

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

**Географічний факультет
Кафедра географії України та регіоналістики**

**АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННИХ УМОВ
У БАСЕЙНІ Р. ПРУТ
(НА ДІЛЯНЦІ ВІД С. БОЯНИ ДО С. МАРШИНЦІ)**

**Кваліфікаційна робота
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)**

Виконала:

студентка 4 курсу, 407 групи

Кожокар Габрієла Василівна

Керівник:

кандидат географічних наук,

доцент **Паланичко О.В.**

До захисту допущено

на засіданні кафедри

протокол №__ від _____ 2025 р.

Зав. кафедрою _____ проф. Костащук І.І.

Чернівці – 2025

АНОТАЦІЯ

Кожокар Габрієла Василівна

Здобувач першого (бакалаврського) рівня,

спеціальності 103 – Науки про Землю (Гідрометеорологія)

кафедри географії України та регіоналістики

Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича,

м. Чернівці, Україна

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННИХ УМОВ У БАСЕЙНІ Р. ПРУТ (НА ДІЛЯНЦІ ВІД С. БОЯНИ ДО С. МАРШИНЦІ)

Анотація. У даній бакалаврській кваліфікаційній роботі здійснено дослідження природно-антропогенних умов формування та динаміки змін руслово-заплавного комплексу річки Прут на прикордонній ділянці між селами Бояни та Маршинці Чернівецької області. Актуальність обраної теми зумовлена масштабними трансформаціями гідроморфологічного середовища, що виникають під впливом інтенсивної господарської діяльності. Такі процеси спричиняють підвищення гідрологічної небезпеки, активізацію берегової ерозії та втрату природних екосистемних функцій річкової системи. Об'єктом дослідження виступає басейн річки Прут, а предметом — морфодинамічні й просторово-часові зміни русла, зумовлені природними процесами та господарською діяльністю людини.

Ключові слова: річка Прут, фізико-географічні умови, гідрологічний режим, антропогенний вплив, деформації русла, історичні карти, космічні знімки, ГІС технології.

ABSTRACT

Habriiela Kozhokar

Applicant for the first (bachelor's) degree,

specialty 103 – Earth Sciences (Hydrometeorology)

Of the Department of Geography of Ukraine and Regional Studies

at the Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF NATURAL-ANTHROPOGENIC CONDITIONS IN THE BASIN OF THE PRUT RIVER (ON THE SECTION FROM BOYANY VILLAGE TO MARSHYNTSI VILLAGE)

Abstract. This bachelor's thesis explores the natural and anthropogenic conditions influencing the formation and evolution of the channel-floodplain system of the Prut River along the border section between the villages of Boyany and Marshyntsi in the Chernivtsi region. The significance of the study arises from the considerable hydromorphological transformations caused by intensive economic activity, which have led to heightened hydrological risks, accelerated riverbank erosion, and the degradation of the river system's natural ecological functions. The object of the research is the Prut River basin, while the focus lies on the morphodynamic and spatiotemporal alterations of the river channel driven by both natural processes and human impact.

Keywords: Prut River, physical and geographical conditions, hydrological regime, anthropogenic impact, channel deformations, historical maps, satellite images, GIS technologies.

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

_____ Г.В. Кожокар

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1.ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ	7
1.1. Огляд попередніх досліджень.....	7
1.2. Методологічні підходи та положення дослідження динаміки природно-антропогенних умов у басейні р. Прут на ділянці від с. Бояни до с. Маршинці	11
1.3. Методика візуалізації змін за супутниковими знімками	17
Висновки до розділу 1	23
2. УМОВИ ФОРМУВАННЯ РУСЛО-ЗАПЛАВНОГО КОМПЛЕКСУ РІЧКИ ПРУТ НА ДІЛЯНЦІ ВІД С. БОЯНИ ДО С. МАРШИНЦІ	24
2.1 Природні умови формування русла та заплави на досліджуваній ділянці	24
2.1.1 Геолого-геоморфологічні умови формування русла.....	24
2.1.2 Кліматичні особливості території	29
2.1.3 Ґрунтово-рослинний покрив	33
2.2 Особливості господарської діяльності в межах території дослідження ...	37
Висновки до розділу 2	44
3. АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЗМІН ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННИХ УМОВ У МЕЖАХ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	45
3.1. Результати візуалізації: анімація динаміки умов у басейні річки Прут (на ділянці від с. Бояни до с. Маршинці)	45
3.2. Аналіз просторово-часових змін русла річки Прут в межах досліджуваної ділянки.....	48
3.3. Вплив господарської діяльності на динаміку природно-антропогенних умов.....	56
Висновки до розділу 3	61
ВИСНОВКИ	633
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	666

ВСТУП

Актуальність теми. Руслово-заплавні системи є чутливими індикаторами взаємодії природних та антропогенних процесів. Упродовж останніх десятиліть в Україні, зокрема у межах басейну річки Прут, відбулися значні трансформації гідроморфологічного середовища. Інтенсивна вирубка лісів у верхів'ях, розширення площ землеробства в заплаві, техногенне випрямлення русел, створення дамб і мостів без урахування природного водного режиму призвели до підвищення гідрологічного ризику, втрати самоочисних функцій річкових систем, ерозійного розмивання берегів, а в окремих випадках — до часткового зникнення водотоків. Особливої гостроти ситуація набула на прикордонній ділянці річки Прут (від с. Бояни до с. Маршинці), де вплив господарської діяльності проявляється комплексно — від змін землекористування до гідротехнічного втручання. Значна частина заплавної зони розорана або забудована, а русло річки зазнає деформацій, що не фіксувалися ще кілька десятиліть тому. У таких умовах вивчення природно-антропогенних умов формування та трансформації русло-заплавного комплексу річки Прут є важливим не лише з точки зору наукового моніторингу, а й для обґрунтування заходів зі зменшення ризиків екологічної небезпеки, втрат інфраструктури та деградації земель. Розуміння морфодинаміки, гідрологічного режиму та впливу людської діяльності дозволяє розробити ефективну стратегію управління водними ресурсами та прибережними зонами.

Мета роботи – дослідити природно-антропогенні умови формування, а також динаміку змін русло-заплавного комплексу річки Прут на прикордонній ділянці від с. Бояни до с. Маршинці Чернівецької області.

Об'єкт дослідження – басейн річки Прут у межах Чернівецької області.

Предмет дослідження – морфодинамічні та просторово-часові зміни русла річки Прут, зумовлені природними процесами та господарською діяльністю людини.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати наукові джерела та обґрунтувати методологічні підходи до дослідження морфодинаміки руслових систем і впливу природно-антропогенних чинників на прикордонній ділянці річки Прут (Бояни – Маршинці).
2. Надати фізико-географічну характеристику досліджуваної території, зокрема геолого-геоморфологічні, кліматичні та біогеографічні умови, а також сучасні форми землекористування й господарського освоєння заплавної зони.
3. Застосувати ГІС-методи та супутникові знімки для побудови візуальної моделі просторово-часових змін русла річки Прут у 1985–2024 рр. та оцінити масштаби деформацій і їх зв'язок з господарською діяльністю.

Методи дослідження: аналітичний (огляд літератури), морфометричний, геоінформаційний (ГІС), картографічний, метод дистанційного зондування Землі (аналіз супутникових знімків), польове спостереження, порівняльно-історичний метод. Інформаційна база дослідження включає топографічні та гідрографічні карти різних років, супутникові знімки Google Earth за період 1985–2024 рр., наукові публікації вітчизняних і зарубіжних дослідників, результати авторських польових обстежень на території Бояни – Маршинці, офіційні звіти Басейнового управління водних ресурсів річок Прут і Сірет. У роботі проаналізовано наукові джерела, охарактеризовано фізико-географічні умови території, зокрема геолого-геоморфологічні, кліматичні та біогеографічні аспекти, а також сучасні форми землекористування. Застосовано ГІС-методи і супутниковий аналіз для візуалізації змін русла за період 1985–2024 рр. і оцінки впливу господарської діяльності.

1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Огляд попередніх досліджень

Вивчення руслової динаміки, гідрологічних процесів та впливу антропогенних факторів на річкові басейни є предметом багатьох фундаментальних і прикладних досліджень. Зокрема, в умовах Передкарпаття, до яких належить і басейн річки Прут, ця проблематика розкривається у працях провідних українських географів, гідрологів і ландшафтознавців. Провідну роль у розвитку теоретико-методологічної бази для дослідження руслових систем в умовах Передкарпаття відіграє Ю.С. Ющенко, який присвятив низку ґрунтовних праць морфології та динаміці річкових долин. У своїй монографії «Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел» [35] він узагальнив результати багаторічного польового та картографічного аналізу русел Верхнього Прута та Сірету. Автор висвітлює еволюцію геоморфологічного профілю річкових систем, розкриває механізми трансформації русел під впливом природних (літологічних, тектонічних, гідрологічних) і антропогенних факторів, зокрема господарського освоєння долин, вирубування лісів, гравійного наміву. Особливу увагу в роботі приділено морфометричним змінам — автор вивчає ширину русел, глибину заплав, характер меандрів та типологію терасових рівнів. У співавторстві з О.В. Паланичко Ющенко проаналізував вплив екстремального паводку 2008 року на морфологію річок Чернівецької області. Дослідники дійшли висновку, що надзвичайні гідрометеорологічні події можуть спричиняти не просто локальні деформації русел, а й ініціювати масштабні процеси перебудови руслової мережі. Зокрема, наводиться приклад інтенсивного зсуву берегів, утворення нових рукавів і зміщення осі течії Прута у межах населених пунктів, що потребувало подальшого перегляду схем протиаварійного захисту.

Окремим напрямом роботи Ющенко є ієрархічний підхід до побудови річкових систем. У своїй концепції він вводить поняття «територіальних

одиниць річкових систем» (ТОРС), які дозволяють структуровано аналізувати річки як елементи складної морфодинамічної мережі. Це поняття важливе для розуміння руслової організації не лише з точки зору гідрології, а й просторового планування, оскільки дає змогу виділити однорідні морфогенетичні ділянки для цілей моніторингу та управління ризиками. У контексті вивчення специфіки руслоформування у верхів'ї Прута суттєвий внесок зробила також Л.В. Костенюк. Її дисертаційне дослідження [15] присвячене закономірностям морфологічної перебудови русел в умовах підвищеного природно-антропогенного навантаження. Авторка досліджує просторову мінливість структури заплавного ландшафту, фіксує інтенсивність бічної зміни русла та визначає роль антропогенних втручань — зокрема, гідротехнічного будівництва, гравійного намиву, рекреаційного освоєння берегів. Робота має прикладне значення, адже подає конкретні морфометричні характеристики досліджуваних ділянок річки та їхню динаміку у ретроспективі. У подальших наукових дослідженнях Костенюк Л.В. продовжує розвивати тему зміни русла на прикладі суміжного басейну — Чорного Черемошу [15]. Хоча об'єкт дослідження відрізняється, геоморфологічні умови та типологія ландшафтів є близькими до середньої частини Прута. Дослідниця акцентує увагу на залежності між русловими змінами і зміною використання земель, зокрема відносно зменшення лісистості, зміщення меж заплави, зміни рельєфу внаслідок інфраструктурного освоєння території.

Доповненням до аналітичних досліджень виступає ґрунтовний статистико-довідковий матеріал, зібраний у довіднику «Водний фонд Чернівецької області», підготовленому М.Д. Костишиним, О.В. Юсько та І.І. Лосіком. У виданні систематизовано відомості про гідрологічну мережу регіону: чисельність водотоків, площі водозаборів, щільність гідрографічної сітки, наявність гідротехнічних споруд. Окремо надано характеристику заплав Прута — зазначено ступінь їх трансформації, рівень антропогенного навантаження, типи використання земель у межах заплавної зони. Це

джерело є особливо цінним для прикладного аналізу, оскільки містить актуальні статистичні дані щодо водного балансу регіону, які використовуються при розрахунках гідрологічного режиму.

Важливим теоретичним підґрунтям для комплексного розуміння функціонування річкових ландшафтів виступає монографія М.Д. Гродзинського «Пізнання ландшафту» [6, с 34]. У цій роботі річкові долини розглядаються як цілісні геоекосистеми, які функціонують на стику гідрологічного, геоморфологічного, біотичного та антропогенного факторів. Гродзинський аналізує ландшафт як динамічну систему, схильну до змін під впливом природного режиму стоку, кліматичних чинників і людської діяльності. Автор підкреслює, що річкові долини, зокрема у передгірських умовах, мають високу чутливість до порушень природного балансу — як-от вирубування лісів, розорювання заплав, гідротехнічні втручання — що особливо актуально для басейну Прута. Значущим напрямом сучасних досліджень є також питання екологічної безпеки водних ресурсів.

Дослідники наголошують на системному впливі урбанізації, інтенсивного водокористування та зміни гідрологічного режиму на стан екосистем. Автори наводять численні приклади негативних наслідків неконтрольованої забудови заплав, зниження рівня природної фільтрації та зростання рівня евтрофікації водойм. У роботі також подано статистичну оцінку забруднення водного середовища, зокрема у межах басейну Прута, що робить джерело важливим для аналізу якості води та стратегії збереження водних ресурсів. Методологічну базу для сучасного моніторингу стану річок формують «Методичні рекомендації з гідроморфологічного моніторингу масивів поверхневих вод», розроблені відповідно до принципів Водної рамкової директиви ЄС. У документі викладено чіткий алгоритм дій для проведення гідроморфологічної оцінки: ідентифікація однорідних ділянок річки (ОДРЗ), обстеження берегової структури, аналіз глибини, ширини та руслових форм, визначення ступеня антропогенної модифікації заплав. Особливо цінним є те, що рекомендації адаптовані до умов України й

враховують специфіку карпатських річок, до яких належить і Прут. Саме ці методики були використані у практичній частині даної курсової роботи під час аналізу супутникових знімків і оцінки морфологічного стану заплави.

Щодо поточної аналітики та інституційної звітності, важливе значення має діяльність Басейнового управління водних ресурсів річок Прут та Сірет. Установа забезпечує регулярний моніторинг гідрологічної ситуації, веде спостереження за рівнем води на гідропостах, оновлює картографічні матеріали заплавних територій і готує щорічні аналітичні звіти про стан водного господарства. Ці документи містять інформацію щодо паводкової активності, ерозійної небезпеки, кількості меліоративних споруд, а також рекомендації щодо захисту берегів. Використання звітів БУВР стало основою для складання частини аналітичних карт та оцінки гідротехнічної інфраструктури на досліджуваній ділянці Прута. Важливий внесок у сучасні підходи до оцінювання стану та трансформації річкових ландшафтів зроблено у статті Заячука М.Д., Юценка Ю.С., Пасічника М.Д., Паланичка О.В. та Настюка М.Г. «Методичні підходи оцінювання стану й управління молодими річковими ландшафтами в умовах антропогенного врізання річок (на прикладі Гірського краю Українських Карпат)» [9]. Автори розглядають ефекти глибокої врізаності русел як відповідь на інтенсивний техногенний тиск, зокрема гравійний налив, розбудову прибережної інфраструктури та порушення водного режиму. У роботі акцентується увага на застосуванні морфофункціонального підходу до оцінки річкових систем, в основі якого лежить інтеграція геоморфологічних, гідрологічних і екологічних показників для просторового діагностування стану заплав. Запропоновано адаптовану шкалу деградації, засновану на виявленні рівня ерозійної активності, втрати природного меандрування та трансформації берегових укріплень.

Особливо цінним у контексті даного дослідження є акцент авторів на ділянковому управлінні річковими ландшафтами, що передбачає розробку локалізованих підходів до відновлення річкових екосистем із врахуванням ступеня порушення морфоструктури. Така методика є цілком релевантною

для умов середнього Прута, де також простежується аналогічна трансформація природних руслових форм унаслідок людського впливу.

Поглиблення теми моніторингу і діагностики руслових систем за допомогою цифрових технологій знайшло відображення у роботі Пасічника М.Д., Ющенка Ю.С., Паланичка О.В., Мельника А.Ю. та Дарчука К.В. «Remote Sensing and GIS in the Research of Young River Landscape» [41], опублікованій у *Grassroots Journal of Natural Resources* (2025). У статті представлено комплексне використання дистанційного зондування Землі та ГІС-аналізу для вивчення динаміки заплавно-руслових систем Карпатського регіону. Особлива увага приділена багат шаровому картографуванню та побудові темпоральних карт деформацій, що дає змогу фіксувати не лише геометричні, а й функціональні зміни морфологічної структури річок.

