

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

**Географічний факультет
кафедра географії України та регіоналістики**

**ЗАХИСНИЙ ВПЛИВ БЕРЕГОУКРІПЛЮЮЧИХ СПОРУД НА ГІРСЬКИХ
РІЧКАХ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ТА ЇХ ТИПИ**

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

Виконав:

студент 4 курсу, 417 групи
спеціальності 103 «Науки про Землю»
ОП «Гідрометеорологія»

Ротар Олександр Валерійович

Керівник:

кандидат географічних наук,
асистент **Костенюк Л.В.**

До захисту допущено:

на засіданні кафедри

протокол № _____ від _____ 2025 р.

Зав. кафедри _____ проф. Костащук І.І.

АНОТАЦІЯ

Ротар Олександр Валерійович

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

ЗАХИСНИЙ ВПЛИВ БЕРЕГОУКРІПЛЮЮЧИХ СПОРУД НА ГІРСЬКИХ РІЧКАХ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ТА ЇХ ТИПИ

Анотація. Важливим та пріоритетним завданням для економіки України завжди буде захист територій та населених пунктів від небезпеки гідрологічних явищ, особливо коли мова іде про Карпатський регіон де паводки та повені є частим явищем. Катастрофічні паводки які є частим явищем в Українських Карпатах, особливо недавні у 2008 2010 роках, викликають необхідність визнання саме Карпатського регіону зоною небезпечних стихійних лих.

Значні, непоправні наслідки цих явищ на карпатських річках пояснюються як природними так і техногенними чинниками. Наразі, для ефективного запобігання шкоди від негативних наслідків стихійних лих на гірських та передгірських річках створюють багатофункціональні протипаводкові комплекси по їх берегах та в межах їх басейнів. Сюди відносяться будівництво гідротехнічних споруд, дорожні та мостобудівні укріплення, агроеліоративні заходи, лісозбереження, неправильне землекористування, протиерозійні та стокозатримуючі заходи на схилах, захисні дамби для обвалування річок, спорудження водосховищ, зарегульованість русла, дно та берегоукріплення, спеціальні служби для завчасного гідрометеорологічного попередження та проведення аварійно-рятувальних робіт, системи страхування від паводків тощо.

Ключові слова: гірські річки, берегоукріплюючі споруди, протипаводковий захист, гідротехнічні споруди, регулювання стоку, деформації русел.

ABSTRACT

Rotar Oleksandr Valeriiovych

Obtainer of the first (bachelor's) level of higher education fields
of knowledge 10 – Natural sciences, specialties 103 – Earth sciences,
EPP «Hydrometeorology»
of the Department of Geography of Ukraine and Regional Studies
of the Yuriy Fedkovich Chernivtsi National University,
Chernivtsi, Ukraine

PROTECTIVE IMPACT OF COAST REINFORCEMENT STRUCTURES ON MOUNTAIN RIVERS OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS AND THEIR TYPES

Annotation. An important and priority task for the economy of Ukraine will always be the protection of territories and settlements from the dangers of hydrological phenomena, especially when it comes to the Carpathian region where floods and floods are a frequent phenomenon. Catastrophic floods that are a frequent phenomenon in the Ukrainian Carpathians, especially the recent ones in 2008-2010, necessitate the recognition of the Carpathian region as a zone of dangerous natural disasters.

Significant, irreparable consequences of these phenomena on the Carpathian rivers are explained by both natural and man-made factors. Currently, to effectively prevent damage from the negative consequences of natural disasters on mountain and foothill rivers, multifunctional flood control complexes are being created along their banks and within their basins. This includes the construction of hydraulic structures, road and bridge fortifications, agro-ameliorative measures, forest conservation, improper land use, anti-erosion and runoff retention measures on slopes, protective dams for river embankments, construction of reservoirs, regulation of the riverbed, bottom and bank fortifications, special services for early hydrometeorological warning and emergency rescue operations, flood insurance systems, etc.

Key words: mountain rivers, bank protection structures, flood protection, hydraulic structures, flow regulation, channel deformations.

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

_____ О.В. Ротар
(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1. Нормативно-правові основи будівництва та експлуатації берегоукріплюючих гідротехнічних споруд в Україні	8
1.1 Нормативні документи, які регулюють процеси будівництва та експлуатації берегоукріплюючих споруд.....	8
1.2 Процедура проведення робіт з берегоукріплення водойм та водотоків....	11
Розділ 2. Класифікація гідротехнічних споруд.....	17
Розділ 3. Огляд методів берегоукріплювальних робіт на гірських річках їх типи та поширення на річках Українських Карпат.....	26
3.1 Характеристика методів берегоукріплення на гірських річках.....	26
3.2. Берегозахисні споруди на річках Українських Карпат.....	37
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58
ДОДАТКИ.....	62

ВСТУП

Актуальність теми. Важливим та пріоритетним завданням для економіки України завжди буде захист територій та населених пунктів від небезпеки гідрологічних явищ, особливо коли мова іде про Карпатський регіон де паводки та повені є частим явищем. Катастрофічні паводки які є частим явищем в Українських Карпатах, особливо недавні у 2008 2010 роках, викликають необхідність визнання саме Карпатського регіону зоною небезпечних стихійних лих.

Значні, непоправні наслідки цих явищ на карпатських річках пояснюються як природними так і техногенними чинниками. Наразі, для ефективного запобігання шкоди від негативних наслідків стихійних лих на гірських та передгірських річках створюють багатофункціональні протипаводкові комплекси по їх берегах та в межах їх басейнів. Сюди відносяться будівництво гідротехнічних споруд, дорожні та мостобудівні укріплення, агроеліоративні заходи, лісозбереження, неправильне землекористування, протиерозійні та стокотримуючі заходи на схилах, захисні дамби для обвалування річок, спорудження водосховищ, зарегульованість русла, дно та берегоукріплення, спеціальні служби для завчасного гідрометеорологічного попередження та проведення аварійно-рятувальних робіт, системи страхування від паводків тощо.

Недотримання правил веденняпровадження лісового господарства, на гірських схилах та в межах передгірних ділянок русел, ведуть до суттєвого зменшення акумулюючої ролі лісу та підстилаючої поверхні. Внаслідок вирубки лісів по берегах та схилах річок, проявляється процес швидкого зростання піків паводків, який супроводжується зростанням максимального стоку в річках та збільшення витрат води. За таких умов, побудовані по старим схемам захисні споруди, працюють у більш напруженому режимі, і не завжди справляються у критичні моменти. Це збільшує потребу додаткових заходів з регулювання стоку під час паводку. На сьогодні досі актуальною залишається проблема проведення протипаводкового захисту для багатьох населених

пунктів, промислових територій та сільськогосподарських угідь. Найпоширенішим на сьогодні методом протипаводкового захисту для карпатських річок є регуляція стоку за допомогою гідротехнічних споруд та використання різноманітних методів берегоукріплення.

Вже давно підтверджено періодичність катастрофічних повені, які на території Карпат спостерігались у 1927, 1955, 1969, 2008, 2010 р.р. і значно вплинули на інженерні споруди, укріплення берегів та ерозійно-аккумулятивні процеси.

Великі ризики затоплень з'являються також при зростанні впливу неконтрольованого забору руслових відкладів. За різними джерелами, обсяг неконтрольованого видобутку алювіальної суміші в 20 раз перевищує її надходження з верхніх ділянок схилів. Це призводить до зміни та порушень відмостки, так званих поверхневих накопичень ложа русла, які ведуть до різкого зменшення стійкості русла до розмивів та підсилює ерозійні процеси, збільшуючи швидкість транспортуючої здатності потоку за рахунок цих відкладів.

Це негативно відображається на якості та стійкості руслових процесів, при цьому найнегативнішим є видобуток алювію, який здійснюється під прикриттям розчистки русла та забір наносів з руслових алювіальних форм (боковиків та осередків) із метою зниження негативних результатів під час паводків, але може бути не обґрунтованим з екологічної точки зору. Практично відбір алювію тільки знижує локально базис ерозії, пришвидшує розмив берега та знижує якість води у річках, через негативний вплив на нерест та міграцію риби.

Об'єкт дослідження: річки басейну Верхнього Пруту.

Предмет дослідження: берегозахисні методи на гірських річках.

Мета даної роботи: дослідити нормативно-правову базу, методи спорудження та типи берегозахисних споруд на річках, провести аналіз берегозахисних споруд на річках Українських Карпат.

Завдання роботи:

1. Ознайомитись із нормативно-правовою документацією будівництва та експлуатації споруд берегозахисту;
2. Розглянути основні типи берегоукріплень та визначити найбільш ефективні з них для гірських річок Українських Карпат.
3. Проаналізувати берегозахисні споруди на річках Українських Карпат (басейни Верхнього Пруту, Серету, Дністра та Тиси).

1. НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ОСНОВИ БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БЕРЕГОУКРІПЛЮЮЧИХ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД В УКРАЇНІ

1.1. Нормативні документи, які регулюють процеси будівництва та експлуатації берегоукріплюючих споруд

До основних документів, які займаються процесами будівництва та експлуатації різних берегозахисних та укріплюючих споруд в Україні є:

1. Державні будівельні норми України (ДБН В.2.4-3:2010). Гідротехнічні споруди. Основні положення (Hydraulic structures. Basic statements);
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-37:2016 Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів;
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-38:2016 Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від підтоплення та затоплення [2].

Основним документом є ДБН В.2.4-3:202X, ці норми визначають основні положення щодо забезпечення безпеки та надійності гідротехнічних споруд (далі – ГТС) відповідно до основних вимог упродовж усього життєвого циклу об'єкту. Вони поширюються на гідротехнічні споруди у цілому та їх частини під час проектування та нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту, а також встановлюють вимоги щодо дотримання функціональних параметрів цих споруд під час їх експлуатації.

Гідротехнічні споруди (ГТС) відносяться до категорії інженерних споруд, що призначені для покращення якості водних ресурсів на річках та для зменшення шкідливої дії вод прирізних природних небезпечних явищах (повені, селі, розмив берегу тощо).

ГТС та їх елементи повинні бути запроектовані та побудовані таким чином, щоб під час експлуатації, реконструкції, капітального ремонту, виведення із експлуатації та ліквідації вони були надійними та безпечними і витримували усі регламентовані нормами впливи та навантаження. Також

гідротехнічні споруди та їх елементи повинні бути запроектовані і побудовані з відповідною несучою здатністю та стійкістю, експлуатаційною надійністю та довговічністю, щоб не допускати руйнування ГТС, їхніх основ або елементів споруд, значних деформацій, що перевищують ГДЗ, та пошкоджень елементів споруди або встановленого обладнання через значні деформації. [2]

Згідно даного документу у пункті 7.6 Кріплення берегів водних об'єктів:

Берегозахисні споруди русел річок та берегів морів призначені для протидії їх розмивам та прояву і розвитку небезпечних природно-техногенних процесів і явищ від впливу гідрологічних і геологічних факторів, збереження стійкості схилів і укосів дамб і прилеглої до них території згідно з ДБН В.1.1-46 та ДСТУ-Н Б В.1.1-37.

Проект берегозахисних споруд повинен відповідати вимогам охорони довкілля і включати розробку комплексу природоохоронних заходів, що передбачають неперевищення допустимого рівня антропогенного втручання в природне середовище і гарантують запобігання в ньому негативних процесів. Надійність берегозахисних споруд повинна підтверджуватися розрахунками та моделюванням берегозахисних споруд (математичним або гідравлічним). Основними гідрологічними факторами, що визначають надійність берегозахисної споруди є: вплив вздовж берегової течії води (визначає розміри розмиву біля споруд); хвильовий вплив (під час розрахункового шторму); льодовий вплив.

При наявності на ділянці, що захищається, небезпечних геологічних процесів (зсувних, обвальних), захисні споруди та заходи, призначені для їх запобігання, слід об'єднувати з берегозахисними спорудами.

Для контролю роботи берегозахисних споруд у період їх будівництва та експлуатації, а також розвитку небезпечних геологічних процесів на ділянці проектування виконуються стаціонарні спостереження (моніторинг) відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.2-17.

Вихідні дані для проектування берегозахисних споруд отримуються в результаті проведення інженерних вишукувань на ділянці будівництва (інженерногеодезичних, інженерно-гідрометеорологічних, інженерно-геологічних, інженерногеотехнічних, інженерно-екологічних) згідно з ДБН А.2.1-1. За результатами вишукувань виконується прогноз змін інженерно-геологічних, гідрологічних та екологічних умов з урахуванням природних і техногенних факторів на розрахунковий термін експлуатації об'єкту, що підлягає захисту.

При відносно невеликій крутизні берега (схилу) або укосу застосовуються укисні берегозахисні споруди. У разі великої крутизни, застосовуються вертикальні гравітаційні споруди. Разом із берегозахисними спорудами для захисту берегів водних об'єктів від водної ерозії можуть використовуватися і інші спеціальні конструкції і берегоукріплювальні заходи щодо захисту берегів і укосів від розмивів. Типи берегозахисних споруд, їх параметри та компонування слід вибирати на основі техніко-економічного порівняння різних варіантів.

Розрахунок берегозахисних споруд виконується на комбінацію навантажень впливів за двома групами граничних станів згідно з 6.4 цих Норм, ДБН В.1.2-6:2021 та ДБН В1.2-14. [2]

При проектуванні основними розрахунками є: розрахунок загальної стійкості споруди з прилеглим схилом або укосом по круглоциліндричним або ламаним (фіксованим) поверхням ковзання; розрахунок стійкості споруди на зсув і перекидання (для споруд гравітаційного типу); розрахунок несучої здатності основи; розрахунок міцності елементів конструкцій і вузлів з'єднань; розрахунок деформацій (кренів, осідань) і тріщиностійкості елементів конструкцій.

В якості основного кріплення в укисних берегозахисних спорудах слід використовувати такі види конструкцій: з кам'яного накиду; з бетонних і залізобетонних елементів; кріплення з габіонів; геосинтетичних тюфяків (матраців), армогрунтові конструкції.

