наземних екосистем. Розвиток міст зумовлює масову міграцію з сіл у пошуках кращих умов життя, що підсилює навантаження на водні об'єкти та природні ресурси.

4. Отже, за обраний для дослідження період ми виявили, що в басейні річки Серет відбулися значні природні та антропогенні зміни. Тому необхідно вживати заходів з ревіталізації (відновлення) річки. А саме зменшення скидів стічних вод які можуть погіршити якість води та екологічний баланс, необхідно також обмежити господарське використання прибережних територій річки, оскільки надмірне освоєння земель біля водойми може спричинити ерозійні процеси та погіршення гідрологічних умов, провести комплексний перегляд окремих штучних водойм та

інженерних споруд і якщо такі об'єкти не мають важливого практичного значення, то доцільно розглянути можливість їх повного або часткового усунення, після чого вжити відповідних заходів по відновленню наближених до природних умов ділянок річки Серет.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрусишин Т., Файфура В., Бицюра Л. Гідроекологічні проблеми використання і охорони водних ресурсів регіону. *Регіональні аспекти розвитку продуктивних сил України*. Тернопіль: Західноукраїнський національний університет, 2022. Вип. 27. С. 26-34.
2. Бабійчук С.М., Гордієнко О.В., Томченко О.В., Коблюк Н.С., Голод В.І., Кучма Т.Л., Юрків Л.Я., Пікуль С.Т. Основи дистанційного зондування землі. Частина 3. Обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine. *Робочий зошит*. Київ: Національний центр "Мала академія наук України", 2023. С. 116-124.
3. Бабійчук С.М., Юрків Л.Я., Томченко О.В., Кучма Т.Л., Коблюк Н.С., Гордієнко О.В. Основи дистанційного зондування землі. Частина 1. Історія та практичне застосування. *Робочий зошит. 2-ге видання, доповнене і перероблене*. Київ: Національний центр "Мала академія наук України", 2023. С. 72-76.
4. Бірюков О.В. Будова та стік річкової мережі подільської височини. *Фізична географія та геоморфологія*. 2015. Вип. 1. С. 78-85.
5. Болотний Ю. Розрахунок водного балансу водосховищ верхньої течії річки Серет. *Моделювання еколого-географічних систем* : матеріали звіт. наук. конф. виклад., аспір., магіс., студ. кафедр. геоек. та метод. навч. еко. дисц. та НДЛ., м. Тернопіль, 15 травня 2023 р. Тернопіль: Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, 2023. С. 135-138.
6. Бурштинська Х. В., Бабушка А. В., Бубняк І. М, Бабій Л. В., Третяк С. К. Вплив геологічних структур на характер зміщень русел рік верхньої частини басейну Дністра. *Геодинаміка*. 2019. Вип. 2. С. 24-38.

7. Вовк О.Б., Чернявський М.В. Ґрунтове різноманіття заказника "Дача Галілея". *Наукові записки Державного природознавчого музею НАНУ*. Львів, 2011. Вип. 27. С. 95-107.
8. Голіней Г.М., Грод І.М., Кравець Н.Я., Майорова О.Ю., Крижановська М.А., Москалюк Н.В., Прокоп'як М.З., Шевчик Л.О. Нариси фауни західного поділля: *монографія*. Тернопіль: ТНПУ ім. В.Гнатюка, 2022. С. 7-16.
9. Горішний П., Ярема А. Зміни русла річки Зубри на відтинку вовків–раковець у 1869–2020 роках. *Проблеми геоморфології і палеографії Українських Карпат та прилеглих територій* : матеріали 12-й наук.-практ. сем. за міжн. уч., м. Львів, 25 листопада 2021 р. Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2021. С. 81-86.
10. Гребінь В.В., Хільчевський В.К., Сташук В.А., Чунарьов О.В., Ярошевич О.Є. Водний фонд України: Штучні водойми — водосховища і ставки: *Довідник*. Київ: Інтерпрес ЛТД, 2014. С. 130-133
11. Дмитрів В. Сучасний стан природно-заповідного фонду в долині річки Серет. *Моделювання еколого-географічних систем* : матеріали звіт. наук. конф. виклад., аспір., магіс., студ. кафедр. геоек. та метод. навч. еко. дисц. та НДЛ., м. Тернопіль, 29 червня 2022 р. Тернопіль: Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, 2022. С. 142-146.
12. Капуста Т.Я., Сивий М.Я., Бицюра Л.О. Аналіз стану вивченості річок басейну Дністра в межах Тернопільщини. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2022. Вип. 66. С. 68-80.
13. Козак М.І., Федорчук І.В. Рослинність і флористичні особливості гідрологічного заказника «Серетський» (Тернопільська область). *Вісник Черкаського університету. Серія : Біологічні науки*. Черкаси, 2014. Вип. 36. С. 47-51.