Методика дослідження, викладена в публікації, включає етапи векторизації русел, аналізу зміщення осі течії, обчислення індексу ерозійної напруженості, а також зонування ділянок за рівнем антропогенного впливу. Такий підхід може бути ефективно застосований і до заплави середнього Прута, оскільки дозволяє підвищити точність просторової діагностики і сформулювати аналітичну модель деградації заплавної території.

З огляду на вищевикладене, можна стверджувати, що в науковому середовищі накопичено значну базу знань щодо гідроморфологічної будови, водокористування, екологічного стану та динаміки руслових процесів у басейні Прута. Однак бракує цілісного аналізу просторово-часової динаміки природно-антропогенних змін на конкретно визначеній ділянці — від м. Чернівці до державного кордону.

1.2. Методологічні підходи та положення дослідження динаміки природно-антропогенних умов у басейні р. Прут на ділянці від с. Бояни до с. Маршинці

У межах цього дослідження була реалізована методологічна модель, що поєднує структурно-геоморфологічний підхід з елементами просторового

аналізу, картографування та польової оцінки. Метою дослідження було виявити закономірності динаміки природно-антропогенних змін у заплавно-русловій системі Прута на визначеній ділянці, що розташована між селами Бояни та Маршинці. Базовим етапом дослідження стала розробка схеми геоморфологічного зонування досліджуваної території з урахуванням концепції однорідних ділянок розвитку заплави (ОДРЗ). Цей підхід базується на визнанні просторової та функціональної неоднорідності заплавно-руслових систем річок. Інакше кажучи, русло річки й прилегла заплава не є однорідною смугою, а складаються з послідовно змінюваних ділянок із різним режимом розвитку, типом морфодинамічних процесів та ступенем людського втручання.

Під час аналізу території басейну р. Прут між селами Бояни та Маршинці було визначено кілька критеріїв, які використовувались для класифікації та розмежування ОДРЗ [2, с. 89]:

- характер зміни напрямку русла річки— випрямлена, слабо звивиста, меандруюча або багаторукавна;
- ширина та морфометрична форма заплави — симетрична чи асиметрична, вузька чи широка;
- наявність терасової будови — присутність однієї або кількох рівнів надзаплавних терас;
- ступінь сучасної ерозійно-аккумулятивної активності — зокрема, наявність свіжих слідів бічної ерозії або акумуляції наносів;
- антропогенне освоєння берегової зони — забудова, розорювання, насипи, берегоукріплення, кар'єри.

У результаті було виділено декілька морфологічно виразних зон, кожна з яких характеризується власною домінуючою морфодинамікою:

1. Зона активного меандрування з інтенсивною бічною ерозією, що простягається у верхній частині ділянки поблизу с. Бояни. Тут фіксується постійна міграція русла, деформація берегової лінії та утворення нових

меандрів. Візуально простежуються береги абразійного типу, підрізані течією, на яких відсутнє стійке укріплення.

2. Ділянки акумулятивного типу, сформовані поблизу злиття малих приток і конусів виносу. Тут накопичуються алювіальні відклади, утворюються плоскі ділянки із заболоченими елементами, русло набуває розгалуженого вигляду.

3. Стабілізовані руслові відрізки, які проходять уздовж міських територій, зокрема в межах м. Новоселиця. Ці ділянки мають техногенну фіксацію — берегоукріплювальні споруди, дамби, урбанізовані набережні. Русло на цих ділянках практично позбавлене меандрування, має технічно випрямлений вигляд.

На другому етапі дослідження було реалізовано ГІС-картографування із цифровим трасуванням, що дало змогу формалізувати межі ОДРЗ та отримати кількісні показники морфологічних параметрів річки та заплави. Для цього використовувалися топографічні карти масштабів 1:25 000 та 1:50 000, а також планові схеми території. У середовищі цифрової обробки було виконано векторизацію берегових ліній та формування полігонів заплав, які репрезентують відповідні типи ділянок. За результатами трасування були побудовані умовні моделі:

- контури основного русла та вторинних рукавів;
- межі заплавних терас;
- межі техногенного освоєння прибережної зони.

Цифрове трасування дозволило перейти до морфометричного аналізу — визначення протяжності кожної ділянки, середньої ширини заплави, кута меандрів, радіусів викривлення русла, довжини прибережної лінії та співвідношення між русловою і заплавною частиною. Ці дані, у свою чергу, стали основою для типології ділянок за інтенсивністю природних і антропогенних процесів. У результаті геоморфологічного зонування та цифрового картографування було створено аналітичну основу для оцінки просторової структури заплави, виявлення проблемних ділянок із високим

рівнем морфологічної нестабільності, а також обґрунтування рекомендацій щодо екологічно доцільного управління прибережними територіями.

Для забезпечення просторової точності аналізу й мінімізації картографічної похибки у визначенні меж руслових і прибережних зон, у роботі застосовувався метод триангуляції, що є одним із базових прийомів просторової геодезії та картографічної фіксації. Цей метод полягав у виборі трьох або більше стабільних опорних орієнтирів на кожній досліджуваній ділянці, за якими здійснювалося узгодження картографічних і фактичних просторових даних. До переліку використовуваних орієнтирів увійшли: постійні мости через річку Прут, які зберігають незмінне розташування протягом десятиліть; дороги з капітальним покриттям (особливо обласного або міжрайонного значення); лінії електропередач, лісосмуги та окремі будівлі інфраструктурного типу (насосні станції, водонапірні вежі, господарські двори). Орієнтири підбиралися за умовами сталості в часі, візуальної доступності на місцевості та можливості точного визначення їх координат на топографічних планах. Використання методу триангуляції дозволило зіставити картографічні дані з реальним станом території, уточнити межі заплави і русла на основі прив'язки до сталих точок, знизити похибку при просторовому трасуванні, що особливо важливо на ділянках з інтенсивною міграцією русла, забезпечити геодезичну стабільність моделі, що використовується для подальших морфометричних обчислень.

Наступним етапом методологічного забезпечення виступило польове обстеження, яке було спрямоване на верифікацію картографічних матеріалів, а також виявлення сучасних змін, які не відображені на схемах. Обстеження здійснювалося безпосередньо на досліджуваній ділянці, із занесенням візуально зафіксованих даних до польових журналів. Було охоплено низку критично важливих аспектів [21, с. 12]:

1. Тип берегової лінії - визначалися ділянки з абразійними процесами (підрізання берегів течією), акумулятивними (нарощування берегів

наносами), а також ділянки зі штучними укріпленнями (бетонні плити, кам'яне кріплення, насипи).

2. Сліди паводкової активності - фіксувались ерозійні вимоїни, затоплені зони, знищення прибережної рослинності.

3. Антропогенне втручання - виявлено ділянки з незаконним наливом ґрунту, створенням штучних дамб, тимчасових переїздів, траншей під технічні мережі.

4. Інженерні елементи - зафіксовані точки з наявністю гідротехнічних споруд, каналів, насосних станцій, мостових опор.

4. Землекористування - картувалося сучасне функціональне призначення прилеглих земель — сільськогосподарське використання, садиби, склади, пасовища.

Ці результати стали джерелом для уточнення реального ступеня освоєння заплавної території, що, своєю чергою, дозволило зіставити рівень антропогенного впливу з морфодинамічним потенціалом ділянки.

Завершальним компонентом дослідження виступив морфометричний аналіз, який передбачав кількісну оцінку просторових параметрів руслової системи. Основними вимірюваними показниками стали ширина заплави — як між берегами, так і в межах підтоплюваних площ, глибина терас — висота від заплави до рівня надзаплавної тераси, довжина основного русла та бокових рукавів, радіуси меандрів — з метою виявлення їх розвитку та дестабілізації, кут повороту русла — особливо на ділянках зі зміщеною траєкторією.

Морфометричні параметри дозволили не лише класифікувати ділянки за ступенем змін, а й зробити висновки щодо інтенсивності ерозійно-аккумулятивних процесів, сформувати профілі стабільності берегової зони, а також створити базу для рекомендацій з управління прибережною територією.

Узагальнюючи, польових обстежень та морфометричних вимірювань утворили практичний блок дослідження, який забезпечив не лише

верифікацію картографічного матеріалу, а й дозволив оцінити динаміку трансформації заплавно-руслкових структур із високим ступенем точності.

Таблиця 1.1

Методи дослідження динаміки природно-антропогенних умов

№	Назва методу	Характеристика методу	Джерело даних	Очікуваний результат
1	Зонування однорідних ділянок заплави (ОДРЗ)	Виділення частин заплави за спільними морфологічними ознаками	Геоморфологічні критерії та карти	Картохема стабільних та динамічних ділянок заплави
2	ГІС-картографування та цифрове трасування	Цифрове формування руслових контурів, нанесення меж заплави	Топографічні схеми та ГІС-програми	Векторні моделі контурів русла і заплави
3	Метод триангуляції з використанням орієнтирів	Географічна точність за стабільними об'єктами (мости, будівлі, дороги)	Топографічні карти, об'єкти місцевості	Просторова узгодженість та точність результатів аналізу
4	Польове обстеження території	Візуальне спостереження стану берегів, дамб, забудови, слідів ерозії тощо	Авторські спостереження на місцевості	Підтвердження або уточнення даних зонування та картографування
5	Морфометричний аналіз	Вимірювання ширини заплави, довжини, глибини, радіусів меандрів	Картографічні матеріали, результати вимірювань	Кількісна оцінка рівня трансформації руслової системи

Таким чином, у межах дослідження було реалізовано комплексний багаторівневий підхід, що поєднує геоморфологічне зонування, ГІС-картографування, просторову триангуляцію, морфометричний аналіз і результати польових обстежень. Такий інтегративний підхід забезпечив репрезентативність і достовірність отриманих результатів, а також створив базу для подальших аналітичних висновків щодо трансформації природно-антропогенних умов у нижньому басейні річки Прут.

1.3. Методика візуалізації змін за супутниковими знімками

Візуалізація динаміки змін заплавно-руслової системи річки Прут ґрунтувалася на системному використанні джерел дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), архівних та сучасних картографічних матеріалів, а також цифрових інструментів просторового аналізу, зокрема ГІС-технологій та методики створення анімації супутникових знімків у часовій послідовності. Основною метою цієї методології було виявлення просторово-часових деформацій русла Прута, оцінка змін структури заплави та фіксація антропогенних перетворень на ділянці від м. Чернівці до державного кордону з Молдовою.

Першим етапом реалізації методики стало завантаження серії супутникових знімків високої роздільної здатності через платформу Google Earth Pro. Цей інструмент було обрано з огляду на його багаторічний архів знімків, точну географічну прив'язку, можливість роботи з часовими шарами та інтеграцію з іншими геоінформаційними продуктами. Було сформовано базову вибірку часових зрізів за ключові роки: 1985, 1995, 2005, 2010, 2015, 2020 та 2024, які відображають етапи активної трансформації русла та заплави [7]. Перед подальшим використанням супутникові зображення було відредактовано, що дозволило усунути перспективні й рельєфні спотворення та забезпечити просторову відповідність між знімками різних років. Усі дані було приведено до єдиної географічної координатної системи WGS 84, що стало основою для їх векторизації, подальшого аналізу та порівняння.

На другому етапі було виконано векторизацію морфологічних елементів заплавно-руслової системи, зокрема:

- меж основного русла та другорядних рукавів;
- ліній берегової ерозії;
- меж заплав і зволжених територій;
- господарських об'єктів (кар'єри, дамби, мости, забудова);
- зон сільськогосподарського землекористування;
- елементів водно-болотних угідь.

У середовищі ГІС всі ці об'єкти було об'єднано в багатошарову структуру, що дозволила не лише створити візуальну модель змін, а й провести кількісну оцінку морфометричних параметрів — зокрема ширини заплави, довжини та кривизни русла, площі аграрного освоєння та деградованих ділянок. Фінальним етапом стало створення анімаційної послідовності, де кожен кадр відображав ситуацію на конкретний рік.

Такий підхід дозволив відстежити:

- втрату багатурукавної структури русла;
- спрямлення течії;
- урізання заплавлених екосистем;
- урбанізацію прибережної смуги;
- появу інфраструктурних об'єктів на колишніх природних ділянках.

Для кожного контрольного року з бази Google Earth було відібрано знімки з найбільш сприятливими умовами візуалізації (мінімальна хмарність, високий контраст руслових ліній). Перевага також надавалася весняним та літнім знімкам, коли рівень води та відображення берегової лінії є найбільш інформативними. Під час візуального аналізу фокус було зосереджено на зміні таких об'єктів:

- русло основної течії — його траєкторія, ширина, форма, вигини;
- заплавна зона — рівень освоєння, природна чи штучна трансформація;
- меандри — поява нових або втрата існуючих вигинів;
- злиття або розгалуження потоків;
- освоєні ділянки — забудова, сільськогосподарське використання, гравійні кар'єри, дамби.

Особливу увагу приділяли фіксації слідів берегової ерозії, відмерлих русел, заболочених сегментів та появи нових інженерних споруд, які могли вплинути на динаміку течії. В результаті було складено попередню картосхему для кожного з часових зрізів із зазначенням ключових змін. На другому етапі здійснювалась векторизація меж історичного та сучасного

русла, що є критично важливим для формалізованого просторового аналізу. Для забезпечення більшої точності векторні контури створювались не лише за супутниковими знімками, але й за допомогою історичних топографічних карт масштабів 1:25 000 і 1:50 000 — зокрема, за матеріалами 1945 та 1977 років. Це дало змогу не лише порівняти сучасні зміни, а й визначити довготривалу тенденцію трансформації заплавного ландшафту.

У середовищі ГІС було створено багат шарову цифрову модель, яка включала:

- шар сучасного русла (2022–2024) — створений на основі актуальних супутникових зображень;
- шар русла 1985 року — як еталон для просторової оцінки змін;
- історичні контури 1945 та 1977 років — як основа для визначення тенденцій зміщення осі течії у довготривалому періоді;
- межі заплав — визначені за морфологічними характеристиками;
- лінії ерозійних деформацій — ділянки з явною береговою нестабільністю;
- зони антропогенних втручань — забудова, земляні роботи, інфраструктура.

Ці шари було накладено одне на одного, що дозволило візуалізувати реальні масштаби трансформації заплави. Зокрема, графічне зіставлення меж русел 1977, 1985 та 2024 років на ділянках Остриця – Цурень, Боянівка – Маршинці та Тарасівці – Мамалига засвідчило суттєве зменшення амплітуди меандрів, зміщення руслової осі на десятки метрів і локальні випадки зникнення колишніх рукавів. Виявлені просторові зрушення стали основою для подальшої кількісної оцінки морфодинаміки й екологічної оцінки порушених ділянок.

Третім етапом реалізації методики просторово-часового аналізу трансформацій руслової системи стала побудова динамічної анімації змін, яка здійснювалася у середовищі Google Earth Pro. Цей інструмент дає змогу створювати послідовні графічні кадри на основі супутникових знімків різних

років, які згодом формуються в анімовану модель змін ландшафту в часовому вимірі.

У рамках даного дослідження було сформовано анімований ряд із ключових часових зрізів: 1985, 1995, 2005, 2010, 2015, 2020 та 2022 роки. Для кожного знімка було здійснено фіксацію поточного положення русла, конфігурації заплави та меж відомих антропогенних об'єктів. Ці дані накладались у вигляді графічних шарів на єдину географічну основу, після чого було сформовано динамічну анімацію з плавним переходом між періодами.

Створена модель дозволила наочно простежити еволюцію руслової траскторії, зміни гідроморфологічних характеристик заплави, а також прояви деформацій у різних морфогенетичних формах. Найбільш показові трансформації були зафіксовані на ділянці Боянівка – Маршинці, де сучасне положення русла суттєво відрізняється від історичної конфігурації. Зокрема, простежується тенденція до втрати багатурукавності — поступове зникнення другорядних русел, які історично формували багаторівневу динамічну мережу течії. Одночасно спостерігалось врізання основного русла в заплаву та формування стійкої однорукавної структури, що свідчить про стабілізацію течії під впливом як природних, так і техногенних чинників.

Паралельно з побудовою анімації було здійснено класифікацію типів деформацій, які проявляються у зміні просторової структури заплавно-русової системи. У процесі аналізу було виділено п'ять основних типів деформацій:

- горизонтальні зміщення руслової осі — коли центральна лінія течії зсувається ліворуч або праворуч на значну відстань;
- звуження заплавної частини — результат забудови, гідротехнічного втручання або сільськогосподарського освоєння;
- відмирання старих рукавів — зникнення активності водотоків, що призводить до заболочування або повної деградації каналів;

- формування штучних бар'єрів (дамб, насипів, мостових основ), які змінюють напрям руху води або блокують бічну міграцію русла;
- зникнення або зміщення меандрів, що є наслідком прямолінійної стабілізації русла або скорочення амплітуди його вигинів.