1.2. Процедура проведення робіт з берегоукріплення водойм та водотоків

Берегоукріплення водних об'єктів. У зв'язку з містобудівним використанням прибережних територій виникає необхідність точної фіксації берегів і їх благоустрою за рахунок берегоукріплювальних споруд. Підмив і просідання берегового схилу веде до обміління, як самого водоймища, так і до заростання прилеглої акваторії. Комплекс берегоукріплювальних заходів дозволить захистити берегові лінії водойм та водотоків від розмиву під дією течії, хвиль, ерозії ґрунту, зливових потоків. Конструктивні рішення щодо укріплення берегів водойм і водотоків приймають залежно від мети передбачуваного використання укріпленої ділянки і з урахуванням інженерногеологічних і гідрологічних умов. Берегоукріплення може бути у вигляді набережної з вертикальними підпірними стінками або укiсного типу.

Умови роботи берегоукріплювальних споруд істотно залежать від їх розміщення щодо робочих рівнів води. Види і конструкції берегоукріплення визначаються геоморфологічними особливостями рельєфу берега, архітектурно-планувальними рішеннями проїздів і забудови прибережної території. При обґрунтуванні та виборі проектних рішень берегоукріплення беруться до уваги наступні критерії:

- загальні архітектурно-планувальні рішення, щодо функціонального призначення прибережної зони, визначені схемою генерального плану;
- забезпечення захисту ділянки від розмиву течією води та хвилями;
- конструкції берегоукріплення повинні забезпечувати надійність, міцність та довговічність роботи споруди;
- за рахунок ліквідації переробки прибережної смуги хвилями і течіями поліпшити якісні показники водної акваторії;
- досягти поліпшення санітарно-епідеміологічної ситуації на прибережній акваторії, де наявність в сучасних умовах мілководних зон з глибинами до 1,5 м і заростями вищої водної рослинності сприяє органічному забрудненню води і донних відкладів;

- забезпечення охорони прилеглої акваторії від забруднення та засмічення;
- організація рекреації в зоні споруд та їх смуг відведення. [3]

Для захисту берегової лінії, від руйнування хвилями і течіями та для рекреаційних потреб передбачено влаштування берегоукріплення усіх водних об'єктів на території що розглядається. Загальна конструкція берегоукріплення і заходи з біотехнічного впорядкування його смуги відведення виключають пряме надходження поверхневого стоку з території ділянки у водойми в межах проектування. Об'єкти благоустрою та озеленення в зоні берегоукріплення розробляються в комплексному проекті забудови ділянки. Варіанти типів берегоукріплювальних споруд наведені у графічній частині. Крім того, на подальших стадіях проектування, при уточненні топографічних (батиметричних) та інженерно-геологічних умов ділянки робіт, можуть бути запропоновані інші типи берегоукріплення.

Гідротехнічні заходи. Захист від затоплення та підтоплення Екологічна безпека і забезпечення нормативних умов забудови території, що розглядається, вимагають заходів з підвищення її планового положення, яке є достатнім для організації рельєфу на відмітках, що не допускають затоплення житлових будівель (повінь 1%-ї забезпеченості), зеленої зони і площинних спортивних споруд (повінь 10 %-ї забезпеченості). Детально ці заходи розробляються у проекті забудови. 34 Територія, де розміщені площинні спортивні споруди, парки, має бути на 0,5 м вища за розрахунковий рівень води 10 %-ї забезпеченості з урахуванням висоти хвилі при вітровому нагоні. Проектом встановлено, що, з урахуванням вимог ДБН 360-92**, рівень 1 %-ї забезпеченості з урахуванням висоти хвилі при вітровому нагоні (територія забудови) становить 97,1 м.

Рекомендоване берегоукріплення Для захисту берегової лінії, та укосів, створеної (підсипаної) ділянки під будівництво, від руйнування хвилями і течіями та для рекреаційних потреб населення передбачено влаштування берегоукріплення і набережної вздовж водних об'єктів в районі ділянки

проектування. Загальна конструкція берегоукріплень і заходи з біотехнічного впорядкування їх смуг відведення повинні виключати пряме надходження поверхневого стоку з території що розглядається, Створювані набережні, крім захисту території забудови і прилеглої акваторії, функціонально призначені також для відпочинку населення району. З цією метою влаштовуються сходи, доріжки, оглядові майданчики, малі архітектурні форми та ін. Вказані об'єкти та благоустрій і озеленення в зоні берегоукріплення розробляються в комплексному проекті забудови ділянки. [3]

Встановлення смуг відведення берегоукріплення. Встановлення меж смуг відведення визначаються детальним планом території межі смуг відведення дренажних каналів та гідротехнічних споруд, розташованих в межах території реалізації проекту. В зв'язку з цим відповідно до статті 91 Водного Кодексу України (ВКУ) і статті 63 Земельного Кодексу України (ЗКУ) виникає необхідність у встановленні смуги відведення гідротехнічних споруд. В розробленому детальному плані передбачені смуги відведення берегоукріплень вздовж усіх водних об'єктів, розташованих на території. В той же час згідно статті 88 ВКУ «з метою охорони поверхневих водних об'єктів від забруднення і засмічення та збереження їх водності вздовж річок, морів і навколо озер, водосховищ та інших водойм в межах водоохоронних зон виділяються земельні ділянки під прибережні захисні смуги». Згідно ст. 1 Водного кодексу України прибережна захисна смуга – це частина водоохоронної зони відповідної ширини вздовж річки, моря, навколо водойм, на якій встановлено більш суворий режим господарської діяльності, ніж на решті території водоохоронної зони. Слід зазначити, що відповідно до статті 4 ВКУ, як землі, зайняті прибережними захисними смугами, так і землі під гідротехнічними спорудами та їх смугами відведення є окремими елементами земель водного фонду. Згідно зі статтею 91 ВКУ і статтею 63 ЗКУ гідротехнічні споруди (берегоукріплення) та їх смуги відведення виконують водоохоронні функції, зокрема захищають водойми від забруднення. Межі прибережних захисних смуг (ст.88 ВКУ) встановлюються залежно від розмірів водних об'єктів, а розміри смуг

відведення визначаються проектом (ст.91 ВКУ). Одночасне встановлення на одній і тій же ділянці, що прилягає до водного об'єкту, прибережної захисної смуги і смуги відведення не передбачене чинним законодавством. Тому у випадку наявності гідротехнічних споруд (берегоукріплення) встановлюються 35 лише смуги їх відведення, які у свою чергу виконують функції прибережних захисних смуг. Слід також зазначити, що в умовах міст заходи, направлені на обмеження господарської діяльності в прибережних захисних смугах (ст.89 ВКУ), виявляються недостатньо ефективними, особливо у випадках, коли міська забудова підходить безпосередньо до прибережної захисної смуги. В таких умовах реально зменшити антропогенний тиск на водні об'єкти, з одного боку, а з іншого уникнути негативного впливу вод на прилеглу територію, можна лише за допомогою інженерного захисту території. При цьому конструкції берегоукріплення і заходи з біотехнічного впорядкування смуги його відведення повинні забезпечувати естетичну привабливість і можливості рекреаційного використання прилеглої до водного об'єкту території. Враховуючі зазначене, а також з урахуванням того, що вздовж урізів води усіх водних об'єктів на території і в руслі річки планується суцільний фронт берегоукріплень, функції прибережної захисної смуги вздовж берегів виконують гідротехнічні споруди (берегоукріплення) та їх смуги відведення, що і передбачено ст. 91 Водного і ст. 63 Земельного кодексів.

Внутрішня межа смуги відведення співпадає з внутрішньою межею водоохоронної зони при нормальному підпірному рівні води – 91,50 м. Зовнішня межа смуги відведення встановлена з урахуванням: ширини берегоукріплення; необхідності забезпечення надійної експлуатації берегоукріплення, зокрема вільного під'їзду до гідротехнічних споруд; використання для водоохоронних цілей (ст. 58, 59, 63 Земельного Кодексу та ст. 85, 91 Водного Кодексу України). Крім того, згідно генплану забудови, в прибережній зоні намічені пішохідні доріжки та зони відпочинку, які пролягають вздовж зони забудови. Комплекс гідроспоруд і заходів по інженерному і біотехнічному впорядкуванню прибережної території повинен

забезпечити нормативні умови експлуатації берегоукріплень і захист акваторій водних об'єктів від забруднення і засмічення. Таким чином, зважаючи на спеціальні заходи (берегоукріплювальні споруди, облаштування набережних, створення систем водовідведення та водоочищення, в т.ч. господарсько-побутової та дощової каналізації), що покликані мінімізувати негативний вплив антропогенного освоєння прибережних територій, встановлений розмір (ширина) смуг відведення складає 20-50 м від урізу води.

Встановлені проектом смуги відведення складаються з:

- берегоукріплення вертикального та укісного типів;
- пішохідної доріжки (мінімально 3,0 м залежно від конструкції берегоукріплення);
- водоперехоплювального лотка, заповненого щебнем;
- зони біотехнічного впорядкування прибережної зони згідно рекомендацій Українського науково-дослідного інституту водогосподарсько-екологічних проблем (УНДІВЕП) «Методика впорядкування водоохоронних зон річок України». [3]

Слід також взяти до уваги, що детальним планом, вздовж урізу води, пропонується влаштування зеленої зони і громадської площі багатоцільового призначення, що буде слугувати для відпочинку відвідувачів та мешканців. Таке використання повністю відповідає вимогам обмеженого господарювання у прибережних захисних смугах.

Обмеження господарської діяльності в смугах відведення У межах смуги відведення запроектованої ділянки застосовується найбільш суворий режим обмеженої господарської діяльності, що відповідає режиму обмеженого господарювання у прибережних захисних смугах. У смугах відведення забороняється: 1) розорювання земель (крім підготовки ґрунту для залуження та заліснення), а також садівництво та городництво; 2) зберігання та застосування пестицидів і добрив; 3) влаштування літніх таборів для худоби; 4) будівництво будь-яких споруд (крім гідротехнічних, гідрометричних та лінійних), у тому числі баз відпочинку, дач, гаражів та стоянок автомобілів; 5)

миття та обслуговування транспортних засобів і техніки; 6) влаштування звалищ сміття, гноєсховищ, накопичувачів рідких і твердих відходів виробництва, кладовищ, скотомогильників, полів фільтрації тощо. 3.3. Організаційне та інженерно-біотехнічне впорядкування.

Наведені у проекті інженерні рішення мають бути уточнені проектною організацією на стадії розробки робочих креслень на основі виконавчої зйомки конфігурації берега у місцях проведення робіт, уточнення плану забудови, визначення підрядної будівельної організації. Організація експлуатації берегозахисних гідротехнічних споруд, що входять до складу водоохоронної зони, має проводитись спеціальною службою, яка має бути організована Замовником. Експлуатаційна служба повинна мати повний комплект креслень проектних рішень з усіма змінами, що відбувалися в процесі будівництва, копії актів приймання схованих робіт, сертифікати на збірні залізобетонні конструкції. Служба експлуатації має керуватися положеннями «Інструкції по експлуатації берегозахисних гідротехнічних споруд», яку повинна розробити спеціалізована проектна організація. Після проведення будівельних робіт до складу смуги відведення входять такі гідротехнічні об'єкти: 38 1. Берегоукріплення вертикального та укосного типів. 2. Пішохідні доріжки. 3. Водоприймальні лотки зливого стоку. 4. Зелені зони. 5. Водоохоронна лісосмуга. Гідротехнічні споруди, що знаходяться у межах водоохоронної зони і смуги відведення, мають бути під систематичним наглядом експлуатаційного персоналу. При оглядах особливу увагу слід звертати на стан: - зворотної засипки підпірних стінок; - кріплення укосів. При експлуатації слід усі помічені порушення цілісності споруд та їх елементів своєчасно ліквідовувати. Промоїни та просадки на укосах засипати ґрунтом із ретельним пошаровим ущільненням, зруйноване кріплення відновлювати. У межах смуги відведення слід регулярно підсівати траву, стежити за станом насаджень, підтримувати їх у належному стані. [3]

2. КЛАСИФІКАЦІЯ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД

Райони водних потоків і природних водойм були місцями поселення людини ще в первісний час, що і зрозуміло, оскільки річки, озера і моря задовольняли потреби людини у воді, їжі та служили природними шляхами сполучення.

З розвитком землеробства в рабовласницьких державах Південного Сходу і Сходу з'являлася необхідність у зрошенні посушливих земель, задоволення якої зажадало спорудження каналів. Відоме зрошення в долині р. Ніл у Єгипті за 4400 років до н.е. і в Китаї за 2280 років. За 4000—3000 років до н.е. існував водопровід у містах Вавилону, а обвалування територій на землях сучасної Голландії — за 2000 років до н.е. У древніх державах Хорезм і Урарту зрошувальні канали будувалися в VIII-VI ст. до н.е.

У феодальний період розвиток торгівлі і ремесла зажадав покращення шляхів сполучення і використання енергії води. У XIII і XIV ст. У Західній Європі з'являються більш вдосконалені водні млини, будуються шлюзи на водних шляхах і в портах. У Київській Русі водні млини були відомі ще в IX-XIII ст.

Знаходячись у зіткненні з водою, гідротехнічна споруда сприймає навантаження головним чином від тиску води.

У країнах із суворим кліматом крижаний покрив, що утворюється на річках, в озерах, водоймах, робить при підвищенні температури статичний тиск на споруди, а рухаючись з водою - динамічний - удар крижин, що плавають. Статичний тиск льоду доходить до дуже великих величин - 70 т на 1 м довжини водоутримуючих споруд [33].

Наноси, що несе потік, осаджуючись перед греблею, створюють на неї також гідростатичний тиск, що діє в ту ж сторону, що і навантаження від води і льоду.