14. Костюк О. Геолого-геоморфологічні особливості басейну річки Серет. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. Київ, 2013. № 1. С. 61-63.
15. Кузик І.Р. Гідрографічне районування Тернопільської області *Моделювання еколого-географічних систем* : матеріали звіт. наук. конф., м. Тернопіль, 29 червня 2022 р. Тернопіль: Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, 2022. С. 49–55.
16. Кузик І.Р. Оцінка зарегульованості стоку окремих річок західного поділля. *Моделювання еколого-географічних систем* : матеріали звіт. наук. конф. виклад., аспір., магіс., студ. кафедр. геоек. та метод. навч. еко. дисц. та НДЛ., м. Тернопіль, 15 травня 2023 р. Тернопіль: Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, 2023. С. 26-30.
17. Кузик І.Р., Таранова Н.Б. Оцінка зарегульованості стоку річки Серет. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2023. Вип. 70. С. 50-58.
18. Любінська Л., Любинський О., Касіяник І. Особливості сільськогосподарського землекористування в басейні річки серет (на матеріалах Тернопільської області). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія*. Тернопіль, 2018. Вип. 45. С. 192-198.
19. Мариняк Я. О. Поверхневі води. Водні ресурси. Географія Тернопільської області : *монографія*. Тернопіль: ТНПУ ім. В.Гнатюка, 2020. С. 221-264.
20. Морозовська У., Пилипович О. Гідроекологічний аналіз річки Серет. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат та прилеглих територій* : матеріали 12-й наук.-практ. сем. за міжн. уч., м. Львів, 25 листопада 2021 р. Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2021. С. 97-100.
21. Пановик П. Водні судини Тернополя: аналіз гідрографічної мережі. *Реалії, проблеми та перспективи розвитку географії, екології,*

туризму та сфери гостинності в Україні : матеріали XXIV-ої всеукр. студ.-асп. наук. конф., м. Львів, 8 червня 2023 р. Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2023. С. 19-23.

22. Пилипович О., Морозовська У. Вплив об'єктів малої гідроенергетики на якість води у річці Серет (лівої притоки Дністра). *Географічна освіта і наука: виклики і поступ* : матеріали міжн. наук.-прак. конф., присвї 140-річчю гео. у Львівському університеті., м.Львів, 18-20 травня 2023 р. Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2023. С. 118-122.

23. Пронюк О.В. Оцінка якості води в річці і серет як фактора ризику. *Студентський науковий вісник*. Тернопіль: Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського, 2013. Вип. 1. С. 47-51.

24. Регіональний офіс водних ресурсів у Тернопільській області. URL: <https://rovrt0.davr.gov.ua> (Дата звернення: 18.05.2024).

25. Рудюк Н.А. Оцінка якості води річки Серет. *Енергетика. Екологія. Людина* : матеріали VI міжн. наук.-тех. конф. (ІЕЕ) НТУУ КПІ., м. Київ, 26 червня 2014 р. Київ: Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, 2013. С. 480-483.

26. Самойленко Н.А., Дубняк С.С. Вплив змін клімату на стік річок басейну Дністра. *Перспективи гідроекологічних досліджень в контексті проблем довкілля та соціальних викликів* : матеріали VIII з'їзду гідроеко. тов. Укр., присв. 110-річчю засну. дніпров. біол. станц., м. Київ, 6 листопада 2019 р. Київ: Інститут Гідробіології Національної Академії Наук України, 2019. С. 300-302.

27. Скиба О.І., Білик Я.О., Ярема О.М., Федонюк Л.Я. Екологічне здоров'я водойм тернопільської області. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2023. Вип. 96. С. 34-42.

28. Смирнова В.Г. Звивини русла ріки Псел та їх деформації. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2015. Вип. 2. С. 74-80.

29. Снітинський В., Хірівський П., Зеліско О., Іванків М., Гнатів І. Вплив антропогенних факторів на річки Західного регіону Українських Карпат. *Вісник Львівського національного екологічного університету. Серія "Агрономія"*. Львів, 2020. Вип. 26. С. 22-26.
30. Стецько Н.П. Геоєкологічні дослідження верхньої течії річки Серет. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія*. Тернопіль, 2018. Вип. 45. С. 180-185.
31. Таранова Н.Б., Шубер П.М. Історія дослідження клімату Тернопільського плато. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія*. Тернопіль, 2015. Вип. 1. С. 15-23.
32. Томенюк О. Геоморфологічні дослідження професора Юрія Полянського (до 120-річчя від дня народження). *Матеріали і дослідження з археології Прикарпаття і Волині*. 2012. Вип. 16. С. 504-518.
33. Український гідрометеорологічний центр: Оперативні дані. URL: http://dnister.meteo.gov.ua/ua/hydro_operational_data (дата звернення: 15.05.2024).
34. Федонюк В.В., Федонюк М.А., Панькевич С.Г. Досвід використання програми Google Earth у викладанні географічних дисциплін. *Інформаційні технології і засоби навчання*. Луцьк, 2013. Вип. 6. С. 138-148.
35. Царик В. До оцінки збалансованості землекористування і охорони природи у долині річки Гнізни. *Студенський науковий вісник ТНПУ*. Тернопіль: Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, 2020. Вип. 34. С. 22-25.
36. Цепенда М.М. Господарська освоєність асиміляційного потенціалу річок басейну Середнього Дністра. *Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Географічні науки*. 2012. Вип. 18. С. 28-35.