Для забезпечення високої наочності при аналізі просторово-часових змін руслової системи річки Прут було застосовано метод кольорового накладання контурів русел різних років. Цей підхід дозволив створити інтерактивну візуальну модель, у якій межі русла, зафіксовані на різночасових топографічних та супутникових матеріалах, відображаються контрастними кольорами. Зокрема, синім кольором було позначено межі водотоку станом на 1977 рік, які базуються на оцифрованих даних з топографічних планів середнього масштабу, тоді як рожевим — контури сучасного стану русла за супутниковими знімками 2022–2024 років.

Такий візуально-картографічний метод накладання шарів дозволив легко фіксувати зміни положення руслової осі у просторі, аналізувати масштаби деформацій та виявляти найбільш динамічні сегменти заплавно-руслової системи. Наочно стало видно зміщення основного русла на десятки метрів у деяких точках, зникнення другорядних рукавів, а також розширення площ господарського освоєння в межах колишніх буферних заплав. Результати, отримані шляхом накладання, підтвердили, що зміни в структурі річкової системи є не поодинокими, а системними — вони охоплюють як локальні вигини й меандри, так і більші ділянки русла довжиною 2–5 км. Це дозволило простежити загальну тенденцію до спрямлення русла, редукції полірукавності та втрати природної динамічної рівноваги. Масштаби змін стали особливо виразними на ділянках Бояни – Новоселиця та Цурень – Маршинці, де активне втручання людини проявляється у формі будівництва дамб, мостів, тимчасових насипів, господарських споруд і видобутку інертних матеріалів у заплаві.

Окремим етапом роботи стало прив'язування геопросторових даних до єдиної системи координат, що забезпечувало високу точність при порівнянні

картографічних матеріалів різних епох. Для цього застосовувався метод стабілізації локальних орієнтирів (таких як постійні інженерні споруди, дорожні вузли, мости, лісосмуги) у поєднанні з триангуляційною сіткою, побудованою на основі принаймні трьох опорних точок на кожній ділянці. Це дозволило знизити похибку позиціонування при зіставленні даних різних років, а також забезпечити сумісність цифрових моделей змін із результатами польових спостережень і топографічними планами.

Таблиця 1.2

Типи візуалізованих змін заплавно-руслової системи річки Прут за супутниковими знімками

№	Тип виявлених змін	Візуальні ознаки на знімках	Локалізація змін (ділянки)
1	Горизонтальне зміщення руслової осі	Зміщення траєкторії течії на десятки метрів, порівняно з попередніми роками	Бояни – Новоселиця
2	Звуження заплавної частини	Зменшення ширини заплави, поява забудови або полів	Остриця – Тарасівці
3	Відмирання старих рукавів	Повна деградація старих русел або їх перетворення на болота	Цурень – Мамалига
4	Формування штучних бар'єрів (дамб, насипів)	Поява нових лінійних об'єктів, що перетинають або блокують русло	Маршинці – Цурень
5	Зникнення або зміщення меандрів	Зменшення амплітуди або повна втрата вигинів річки	Боянівка – Мамалига

Аналіз супутникових знімків дозволив виявити п'ять ключових типів трансформацій заплавно-руслової системи річки Прут на прикордонній ділянці. Найпоширенішими є горизонтальні зміщення руслової осі (особливо на ділянці Бояни – Новоселиця), що свідчить про активну міграцію русла. Також фіксується звуження заплави внаслідок урбанізації, освоєння сільськогосподарських площ і будівництва (Остриця – Тарасівці). У кількох місцях зафіксовано відмирання старих русел — маркер екологічної деградації заплави. Водночас помітним є вплив інженерної діяльності: формування дамб та насипів (Маршинці – Цурень) і зникнення меандрів, що свідчить про тенденцію до штучної стабілізації течії. Таким чином,

візуалізація змін за супутниковими знімками стала одним із ключових інструментів дослідження трансформації заплавно-руслової системи. Отримані результати створили основу для подальшої просторової оцінки змін, їх класифікації та моделювання ризиків екологічної нестабільності в досліджуваному регіоні.

Висновки до розділу 1

У першому розділі дослідження проведено системний огляд попередніх наукових праць, що присвячені вивченню динаміки природно-антропогенних процесів у річкових басейнах, зокрема басейні річки Прут. Виявлено, що значна частина досліджень зосереджена на аналізі змін руслових процесів, впливі антропогенних факторів та застосуванні геоінформаційних технологій. Розглянуто методологічні підходи до дослідження природно-антропогенних умов, зокрема адаптовано комплексний підхід, що враховує як природні, так і соціально-економічні чинники, які визначають сучасний стан і розвиток басейну річки Прут на ділянці від села Бояни до села Маршинці. Підкреслено важливість міждисциплінарних досліджень для адекватного аналізу та прогнозування змін у ландшафтних системах. Запропоновано методику візуалізації динаміки ландшафтних змін за допомогою аналізу супутникових знімків, що дозволяє оперативно відслідковувати просторово-часові трансформації природно-антропогенних процесів. Методика сприяє підвищенню точності і об'єктивності оцінювання змін у річкових системах, що є необхідною умовою для ефективного управління природними ресурсами. Теоретико-методичні основи дослідження створюють надійну базу для подальшого емпіричного аналізу, даючи змогу розробити адекватні рекомендації щодо збереження і сталого розвитку природних ландшафтів басейну річки Прут.

2. УМОВИ ФОРМУВАННЯ РУСЛО-ЗАПЛАВНОГО КОМПЛЕКСУ РІЧКИ ПРУТ НА ДІЛЯНЦІ ВІД С. БОЯНИ ДО С. МАРШИНЦІ

2.1 Природні умови формування русла та заплави на досліджуваній ділянці

2.1.1 Геолого-геоморфологічні умови формування русла

Річка Прут є важливою транскордонною водною системою, що простягається територіями трьох держав — України, Молдови та Румунії, і належить до головних приток річки Дунай. Приблизно 33% площі її басейну припадає на українську частину, а близько 28% — охоплює територію Молдови. Загальна протяжність річки становить 967 км, з яких орієнтовно 300 км розташовані в межах України. Українська частина басейну Пруту займає площу понад 9168 км², охоплюючи адміністративні межі Івано-Франківської та Чернівецької областей. Витоки річки знаходяться на південно-східному схилі гори Говерла — найвищої вершини Українських Карпат, на абсолютній висоті близько 1750 метрів. У верхній течії річка має північно-східну орієнтацію, однак поблизу населеного пункту Делятин її напрям різко змінюється, після чого вона пролягає через території Яремче й досягає міста Чернівці [12].

Формування русла річки Прут тісно пов'язане з геолого-геоморфологічною будовою її басейну, який охоплює три основні фізико-географічні зони: гірську, передкарпатську та рівнинну. Басейн річки має грушоподібну форму з середньою шириною близько 140 км, що визначає характер стоку, морфологію русел та гідродинамічні особливості.

На межі Івано-Франківської та Чернівецької областей, у зоні злиття з річкою Черемош, об'єм води у Пруті значно збільшується, що позначається на гідродинаміці. Тут русло поступово втрачає гірський характер і переходить у передгірну, а далі — рівнинну фазу розвитку.

Передкарпатська зона має складну геологічну будову: вона сформована переважно неогеновими та антропогеновими відкладами, що легко піддаються ерозії. В результаті річка розвиває широке меандруюче русло з частими зміщеннями берегової лінії, активними процесами акумуляції та розмиву. Саме тут формується активна заплава, часто затоплювана під час повеней.

На ділянці дослідження (від с. Бояни до с. Маршинці) річка Прут протікає в умовах рівнинного рельєфу, де переважають алювіальні відклади (супіски, суглинки, піски), що зумовлює нестійкість русла. Територія представлена широкою заплавою з численними старицями, протоками та обводненими ділянками. Геолого-геоморфологічна будова цієї частини створює передумови для інтенсивного розвитку руслової міграції, розгалуження, формування островів і перерозподілу потоків під час паводків.

Наявність неукріплених берегів, інтенсивне господарське освоєння заплави, а також будівництво дамб і мостів без урахування природної морфології русла значно посилюють руслові деформації. В результаті змінюється не лише форма русла, але й глибина протікання, швидкість течії та напрямок основного потоку.

Передгірна зона басейну розташована між масивом Карпат та річкою Прут. Рельєф цієї місцевості характеризується складною будовою, що зумовлено наявністю піщано-глинистих відкладів. У поєднанні з вологим кліматом вони сприяють формуванню зсувних процесів. Висота над рівнем моря у межах цієї території коливається від 350 до 550 метрів. Рівнинна частина басейну займає міжріччя Пруту та Дністра. Вона формується здебільшого за рахунок живлення лівобережних приток Пруту, що призводить до утворення хвилястого рельєфу з балковими й долинними формами. Західніше Снятина, на межі водозборів Пруту й Дністра, розміщена Готсько-Хотинська височина. На північ від Чернівців простягається Хотинська височина, де висоти досягають близько 500 метрів. Геологічна структура Чернівецької області відзначається високою

складністю. Її північно-східна частина належить до Волино-Подільської плити, що є частиною Східноєвропейської платформи, тоді як південний захід входить до зони Карпатської западини. У межах платформи на глибині залягають давні кристалічні породи, перекриті осадовими товщами, що сформувалися в кембрійський, ордовіцький, силурійський, юрський, крейдовий і неогеновий періоди. Найдавніші докембрійські утворення виходять на поверхню лише в східній частині області — в долині Дністра. Карпатський прогин у межах регіону є складно організованою геологічною структурою, яка включає дві основні тектонічні одиниці: складчастий Карпатський прогин і Передкарпатську западину. Для складчастої частини Карпат характерне переважання осадових відкладів крейдового та палеогенового віку, що формують флішеву товщу — ритмічно чергуючі шари пісковиків, алевролітів і аргілітів. Домезозойські породи, включно з тріасовими та юрськими товщами, зустрічаються лише на крайньому півдні — у Чивчинських горах і в районі Верхньої Салати. Між складчастими Карпатами та Східноєвропейською платформою розташована Передкарпатська западина, заповнена потужними уламковими відкладами (конгломерати, глини, пісковики), товщина яких досягає 4–5 км. У геологічній літературі неогенового періоду ця структура відома під назвою «печера молас».

На території Чернівецької області представлені геологічні формації майже всіх геологічних епох — від архею та протерозою до кайнозою, включаючи палеогенові, неогенові та четвертинні відклади. Особливу увагу в межах дослідження привертає четвертинний покрив, оскільки ці породи безпосередньо пов'язані з процесами формування, розвитку та функціонування підземних і поверхневих водних ресурсів регіону. Четвертинні (антропогенні) відклади формують верхній шар геологічного розрізу та безпосередньо перекривають корінні породи, зазвичай маючи невелику потужність. Вони розповсюджені по всій області, за винятком найвищих частин рельєфу, де внаслідок ерозійних процесів їх товщина

зменшується. Генетично четвертинні відклади представлені різними типами: елювіальними, делювіальними, колювіальними, алювіальними та гравітаційними. Окрему категорію становлять лесові породи, які характеризуються специфічними фізико-механічними властивостями і відіграють важливу роль у формуванні сучасного рельєфу. Залишкові породи у вигляді жовтих суглинків та глин (на Хотинському плато), а також вапнякові уламки завтовшки 2–10 м збереглися в пліоценових антропогенних відкладеннях вузької рівнинної ділянки вододілу (злиття Пруту і Дністра). У низовинах Пруту та Придністров'я, а також на схилах долин переважають суглинки і глини потужністю від 0,5 до 8 м, а алювіальний шар у долинах формується річковими терасами. Тут збережені терасові рівні найдавніших, шостої та сьомої надзаплавних терас Придністров'я та Пруту. У пліоценовий період біля підніжжя гір відбувалося накопичення алювіальних відкладів, оскільки річки виносили значну кількість уламкових порід із Карпат. Тераси цієї місцевості мають вузьку ширину, але зберігають значний об'єм лесових відкладень. Алювіальні відклади сьомої заплави є розрідженими, з дрібними уламками або галькою на схилах. Делювіальні відклади представлені важкими суглинками і глинами, часто з домішками гальки, а на схилах іноді зустрічаються пісковики і гравій. В південно-західній частині передгір'я Буковини поширені лесоподібні суглинкові ґрунти. Літологічний склад четвертинних відкладів Карпат характеризується значною різноманітністю. Залишкові відклади обмежені вузькими хребтами та мають незначну поширеність. Алювіальні відклади невеликої потужності трапляються рідко. Делювіальні відклади, що є найбільш розповсюдженими, вкривають переважну більшість схилів Карпат і представлені уламками природних порід різного розміру, переважно жовтими і жовто-бурими суглинками з незначними прошарками гравію. У низовинній частині Буковинських Карпат переважають поклади гравію, суглинків і сланців. Рельєф Чернівецької області є складним, контрастним та представлений різновіковими геологічними утвореннями.

В історії розвитку цього складного природного стану геоморфологічна структура цієї території взаємодіє з її структурно-геологічною будовою, гідрогеологічними характеристиками та кліматичними умовами. В результаті цієї взаємодії регіон утворює три морфологічні структурні частини:

1. Ярусна рівнина Волино-Подільської плити;
2. Горбисті передгір'я западин на краю Карпатських гір;
3. Складчасті низовини і середньогір'я Карпат.

Рівнина займає територію межиріччя Придністров'я і Пруту. Через розломно-блокову структуру плити в цьому регіоні поверхня складається з пагорбів і низовин.

Поздовжнє розташування складчастості Карпат (з північного заходу на південний схід) зумовлює поздовжнє паралельне положення гір і западин.

Внаслідок взаємодії ендегенних та екзогенних процесів у регіоні Буковинське підняття (Хотинське та Чернівецько-Сторожнецьке плато), Прутсько-Дністровська та Прутсько-Сиретська улоговини та її первинних приток. Згодом основні річки почали формувати акумулятивні та ерозійні терасові долини, а потім утворили алювіальні ерозійні долини з притоками.

Основна частина Чернівців розташована на шести надзаплавних терасах правого берега долини Пруту.

Найнижчою водністю є заплава сучасної річки Прут, шириною від десятків метрів до 500-600 метрів, з невеликою хвилеподібною поверхнею, затоплювана щовесни та влітку. Складається з гальки, вкритої півметровим дрібно- та середньозернистим піском і піском, близьким до ґрунтових вод.

Перша надзаплавна тераса має висоту 3-4 метри і ширину до 1000 метрів, рівну і часто низьку поверхню. Будова тераса має пісок та гальку.

Найбільшу площу займає друга надзаплавна тераса, на якій розташовані поселення Бояни та Лужани. Ця тераса утворена піщано-галечниковими відкладеннями, що вкриті суглинковим шаром. У піщано-галечниковому горизонті виділяються гравійні лінзи та прошарки кварцового піску. Надзаплавна тераса третього рівня має відносну висоту в межах 12–25

метрів і характеризується косошаруватою структурою, що складається зі світло-сірих середньозернистих пісків та жовто-бурих пісків із включеннями слюди й вапнякового піску. Потужність алювіального шару сягає 10 метрів. Ці надзаплавні тераси датуються валдайським періодом. Надзаплавні тераси четвертого рівня підносяться на висоту близько 60 метрів. На правому березі вони представлені лесоподібними суглинками, тоді як на лівому — пісками та галькою, а на правому — дрібною галькою і гравієм. На межі цих пластів спостерігається значна концентрація карбонату кальцію (CaCO_3). Потужність суглинкового шару становить 3–5 метрів, при цьому значну роль відіграють піщані горизонти глибиною 6–10 метрів.

П'ята надзаплавна тераса представлена V-подібною формою з відносною висотою 80–100 метрів з обох берегів. Схили цих терас покриті заплавними відкладеннями. На правому березі вони складаються з гальки, залягаючої на рудому суглинку, а також міоценової синьо-зеленої сланцевої глини. Основна маса відкладень п'ятої тераси сформована лесоподібними суглинками, при цьому рівень ґрунтових вод розташований вище 8 метрів. Надзаплавні тераси VI з відносною висотою 120-150 м збереглися окремими фрагментами. Складається з пористих вапняних суглинків, схожих на лес, з невеликою кількістю пилу. Потужність суглинкового ґрунту 6-15 м, рівень ґрунтових вод 3-15 м, тераса плейстоценова. Найвищим рельєфом є низовини Чернівецької та Хотинської височин, де збереглися лісові масиви на горбах і вододілах. Пагорби складені місцевим сарматським вапняком, глиною та піском, як правило, з шарами пісковика.