При проектуванні гребель необхідно враховувати дію великих мас води, що рухаються і володіють до того ж величезною енергією і швидкостями, які розмивають і руйнують русло річки нижче споруди (навіть скельне) і стирають

його поверхні особливо в тому випадку, коли вода несе наноси.

Майже всі гідротехнічні споруди викликають зміни в режимі поверхневих і ґрунтових вод. Наприклад, підпір води греблею виявляється не тільки в районі самої споруди, але й позначається в інших, іноді дуже віддалених вгору по річці районах, викликаючи затоплення земель, населених пунктів, підйом рівня ґрунтових вод у прибережній смузі і часто зв'язане з цим заболочування. Може змінюватися і режим нижнього б'єфа, зокрема в зв'язку з регулюванням попусків води через греблю.

Гідротехнічне будівництво змінює й обличчя землі: на карті з'являються нові озера, водосховища, наприклад на Волзі, на Дону, річки і моря з'єднуються судноплавними каналами, безводні степи і пустелі перетворюються в квітучі сади і поля, на місці боліт розвиваються культурні господарства, припиняються бурхливі щорічні повені в річкових долинах, змінюється мікроклімат районів.

Сучасному гідротехнічному будівництву характерна широка механізація земляних, бетонних і інших видів робіт.

Проведення робіт по зведенню гідротехнічних споруд відрізняється рядом особливостей, як : пропуск значних паводкових витрат води і льоду через споруджувані на великих річках греблі, підтримка існуючого на річці судноплавства, огороження глибоких гребельних котлованів особливими перемичками з відкачкою великих кількостей води [25].

Різні галузі водного господарства пред'являють до конструкції гідротехнічних споруд свої специфічні вимоги. Несхожість природних і господарських умов, у яких приходиться працювати навіть однаковим по призначенню спорудам, змушує проектувальників ще більше урізноманітнити конструктивні рішення гребель, каналів, шлюзів і т.д. Тому в даний час відомо багато дуже різних гідротехнічних споруд. Для систематизації і тим самим полегшення вивчення споруд їх прийнято групувати (класифікувати) по ряду ознак.

По роду водойми, джерела води споруди підрозділяються на *річкові*,

озерні і морські.

По водогосподарському призначенню всі гідроспоруди поділяються на *загальні*, що застосовуються в двох чи декількох різних галузях водного господарства, і *спеціальні*, що використовуються тільки в одній галузі водного господарства.

В свою чергу загальні гідроспоруди по своєму цільовому призначенню поділяються на наступні види: *водопідпирні*, що створюють підпір води, наприклад у річці (греблі і деякі дамби, що працюють як греблі); *водопровідні*, тобто штучні русла (канали, тунелі, лотки, трубопроводи); *регуляційні*, що влаштовуються з метою регулювання режиму водного потоку, захисту його дна і берегів від розмиву.

Найбільш важливим типом загального гідробудівництва є гребля.

Спеціальні гідроспоруди поділяються по галузях водного господарства в такий спосіб: *гідроенергетичні* (будинку ГЕС, зрівняльні резервуари, що будуються при деяких ГЕС, і т.д.); *водотранспортні* (судноплавні шлюзи, суднопідьомники, пристані, лісосплавні лотки і т.д.); гідроспоруди *водопостачання і каналізації* (насосні станції, очисні споруди, каптажі і т.д.); *гідромеліоративні*, призначені для цілей інженерних меліорацій (шлюзи-регулятори, дренажні пристрої і т.д.); гідроспоруди *рибного господарства* (рибоходи, рибоводні ставки і т.д.); гідротехнічні споруди, що виконують *захисні функції* (від повеней, селів, ерозії, зсувів і т. д.); особливу групу спеціальних гідротехнічних споруд складають *гідрологічні витратоміри*, тобто пристрої для виміру витрат води на малих і середніх водотоках (ці споруди відносять до гідрометричних) [33].

По основному призначенню і принципу дії ГТС поділяються на такі:

а) Протипаводкові:

- водосховища (включаючи греблі);
- дамби обвалування і захисні вали;
- спеціальні насосні станції;
- відвідні та скидні канали;

- дериваційні канали і тунелі.

б) Протиселеві:

- греблі;
- схилів кріплення (тераси, тераси-канали, напірні і водоскидні канали, підпірні стінки, дренажні пристрої, мулофільтри);
- селеуловлювачі, загати, перепади і пороги;
- баражі та опояски;
- селепуски, швидкотоки і відповідні канали;
- напрямні та захисні дамби.

в) Берегоукріплювальні:

- берегові кріплення (в т. ч. і біологічне кріплення);
- підпірні стінки;
- півзагати;
- струмененаправні дамби;
- підстилкові кріплення;
- спеціальні пристрої (крізні замулювачі, щити Потапова, пневматичні та ін.).

г) Виправні:

- прокопи і прорізи;
- перепади і пороги;
- загати і півзагати;
- струмененаправні дамби;
- траверси;
- спеціальні пристрої (щити Потапова, пневматичні та ін.).

д) Протиерозійні:

- водозатримуючі (вали-канави, вали-тераси);
- водонаправні (водонаправні вали, нагірні канави, вали-розпилювачі і канави-розпилювачі);
- водоскидні (швидкотоки, перепади, шахтні, трубчаті і консульні водоскиди);

- донні (загати, півзагати, донні перепади і пороги);

е) Меліоративні:

- дренажні пристрої (дренаж насипів, укісний і застінний дренаж та інші);
- обвалування;
- нагірні, водовідвідні і водонапрямні канали;
- каптаж джерел та гирл ярів.

Гідротехнічні споруди класифікуються по ряду характерних ознак:

1) По розташуванню і напрямку потоку:

- повздовжні;
- поперечні;
- косі.

2) По принципу роботи:

- які затоплюються;
- які не затоплюються.

3) По виду і типу конструкцій:

- жорсткі та гнучкі;
- монолітні, збірні і накидні;
- суцільні, коробчасті і крізні;
- підстилкові, плотові, фашинні, габіонні, пальові, шпунтові, блочні і плитові;

- біологічні (фітогенні).

4) По матеріалу конструкцій:

- земляні;
- хмизові;
- кам'яно-хмизові;
- кам'яні;
- бетонні;
- залізобетонні;
- металеві;

- дерев'яні;
- із нових матеріалів (грунтоцементні, асфальтобетонні, пластобетонний, полімерні, та інші матеріали).

Класифікація інженерних споруд і заходів по характеру їх взаємодії з русловим процесом. Враховуючи цільову основу прогнозу обліку руслових процесів, будь яке будівництво та експлуатація інженерних споруд має виконуватися відповідно до вимог водокористувачів, особливо при перших заходах використання інженерних на річках. Ці заходи здійснюють за допомогою гідротехнічних споруд, які будують в руслах та на заплавах річок. Природні процеси трансформації русла і заплави під час транспорту наносів у потоку можуть ускладнюватися якщо наявні гідротехнічні споруди. Водночас і самі споруди зазнають впливу як природного тиску потоку, а також під час процесів переформування русел. Все різноманіття споруд і видів прояву руслового процесу створює велике число форм взаємовідносин між ними. У кожному конкретному випадку прогноз руслових деформацій може бути складений лише на основі наукової систематизації чи класифікації вказаних форм взаємодії. Для практичних цілей більш зручно класифікувати не форми взаємодії, а споруди, розподіливши їх по відповідним формам взаємодії з русловим процесом [23].

Ідея необхідності класифікації інженерних споруд а їх впливом на звичайні процеси руслоформування вперше висловлені Н. Е. Кондратьєвим. Подальше впровадження цих процесів веде до необхідності виділяти в основі класифікації узагальнені принципи - вплив інженерних споруд та заходів на руслоформування та принцип прямого впливу інженерних заходів на руслові процеси та деформації.

Перший принцип показує взаємодію між власне спорудами та русловими переформуваннями як антропогенний вплив та результат діяльності людини. При цьому окремо виділяють комплекс агротехнічних заходів на водозборах. Ці процеси можуть докорінно змінювати головні чинники руслового процесу та впливати на їх природний розвиток. Другий принцип полягає у визначенні

основних тенденцій руслових деформацій в результаті впливу інженерних споруд та тривалості їх експлуатації.

З цього принципу випливають три наслідки, що повинні бути враховані у класифікації. Відповідно до першого з них необхідно виявити причинно-наслідкові зв'язки між визначеним видом споруди і типом морфологічного утворення. Два інших наслідки вимагають виділення цих типів руслових форм і видів споруд. Типізація руслових форм досить повно представлена в гідроморфологічній теорії руслового процесу. Поділ споруд по їх інженерному призначенню буде введено в класифікацію. Що стосується систематизації парних зв'язків «вид споруди - тип руслового утворення», то їх характеристика в загальній формі буде дана в поясненні до класифікації. Детальна ж розробка цього питання вимагає спеціального дослідження [21].

Розглянута нижче класифікація буде стосуватися саме річкових інженерних споруд і заходів.

У відповідності зі ступенем впливу інженерних заходів на визначальні фактори руслового процесу всі річкові споруди і заходи поділяються на два класи — активні і пасивні. Зведення активних споруд призводить до зміни визначальних факторів, пасивні споруди впливу на фактори не роблять.

Активні споруди в свою чергу, включають дві категорій. Будівництво та експлуатація споруд I категорії веде до односпрямованої зміни пармерів одного, двох чи трьох головних факторів у відношенні до всієї річки або значної її частини, що включає ряд макроформ або морфологічно однорідні ділянки. Оскільки закономірне сполучення визначальних факторів створює тип руслового процесу, то їх зміна може призвести до зміни цього типу, до виникнення нових значень характеристик потоку і русла. Останнє призводить до зміни руслових утворень на інших структурних рівнях, тобто на рівнях мезоформ і мікроформ.

У I категорію включені: греблі гідровузлів, будівництво яких призводить до зміни рідкого і твердого стоку й лімітуючих факторів; мостові переходи, що перегороджують заплаву, обмежують розвиток русла і сприяють створенню

нового режиму руху води і наносів; заходи щодо істотного відбору рідкого стоку з річок у канали міжбасейнового перерозподілу води, що викликають корінну перебудову режиму твердого стоку нижче відводу; заходи щодо обводнення річок при використанні їх в якості трактів перекидання стоку чи при скиданні в них води, що подається по каналу.

Зона впливу зазначених споруд і заходів може просуватися як на всю довжину річки, так і на її частину, охоплюючи ряд макроформ чи морфологічно однорідних ділянок. Однак практично завжди здійснення споруд і заходів I категорії призводить до перебудови руслових форм на всіх структурних рівнях, причому по-різному в кожному випадку інженерного впливу. Останнє враховано в класифікації прогнозів.

Вплив споруд II категорії призводить до локальної зміни деяких характеристик визначальних факторів. Він, як правило, не торкається корінної перебудови типу русла, а стосується лише розвитку руслових утворень на рівні мезоформ і мікроформ. Тому стійкість таких споруд завжди залежить від природних змін русел на рівні макроформ.

Серед складу споруд II категорії можна виділити групу, що будуються з метою керування русловим чи заплавним процесом. Це русловиправні споруди, великі судноплавні прорізи і прорізи-канали, дамби обвалування. Їхнє проектування повинне вестися з урахуванням принципу інженерного впливу.

Інші споруди II категорії по своєму впливу на русловий процес близькі до руслокеруючих споруд. Так, дорожні насипи, що влаштовуються на заплаві вздовж русла річки, роблять на нього вплив, подібний до ефекту однобічного обвалування.

Будівництво деяких споруд може призводити до помітної зміни визначальних факторів руслового процесу і руслових форм на всіх структурних рівнях.

Конструктивні особливості **пасивних споруд**, їх розміри, місце розташування і тривалість експлуатації такі, що вони не можуть змінити ні

гідравлічні параметри потоку, ні режим транспорту наносів, ні обмежуючі фактори.

Однак при масовому зведенні на річці подібних споруд їх ефект впливу на визначальні фактори може бути таким же, як і в активних споруд: наприклад, коли на річці є багато невеликих водозаборів.

На противагу спорудам I категорії пасивні споруди піддаються впливу всіх типів руслових форм. Як і в групах активних споруд, необхідно розглядати зв'язок руслових форм і пасивних споруд роздільно по кожному виду споруд.

Таким чином, класифікація споруд має самостійне значення як один із засобів вирішення практичних задач по обліку руслового процесу при будівельному проектуванні на річках. Користування нею визначає порядок проектування в частині обліку руслового процесу. Відповідно до цього порядку повинні бути визначені: клас і група, до яких відноситься споруда; тип руслового процесу; вид руслових форм, взаємодіючих зі спорудою і схема цієї взаємодії; діапазон руслових деформацій у розрахунковий період експлуатації споруди; планове і висотне розташування споруди; можливість сполучення проектованої конструкції споруди з діапазоном та інтенсивністю деформацій русла і заплави; шлях розробки нової конструкції споруди у випадку несумісності її з характером руслових деформацій; схема інженерних заходів по керуванню русловим процесом на ділянці розміщення.

Будучи необхідним елементом проектування споруд і встановлюючи порядок обліку руслового процесу, класифікація, звичайно, недостатня для вирішення задачі самого прогнозування руслових деформацій. З її допомогою задовольняється лише цільова основа прогнозу [22].

3. ОГЛЯД МЕТОДІВ БЕРЕГОУКРІПЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ НА ГІРСЬКИХ РІЧКАХ ЇХ ТИПИ ТА ПОШИРЕННЯ НА РІЧКАХ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

3.1. Характеристика методів берегоукріплення на гірських річках

Берегоукріплення – це широке поняття, що охоплює весь спектр заходів, спрямованих на зміцнення та надійний захист ділянок прибережної зони як природних, так і штучно створених водойм та водних потоків. Його основне призначення полягає в запобіганні підмиванню, обвалам та ерозійним процесам берегового схилу, які спричиняються дією водної течії, хвильовим впливом, а також руйнівною силою зливових потоків. Коли відбувається інтенсивне розмивання та подальше осідання берегової лінії, це неминуче веде до зниження рівнів води та трансформації водного об'єкта, та затоплення прилеглих до нього ділянок. Окрім того, подібні процеси створюють серйозну загрозу обвалення будь-яких будівельних конструкцій, що були зведені в прибережній зоні. Саме для уникнення всіх цих небажаних і потенційно небезпечних наслідків і здійснюються роботи з комплексного зміцнення берегової лінії.