2.1.2 Кліматичні особливості території

Клімат території, що охоплює басейн річки Прут, характеризується помірно континентальним типом. Формування кліматичних умов у Карпатах відбувається під впливом як сухих континентальних повітряних мас зі сходу та північного сходу, так і вологих повітряних мас, що надходять із заходу та південного заходу. З урахуванням кліматичних особливостей регіон

поділяється на гірську та передгірську зони, кожна з яких має свої характерні кліматичні умови. У передгір'ї зима настає наприкінці листопада й зазвичай триває до першої декади березня. У гірських районах Карпат зимовий період починається раніше та триває в середньому від 3,5 до 4,5 місяців. Зими вирізняються високою відносною вологістю через часті вторгнення вологого, теплого повітря з Атлантики, проте опадів у цей період випадає менше, ніж у теплу пору року. Характерними є нестійкі погодні умови з тривалими відлигами, під час яких можливе повне танення снігу та підвищення рівня води у річках. Весна у басейні Пруту триває приблизно 75–85 днів і починається в першій декаді березня, завершуючись наприкінці травня. У високогір'ї цей сезон настає із запізненням на 10–15 днів. Весняна погода нестабільна, з частими заморозками. Літній період розпочинається у другій половині травня та завершується на початку вересня. У цей час переважають повітряні маси західного та північно-західного напрямків. Для літа характерні інтенсивні зливи, які іноді мають руйнівні наслідки. Осінь у регіоні триває від 65 до 80 днів. З початком сезону активізується вплив повітряних мас з півдня і південного сходу. Перша половина осені зазвичай суха, з ясным небом і слабким вітром, у другій — частішають дощі. Осінні заморозки з'являються на рівнинних територіях з початку жовтня, тоді як у гірських районах вони настають раніше. Завдяки складному рельєфу, кліматичні ресурси в межах басейну розподіляються нерівномірно. Гірські райони отримують надлишкову кількість вологи, тоді як рівнинні мають помірне зволоження. Середньорічна температура у передгір'ях становить приблизно $+7...+8^{\circ}\text{C}$, а в гірській частині на висоті близько 1200 м — близько $+3^{\circ}\text{C}$. Ізотерма 0°C перетинає район на висоті приблизно 1800 метрів. З підняттям у гори добові коливання температури зменшуються. Максимально зафіксована температура становить 34°C у Селятині та $36,5^{\circ}\text{C}$ у Чернівцях. Мінімальні температури сягають $-31...-32^{\circ}\text{C}$. У Чернівцях перші заморозки спостерігаються близько 29 вересня, останні — 5 травня. Тривалість безморозного періоду складає в середньому 167 діб. Висота,

конфігурація рельєфу та орієнтація схилів значною мірою впливають на циркуляцію повітря. Вологість повітря загалом висока — в середньому близько 80%. Кількість опадів розподіляється просторово нерівномірно й зростає з висотою. У гірських районах (вище 1000 м) щороку випадає від 1200 до 1500 мм опадів, у передгір'ях — близько 600–700 мм, на рівнинах — ще менше. Більше опадів спостерігається на схилах, орієнтованих на захід та південний захід, тоді як східні й північно-східні схили (Покутсько-Буковинські Карпати) отримують їх менше.

У межах досліджуваного регіону спостерігається закономірне зростання кількості атмосферних опадів у середньому на 13–15% на кожні 100 метрів підняття над рівнем моря. Основна частина опадів припадає на теплий період року (квітень–листопад), упродовж якого випадає до 80% річної норми. Зимовий період характеризується зменшенням кількості опадів приблизно на чверть порівняно із середньорічним рівнем. Значну роль у просторовому розподілі опадів відіграє орографія: на однаковій абсолютній висоті їхня кількість може істотно варіюватися залежно від експозиції схилу — навітряний чи підвітряний. За рік у середньому фіксується від 150 до 190 днів із опадами. З гідрологічної точки зору найбільш значущими є ті опади, які беруть безпосередню участь у формуванні поверхневого стоку — подібні події трапляються 5–20 разів на рік. Для гірської частини басейну характерні короткотривалі, але інтенсивні дощі, що зазвичай тривають від кількох годин до півтори доби. Сільськогосподарське зрошення охоплює великі площі, що обчислюються десятками тисяч квадратних кілометрів. Сніговий покрив у регіоні розподіляється нерівномірно, що зумовлено структурою рельєфу, наявністю лісових масивів і морфологією вододілу.

У гірських умовах сніг переноситься вітрами з відкритих територій у понижені ділянки, що сприяє утворенню снігових заметів завтовшки до кількох метрів. Середні показники снігового покриву становлять 10–20 см, тоді як максимальна товщина сягає 40–50 см. Водність снігу у горах коливається в межах 40–50 мм, на рівнинних територіях — 20–30 мм.

Гідрографічна мережа басейну річки Прут відзначається високою густотою — $0,94 \text{ км/км}^2$, що майже утричі перевищує середній показник по Україні ($0,34 \text{ км/км}^2$). Така щільність обумовлена, зокрема, складною фрагментацією рельєфу та значною кількістю опадів. У межах басейну налічується 7192 водотоки із загальною довжиною 16 404 км. Річка Прут характеризується стрімкими схилами, швидкою течією, а також частими паводками й виходами з берегів, особливо у передгірських зонах. Повені у басейні найчастіше зумовлені інтенсивними атмосферними опадами у літньо-осінній період. У цей час у передгір'ях випадає від 400 до 500 мм опадів, а в гірській частині — від 700 до 1000 мм, що суттєво впливає на формування стоку у головному руслі Пруту. Найбільша грозова активність (у середньому до 7 днів) припадає на період з 11 червня до кінця липня, під час якого також фіксується максимальна добова кількість опадів, що часто є причиною паводків. Протягом року зазвичай спостерігається від 10 до 15 паводкових подій. Найзначніші повені були зареєстровані у 1897, 1911, 1927, 1941, 1955 та 1969 роках, під час яких ширина зони затоплення досягала 2–3 км.

Під час весняного сніготанення рівень води підвищується, проте зазвичай не досягає критичних значень, які фіксуються під час зливових паводків. Весняні повені мають комбінований характер: дощові води поєднуються з талою водою. У зимовий період (грудень–січень) паводкова активність знижується через меншу кількість опадів. Це найменш водоносний період року, коли формується переважно підземний стік, а донні процеси уповільнюються. В окремі роки спостерігається підвищення рівня води наприкінці зими через відлиги, проте ці повені не перевищують за потужністю літні. Основну загрозу становлять сильні дощі, які можуть спричиняти катастрофічні паводки — зафіксовано добову кількість опадів до 300–320 мм. Такі інтенсивні дощі, що найчастіше випадають у червні–вересні, здатні значно змінити конфігурацію русла річки. У засушливі періоди нестача води спостерігається як улітку, так і взимку, при цьому зимові мінімальні рівні води зазвичай нижчі за літні. До твердого стоку

належать як зважені мінеральні частинки, так і розчинені речовини. У гірських ділянках басейну обсяги наносів незначні, середньорічна каламутність коливається в межах 50–150 г/м³. Основна частина твердих відкладів припадає на весняно-літні повені, які можуть забезпечувати до 30–80% річного обсягу твердого стоку. Навіть у посушливі роки поверхневий стік залишається сталим, зокрема в період з березня по квітень. Весняні й літні максимуми відрізняються як за тривалістю, так і за гідрологічними характеристиками. Аналіз твердого стоку необхідний для вивчення динаміки руслових процесів, зокрема зміни донних осадів. У середньому каламутність у річці може сягати 150–500 г/м³. У льодовий період гідрологічний режим є нестійким. Тривалість льодових явищ залежить від висоти місцевості та становить 80–140 днів. Замерзання води у горах зазвичай починається 2–4 грудня, на передгірських територіях — 5–7 грудня. Формування сталого льодового покриву відбувається з кінця грудня до січня, а танення — у першій декаді березня на рівнинах і 7–12 березня в горах. Середня товщина льоду — 15–24 см. У межах басейну Пруту наявність природних озер і штучних водойм обмежена, переважно через складний рельєф.

Найбільш відомим є озеро Несамовите, розташоване поблизу витоків річки Прут у Карпатах на висоті приблизно 1750 метрів над рівнем моря. За даними Міністерства водного господарства Івано-Франківської області, у водозбірній території річки налічується 8 озер загальною площею близько 38 гектарів. У Чернівецькій області кількість озер більша — 15, а їх сумарна площа становить 53 гектари. В межах басейну Пруту водосховищ небагато — лише два, розташовані в Новоселицькому районі Чернівецької області. Об'єм водосховища на річці Черлена становить 3,16 млн м³, а на річці Щербинці — 1,37 млн м³. Загальний об'єм цих водойм дорівнює 4,53 млн м³, площа водного дзеркала — 136 гектарів. Ставків у басейні значно більше: в Івано-Франківській області їх нараховується 409, у Чернівецькій — 842. Загальний об'єм води у ставках Чернівецької області становить приблизно 34,2 млн м³, а площа — близько 3400 гектарів. У підсумку сумарний об'єм усіх ставків і

водосховищ у межах басейну річки Прут сягає близько 52,4 млн м³, що становить лише близько 2 % від середньорічного обсягу стоку річки.

2.1.3 Ґрунтово-рослинний покрив

Ґрунтово-рослинний покрив басейну річки Прут формувався під впливом складної взаємодії природних чинників — кліматичних умов, геоморфологічної будови, висотної поясності та гідрологічного режиму. Територіально весь басейн річки Прут охоплює три природно-географічні зони — гірську, передгірну та рівнинну, що, у свою чергу, відповідають трьом основним морфотипам ґрунтів: бурим гірським лісовим, дерново-підзолистим (або сірим лісовим) та лучно-болотним, а також окремим алювіальним комплексам заплавного походження.

У верхній частині басейну — у межах Українських Карпат — переважають бурі гірсько-лісові ґрунти, які формуються на крутих схилах під покривом хвойних (ялинових, смерекових) та мішаних (бук, граб, ялиця) лісів. Потужність цих ґрунтів зазвичай не перевищує 30–40 см. Під гумусовим горизонтом залягає гравійно-щебенистий матеріал, що має низьку водопроникність. Це призводить до переважання поверхневого стоку, особливо під час інтенсивних опадів, і створює умови для потужної ерозії схилів, особливо на вирубаних або деградованих ділянках. Як наслідок, в руслову систему Прута надходить велика кількість твердого матеріалу, що бере участь у процесах руслоформування та змінює морфодинаміку потоку.

У передгірній частині, в межах широких терас і луків, домінують дерново-підзолисті та сіро-лісові ґрунти, які мають середню кислотність і формуються на супіщаних та суглинистих породах. Ці ґрунти зазнають регулярного зволоження завдяки високому рівню ґрунтових вод і близькості до річкового русла. Разом з тим, унаслідок інтенсивного сільськогосподарського освоєння території, їх природна структура часто порушена: спостерігається ущільнення, зменшення вмісту гумусу, зниження біологічної активності. У заплавних луках трапляються лучно-болотні

грунти, які мають високу вологість, часткове заболочення та схильність до глеєутворення. У понижених ділянках вони затримують паводкові води, але в умовах техногенного втручання (меліорація, розорення) втрачають здатність до природного регулювання водного балансу.

Нижня частина басейну, зокрема територія Чернівецької області, характеризується темно-сірими та чорними опідзоленими ґрунтами, що сформувалися на лесоподібних суглинках. Вони більш родючі, придатні для вирощування зернових і технічних культур, але також потребують обережного використання через ризик деградації внаслідок надмірного зволоження або хімізації. В межах заплав річки Прут переважають алювіальні ґрунти, які мають неоднорідну структуру, високу мінливість за гранулометричним складом та вмістом органіки. У зниженнях заплави та староруслових пониженнях спостерігаються ґрунти з ознаками заболочення: утворюється глей, розвивається гідрофільна рослинність.

Загалом, ґрунтовий покрив басейну річки Прут має високу мозаїчність і контрастність, зумовлену рельєфною будовою та вертикальною зональністю. Це створює специфічні умови для рослинного покриву, який змінюється від лісових формацій у Карпатах до луків і агроландшафтів у передгір'ї та рівнині. Така структурна різноманітність, з одного боку, формує високий рівень біорізноманіття, а з іншого — вимагає просторово-диференційованого підходу до господарського освоєння та природоохоронного планування.

Загальною характеристикою ґрунтів басейну Прута є підвищена кислотність, яка найяскравіше виражена у карпатському секторі. Для таких ґрунтів типовим є високий вміст обмінного алюмінію, що ускладнює розвиток культурної рослинності, дефіцит фосфорних і калійних сполук, а також недостатня нітрифікація через порушений мікробіологічний режим. Як наслідок, родючість карпатських ґрунтів оцінюється як низька, що обмежує їх ефективне використання в інтенсивному землеробстві.

Водночас територія басейну Прута характеризується високим біорізноманіттям рослинності, що є результатом різних висотних рівнів,

мікрокліматичних умов і ландшафтної строкатості. У нижній частині схилів Карпат (висоти 400–600 м) переважають широколистяні ліси, до складу яких входять дуб, граб, бук, клен, липа, а місцями – ялина. Вище, у межах середньогірських поясів, формується буково-ялиновий тип лісу, що займає великі площі між 800 і 1250 м над рівнем моря. На висотах понад 1250 м н.р.м. домінують чисті ялинові ліси, які виконують важливі гідрорегулюючі та протиерозійні функції, особливо у верхів'ях приток Прута. У субальпійському поясі (понад 1700 м) поширені гірські луки (полонини) та чагарникові угруповання, представлені вільхою зеленою, рододендромом, гірською сосною. Усе це формує яскраво виражений вертикальний поділ рослинності, який зберігається навіть при впливі господарської діяльності.

У межах лісостепової частини басейну, зокрема на лівобережжі між Делятином і Чернівцями, природна рослинність значною мірою витіснена сільськогосподарськими угіддями, проте все ще трапляються ділянки молодого листяного лісу і, меншою мірою, фрагменти хвойних насаджень. Лісистість водозбору річки Прут становить близько 35%, що є відносно високим показником для гірських і передгірних умов. Загальна площа лісового фонду в межах басейну складає приблизно 258 тис. га, що дорівнює 31,9% загальної площі. Лісові ресурси Чернівецької області становлять близько 17,5% державного лісового фонду України. Загальні запаси деревини оцінюються на рівні 62,9 млн м³, з яких 26,9% (близько 16,9 млн м³) припадає на дорослі ліси.

Карпатські ліси відіграють важливу екологічну роль, зокрема у регулюванні режиму поверхневого стоку, запобіганні ерозійним процесам, підтриманні гідрологічного балансу та формуванні місцевого мікроклімату. Збереження цих лісових екосистем є одним із основних чинників підтримання стійкості басейнової системи річки Прут. Лісовий фонд регіону на 61,9% представлений діловими лісами загальною площею 159,7 тис. гектарів, які забезпечують як матеріальні ресурси (деревину), так і виконують природоохоронні функції. Відповідно до економічного

призначення, ліси класифікуються на різні категорії [25, с. 41]. Площа лісів, що входять до складу заповідних територій, становить 98,3 тис. гектарів, або 38,1% від загального лісового покриву. Ці ділянки виконують важливі еколого-санітарні функції, мають суттєве значення для збереження водних ресурсів, переносу води, а також впливають на ґрунтово-кліматичні умови регіону. Окрім природоохоронної ролі, заповідні ліси формують привабливі ландшафти, слугують зеленими зонами у населених пунктах, лісопарках і рекреаційних територіях, що є важливим фактором для відпочинку населення.

Луги вважаються первинними луками. У рівнинних умовах, також на верхніх терасах, зустрічаються лучні степи, що складаються переважно з дроку зморшкуватого, вусача звичайного. Поширені в районі, крім: щирця лучна, льодник звичайний. У справжніх травах зустрічаються: райграс високий, осока лучна, пирій повзучий. На болотистому лузі ростуть осока звичайна, водяна, болотна та ін. Солончакові луки трапляються острівцями невеликих площ. Для них характерні: спірея, бук звичайний, конюшина сунична. Найпоширенішими є низинні болота. По долинах річки Прут і її лівих приток поширені очерет і водно-трав'яні форми рельєфу. Нерідко в мулових водоймах можна зустріти плаваючу камбалу і лісовий очерет. Рогоз широколистий і вузьколистий широко поширений уздовж межиріччя Пруту, у передгір'ях і на мулистих ділянках.

2.2 Особливості господарської діяльності в межах території дослідження

Досліджувана територія охоплює прибережну зону річки Прут на ділянці від села Бояни до села Маршинці в межах Чернівецької області. Господарська діяльність у межах цієї території характеризується значною різноманітністю, що зумовлено як природними умовами, так і соціально-економічним розвитком населених пунктів, розташованих у заплавно-приуслівій зоні.

У межах села Бояни домінуючим видом землекористування виступає польове рільництво, що охоплює значну частину території населеного пункту, включно з прилеглими до річки ділянками. Основними сільськогосподарськими культурами є озима пшениця, кукурудза, ячмінь, які вирощуються як у великих масивах, так і на окремих приватних ділянках. У структурі землекористування простежується активна експлуатація заплавної смуги, особливо на ділянках, де відсутні обмеження щодо підтоплення.

У прибережній зоні збереглися фрагменти природних або напівприродних заплавних сіножатей, які традиційно використовуються як пасовища для великої рогатої худоби. Ці ділянки мають значення для підтримання ландшафтної мозаїчності, однак останніми роками спостерігається поступове скорочення їх площ через розорювання або зміну цільового призначення. Наявна садибна забудова характеризується високою щільністю в центральній частині села та поширенням приватної забудови в бік річки. Присадибні ділянки, що безпосередньо межують із прибережною смугою, активно використовуються для індивідуального городництва, вирощування ягід, картоплі, сезонних овочів, іноді — із застосуванням примітивних іригаційних систем на базі відводів із дрібних водотоків або каналів. У низці випадків зафіксовано порушення водоохоронної смуги, що створює передумови для локального підтоплення та руйнування берегової лінії.

Крім домогосподарств, на території Боянів функціонують декілька фермерських господарств, які спеціалізуються на інтенсивному вирощуванні овочевих культур (зокрема капусти, моркви, столового буряку), а також утриманні великої рогатої худоби на випасі. Частина фермерських ділянок має власні господарські споруди (силоси, ангари, кормосховища), що також формують просторову структуру використання заплавної зони. На ділянці між селами Бояни та Новоселиця спостерігається поступова інтенсифікація польового землеробства, що охоплює переважно заплавні та терасові рівні. Тут фіксується масове використання сільськогосподарської техніки,

включаючи важкі трактори та культиватори, що значно впливає на структуру ґрунту та рівень природного дренажу. Більшість площ призначено для вирощування зернових, технічних культур (соняшник, соя), а також кукурудзи на силос. Через часту обробку землі та відсутність лісосмуг спостерігається підвищення схильності ґрунтів до водної ерозії, особливо на ділянках, розташованих ближче до річки.

Крім того, зафіксовано випадки розорювання територій, які за гідроморфологічними характеристиками належать до підтопленої заплави. Це свідчить про недостатню регламентацію землекористування, що підвищує ризик пошкодження врожаю у разі паводків, а також сприяє зміні мікрорельєфу прибережної зони.

У передмісті м. Новоселиця, що розташоване дещо східніше від основного русла Прута, спостерігається високий рівень інфраструктурного навантаження на заплавної територію. Тут зосереджена значна кількість інженерних споруд, зокрема [28]:

- автомобільні мости та дорожні насипи, які перетинають заплаву;
- каналізаційні та водовідвідні колектори, що частково проходять по територіях, раніше зайнятих заплавною рослинністю;
- берегоукріплювальні споруди, включаючи насипи зі щебеню, бетонні плити, а також земляні вали.

Усі ці елементи створюють бар'єрний ефект, який значною мірою обмежує природну динаміку русла та знижує водозатримувальну здатність прилеглих площ. Частина берегової лінії в межах Новоселиці втратила природні обриси і набула техногенного характеру.

Паралельно з інфраструктурою в межах заплави відзначено щільну приватну забудову — житлові будинки, господарські приміщення, склади. Тут також розміщені невеликі підприємства локального значення, зокрема агропереробні об'єкти (олійниці, зерносховища), складські площі, які функціонують незалежно від паводкового режиму, однак потенційно загрожують забрудненням вод при аварійних ситуаціях.

На ділянці Новоселиця – Цурень спостерігається переважно інтенсивне сільськогосподарське освоєння заплавних земель, що використовується для вирощування кукурудзи, соняшнику, зернових і кормових культур. Значна частина площ представлена відкритими полями без буферних захисних ліній, що межують безпосередньо з річковим руслом або другорядними водотоками. Особливо активною є діяльність у зоні переходу між терасою та нижньою заплавою, де ґрунтові умови сприятливі для агровиробництва.

Окрім відкритого рільництва, у межах ділянки функціонують тепличні господарства дрібного та середнього масштабу, зосереджені переважно в околицях доріг місцевого значення. Їх розміщення у зоні періодичного підтоплення становить потенційний ризик для врожайності та стійкості конструкцій. У кількох точках зафіксовано несанкціоновані втручання в заплаву, зокрема:

- наміви ґрунту, здійснені без погодження з водогосподарськими структурами;
- створення технічних земляних насипів, які використовуються як польові дороги для сільськогосподарської техніки;
- часткове випрямлення дренажних каналів, що змінює гідрологічний режим окремих мікроділянок.

У межах села Цурень частково збереглися фрагменти заплавного лісу, що виконують екологічну буферну функцію між ріллею та основним руслом. Проте останніми роками ці ділянки зазнають інтенсивного освоєння: проводиться розчищення під городництво, викорчовування чагарників, а також спостерігається самовільне спорудження тимчасових будівель (сарайчики, навіси, склади для зберігання агропродукції).

На південно-східній околиці села функціонує невеликий гравійний кар'єр, розташований у безпосередній близькості до русла Прута. Його діяльність має прямий вплив на руслову динаміку: можливе поглиблення русла, зміна напрямку течії, підвищення ризику зсувів на прилеглих

ділянках. Кар'єр діє в напівлегальному статусі, що ускладнює моніторинг його впливу на довкілля.

У селі Боянівка домінує приватне аграрне виробництво, яке представлено здебільшого присадибним городництвом та утриманням дрібної худоби. Забудова села тяжіє до річкової заплави, зокрема частина присадиб розташована у межах водоохоронної зони. Більшість ділянок не має чітко визначених меж берегозахисної смуги, що дозволяє здійснювати обробіток землі без урахування гідрологічних обмежень. Особливістю є широке використання води з малих каналів і дренажів для поливу городів, часто — без фільтраційних або регулювальних споруд. Це призводить до підвищення рівня підтоплення прилеглих територій, а також до розмивання берегів у місцях із неукріпленою лінією урізу води. Такі дії, хоч і локальні, мають кумулятивний вплив на зміну гідроморфології заплави.

На завершальній ділянці дослідження — у межах села Маршинці — спостерігається найвищий рівень антропогенного навантаження на заплаву Прута. Тут зосереджено великі сільськогосподарські угіддя, які експлуатуються для інтенсивного овочівництва, вирощування технічних культур (буряки, ріпак, соняшник), а також випасу худоби. Значна частина заплави розорана або перетворена на сади, інколи зі знищенням залишків природної рослинності.

Окрім аграрного використання, село Маршинці вирізняється високим ступенем технічного освоєння території заплави, насамперед через розвиток гідротехнічної інфраструктури, що активно впливає на гідродинамічні процеси річки Прут. На цій ділянці реалізовано систему захисних споруд, призначених для контролю водного режиму під час паводків, але водночас таких, що змінюють природну поведінку русла.

Зокрема, до основних елементів гідротехнічної мережі належать:

- система дамб і обвідних каналів, яка функціонує як інженерний бар'єр під час пікових паводкових періодів. Ці споруди спрямовані на захист прилеглих сільськогосподарських угідь і забудови від затоплення, проте вони

порушують природний гідрологічний зв'язок між основним руслом і заплавною частиною, унеможлиблюючи відновлення заплавних біотопів після весняного розливу;

- бетонні колектори, шлюзи та технічні випуски, які використовуються для регулювання рівня води в штучно створених чи реконструйованих каналах. Вони сприяють дренажу території, але зменшують зволоження природних луків і викликають часткову деградацію гідрофільної рослинності;

- насипи та вали вздовж основного русла, зведені з метою захисту господарських об'єктів, відіграють стримувальну функцію під час паводків. Водночас вони змінюють гідрологічну динаміку всієї заплавної системи, обмежуючи можливість поперечного водообміну, сприяючи замуленню та ізоляції староруслових понижень.

У сукупності ці втручання призвели до формування штучно стабілізованого, але екологічно вразливого руслово-заплавного комплексу, у якому порушені процеси руслової міграції, самоочищення та відновлення природних гідроекосистем. Також спостерігається втрата мозаїчної структури заплави — замість різноманітних типів біотопів домінують одноманітні аграрно-інженерні ландшафти. Це ускладнює природне функціонування річки, підвищує ризики вторинних підтоплень і погіршує екологічну стійкість території в умовах кліматичної мінливості.

Таким чином, на прикладі ділянки в межах села Маршинці можна говорити про довготривалий і системний антропогенний вплив, який охоплює усі рівні освоєння — від господарського використання землі до гідротехнічної інженерії, — що в сукупності зумовлює радикальну перебудову природної структури заплави та її функціонального потенціалу.

Для узагальнення особливостей антропогенного освоєння досліджуваної заплавно-руслової території було систематизовано основні види господарської діяльності у межах кожного населеного пункту та проміжної ділянки між селами. У таблиці наведено типові форми

землекористування, присутні елементи інфраструктури та оцінку рівня антропогенного навантаження на заплаву річки Прут від с. Бояни до с. Маршинці.

Аналіз структури господарського освоєння території дослідження показує, що заплавна зона річки Прут на відрізку між селами Бояни та Маршинці перебуває під значним антропогенним навантаженням. Основними напрямками діяльності є сільське господарство (зернові, овочі, сади), присадибне землекористування, а також розвиток інженерної інфраструктури (мости, дамби, насипи).

Таблиця 2.1

Типи господарського освоєння заплавної території річки Прут

Населений пункт / ділянка	Основні види господарської діяльності	Антропогенне навантаження
Бояни	Сільське господарство (зернові, овочі), присадибне землекористування, пасовища	Середнє
Бояни – Новоселиця	Польове землеробство, рілля на заплаві	Високе
м. Новоселиця	Інфраструктура (мости, дамби, колектори), берегоукріплення, щільна садибна та промислова забудова	Високе
Новоселиця – Цурень	Тепличні господарства, землеробство, несанкціоновані насипи та використання заправ під ріллю	Високе
Цурень	Гравійний кар'єр, фрагменти заплавного лісу, городництво, спроби освоєння берегових зон	Середнє
Боянівка	Присадибне землекористування, зрошення городів із використанням прибережних водотоків	Середнє
Маршинці	Інтенсивне землекористування, сади, овочівництво, технічні культури, система дамб і каналів, урбанізація заплавної зони	Дуже високе

Найвищий рівень перетворення природного середовища фіксується в межах м. Новоселиця та с. Маршинці, де заплава практично повністю втратила природний характер. У середній частині басейну спостерігається також інтенсифікація землеробства на підтоплюваних ділянках, що може призводити до деградації ґрунтів і посилення ерозійних процесів. Таким

чином, господарська діяльність є ключовим фактором, що визначає сучасний стан та потенційні ризики для функціонування заплавно-руслової системи.

Висновки до розділу 2

У другому розділі дослідження детально розглянуто умови формування русло-заплавного комплексу річки Прут на ділянці від села Бояни до села Маршинці. Проаналізовано природні чинники, які визначають морфологію та динаміку річкової системи. Визначено, що геолого-геоморфологічні особливості території, зокрема склад геологічних порід та рельєф, суттєво впливають на формування русла річки, зумовлюючи його конфігурацію та стабільність. Водночас кліматичні умови, зокрема сезонні коливання температури і кількості опадів, мають вирішальне значення для гідрологічного режиму річки, впливаючи на інтенсивність водного стоку і розвиток заплавних процесів. Оцінка ґрунтового-рослинного покриву показала, що рослинність відіграє важливу роль у стабілізації берегів та заплави, а також у регулюванні водно-екологічного балансу в досліджуваному районі. Окремо проаналізовано вплив господарської діяльності на природні умови русло-заплавного комплексу. Виявлено, що антропогенний вплив, зокрема землеробство, будівництво гідротехнічних споруд і зміни у землекористуванні, призводять до трансформації природних процесів, що негативно позначається на стані річкової системи. Розділ підкреслює необхідність комплексного підходу до управління природними і антропогенними факторами для збереження природного функціонування русло-заплавного комплексу річки Прут і запобігання деградації екосистеми.

3. АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЗМІН ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННИХ УМОВ У МЕЖАХ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Результати візуалізації: анімація динаміки умов у басейні річки Прут (на ділянці від с. Бояни до с. Маршинці)

З метою попереднього виявлення та документування просторово-часових трансформацій у межах руслово-заплавного комплексу річки Прут на ділянці від села Бояни до села Маршинці було реалізовано метод супутникового моніторингу з побудовою анімованої візуалізації ландшафтної динаміки. Основним цифровим інструментом для реалізації цього завдання стала платформа Google Earth Pro, яка надає доступ до архівних космічних знімків високої роздільної здатності з хронологічною шкалою понад три десятиліття. Для побудови повноцінної часової анімації було обрано репрезентативну інформацію за ключовими роками: 1985, 1995, 2005, 2010, 2015, 2020 та 2024. Вибір цих дат обумовлений наявністю якісних супутникових матеріалів, які дозволяли чітко ідентифікувати контури об'єктів і просторову конфігурацію ландшафтів у межах досліджуваної території. Кожен із відібраних знімків було попередньо відредактовано — тобто виправлено геометричні спотворення, спричинені рельєфом, висотою зйомки або кутом огляду. Після цього зображення були прив'язані до єдиної географічної координатної системи WGS 84, що дало змогу забезпечити узгодженість масштабу та меж об'єктів при зіставленні даних з різних років.

У середовищі цифрової обробки було виконано векторизацію ключових об'єктів ландшафту. Зокрема, окремими шарами виділялися [36]:

- основне русло річки Прут;
- другорядні рукави (наявні у 1980-х — 1990-х роках, але поступово втрачені);
- заплавна зона;
- сільськогосподарські площі (поля, теплиці);
- фрагменти природної рослинності;

- водно-болотні угіддя;
- техногенні об'єкти (мости, дамби, кар'єри, господарські споруди, інженерні насипи);
- межі населених пунктів і зон забудови.

Кожен об'єкт був векторизований у вигляді полігонів або ліній з подальшим закріпленням семантичної інформації (рік, тип елементу, ступінь антропогенності). Усі векторні шари були зведені у багат шарову композицію, яка відображала динаміку змін у вигляді анімаційної послідовності. Цей підхід дозволив не лише створити інтерактивну анімацію, але й забезпечив наукову базу для просторово-часового аналізу трансформацій, що представлені у наступних підрозділах. Метою створення анімаційного ряду супутникових знімків було наочне представлення динаміки змін заплавно-руслової системи річки Прут у межах ділянки від с. Бояни до с. Маршинці протягом 1985–2024 років. Візуалізація дозволила простежити багаторівневу трансформацію ландшафту, викликану поєднанням природних чинників (гідрологічні зміни, ерозія, паводки) та антропогенного втручання (землеробство, гідротехнічні споруди, забудова).

Основні виявлені зміни за результатами анімації:

1. Якщо на знімках 1985–1995 рр. чітко простежуються декілька активних русел, які виконували водорозподільчу функцію у паводковий період, то вже у 2015–2024 рр. більшість із них пересохли, втратили водотік або трансформувались у заболочені западини, що підтверджує тенденцію до однорукавності та концентрації потоку в одному напрямку.

2. Анімація демонструє поступове заміщення мозаїчного заплавного покриву (луки, чагарники, болота) на однорідні поля, насамперед з кукурудзою, пшеницею та соняшником. Цей процес особливо активізувався після 2000 року та призвів до спрощення екосистемної структури.