Створення та посилення берегоукріплень є найкращим способом запобігання негативного впливу на окремих ділянках, особливо для гірських річок, зокрема для більшості річкових басейнів Українських Карпат. При цьому, використовують нарізноманітніші будівельні матеріали. Зокрема використання хмизу, кілків, свай, каменю, бетону та залізобетону. Всі ці матеріали, які найчастіше використовують для берегоукріплення, мають бути стійкими до руйнування та при небезпечних явищах. Найбільш стійким матеріалом який використовують є граніт, але він досить дорогий. Як дешевшу альтернативу застосовують кварцити і щільний вапняк (рис. 2.1.):

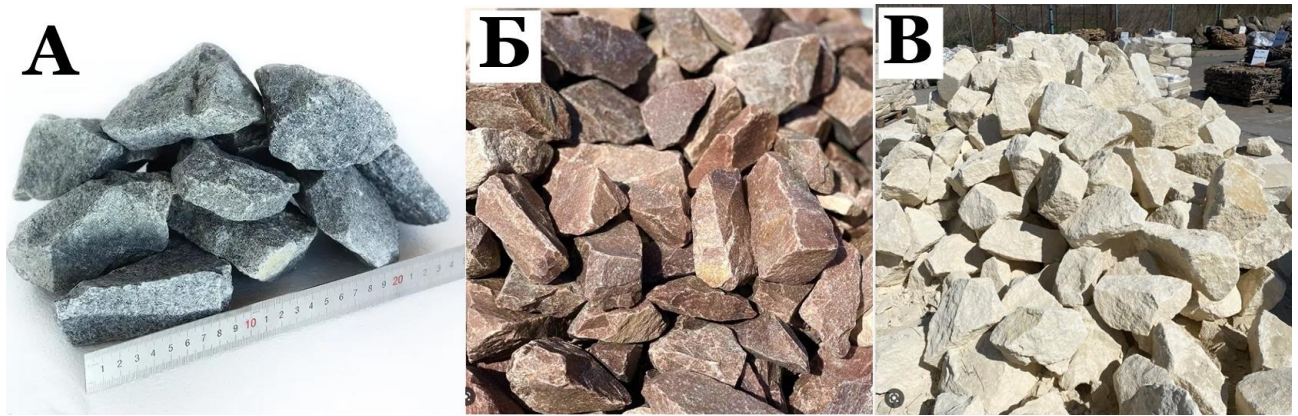


Рис.2.1. Матеріали що застосовуються для берегоукріплення річок
(А – граніт, Б – кварцит, В – вапняк бутовий).

Найпоширенішими способами берегоукріплення річок є:

- використання дубових паль, кілків та брусків;
- закріплення берега габіонами;
- використання шпунту;
- спорудження бетонних стінок;
- використання георешіток;

закріплення берега побутовим камінням (рис.2.2.).

Також не варто і забувати про природні способи підвищення стійкості річкових берегів через збільшення насаджень кущів та дерев, особливо верби плакучої, що має вологозатримувальний ефект.

Укріплення берегів буває пасивним або активним. Пасивні методи включають легке покриття, яке не суттєво зменшує тиск води. Це гнучкі конструкції, такі як кам'яні покриття на бетонній основі або георешітки. Останні виглядають як стільники, заповнені піском або дрібним каменем (див. Рис. 2.2.В). Хоча вони захищають берег, хвилі при цьому не зменшуються.

Активні методи слугують подвійній меті: вони не тільки захищають берегову лінію, але й знижують руйнівний вплив води. До них належать поперечні буни (групи дамб вздовж берега) та поздовжні хвилеломи. Ці міцні споруди, зазвичай з бетону або каменю, здатні змінювати силу і напрямок водного потоку.

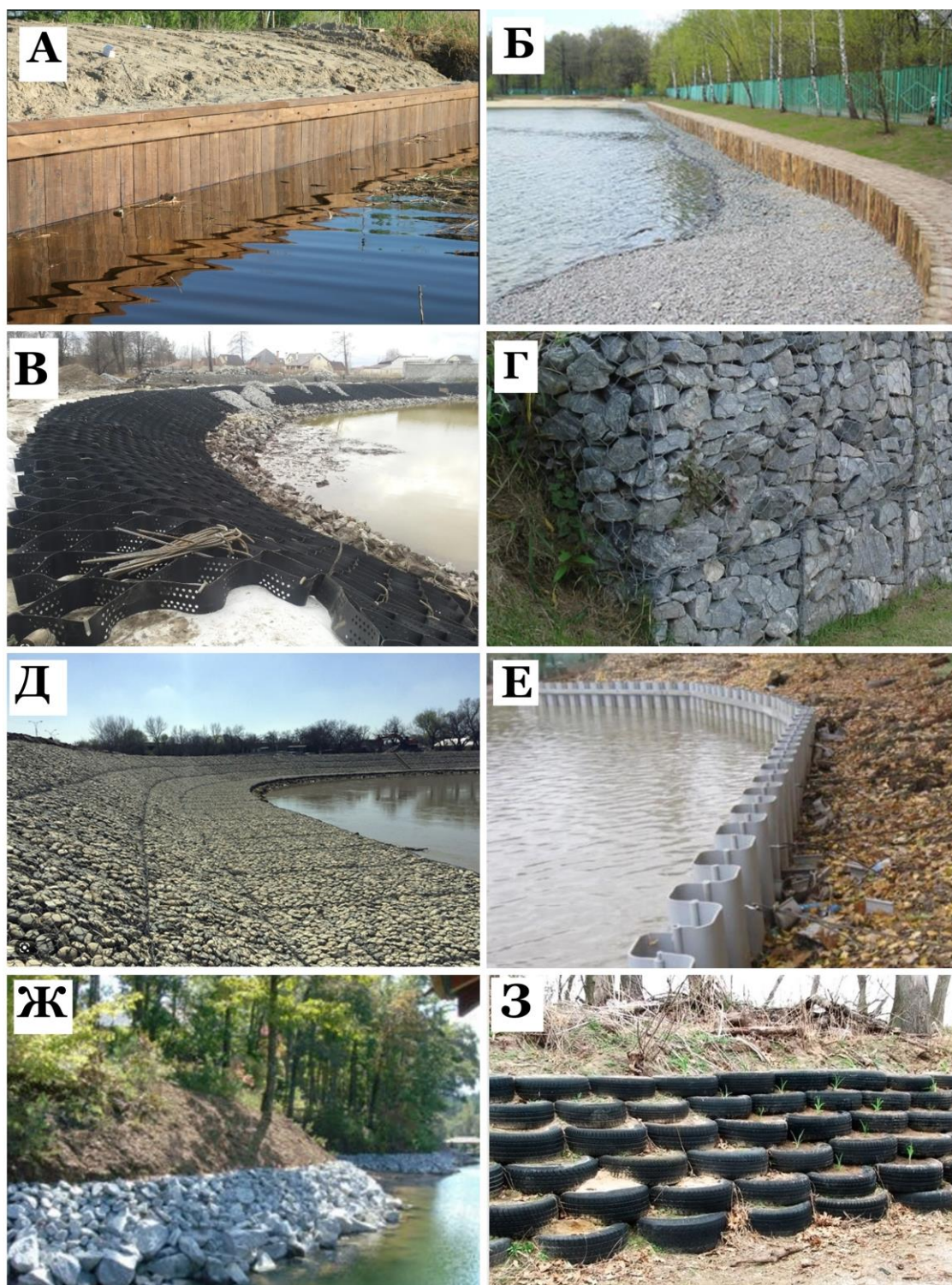


Рис. 2.2. Основні типи берегоукріплень річок:

А) укріплення берега дубом; Б) укріплення берега дубовими палями в поєднанні з кам'яним насипом; В) укріплення берега георешіткою; Г) укріплення коробчастими габіонами; Д) екріплення матрацом Рено; Е) укріплення берега шпунтом з ПВХ; Ж) зміцнення гравітаційною стінкою з каменю; З) укріплення автопокришками.

Найефективнішим є поєднання пасивних та активних методів, наприклад, палі з бетонними плитами зверху. Серед особливо ефективних способів укріплення виділяють протиерозійні сітки, шпунтові конструкції та габіони.

Протиерозійні сітки – це доступний спосіб укріплення, що добре поєднується з рослинним ґрунтом. Вони легкі, міцні та гнучкі. Коріння рослин проростають крізь них, зміцнюючи ґрунт і перетворюючи його на армовану ділянку.

Активні методи укріплення – це комплексний підхід "два в одному". Їхня основна функція – захистити берегову лінію, але вони також відіграють ключову роль у зменшенні агресивності водного потоку щодо берега. Сюди відносяться поперечні буни (групи дамб вздовж берега) та поздовжні хвилеломи. Ці міцні конструкції, виготовлені переважно з бетону або каменю, здатні змінювати силу та напрямок води.

Найефективніші рішення Найкращі результати дає комбінація пасивних та активних методів. Наприклад, можна використовувати палі як опору разом із бетонними плитами зверху.

Серед перевірених та ефективних рішень також варто виділити:

- протиерозійна сітка: Цей матеріал чудово інтегрується з рослинним ґрунтом. Він легкий, але дуже міцний та гнучкий. Корені рослин, переплітаючись із сіткою, укріплюють ґрунтовий шар, перетворюючи його на армовану, більш стійку ділянку. Це один з найдоступніших способів укріплення.
- укріплення шпунтом:
- укріплення габіонами:

Класичним підходом до вирішення різноманітних проблем у будівельній сфері традиційно є використання залізобетонних конструкцій або ж металевого шпунта Ларсена. Серед усіх доступних профілів, які застосовуються в сучасному будівництві, шпунт Ларсена Л4 і Л5 вважаються найбільш поширеними та затребуваними на сьогоднішній день. Цей шпунт може бути

виготовлений як із високоміцної сталі, так і з інноваційних полімерних матеріалів, що розширює можливості його застосування.

Берегоукріплення шпунтом є надзвичайно розповсюдженим і часто використовуваним методом, особливо у випадках, коли виникає нагальна потреба здійснити ефективне зміцнення берегових ліній, але при цьому фінансові кошти на виконання таких робіт суттєво обмежені. Цей спосіб дозволяє досягти бажаного результату з відносно невеликими затратами.

Натомість, берегоукріплення габійними конструкціями за умови складання правильного проекту та якісного проведення всіх робіт на належному рівні експлуатації, завдяки природному процесу кольматації, також демонструє високу ефективність і довговічність, дозволяючи створити стабільні та надійні захисні споруди. *((Кольматаж) - процес природного проникнення або штучного внесення дрібних колоїдних, глинистих і пилуватих частинок та мікроорганізмів в пори і тріщини гірських порід, у фільтри очисних споруд і дренажних виробок, а також осадження на них хімічних речовин, що сприяє зменшенню їх водо- або газопроникності)* [7].

Складність укріплення берегів та наслідки розмивів. Укріплення берегів – це інженерний процес, який є технологічно складним не лише через те, що його облаштування відбувається безпосередньо у близькому контакті з водною поверхнею, а й тому, що воно покликане гарантувати довготривалу стійкість та збереження необхідної конфігурації берегової лінії водного об'єкта протягом значного періоду часу. У процесі проектування та монтажу таких споруд вкрай важливо брати до уваги та враховувати численні фактори. Серед них основними є гідрологічні особливості водойми, гідротехнічні умови ділянки, гідрогеологічна ситуація, а також антропогенні впливи та інші супутні чинники.

Розмив берегів на гірських річках, особливо під час катастрофічних паводків, часто призводить до надзвичайно серйозних наслідків, що мають широкий спектр негативних проявів:

- Виникнення значних матеріальних втрат внаслідок підриву та руйнування різноманітних конструкцій.
- Просідання несучих конструкцій будівель та мостових переходів, що загрожують їхній цілісності та безпеці.
- Негативний вплив на навколишнє природне середовище, що може виявлятися у зміні екосистем та забрудненні.
- Збільшення загальної кількості наносів у водному потоці та їх подальше активне нагромадження в руслі річки.
- Суттєве погіршення якості води, що робить її непридатною для певних видів використання.
- Розмив проїзних частин, автомобільних трас, а також пішохідних шляхів, як це наочно продемонстровано на рис. 2.3., що ускладнює транспортне сполучення та пересування.



Рис. 2.3. Розмив берега р. Черемош поблизу с. Усть-Путила (2008 р.)