3. Поява нових елементів техногенного ландшафту. З 2000-х років анімація фіксує впровадження інженерних споруд — дамб, спрямлювальних насипів, тимчасових мостів, господарських будівель. Це сприяло локальній

стабілізації русла, але водночас порушило водно-геохімічні та біотичні зв'язки у заплаві.

4. Зміна просторової конфігурації берегової лінії. У результаті зміщення руслової осі, а також ерозійних процесів, берегова смуга на окремих ділянках зазнала горизонтального зсуву на 20–60 метрів, що відображено в зіставленні контурів на різночасових знімках.

5. Асиметричне господарське освоєння берегів. Візуально видно, що правобережна частина річки освоюється активніше — більша щільність забудови, полів, гравійних кар'єрів. Лівий берег натомість частково зберігає елементи природної структури (лісосмуги, вологі луки), що формує асиметрію навантаження на екосистему.

Просторова деталізація змін на ключових ділянках:

- Бояни – Новоселиця - на цій ділянці помітно зміщення руслової осі на схід, з одночасною активною аграрною трансформацією заплави. Поля розміщуються впритул до берегової лінії, що викликало локальні ерозійні процеси та втрату природних буферних зон;

- Цурень тут фіксується повна деградація одного з другорядних рукавів, який до 2000-х років ще виконував гідрологічну функцію. На його місці нині виявлено кар'єрні виїмки та насипи, які змінили рельєф і призвели до локального порушення дренажної системи заплави;

- Маршинці – Тарасівці спостерігається відносна стабілізація русла, однак течія спрямлена штучно, про що свідчать лінійні ділянки берегової лінії, ознаки насипного укріплення та вирівнювання траєкторії потоку. Це відповідає даним про реалізацію берегоукріплювальних заходів у цьому регіоні після паводку 2008 року.

У сукупності результати візуалізації підтверджують глибоку антропогенну трансформацію заплавно-руслової системи річки Прут, що супроводжується втратою природних буферних механізмів, порушенням екологічної рівноваги та підвищенням гідрологічних ризиків. Надалі отримані матеріали можуть бути основою для моделювання сценаріїв

руслової динаміки, просторового планування та екологічної реабілітації заплав. Таким чином, анімація відіграла роль візуально-аналітичного інструменту, який не лише підтвердив масштабні трансформації заплавно-руслової системи, а й створив основу для подальшого картографічного та морфометричного аналізу, що розкривається у наступному підрозділі 3.2. Окрім того, отриманий результат може бути ефективно використаний у сфері екологічного моніторингу, басейнового управління водними ресурсами та еколого-просвітницької діяльності.

3.2. Аналіз просторово-часових змін русла річки Прут в межах досліджуваної ділянки

Для комплексного аналізу антропогенного впливу на морфологічну структуру річкових русел доцільним є використання всіх доступних типів джерел інформації, що відображають як сучасний, так і історичний стан річкових систем. У дослідженні динаміки руслово-заплавного комплексу річки Прут застосовано багаторівневий підхід, який поєднує архівні картографічні матеріали, історичні зйомки, експедиційні спостереження, гідрологічні вимірювання, а також сучасні супутникові дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Така інтеграція різнотипної інформації дозволяє відтворити багат шарову картину просторово-часової трансформації русла.

Особливу аналітичну цінність становить картографічна інформація, зокрема топографічні карти масштабів 1:25 000 та 1:50 000, датовані 1945 і 1977 роками. Вони дали змогу реконструювати історичні межі основного русла, заплавної зони, природних рукавів, лісових масивів та меж сільськогосподарського освоєння. Ці матеріали було оцифровано та інтегровано до єдиної бази даних у середовищі ГІС, де вони були поєднані з більш пізніми знімками (зокрема, супутниковими з 1985–2024 років).

Додатковим джерелом виступили результати наукових досліджень українських гідрологів та геоморфологів, які класифікували ділянки русел за типами динаміки, інтенсивністю ерозії, характером антропогенного

навантаження. Також ураховано дані багаторічних гідрологічних спостережень, зокрема за водопостачанням, паводковою активністю та динамікою рівнів води.

Застосування ГІС-технологій (геоінформаційних систем) суттєво розширило можливості обробки та аналізу інформації. Зокрема, в рамках дослідження було здійснено:

- побудову картосхеми поточного стану руслової системи на основі супутникових знімків останніх років;
- цифрову реконструкцію меж русел за 1977 і 1945 роки;
- векторизацію та геоприв'язку основних структурних елементів заплави (береги, тераси, лінії дамб, водотоки, інфраструктурні об'єкти);
- визначення меж ділянок підвищеної трансформації, які відповідають сучасним ОДРЗ (однорідним ділянкам розвитку заплави).

В результаті об'єднання даних ГІС, архівних карт і польових спостережень вдалося деталізувати зміну русла в просторі та часі, встановити межі сучасних антропогенно модифікованих ділянок і визначити ключові вектори руслових деформацій. Такий підхід дозволяє не лише фіксувати зміну природної конфігурації річкової системи, а й оцінювати ризики подальшої деградації, що є необхідною передумовою для впровадження інтегрованого управління водозбірними басейнами.

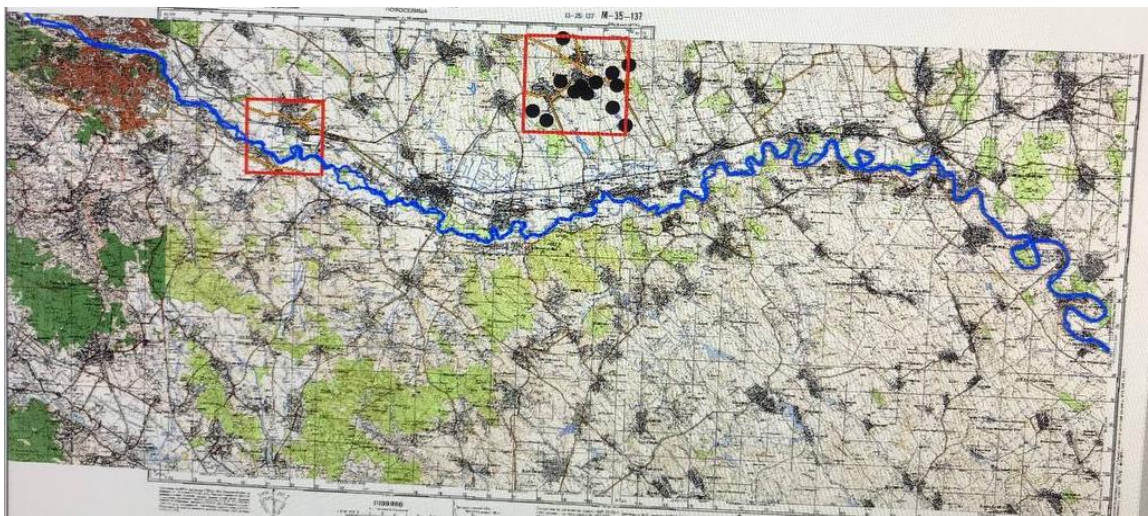


Рис. 3.1. Картосхема досліджуваної ділянки р. Прут
(розроблено автором)



Рис. 3.2. Відображення просторово-часових змін русла р. Прут на ділянці Цурень – Боянівкa (синій – 1977 рік, рожевий - 2022 рік)
(розроблено автором)

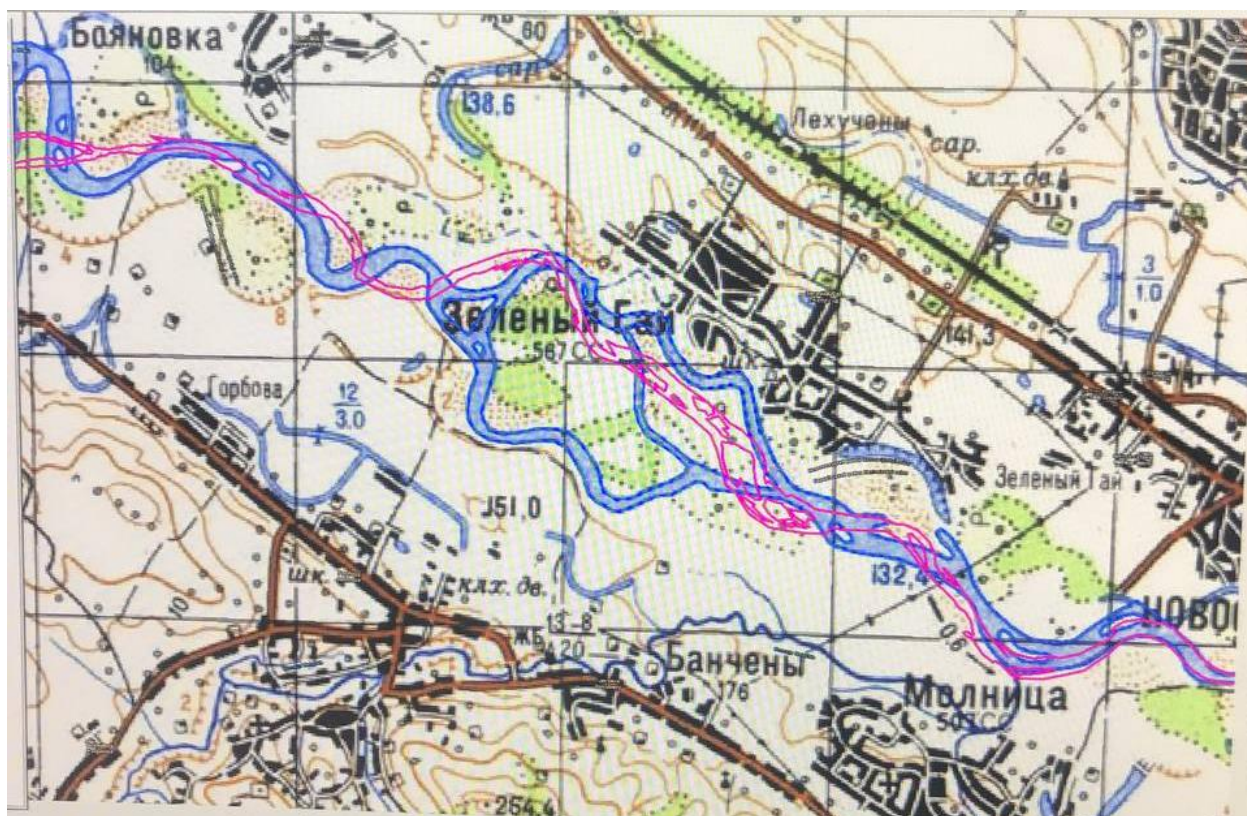


Рис. 3.3. Відображення просторово-часових змін русла р. Прут на ділянці Боянівкa – Новоселиця (синій – 1977 рік, рожевий - 2022 рік)
(розроблено автором)

У результаті багат шарового аналізу різночасових картографічних матеріалів (1945, 1977, 1985, 2000, 2024 рр.) та сучасних супутникових знімків за допомогою геоінформаційного моделювання вдалося достовірно зафіксувати планові (горизонтальні) деформації русла річки Прут на досліджуваній ділянці. Ці трансформації не мають випадкового характеру — вони формувалися протягом понад 150 років, наслідуючи хвилеподібні етапи техногенного втручання, реконструкцій, періодів зниження антропогенного тиску та його подальшої ескалації. З другої половини XIX століття річка Прут почала зазнавати інженерного втручання, насамперед у зв'язку з розбудовою транспортної інфраструктури. Будівництво мостів, транспортних насипів і прокладання доріг вимагали локального стабілізування русла. У відповідь на це були проведені масштабні роботи зі спрямлення окремих ділянок, що, у свою чергу, ініціювало зміщення водотоку та втрату другорядних рукавів. На межі XIX–XX століть спостерігається поступове зникнення полірукавності, а основний потік почав концентруватися в одному стабілізованому руслі. Ця тенденція супроводжувалася втратою морфологічної різноманітності заплави та зменшенням її буферної ємності. Унаслідок цього втрачаються екологічно важливі заплавні ділянки, що раніше виконували функцію сезонного регулятора стоку [43, с. 55]. У першій половині XX століття техногенний тиск дещо зменшився. Це пояснюється тим, що система управління річкою вийшла з ладу внаслідок частих руйнівних паводків, які знищували штучні конструкції. Заплави частково відновили свою динаміку, але не відновили функціональну цілісність.

Нова хвиля трансформацій почалася в 1970–1980-х роках, коли знову посилилась увага до регулювання річкового стоку. Почалися роботи зі зведення дамб, берегоукріплень, зокрема для захисту сільськогосподарських угідь та інфраструктури. Паралельно відбувалося поглиблення русла, що спричинило вертикальні зміни — русло почало врізатися в алювіальні шари, зменшуючи глибину заплавного підтоплення. Цей процес підтверджується супутниковими спостереженнями 2000–2024 років і потребує подальших

гідроморфологічних замірів. Особливо значними є зміни структури однорідних ділянок розвитку заплави (ОДРЗ). Частина з них нині має полігенне походження — формувалася не лише під дією водних процесів, а й за участі техногенних чинників: насипів, кар'єрів, розчищених каналів, меліоративних систем. На сучасному етапі більшість ОДРЗ на дослідженій ділянці Прута можна класифікувати як урбанізовано-модифіковані. Особливої шкоди природній структурі заплав завдала довготривала експлуатація гравійно-піщаних кар'єрів, що фіксується на ділянках поблизу с. Цурень і в напрямку до Боянівки. Видобуток корисних копалин призвів до порушення профілю дна, локальної ерозії та деформації берегової лінії, яку нині частково стабілізовано штучними засобами. Також простежується тенденція до спрямлення русла, що проявляється на ділянках Новоселиця – Тарасівці. Раніше тут спостерігалась висока звивистість, яка природно стримувала потік під час паводків. Після втручання русло втратило частину вигинів, а течія пришвидшилась, що сприяє врзанню та поглибленню руслової улоговини.

Порівняння супутникових знімків 1985, 1995, 2010, 2024 років у середовищі Google Earth Pro дозволило візуально підтвердити:

- зникнення другорядних рукавів і мозаїчних водних структур;
- зміщення русла в окремих зонах на 20–60 метрів;
- врзання основного русла, з втратою частини наносів та активізацією глибоких потоків;
- розширення площ аграрного і техногенного освоєння.

На завершення було створено часову анімацію змін, що показує процеси однорукавності, локальної стабілізації, антропогенного спрощення рельєфу. Відповідно до отриманих результатів, можна зробити висновок, що русло річки Прут на дослідженій ділянці є високо модифікованим, а його подальша еволюція неможлива без врахування взаємодії з соціоекономічним навантаженням території.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на детальну гідродинамічну оцінку вертикального врізання, моделювання паводкових ризиків та визначення пріоритетних ділянок для екологічного відновлення.

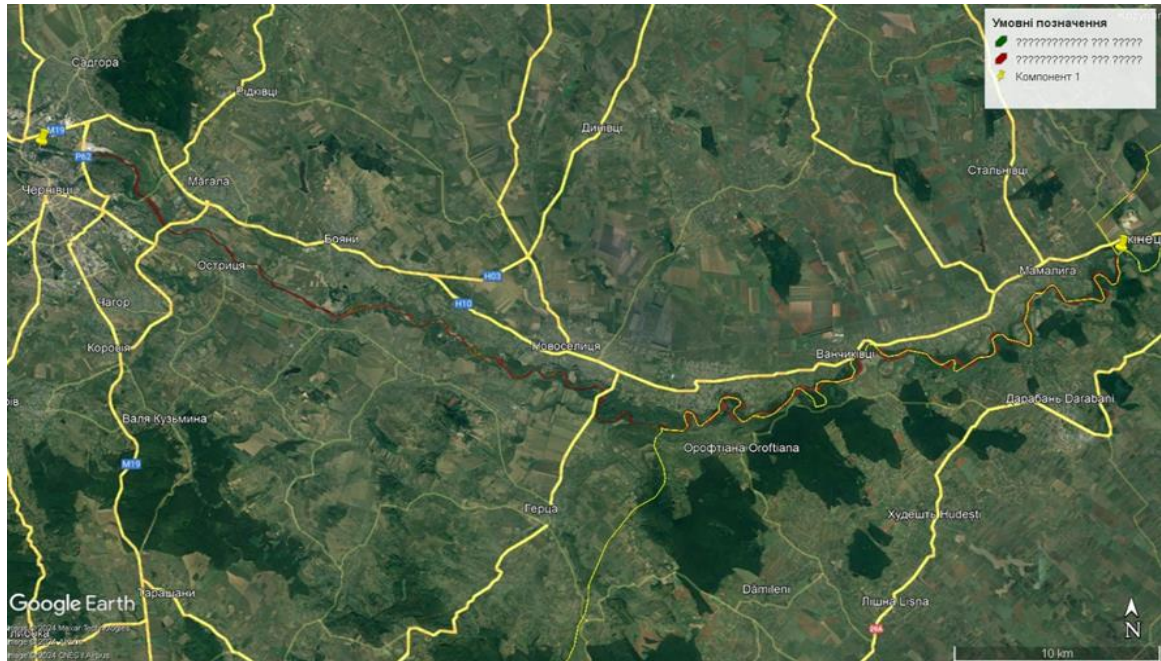


Рис. 3.4. Космознімок досліджуваної ділянки р. Прут (2024 рік)
(розроблено автором)

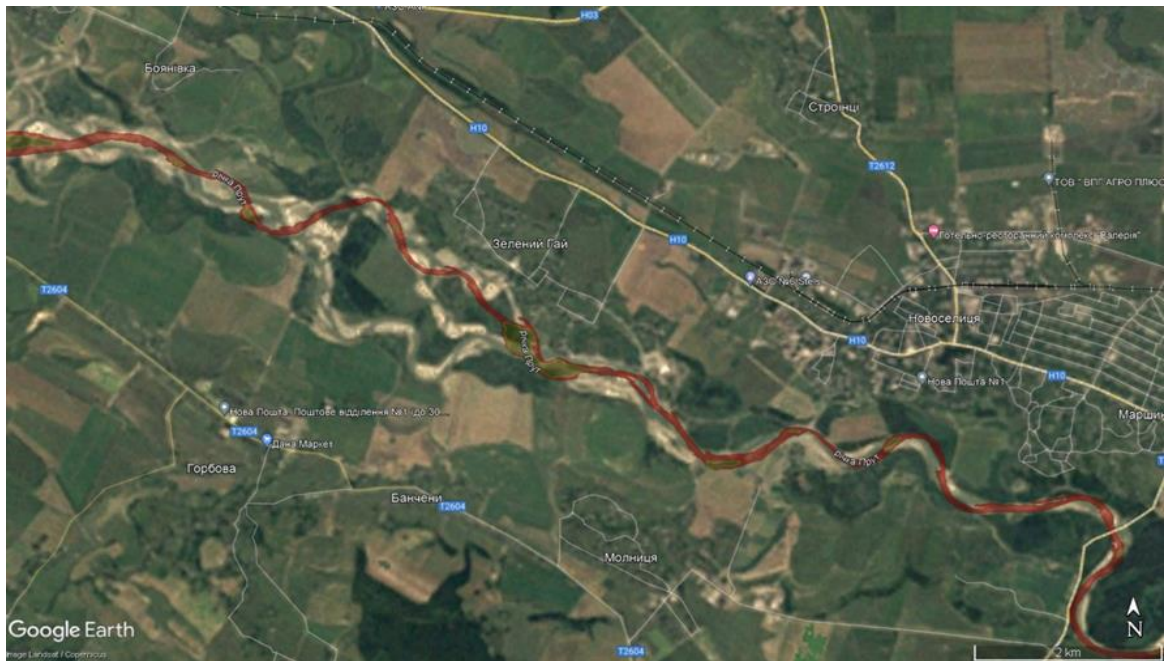


Рис. 3.5. Космознімок русла р. Прут на ділянці Остриця – Цурень 1985 року (червоним виділено теперішнє русло) (розроблено автором)

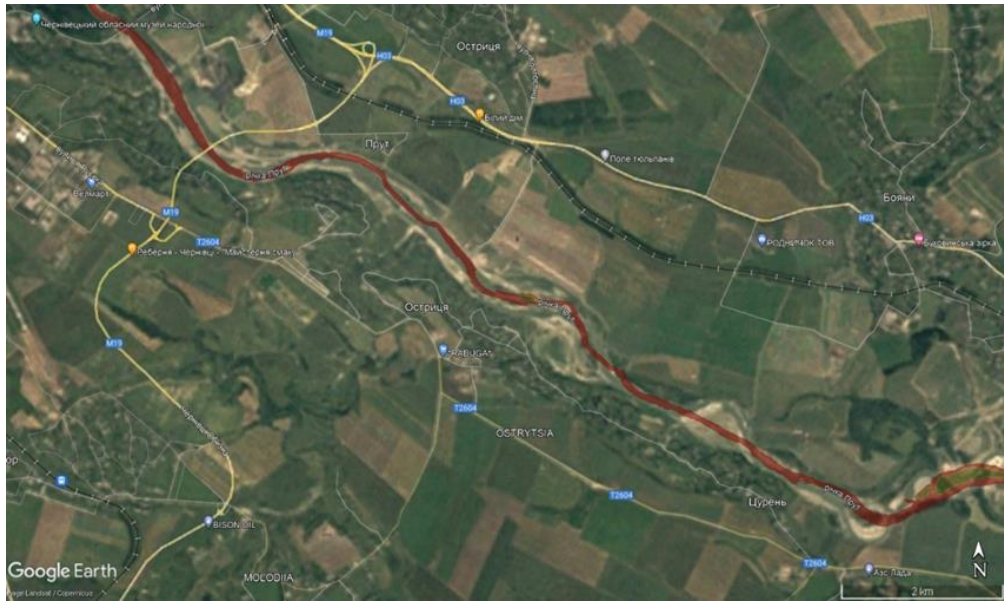


Рис. 3.6. Космознімок русла р. Прут на ділянці Боянівка – Маршинці 1985-го року (червоним виділено теперішнє русло) (розроблено автором)

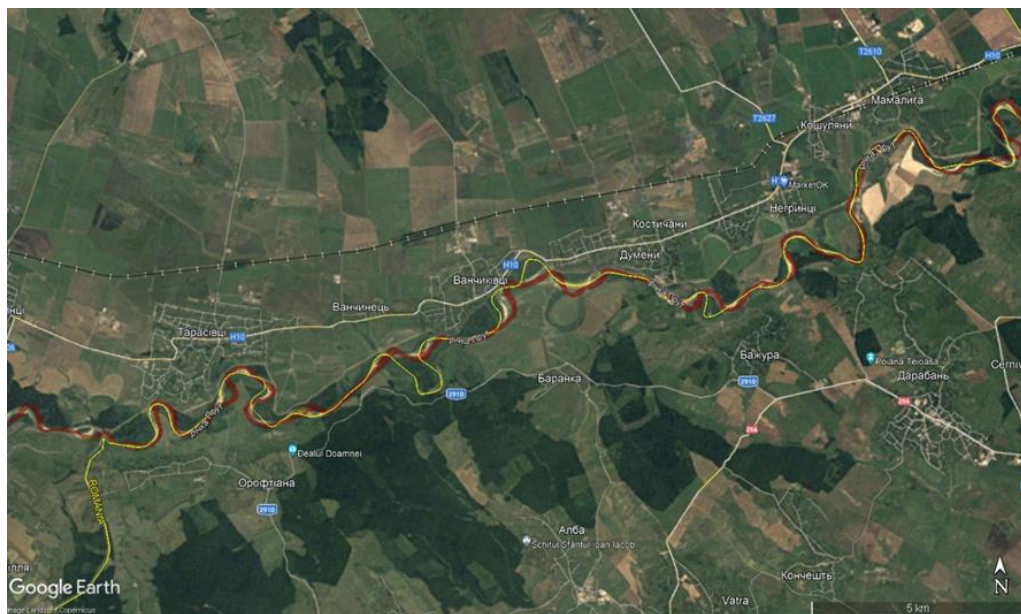


Рис. 3.7. Космознімок русла р. Прут на ділянці Тарасівці – Мамалига 1985-го року (червоним виділено теперішнє русло) (розроблено автором)

Розгляд однорідних ділянок розвитку заплавно-руслової системи (ОДРЗ) у межах досліджуваної території річки Прут дозволяє виявити просторову специфіку морфологічної структури, гідродинаміки та рівня антропогенного втручання на окремих відтинках русла [46]. Однією з таких

ділянок є фрагмент між селами Остриця та Цурень, довжиною 7,3 км, який характеризується похилом у межах 0,89‰ та абсолютними висотами 149–142,5 м. Йому притаманна асиметрія берегів: правобережжя частково заліснене, тоді як лівобережжя інтенсивно використовується під рілля. В межах цієї ділянки зберігаються важливі заплавні пониження, які збігаються з історичним багаторічним руслом. Попри активне землекористування, тут ще зберігається часткова природна структура заплави, хоча її мозаїчність поступово зникає.

Більш трансформованим є відтинок Боянівка – Маршинці, протяжністю 17,5 км. Тут спостерігається похил 1‰, а абсолютні висоти коливаються від 142,5 до 125 м. Ця ділянка зазнала інтенсивного антропогенного перетворення: другорядні рукави повністю зникли, а річка набула ознак однорукавності. Крім того, у межах Новоселицької западини виявлена звивистість потоку, що збереглася як відлуння колишньої морфології. Активне аграрне освоєння та розширення забудови значно посилили гідроморфологічні зміни. Тут відбувається не лише горизонтальне зміщення руслової осі, а й вертикальне врізання русла, що потребує глибшого дослідження.

На ділянці Тарасівці – Мамалига, довжиною 39,8 км, із найменшим похилом (0,4‰) і висотами 125–109 м, річка зберігає більше ознак природності. Хоча ця прикордонна зона зазнала деяких втручань, зокрема у формі розширення тепличного господарства та часткової розореності, вона відносно стабільна. Заплава тут лишається широкою, а фрагменти вологих луків та перелогів виконують екологічну функцію. Проте поступове розширення кар'єрної діяльності та землеробства впритул до водотоку несе загрозу майбутній трансформації цієї ділянки.

Четверта однорідна ділянка охоплює центральну частину Чернівців. Її довжина становить 13,6 км, похил — близько 0,9‰, а абсолютні висоти — від 161,5 до 149 м. Тут спостерігається найвищий рівень урбанізації: річка оточена щільною забудовою, береги штучно укріплені, а природна заплава

майже повністю втрачена. Часті випрямлення русла спричиняють локальні прискорення течії, що підвищує ризик паводків. Водночас відсутність природних буферів призводить до зростання навантаження на руслову структуру та прилеглу інфраструктуру.

Таким чином, результати просторово-часового аналізу засвідчили, що на досліджуваній території відбувається поступова втрата природної морфодинаміки річкової системи Прута, що супроводжується техногенним спрощенням заплавного ландшафту, втратою природної буферності та підвищенням екологічних ризиків. Надалі доцільно поглибити дослідження за напрямками гідравлічного моделювання, оцінки ризику підтоплення та прогнозу руслових змін з урахуванням сучасних кліматичних та соціально-економічних тенденцій.

3.3. Вплив господарської діяльності на динаміку природно-антропогенних умов

На досліджуваній ділянці річки Прут, між селами Бояни та Маршинці, господарська діяльність є ключовим фактором трансформації природного середовища. Результати анімації супутникових знімків, просторово-часовий аналіз картографічних матеріалів і дані польових спостережень вказують на поступову зміну ландшафтної структури заплави, руйнування природного балансу руслових процесів і зниження екологічної стійкості території [50]. Одним із наймасштабніших і тривалих джерел трансформації заплавного ландшафту річки Прут є інтенсивне сільськогосподарське освоєння території. Починаючи з 1990-х років, а особливо після 2000 року, спостерігається значне розширення площ орних земель, що супроводжується витісненням традиційних ландшафтних елементів — сіножатей, вологолюбної рослинності, природних заплавних боліт.

На основі аналізу супутникової анімації було виявлено, що у межах ділянки Бояни – Новоселиця заплава поступово перетворюється на монофункціональне аграрне середовище, де домінують посіви кукурудзи,

соняшника, пшениці та кормових трав. У той же час, відбувається втрата природного різноманіття типів землекористування, що раніше забезпечувало екологічну стійкість регіону.

Наслідки такого агроосвоєння мають багатокomпонентний характер:

1. Активізація ерозійних процесів. В умовах відсутності лісосмуг або прибережних трав'яних буферів ґрунти на схилах заплави стали вразливими до бічної руслової ерозії, особливо після інтенсивних дощів або паводків. У зоні між Боянами та полями на південному заході від Новоселиці зафіксовано зсуви берегової лінії до 15–25 м за останні два десятиліття.

2. Втрати водорегулюючої функції заплави. Раніше заплави виконували буферну роль, утримуючи надлишки паводкової води. Сьогодні ж, через повну заміну природного трав'яного покриву агрокультурами з глибоким обробітком ґрунту, інфільтраційна здатність території суттєво знизилася, що посилює паводкову небезпеку.

3. Зменшення біорізноманіття. Унаслідок заміни мозаїчної структури луків, водойм і вологолюбної рослинності на великі аграрні масиви, значно скоротилась чисельність видів птахів, комах, амфібій. Зокрема, у прибережній зоні не фіксуються види, характерні для боліт і плавнів, які раніше були звичайними.

4. Порушення ґрунтового режиму. Через регулярний механізований обробіток та внесення хімікатів, частина земель у межах заплави зазнає деградації верхнього гумусового шару, що знижує не лише родючість, а й екологічні характеристики території.

Інший важливий напрям втручання — інфраструктурне освоєння річки, що охоплює спорудження мостів, технічних дамб, каналізаційних колекторів, захисних насипів і спрямлювальних споруд. Ці об'єкти локально стабілізують ситуацію, але в більшості випадків мають довготривалі вторинні екологічні наслідки. На прикладі окремих об'єктів:

1. Берегоукріплення у Новоселиці. Будівництво щебеневих і бетонних насипів зменшило активність бічної ерозії, однак знизило природний

водообмін між руслом і заплавою. Це сприяє формуванню підтоплених зон у нижній частині сільськогосподарських полів при кожному підйомі рівня води.

2. Дамба в районі с. Маршинці (після 2010 року). Згідно з супутниковими знімками, її поява співпала з регулярними весняними підтопленнями 2013 і 2020 років, що свідчить про зміну напрямку паводкового потоку та втрату частини колишньої затоплюваної площі, яка природно розсіювала навантаження.

3. Спрямлення русла в Боянівці. Спрямлення річки зменшило її довжину, але призвело до підвищення гідродинамічного тиску на окремі ділянки берегів. В результаті активізувався процес врізання русла, що спостерігається у вигляді підвищеного розмивання гравійно-піщаного ложа.

4. Мости та дороги. Утворення інженерних перешкод у руслі впливає на локальну турбулентність потоку, що сприяє утворенню міні-воронок, зниженню швидкості течії нижче за течією і, як наслідок, акумуляції наносів та зміщенню траєкторії течії.

Одним із потужних деструктивних чинників, який суттєво вплинув на морфоструктуру заплави річки Прут, є експлуатація гравійних і піщаних кар'єрів, переважно на ділянці Цурень – Боянівка, а також в околицях села Цурень. За результатами візуалізації супутникових знімків та польових обстежень, встановлено, що видобуток породи активно вівся у безпосередній близькості до основного русла, а в окремих випадках — у зоні колишніх другорядних рукавів.

Наслідки такої діяльності проявляються на кількох рівнях:

- фізична деградація берегової зони. Вилучення гравійно-піщаної суміші з прибережної частини русла призвело до дестабілізації берегів, зниження щільності ґрунтів, утворення воронок і нових руслових мікроформ. Після завершення робіт часто спостерігається вторинна ерозія: нестійкі схили руйнуються під дією паводкової води, що запускає каскадні процеси зсувів і обвалів;

- порушення стабільності русла. Місця, де велися видобувні роботи, втратили природну опірність потоку. Як результат — локальні деформації траєкторії течії, а іноді — формування нових відгалужень при високій воді. Найбільші зміни простежуються поблизу лівобережної заплави с. Цурень, де русло зміщене на понад 20 метрів порівняно з фіксованими межами 1977 року;

- знищення паводкових відводів. Кар'єри часто розміщувалися у знижених частинах заплави, які в минулому виконували функцію відведення надлишкової води в період повеней. Їх заповнення або блокування техногенними структурами призвело до втрати фрагментів природної дренажної мережі, що посилює загрозу затоплення при екстремальних опадах.

Починаючи з початку 2000-х років, на ділянках Маршинці – Новоселиця – Боянівка фіксується поступове зростання щільності забудови. Це насамперед садибна житлова забудова, господарські приміщення, невеликі цехи і склади, розміщені часто без дотримання природоохоронного режиму заплав.