Закордонні класифікації та методи берегової ерозії (Додаток А) є близькими до українських методик і відрізняються лише підходом до видів запобіжних робіт (рис. 2.4.):

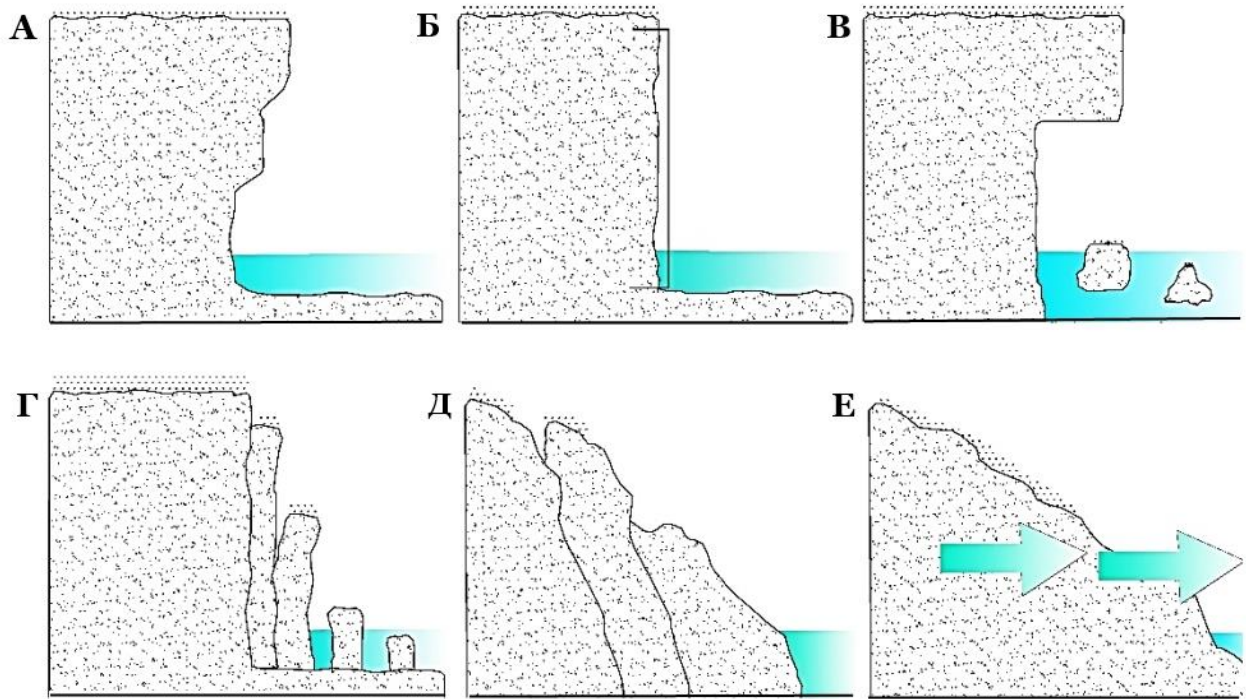


Рис. 2.4. Види берегової ерозії водотоків: А – підмив ложа, Б – розмив який впливає на всю висоту берега, В – провал нижньої ділянки в річку з накопиченням уламків, Г – відокремлення вертикальних пластів берегової лінії, Д – повільне просідання берега до урізу води, Е – підмив ґрунтовими водами. [7]

Для гірських річок Українських Карпат притаманні всі перелічені на рис.2.3. види розмивів та найбільш поширеними є А, Б для середніх та великих гірських річок та Г, Д для малих за розмірами водотоків.

Обґрунтування та розробка берегоукріплювальних заходів в руслах гірських річок Українських Карпат. З усіх способів берегоукріплення найефективнішим для гірських карпатських рік є укріплення з використанням **габйонних решіток**. Вони мають важливу перевагу таку як гнучкість, яка є особливо корисною на поворотних ділянках гірських річок із бурхливою течією та частою можливістю підмиву ґрунтової основи під берегоукріпленням.

Завдяки високій гнучкості габіони можуть займати стійкіше положення, а при паводку руйнування всього кріплення не відбувається.

Габійонні конструкції: Детальний огляд та переваги застосування.
Габіони – це інженерні споруди, що виробляються промисловим способом і являють собою об'ємні, міцні ємності, створені зі спеціально оцинкованої металевої сітки. Ця сітка може бути виконана у вигляді подвійного кручення з шестикутними ланками або мати плетену структуру з квадратними отворами. Внутрішній простір габійонів ділиться на окремі секції. Вони поєднані діафрагмами, що рівномірно розташовуються всередині. Кожен метр по всій їхній довжині це і є секція (як показано на ілюстраціях 2.2.Г-Д).

Для виготовлення самої габійонної сітки використовується високоякісний оцинкований дріт, діаметр якого коливається від 2,5 до 3,6 мм. Розмір комірок цієї сітки ретельно підбирається залежно від фракції та крупності наповнювального каменю. Для формування каркасу габіону, зокрема його бічних граней, застосовується дріт значно більшого діаметру – від 4,5 до 6 мм, що забезпечує додаткову жорсткість конструкції. Важливо зазначити, що дротяна сітка для габійонів виробляється зі сталевого дроту, який проходить процес щільного оцинкування, гарантуючи його довговічність. Стандартні розміри готових габійонних ящиків зазвичай складають 3х2х1 метра або 3х1х1 метр. Залежно від їхньої форми та особливостей виробничого процесу, габіони класифікуються на коробчаті габіони та спеціалізовані матраци Рено.

Властивості та структурні переваги габійонів. Однією з ключових характеристик габійонів є їхня гнучкість, що обумовлена саме наявністю металевої сітки. Ця властивість дозволяє споруді легко адаптуватися до можливих просідань ґрунту без ризику руйнування. Висока міцність та стійкість габійонних конструкцій пояснюється відмінними якістьми металевої сітки подвійного кручення. Вона виступає як армуючий елемент у всій конструкції та здатна витримувати значні навантаження різного походження, включаючи ерозійні процеси, хвильовий вплив, тиск льоду та ґрунтових мас, не піддаючись при цьому руйнуванню. Поєднання гнучкості цих конструкцій

разом з потужним внутрішнім об'ємом перетворює весь берегоукріплюючий комплекс на моноліт.

Унікальні переваги габіонів як геосинтетичних матеріалів. Особливістю геосинтетичних матеріалів, до яких належать і габіони, є їхня здатність до зростання міцності з роками внаслідок природного процесу консолідації. Водопроникність габіонів обумовлена їхньою пористою структурою. Ці конструкції мають цілу низку значних переваг:

- ✓ відсутня ймовірність зростання гідростатичного тиску на весь корпус споруди, а це суттєво підвищує загальну стійкість конструкції.
- ✓ відсутня необхідність у встановленні додаткової дренажної системи.
- ✓ не порушується природний зв'язок між поверхневими та підземними водами, що є важливим для екологічного балансу.
- ✓ фільтрація води через конструкцію габіону активно прискорює швидкий розвиток та ріст рослинності.
- ✓ габіони є досить довговічними та екологічними, в порівнянні з іншими засобами

Довговічність габіонних конструкцій підтверджується численними проведеними експериментами та натурними спостереженнями за їх функціонуванням. Це дає підстави припускати, що при коректних проектних рішеннях термін їхньої служби може бути практично необмеженим. Водночас, процес поєднання габіонів та пов'язана з ними ґрунтова товща активно сприяє подальшому підвищенню їхньої міцності та загальної стійкості. Надзвичайна довговічність цього методу берегоукріплень забезпечується значними перевищеннями термінів їх служби оцинкованої металеві сітки над. Навіть у досить агресивних умовах, сталевий дріт, покритий гальфаном та захищений пластиковим шаром, здатний зберігатися понад 100 років.

Екологічність габіонних конструкцій визначається їхньою високою водопроникністю, а також унікальною здатністю акумулювати частинки ґрунту, що активно підтримує розвиток різноманітної рослинності. Будівництво

габйонів у береговій зоні сприяє природному формуванню як підводної флори, так і фауни. Проведені наукові дослідження чітко продемонстрували, що використання оцинкованої сітки, включно з варіантами з пластиковою оболонкою, не чинить жодного негативного впливу на навколишнє природне середовище. Сам процес зведення габйонних споруд, який переважно виконується вручну, без залучення важкої спеціалізованої техніки, також не завдає серйозної шкоди природі. Безперешкодна фільтрація води через габйонні споруди є надзвичайно важливою для підтримання екологічного балансу території.

Встановлення габйонів є поетапним процесом. Спочатку габйон встановлюється на заплановане місце, після чого необхідно міцно з'єднати ребра його бічних граней, здійснити перев'язку з сусідніми габйонами, а також встановити ребра та діагоналі жорсткості. Це забезпечує правильну форму габйона після завантаження і перетворює всю конструкцію на монолітну єдність. При формуванні габйонних конструкцій, наприклад, для формування дамби, в місцях їх стику утворюється подвійна стінка з двох решіток. З метою економії дроту, габйони часто встановлюють як шахи за порядком, ретельно зв'язуючи їх між собою, а вільний простір, що утворюється між ними, заповнюється іншим матеріалом, як для покришки так і для зовнішньої бокової стінки. Якщо габйонні конструкції експлуатуються постійно і знаходяться регулярно під водою, їй дозволяється виготовляти з звичайних дротів без додаткового захисного покриття. Заповнення габйонів відбувається природним каменем, найчастіше щебенем, проте можуть використовуватися також галька та невеликі валуни. Важливою умовою є те, що розмір каменів має бути більшим за отвори сітки. Як правило, фракція щебеню для заповнення становить 70-150 мм.

Кам'яний матеріал, що використовується для заповнення, повинен мати високу щільність, значну надійність та відмінну морозостійкість, особливо це критично для габйонних споруд, які піддаються динамічному впливу водного середовища. Після заповнення ємностей кам'яним матеріалом (при цьому до 80-

90% всього обсягу робіт зі збирання габіонних конструкцій виконується вручну) утворюється повноцінний будівельний елемент – габіон з пористістю приблизно 30-40%. З плином часу вільний об'єм пор поступово заміщується частинками ґрунту, і вже через кілька років відбувається повна консолідація габіонної споруди. Після цього вона набуває максимальної стійкості та здатності служити практично необмежений термін. Навіть після завершення процесу консолідації, порушення цілісності металевої сітки вже не здатне спричинити руйнування споруди, оскільки акумульовані в габіонах частинки ґрунту ущільнюються і досить міцно цементують кам'яну начинку габіонів.

Економічні та екологічні наслідки руслових деформацій. Якщо проаналізувати сумарні збитки для народного господарства, що виникають внаслідок змін русла річок через розмив берегів гірських річок, ця цифра може сягнути значної суми. Вона включає витрати необхідні для відновлення після проходження ерозійних процесів, збиток, спричинений руйнуванням ГТС та мостів. Сюди ж додається зниження надійності схилів, падіння горизонтів води у побутових колодязях, а також додаткові аварійні ситуації, які в подальшому сприятимуть активізації негативних руслових деформацій.

Оцінка вихідної інформації, такої як ряди річкового стоку води та наносів, максимальні витрати водопілля та дощових паводків, а також мінімального стоку, чітко продемонструвала, що антропогенний вплив у верхів'ї гірських рік (включаючи вплив руслових кар'єрів, обвалування берегів, інтенсивна оранка тощо) значно впливає на режим твердого стоку, а також на поширення раптового зменшення максимальних витрат. Якщо видобуток алювію припинити повністю (ПГС) в руслі річки спостерігається зростання застійних та водоворотних місць, які в кінцевому підсумку спричиняють повну перебудову природного стану русла.

Детальний аналізі гідрологічного режиму русел гірських рік показує такі негативні прояви:

Зниження швидкості течії у водоворотах стимулює інтенсивне накопичення забруднюючих речовин у донних відкладах, що негативно впливає

на якість води.

В умовах регулювання гірських річок, проведення виправних та поглиблюючих робіт їхнього дна здатне відновити природне переформування перекатів та сприяє покращенню транспортування твердого стоку.

При умові повного припинення вибірки алювіальної суміші спостерігається більш рівномірний розподіл швидкостей в потоці над місцем вибірки. Це явище продукує вирівнювання швидкості течії у напрямку від початку кар'єру до транзитної ділянки, що досягається згладжуванням поверхні потоку.

Паралельно з роботами з берегоукріплення, надзвичайно важливо проводити цілий комплекс гідротехнічних заходів, спрямованих на покращення якості води:

Розчистка та регулювання русла річок для забезпечення вільного стоку та запобігання застою води.

Зростання впливу чинників природного регулювання стоку води, до яких належить збільшення залісеності басейну, відновлення заболочених територій та збереження озерності басейну річки.

Застосування агротехнічних заходів, таких як оранка схилів та берегів всупереч до насадження лісосмуг. Ці заходи формують значне збільшення пористості та водопроникності ґрунтів на схилах, а також сприяють покращенню процесів інфільтрації води, що веде до суттєвого зменшення поверхневого стоку, що стає причиною ерозії.

3.2. Берегозахисні споруди на річках Українських Карпат

На річках Українських Карпат проблеми захисту берегів від періодичних розмивів, затоплень та підтоплень є дуже гострими. Як зазначалось вище, часті проходження катастрофічних паводків є головною причиною розмивів берегів тому робота над захистом і спорудження берегозахисних споруд на річках Карпат ведеться здавна.

На основі картографічних джерел нами проведено ідентифікацію та опис берегозахисних споруд по найбільших річкових басейнах Українських Карпат.

Басейн р.Сірет. Верхів'я річки Сірет формується в межах Покутсько-Буковинських Карпат. Проте досить значних розмірів Сірет набирає уже в межах передгір'я. Оскільки ріка в межах Карпат має незначні розміри то і берегозахисних споруд вздовж русла небагато (рис.3.1):



Рис. 3.1. Русло р.Сірет та р. Міхідра з берегозахисними дамбами

Цікавим є те, що досить протяжна дамба досі функціонує вздовж притоки р.Сірет, невеликої ріки Міхідра, яка в минулому столітті піддавалась меліоративним заходам і русло якої було випрямлена та каналізоване.

Власне на р.Сірет берегозахисні дамби споруджені на лівому березі і захищають від розмиву автомагістраль на відрізку с.Стара Жадова – с.Панка, та власне населений пункт Панка від затоплення.

Басейн р.Черемош. Вздовж русла Черемош функціонує чимало берегозахисних споруд, оскільки дана ріка має велику водність і на ній часто проходять паводки, в тому числі зафіксовано і катастрофічні паводки у 1969 та 2008 роках, які принесли великі збитки і сильні розмиви берегів.

При виході з гір, від м. Вижниця і до впадіння в р.Прут Черемош зарегульований значною кількістю дамб (рис.3.2-3.3.).