Антропогенне освоєння заплави виявляється у таких формах і наслідках:

1. Відсутність або руйнування берегозахисних смуг. Забудова впритул до водотоку призводить до порушення буферних функцій прибережних територій. Без лісосмуг і трав'яного покриву берегова лінія стає більш вразливою до розмивання. Це вже призвело до часткової втрати ґрунтового шару на окремих ділянках у межах Боянівки та Маршинців.

2. Низький рівень адаптації забудови до підтоплень. Частина присадибних ділянок і городів розташовані на підтоплюваних землях, які раніше виконували роль тимчасових водозборів. Як наслідок — підвищення соціальних ризиків у період паводків (особливо у 2008, 2013 та 2020 роках).

3. Інфраструктурне перевантаження. Побудова технічних споруд — каналізаційних систем, господарських будівель, твердих покриттів —

порушила водно-повітряний режим заплавних ґрунтів, що відображається на погіршенні якості ґрунтових вод, зменшенні біотичного різноманіття, особливо серед земноводних і водно-болотних рослин.

На основі багатошарової аналітики та співставлення даних з 1945, 1977, 1985, 2024 років встановлено такі довготривалі тенденції:

- зменшення ширини заплави. Згідно з морфометричними оцінками, середня ширина заплави зменшилася на 40–70 м. Це зумовлено як прямою забудовою, так і деградацією заплавної рослинності;

- зникнення вторинних рукавів. Більшість рукавів, які у 1970-х ще функціонували як паводкові канали, на знімках 2020–2024 років не фіксуються взагалі — їхнє русло або пересохло, або перетворено на канами чи болота;

- вертикальне врізання русла. На окремих ділянках (особливо в районі Боянівки та Новоселиці) русло врізалось у руслове дно на 0,5–1,2 м, що підтверджує гіпотезу про наростання гідродинамічного тиску внаслідок спрямлення та штучної стабілізації берегів;

- трансформація ОДРЗ. Однорідні ділянки розвитку заплави (ОДРЗ), які раніше формувалися виключно природними процесами, сьогодні мають змішану природу. Вони базуються на полігенному ландшафтному каркасі, в якому поєднуються природні форми рельєфу і штучно сформовані структури — поля, насипи, дороги, гідротехнічні споруди.

Таким чином, господарська діяльність на досліджуваній ділянці річки Прут має комплексний і переважно негативний вплив на природно-антропогенні умови функціонування заплавно-руслової системи. Масове розорювання заплав, безсистемна забудова, осушення болотних ділянок, неконтрольоване використання водних ресурсів та втручання в морфологію русла (через дамби, насипи, гідротехнічні споруди) призводять до значних трансформацій у структурі водної екосистеми. Це спричиняє порушення природного гідрологічного балансу, перерозподіл водотоків, деградацію природних ландшафтів, зниження біорізноманіття та втрату екосистемних

послуг. Особливо загрозливим є посилення ерозійно-аккумулятивних процесів, які супроводжуються зміщенням русла, вертикальним врізанням потоку та зменшенням площі активної заплави. Усе це знижує екологічну стійкість прибережних територій, робить їх вразливими до паводків і кліматичних коливань, а також підвищує ризики деградації ґрунтів і погіршення якості води.

Враховуючи масштаби і динаміку виявлених змін, актуальним є впровадження багаторівневої системи моніторингу стану заплавно-руслової системи із залученням геоінформаційних технологій, регулярних польових досліджень та участі місцевих громад. Необхідним є також відновлення буферних зон уздовж русла річки, рекультивація деградованих ділянок, суворе дотримання прибережно-захисних смуг і перегляд практик землекористування. Запорукою ефективного збереження природного потенціалу басейну Прута має стати впровадження інтегрованого підходу до управління водозбірною територією, що поєднує екологічні, соціальні та економічні чинники.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі проведено комплексний аналіз динаміки змін природно-антропогенних умов у межах досліджуваної території басейну річки Прут на ділянці від села Бояни до села Маршинці. Результати візуалізації у вигляді анімації дозволили чітко простежити просторово-часові зміни русла та прилеглих територій за останні роки, що свідчить про виражену динамічність природних процесів та вплив антропогенних факторів. Аналіз змін русла річки виявив закономірності трансформації його конфігурації, що зумовлені як природними процесами — ерозією, аккумуляцією та сезонними коливаннями рівня води, так і антропогенним впливом, зокрема змінами землекористування, меліорацією та будівництвом гідротехнічних споруд. Дослідження підтвердило, що господарська діяльність має суттєвий вплив на динаміку природно-антропогенних умов,

призводячи до посилення ерозійних процесів, зміни гідрологічного режиму і порушення екологічної рівноваги території. Отримані результати підкреслюють необхідність інтегрованого підходу до управління водними ресурсами і раціонального використання території, що дозволить зменшити негативний вплив антропогенного чинника і забезпечити сталий розвиток басейну річки Прут.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було проведено комплексне дослідження змін природно-антропогенних умов у межах заплавно-руслової системи річки Прут на прикордонній ділянці від с. Бояни до с. Маршинці. Використання супутникових знімків, методів ГІС-аналізу, морфометричних замірів та результатів польових обстежень дало змогу встановити глибоку трансформацію русла, зумовлену як природними факторами (паводки, ерозійні процеси, гідродинамічний режим), так і довготривалим антропогенним впливом.

Результати просторово-часового аналізу (анімації, картографічного порівняння) засвідчили системні морфодинамічні зміни: зникнення другорядних рукавів, спрямлення основного потоку, зменшення ширини заплави на 40–70 м та вертикальне врізання русла в окремих сегментах до 1,2 м. Спостерігається зміщення осі течії, руйнування меандрової структури, редукція заплавної мозаїки — що призводить до втрати екосистемних функцій заплав.

Особливо виражений антропогенний тиск фіксується в зоні між селами Бояни та Новоселиця, де активне сільськогосподарське освоєння призвело до знищення природної рослинності, витіснення сіножатей і заболочених ділянок орними землями. Це спричинило посилення ерозійних процесів, порушення водного балансу й підвищення ризику паводків. Побудова дамб, мостів та насипів локально стабілізувала русло, проте порушила природну гідродинаміку та водообмінні процеси між руслом і заплавою. У межах сіл Цурень і Маршинці спостерігається надмірна концентрація форм антропогенного втручання: розміщення кар'єрів, розвиток урбанізованих територій, гідротехнічні споруди, дорожня інфраструктура. Як наслідок, однорідні ділянки заплавного розвитку (ОДРЗ), які в минулому формувалися виключно природними процесами, нині мають полігенне походження — з комбінацією природних та штучних елементів (канали, насипи, поля, техногенні ландшафти).

Морфометричний аналіз підтвердив просторову диференціацію: на ділянці Боянівка – Маршинці зберігається звивистість, але русло вже має ознаки однорукавної системи; у напрямку Тарасівці – Мамалига частково збереглися ознаки активної заплави, проте зі зниженим рівнем екологічної стійкості. Загальна тенденція полягає у деградації природного різноманіття та зростанні вразливості до гідрометеорологічних ризиків. На ділянці річки Прут від міста Чернівці до державного кордону (включаючи населені пункти Топорівці, Мамалига, Драниця) також простежується динаміка природно-антропогенних змін. У цій зоні активне сільськогосподарське та транспортне освоєння значно трансформувало руслову систему: спостерігається інтенсивне спрямлення русла, втрата болотистих біотопів, підвищення штучної зарегульованості водотоку.

Наявність транскордонної інфраструктури (мости, прикордонні укріплення) додатково ускладнює природний режим функціонування заплави. Разом із зменшенням водно-болотних угідь, це спричиняє зниження здатності території до саморегуляції, зростання ризиків підтоплення, а також зменшення популяцій видів, пов'язаних з водно-заплавними екосистемами. Таким чином, встановлено, що господарська діяльність є головним чинником деградації річкової системи Прута. Вона спричинила порушення гідрологічного балансу, зниження біорізноманіття, руйнування заплавної структури та зменшення стійкості екосистем. Масштаби втручання вимагають невідкладного впровадження інтегрованої системи моніторингу, реалізації програм екологічної рекультивації та перегляду підходів до управління водозбірною територією в умовах транскордонного співробітництва

Отже, в ході дослідження нами було виявлено, що в межах прикордонної ділянки річки Прут (від с. Бояни до с. Маршинці) русло та заплава зазнали істотних просторово-часових трансформацій під впливом як природних, так і антропогенних чинників. Найбільш помітними є зміщення русла, його розширення або звуження в окремих ділянках, поява нових

меандрів і відмерлих рукавів, а також ерозійне розмивання берегів. Значний вплив має господарське освоєння заплави — розорювання, забудова, спорудження дамб і мостів, що порушують природний водоток. У верхній частині досліджуваної ділянки (поблизу с. Бояни) спостерігається активна деформація русла через лісові вирубки і зміну гідрологічного режиму, тоді як ближче до с. Маршинці — переважає вплив аграрного землекористування та будівництва. Такі зміни свідчать про зниження екологічної стійкості русло-заплавного комплексу та потребують впровадження науково обґрунтованих заходів з його стабілізації та охорони.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Басейнове управління водних ресурсів річок Прут та Сірет (БУВР). 2021. URL: <https://dpbuvr.gov.ua> (дата звернення: 15.05.2025).
2. Білоконь О. І. Регіональні проблеми використання та охорони водних ресурсів України. Київ: Ніка-Центр, 2016. 212 с.
3. Бурбак О. Ю. Проблеми управління ризиками затоплень і якістю молодого ландшафту р. Прут біля м. Чернівці. 2022. С. 12–15.
4. Вишневський В. І. Річки та водойми України. Стан і використання. Київ : Віпол, 2000. 377 с.
5. Географія Чернівецької області : навч. посіб. / за ред. проф. Я. І. Жупанського. Чернівці, 1993. 192 с.
6. Гродзинський М. Д. *Пізнання ландшафту: місце і простір : монографія : у 2 т.* Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. Т. 2. 504 с.
7. Гуцуляк М. В. Дистанційне зондування Землі в дослідженні динаміки річкових систем. *Геоінформаційні системи в природокористуванні*. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2022. С. 71–80.
8. Державне агентство водних ресурсів України (ДАВУР). 2021. URL: <https://www.davr.gov.ua> (дата звернення: 13.05.2025).
9. Заячук М. Д., Ющенко Ю. С., Пасічник М. Д., Паланичко О. В., Настюк М. Г. Методичні підходи оцінювання стану й управління молодими річковими ландшафтами в умовах антропогенного врізання річок. *Український географічний журнал*. 2025. № 1 (129). С. 27–38. URL: <https://doi.org/10.15407/ugz2025.01.027> (дата звернення: 15.05.2025).
10. Книш М., Котик Л. *Глобальні проблеми людства : навч. посіб.* Львів : Простір-М, 2021. 130 с.
11. Ковальчук А., Ковальчук І., Павловська Т. Трансформаційні процеси у річково-басейновій системі Бистриці та їх геоінформаційно-картографічні моделі. *Геодинаміка*. 2020. Вип. 2(29). С. 33–50. URL: <https://doi.org/10.23939/jgd2020.02.033> (дата звернення: 13.05.2025).
12. Ковальчук І. П., Гнатюк Л. А. Антропогенний вплив на морфологію річкових долин Передкарпаття. *Фізична географія та геоморфологія*. 2021. Вип. 92. С. 14–23.
13. Методичні рекомендації з гідроморфологічного моніторингу масивів поверхневих вод категорії «Річки». Київ, 2019. 71 с.
14. Коржняк О. І. Сучасні тенденції антропогенного навантаження на річкові системи Карпатського регіону. *Географічні науки*. 2020. № 2 (96). С. 48–54.
15. Костенюк Л. В. Закономірності руслоформування у річковій системі Верхнього Пруту : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.07. Чернівці, 2012. 20 с.
16. Кравчук Я. С. Моніторинг руслових процесів у транскордонних басейнах України (на прикладі р. Прут). *Проблеми раціонального використання*

- соціально-економічного та природно-ресурсного потенціалу регіонів. 2022. Вип. 28. С. 115–122.
17. Ландшафтне планування в Україні / Л. Г. Руденко, Є. О. Маруняк, О. Г. Голубцов та ін. ; під ред. Л. Г. Руденка. Київ : Реферат, 2014. 144 с. URL: <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/02/land-planning.pdf> (дата звернення: 13.05.2025).
 18. Лозинський І. І. Динаміка розвитку русел малих річок у передгір'ях Карпат. *Географія та туризм*. 2019. № 47. С. 22–29.
 19. Мезенцева Л. М., Мішта І. М. Морфометричні дослідження руслових процесів середньої течії річки Прут. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2021. Вип. 60. С. 96–105.
 20. Мельничук І. Ф. Екологічні проблеми водозбірного басейну річки Прут. *Екологічна безпека та природокористування*. 2019. № 1 (27). С. 74–81.
 21. Міщенко І. Т., Погребняк В. В. Руслові процеси малих річок у зв'язку з господарським освоєнням долин. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2019. Т. 54. С. 42–50.
 22. Мовчан В. К., Самойленко Б. М. Використання води і характеристика джерел забруднення в басейнах транскордонних річок Західної України. 2022. С. 140–145.
 23. Основи ландшафтознавства: підручник / за ред. Я. Б. Олійника, О. Г. Шаблія. Київ: ВЦ «Академія», 2005. 384 с.
 24. Паламарчук М. М., Закорчевна Н. Б. Басейновий підхід до управління природокористуванням. 2001. С. 196–203.
 25. Паламарчук М. М., Закорчевна Н. Б. Водний фонд України (Довідковий посібник). Київ : Ніка-центр, 2001. 388 с.
 26. Паланичко О. В. Закономірності руслоформування річок Передкарпаття : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.07. Київ, 2010. 22 с.
 27. Природа Чернівецької області / за ред. К. І. Геренчука. Львів : Вища школа, 1982. 172 с.
 28. Природно-ресурсний потенціал України: географічні аспекти / за ред. О. М. Топчієва. Одеса: Астропринт, 2017. 364 с.6.
 29. Водний кодекс України. 2018. URL: <https://urist-ua.net> (дата звернення: 15.05.2025).
 30. Сівак В.К., Робулець С.В. (2020). Екологічна політика регіону та проблеми безпеки природокористування. Львів: НЛТУ.
 31. Стефурак Д. Загальна мінералізація вод річок Прут, Сірет, Чорний Черемош. 2022. С. 65–68.
 32. Хільчевський В. К., Шарий Г. І. Гідрохімія річок України. Київ: Ніка-Центр, 2014. 320 с.
 33. Лук'янець О. І., Сусідко М. М. Оцінка об'ємів опадів у Карпатах під час липневого паводку 2008 року. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2009. Т. 16. С. 99–102.

34. Шевчук О. А. Стан та перспективи використання заплавних земель басейну річки Прут. *Науковий вісник ЧНУ. Географія*. 2020. Вип. 816. С. 109–114.
35. Ющенко Ю. С. Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел. Чернівці : Рута, 2005. 320 с.
36. Ющенко Ю. С. Територіальні одиниці сучасних річково-долинних систем (на прикладах Верхнього Пруту та Сірету). *Науковий вісник Чернівецького університету*. 2014. Вип. 696. С. 55–60.
37. Ющенко Ю. С., Гончар О. М., Григорійчук В. В. та ін. Гідроекологічне обґрунтування безпечного та збалансованого розвитку річкових природно-антропогенних систем Передкарпаття : монографія. Чернівці : ЧНУ ім. Ю. Федьковича, 2017. 472 с.
38. Ющенко Ю. С., Кирилюк А. О., Костенюк Л. В. та ін. Територіальна структура умов та проявів руслоформування річок. *Фізична географія та геоморфологія*. 2012. С. 72–78.
39. Ющенко Ю. С., Паланичко О. В. Вплив катастрофічного паводку 2008 року на русла річок Передкарпаття. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2009. Т. 17. С. 40–55.
40. Ющенко Ю. С., Пасічник М. Д., Білоконь М. В. Молодий ландшафт річки Прут: минуле і сучасність (на теренах Чернівецької області) : монографія. Чернівці : ФОП Садовський С. С., 2019. 115 с.
41. Pasichnyk M., Yushchenko Y., Palanychko O., Melnyk A., Darchuk K. Remote Sensing and GIS in the Research of Young River Landscape. *Grassroots Journal of Natural Resources*. 2025. Vol. 8(1). P. 163–189. URL: <https://doi.org/10.33002/nr2581.6853.080106> (дата звернення: 15.05.2025).