З усіх річок південно-східного макросхилу Українських Карпат, Черемош є найбільш зарегульованим берегозахисними спорудами. Значна частина цих споруд була зруйнована паводком 2008 року, та протягом 2010 – 2015 років велися роботи по їх відновленню. Практично всі села вздовж русла р.Черемош зазнають постійного підтоплення, тому така система протипаводкового захисту не є універсальною та дієвою. Проте, на даний час, це єдина можливість запобігати постійному затопленню населених пунктів вздовж русла.

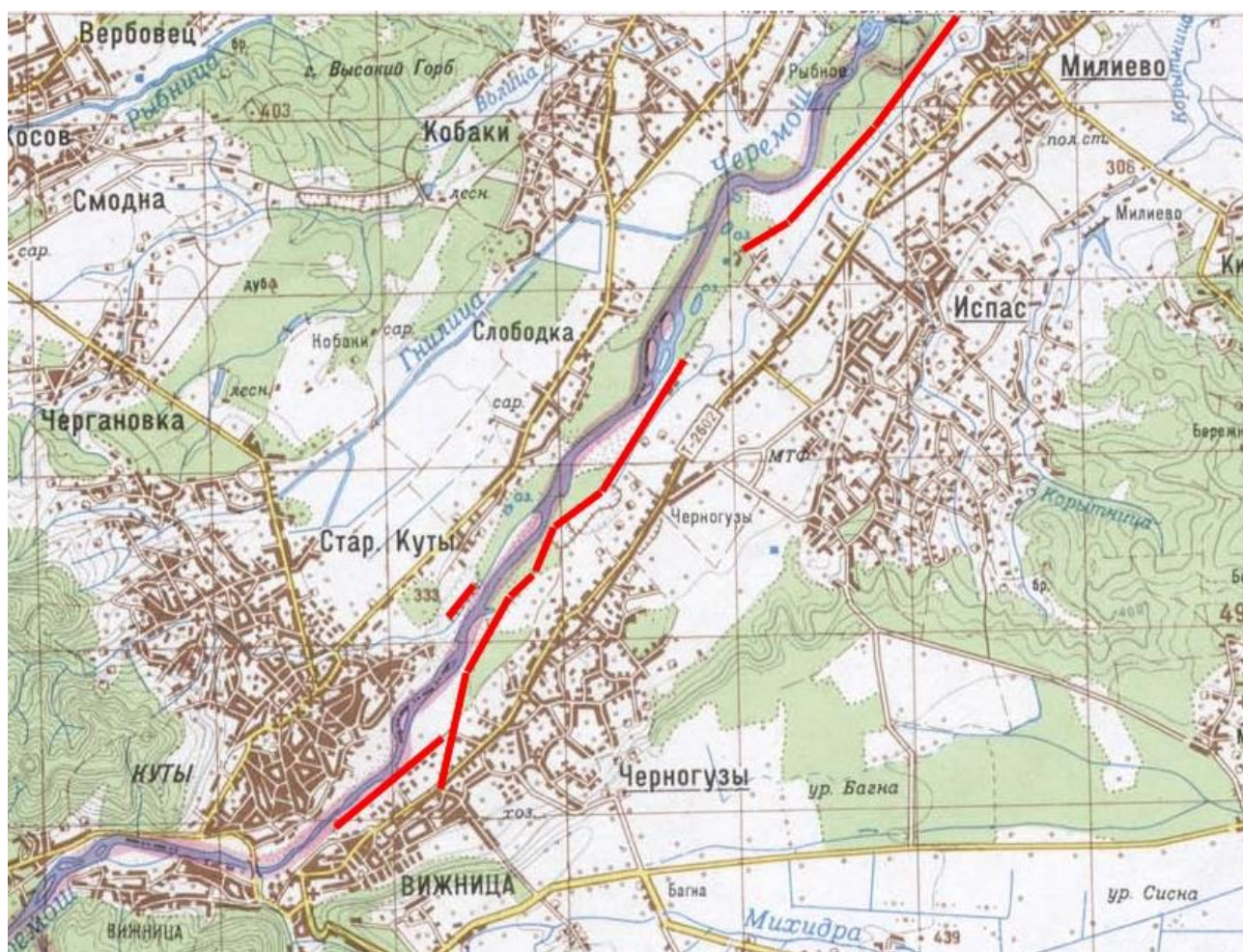


Рис. 3.2. Русло р.Черемош від м.Вижниця до с.Мілієво з берегозахисними дамбами

При виході з гір долина Черемошу розширюється. Заплава двостороння, шириною 0,8-1,6 км, біля селищ Кобаки і Рибне заболочена. Річище звивисте, сильно розгалужене, при зміні рівня води кількість проток, рукавів, сильно змінюється. В основних рукавах Черемошу формувалися також звивини й невеликі осередки. Для короткої ділянки русла біля села Старі Кути характерно утворення тільки осередкового русла. Головне русло добре виражене, завдяки русловипрямляючим роботам, проведених для лісосплаву. Перекати і плеса чергуються через кожні 1-2 км. Ширина річки 30-50 м, глибина 0,8- 1,0 м, переважна швидкість течії 1,0-1,5 м/с. Річище незарозше, лише окремі затоки і протоки заростають очеретом і хвощем.

Дно нерівне (часто зустрічаються ями), сильно деформується, галькове, гальково-кам'янисте, лише нижній течії пісчано-галькове [35].

У 60-х роках були розпочаті роботи з капітального регулювання русла Черемошу за допомогою будівництва вздовж правого берега захисної дамби. Збудована вона була з руслового алювію. Дамба перекривала цілу низку проток, стариць, відсікала значну територію правобережної заплави.

Зменшення ширини паводкового русла сприяло підвищенню швидкості течії ріки, посиленню транспорту наносів, руслової ерозії. У свою чергу штучне перекриття проток, добування руслового алювію для спорудження дамб, а також посилення вертикальної та горизонтальної ерозії сприяло поступовій трансформації зовнішнього вигляду русла, його морфодинамічного типу. Основна частина островів приєдналась до заплави, протоки пересохли або значно зменшили свої розміри. У межах верхньої частини ділянки русло стало відносно прямолінійним з великою кількістю осередків. На нижній частині ділянки потік переважно концентрувався в одному слабозвивистому руслі з невеликими осередками та заплавленими протоками. Загальна кількість осередків зросла вдвічі. Такі зміни свідчать про те, що після будівництва дамби русло стало нестійким, а утворені в руслі осередки знаходяться в постійному русі, не встигаючи зарости рослинністю.

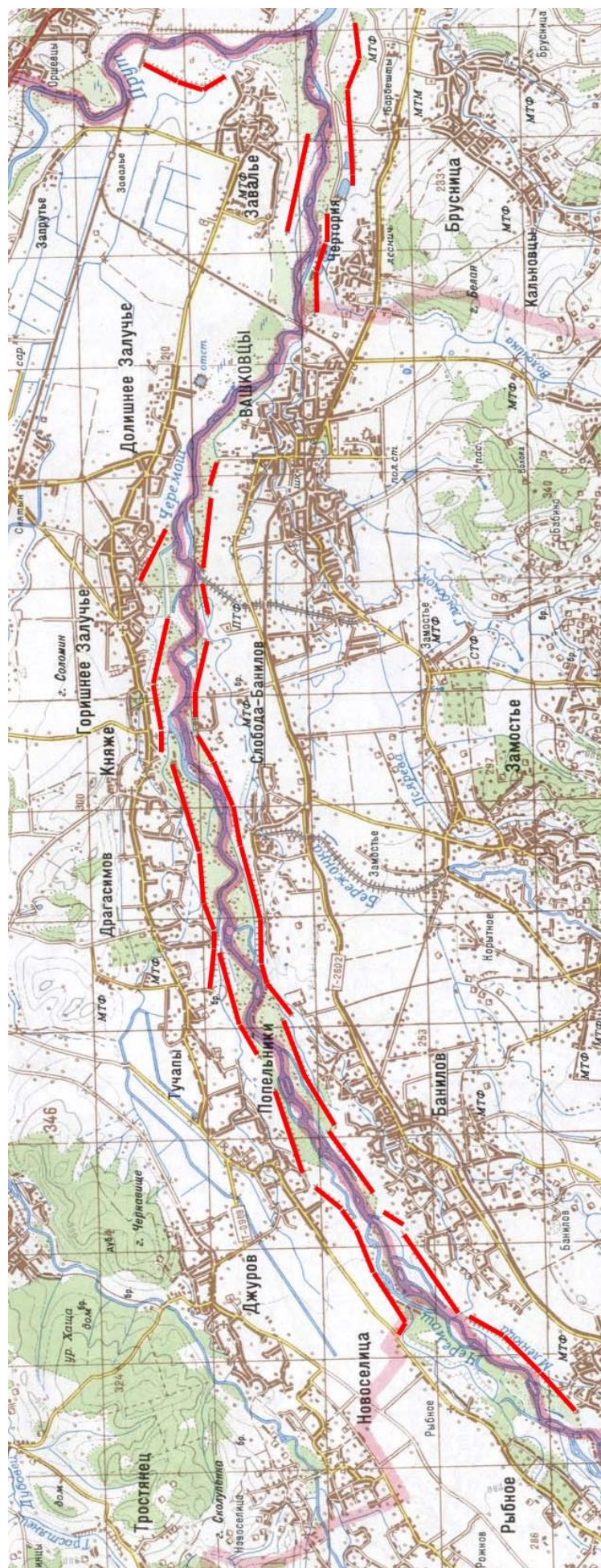


Рис. 3.3. Русло р.Черемош від с.Банилів до с.Завалля з берегозахисними дамбами.

На 1999 р. штучне стиснення паводкового русла Черемошу продовжилось: побудовано вздовж берегові дамби біля м. Вижниця, с. Старі Кути, с. Рибне, на окремих ділянках виконувались роботи по поглибленню, розчищенню дна. У результаті на окремих локальних ділянках ширина паводкового русла була рівна 400 м, що складає всього 40% від природної. Такі умови, а також вплив руслового кар'єра в с. Іспас, сприяли подальшому "каналізуванню" русла Черемошу перетворенню його на штучний відносно прямолінійний канал з невеликою кількістю осередків й боковиків. Цей процес супроводжувався активним врізанням русла, про що свідчить відмирання заплавних проток і зникнення островів.

Отже, на короткій ділянці р. Черемошу під впливом господарської діяльності за останні 40 років відбулась повна зміна морфодинамічного типу русла, перетворення напівгірського розгалуженого русла у врізане з відносно прямолінійним руслом [35].

Дані процеси негативно впливають не тільки на р. Черемош, але і на екосистеми багатьох прилеглих територій, а також можуть створювати небезпеку для населення, що проживає в районі річки. Для багатьох населених пунктів Чернівецької та Івано-Франківської областей, у останні роки гостро стала проблема необхідності регулювання русла ріки. В результаті господарської діяльності відбулося зменшення ширини паводкового потоку, що призвело до того, що стиснутий в єдиному руслі Черемош при досить значних витратах отримав значну руйнівну силу. Це спричиняє руйнування гідротехнічних споруд та розмив захисних дамб. Руйнування захисних дамб є досить небезпечним явищем оскільки значна частина територій Івано-Франківської області знаходиться нижче рівня р. Черемош, а при руйнуванні дамб може бути затоплена. Забір руслового алювію призводить до того, що в останні роки паводкові води активно підмивають міст в м. Вижниця, розмивають дамби та інші гідротехнічні споруди.

Забір руслового алювію це лише перша ланка ланцюгової реакції, оскільки це призводить до вертикального врізання русла ріки Черемош. Даний

процес є небезпечний тим, що це призведе до пониження рівня ґрунтових вод. А оскільки для багатьох джерел, які розташовані нижче рівня Черемошу дані підземні води є джерелом живлення, то пониження рівня ґрунтових вод може спричинити їх зникнення, а разом з джерелами зникнуть біогеоценози заболочених, які ще збереглися після меліоративних робіт. Зменшення дебіту цих джерел свідчить про те, що проблеми, які спричиняє антропогенний вплив на русло ріки Черемош є досить значними і небезпечними. Отже прогнозування стану русла Черемошу необхідно проводити з врахуванням специфіки рельєфу прилеглої території, водного режиму річки, а також екологічної цінності р. Черемош.

Забір руслового алювію, вирубування лісу на території водозбору може викликати порушення динамічної рівноваги не тільки в руслі річки, але і спричинити посилення процесів ерозії, зміну режиму стоку річки та ін.. [35]

Басейн р.Прут. На гірській ділянці р.Прут також є чимало берегоукріплень. У верхів'ї там де ріка зберігає суто гірських характер, є чимало захисних споруд габіонного типу, але вони не позначені на карті. Значні ж по протяжності берегоукріплення знаходяться на лівому березі вздовж русла ріки на ділянці м.Яремча – с.Дора (рис.3.4). Також, при виході з гір на лівобережжі в межах селища Делятин, для захисту залізничної колії споруджена значно по протяжності дамба.

Досить нестабільною є також ділянка впадіння р.Ослави, тому є берегозахисна дамба на початку с. Добротів.

Русло річки до недавнього часу було віддалене від дамби, а берег закріплений. Внаслідок проходження повідків, перевідкладення насосів в заплаві та зміни напрямів потоків води протягом двох останніх років воно змістилось до правого берега. Спочатку було зруйноване укріплення берега, а подальший розмив гравелистого ґрунту призвів до руйнування насипу дамби висотою від 3,3 до 4,2 м.

Дно річки заглиблене тут до 2,6 м і має параболічну форму, як показано на поперечних розрізах. На даній ділянці річка протікає об'єднаним потоком

води, утворюючи вигін, з підходом до берега під кутом длизьким 45 градусів. Швидкість течії води – біля 2 м/сек.

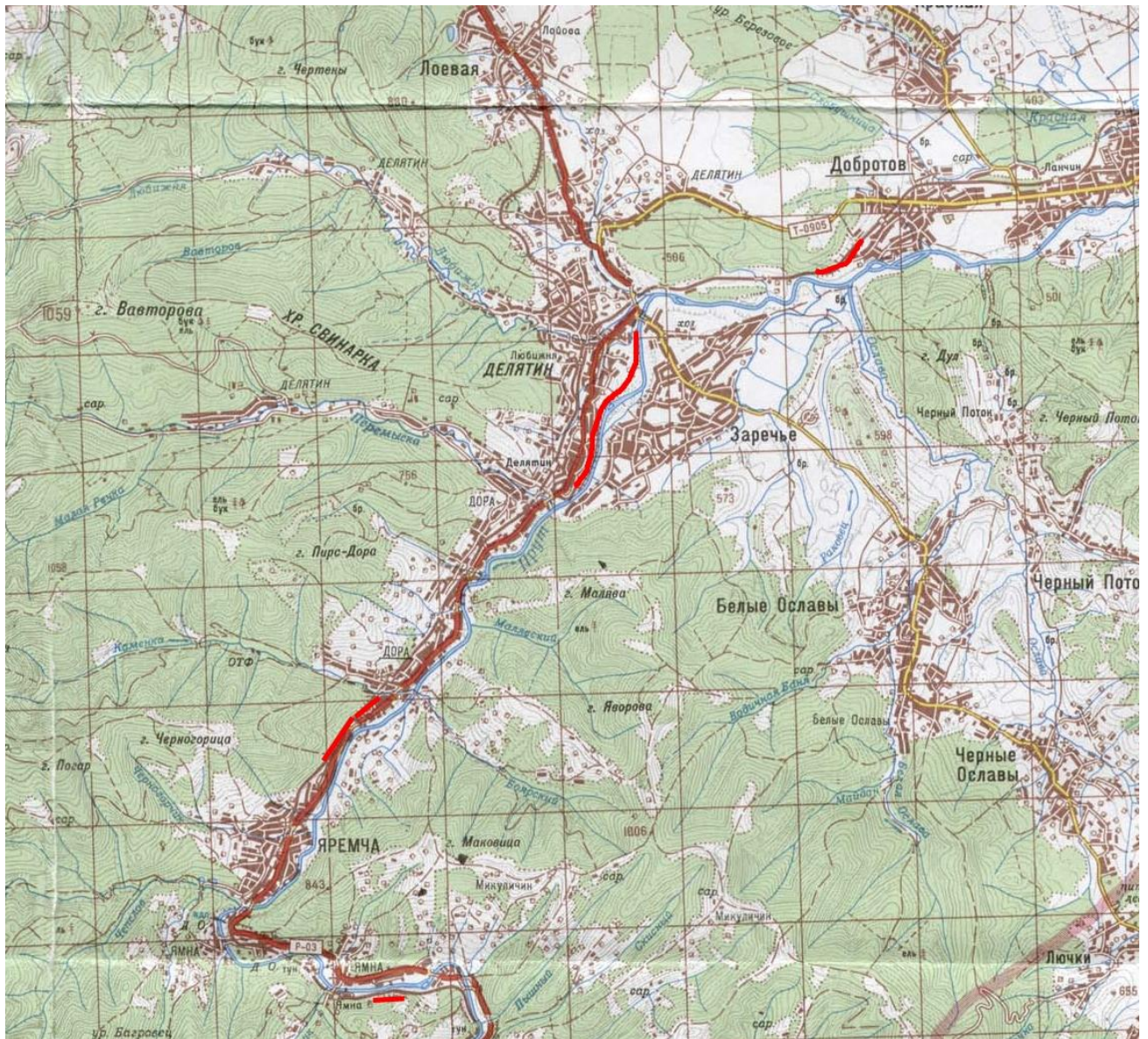


Рис. 3.4. Русло р. Прут від м. Яремча до с. Добротів
з берегозахисними дамбами.

Басейн р.Бистриці Надвірнянської. В даному басейні, як і для р. Прут важко позначити малі берегозахисні споруди (габіон та кам'яні насипи) які однозначно поширені у верхів'ї ріки в межах гірської споруди. При виході з гір, річка розгалужується на рукави і тому на ділянці поблизу с. Цуцулин є протяжні берегозахисні споруди з обох боків.

Забір руслового алювію, вирубування лісу на території водозбору може викликати порушення динамічної рівноваги не тільки в руслі річки, але і спричинити посилення процесів ерозії, зміну режиму стоку річки та ін [35].

Нижче за течією, біля с. Тисьменичани, берегозахисна дамба споруджена уже тільки з правого високого берега, бо на лівому простягається широка заплава, яка навіть при високих паводках затоплюється рівномірно і берег не піддається розмиву.

Русло річки до недавнього часу було віддалене від дамби, а берег закріплений. Внаслідок проходження паводків, перевідкладення насосів в заплаві та зміни напрямів потоків води протягом двох останніх років воно змістилось до правого берега. Спочатку було зруйноване укріплення берега, а подальший розмив гравелистого ґрунту призвів до руйнування насипу дамби висотою від 3,3 до 4,2 м.

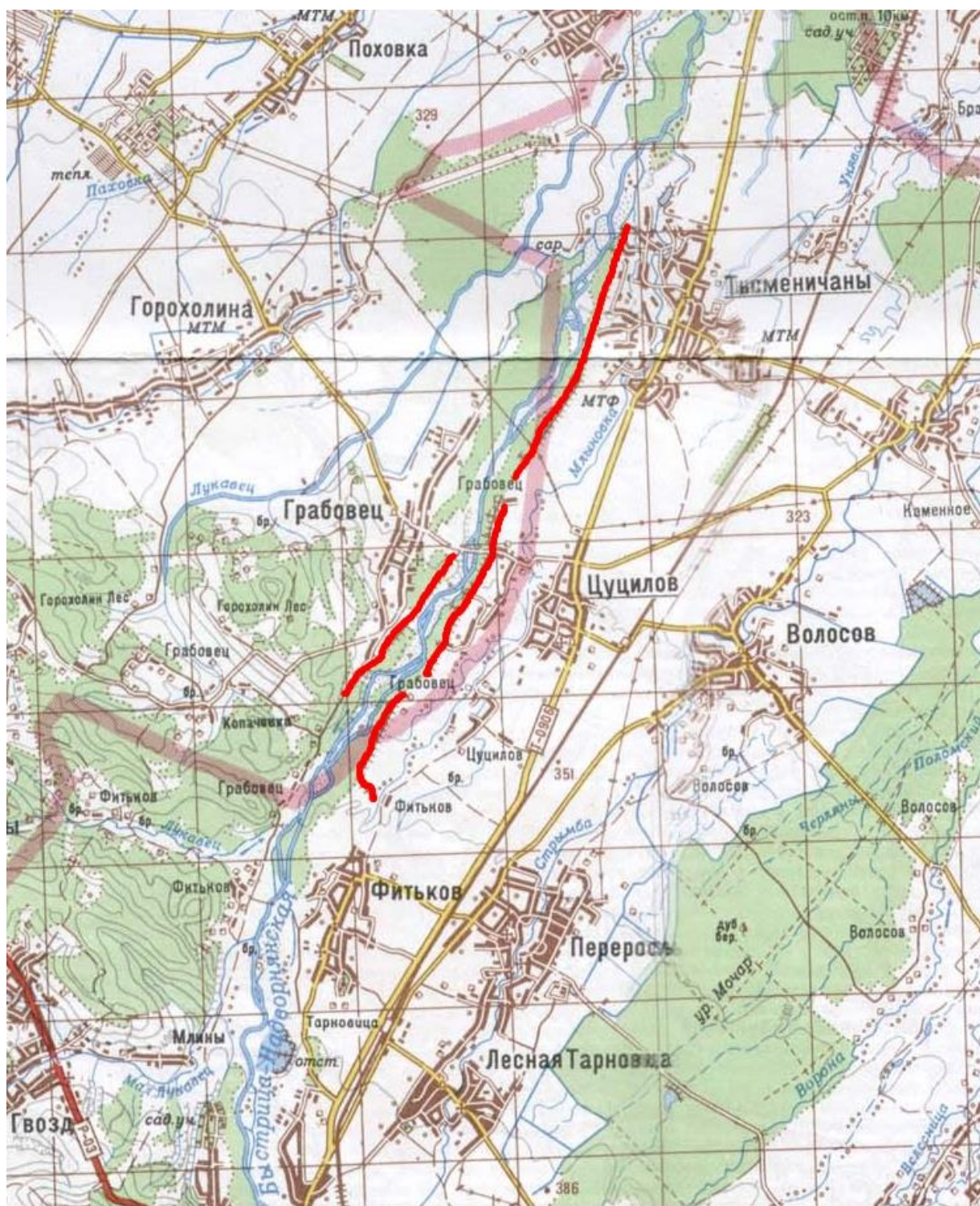


Рис. 3.5. Русло р. Бистриця Надвірнянська від с. Фитків до с. Тисьменичани з берегозахисними дамбами

Басейн р.Бистриці Солотвинської. Вдоль русла Бистриці Солотвинської протяжних берегозахисних споруд не виявлено.



Рис. 3.6. Русло р. Бистриця Солотвинська від с. Солотвино до с. Стебник
з берегозахисними дамбами

Єдина ділянка, це вузол злиття р.Бистриця Солотвинська та її правої притоки р.Манявка. Тут споруджено двосторонній берегозахист, найімовірніше як захист від паводків і розливу води, коли обидві ці ріки несуть значну кількість вод дощових паводків сформованих у Карпатах.

Також берегозахисні споруди є на р.Саджавка, що є лівою притокою р.Бистриця Солотвинська поблизу с.Старі Богородчани.

Басейн р.Лімниця. Аналогічно до попереднього басейну, вздовж русла ріки Лімниця протяжних берегозахисних споруд мало, є тільки незначна по протяжності берегозахисна дамба поблизу с.Довге-Калуське (рис.3.7.).

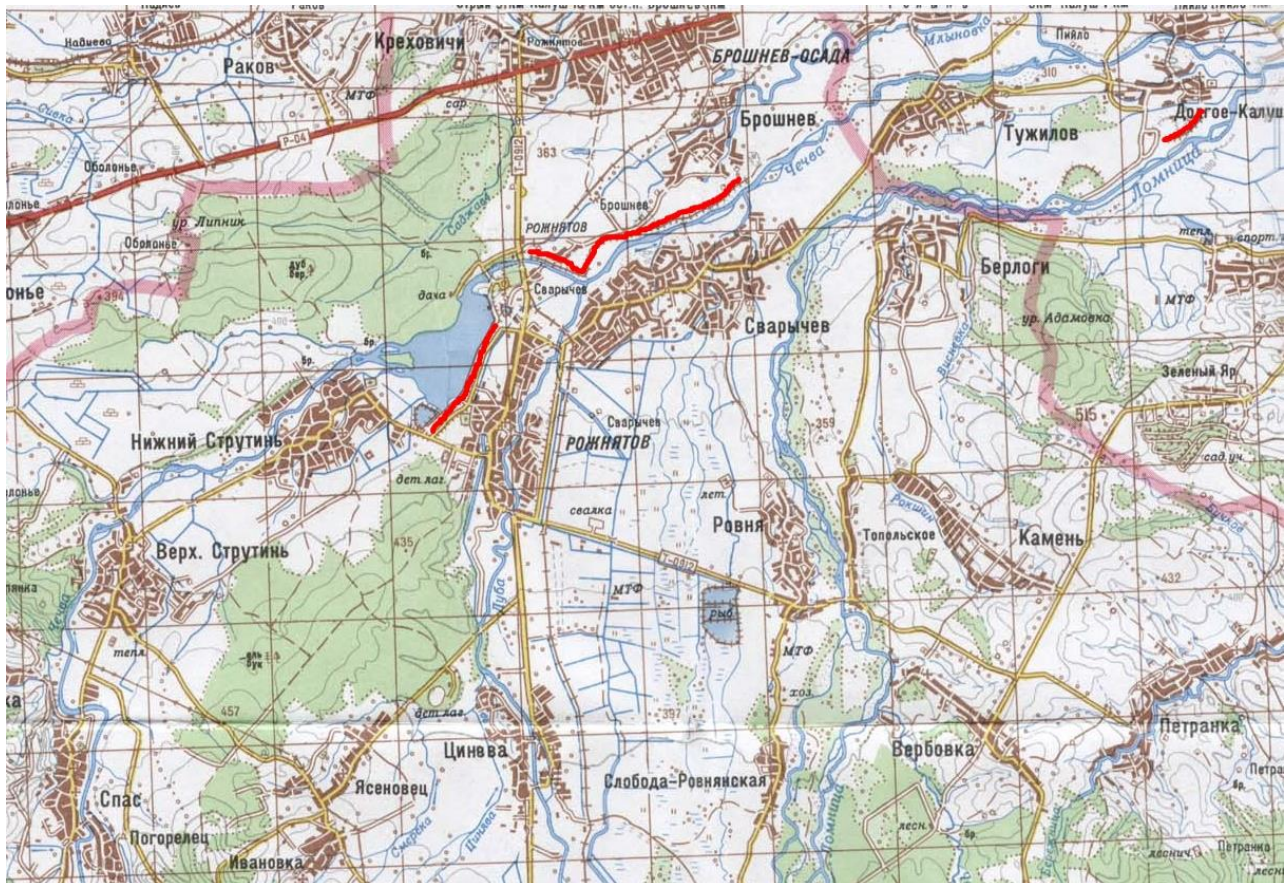


Рис. 3.7. Русло р. Лімниця та р.Чечва з берегозахисними дамбами

Навпаки, на притоці Лімниці річці Чечва є протяжні берегозахисні дамби поблизу сіл Рожнятів та Сваричів. Це пов'язано насамперед із впливом невеликого водосховища, функціонування якого посилює ерозійний вплив на прибережну територію.

Басейн р.Тересва. Дана ріка є однією з перших значних приток р.Тиса, нижче її витоку в результаті злиття річок Біла Тиса та Чорна Тиса.

Оскільки в нижній течії русло р.Тересва значно розгалужене, подвійні дамби з обох боків стримують розмив обох берегів р.Тересва та запобігають затопленню багатьох сіл.



Рис. 3.8. Русло р. Тересва з берегозахисними дамбами

Басейн р.Теребля. Вдовж р.Теребля, на відміну від попередньої, берегозахисних дамб мало (рис.3.9).

Хоча русло даної ріки теж значно розгалужене, але мабуть навіть під час значних паводків розмивів берега майже не відбувається бо ріка у нижній течії сформувала широку виположену долину.

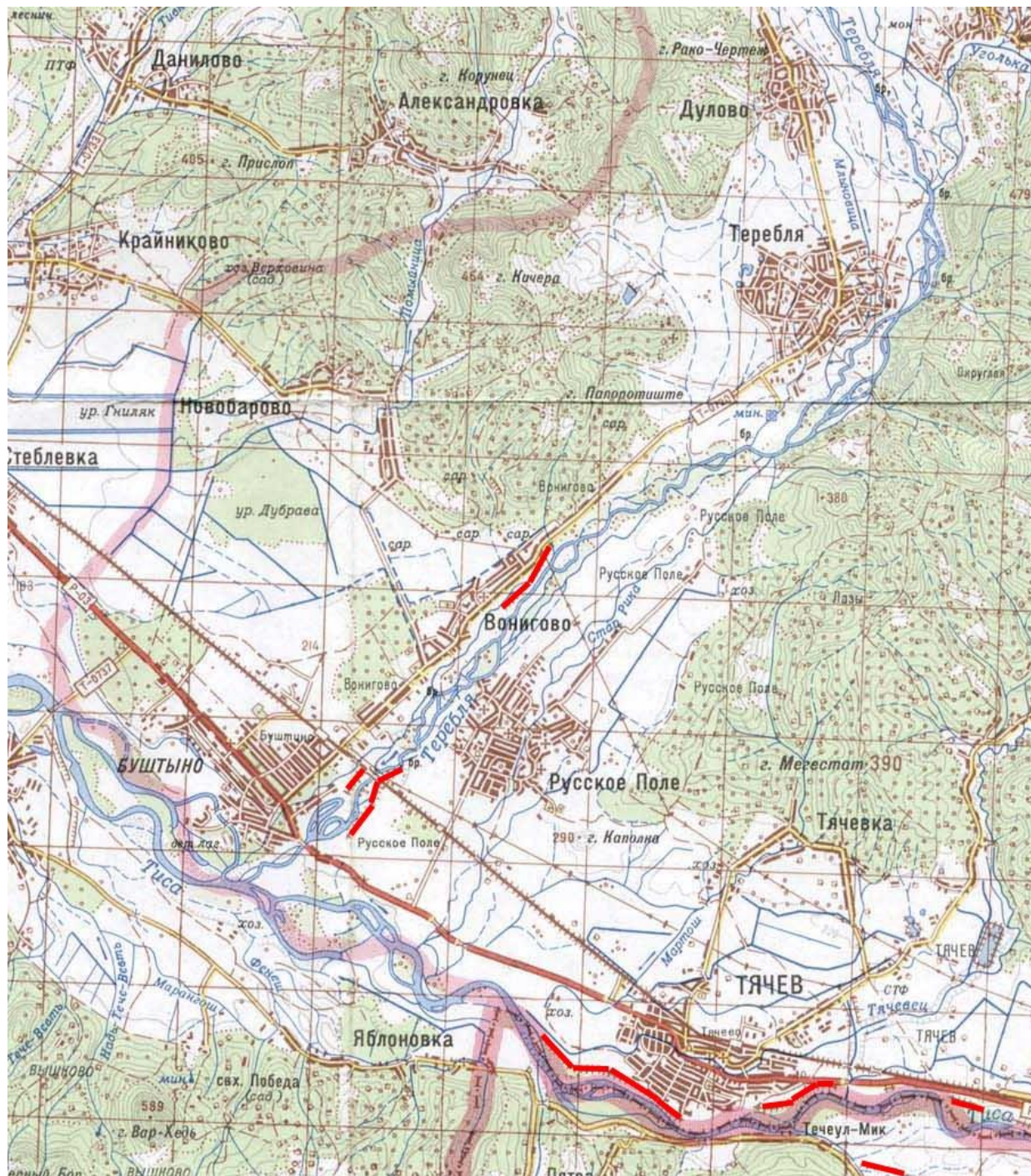


Рис. 3.9. Русло р.Теребля та р. Тиса з берегозахисними дамбами

Басейн р.Ріка. Берегозахисні споруди тут є тільки в нижній течії ріки, перед злиттям з р.Тиса. Протяжні берегозахисні споруди на р.Ріка захищають села Кошельово та Липча на правобережжі. А також протяжні берегозахисні споруди закладені на правому берзі р.Тиса, нижче за течією від впадіння даної ріки. Тобто після того, як Тиса приймає води р.Ріка, розмив зосереджується саме вздовж правого берега, а лівий скелястий є стійким до розмиву.

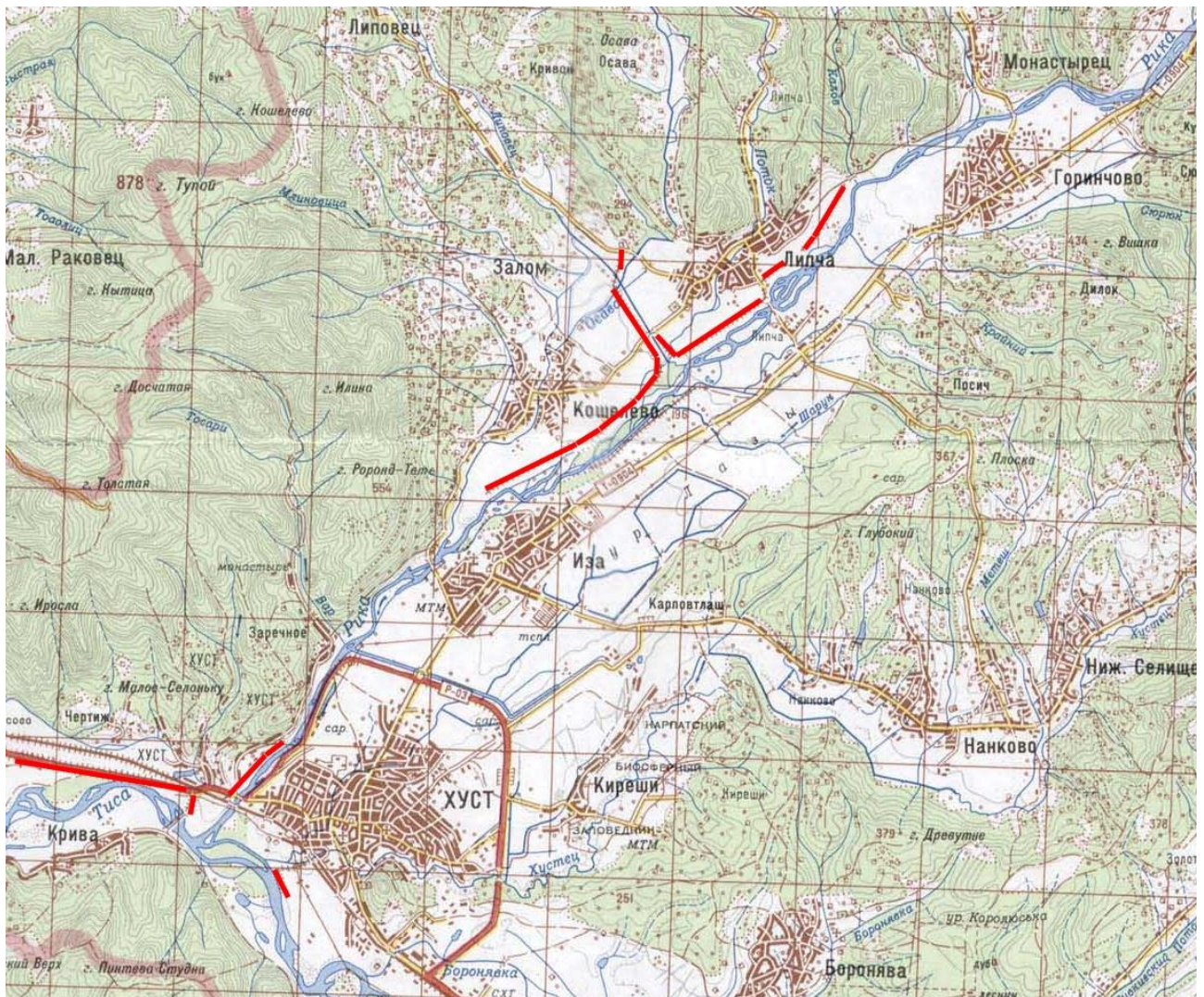


Рис. 3.10. Русло р.Ріка та р. Тиса з берегозахисними дамбами

Басейн р.Тиса. Берегозахисні на р. Тиса розглядались частково вище, оскільки специфічна гідромережа даного басейну, та формування широкої долини власне р.Тиса, створює на окремих ділянках умови для постійних розмивів та підтоплень. З усіх річок Українських Карпат саме даний басейн

характеризується найбільшою кількістю берегозахисних дамб, як вздовж основного русла так і вздовж найбільших приток.

м.Виноградів та прилегла до нього територія відзначається чи не найбільшою кількістю берегових дамб у даному басейні. Русло тут практично зарегульване двосторонніми берегозахисними спорудами, оскільки береги зазнають постійного впливу руйнівної дії паводків, особливо під час зимових відлиг. Як відомо, для Закарпаття не такими серйозними є літні дощові паводки, як зимові підтоплення під час сходження снігу при відлигах. Русло Тиси на даній ділянці складно розгалужене, тому береги і зазнають такого сильного впливу.

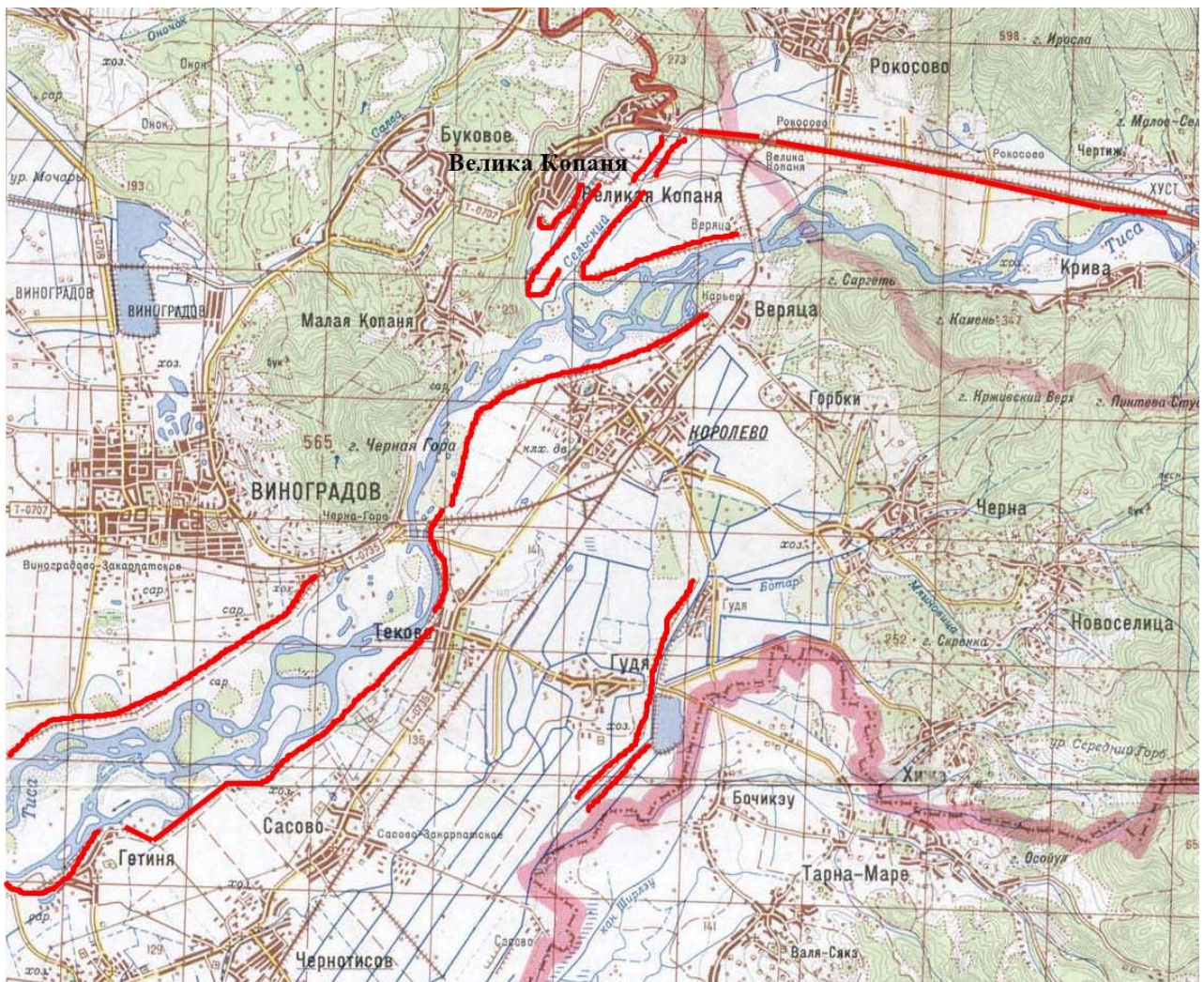


Рис. 3.11. Русло р. Тиси поблизу м. Виноградів з берегозахисними дамбами

Басейн р.Боржава. Дана ріка є дуже відмінною від описаних вище приток р.Тиса. Хоча верхів'я Боржави і формується в межах високогір'я але в більшій своїй протяжності вона протікає у широкій заболоченій долині, і практично втрачає вигляд і особливості гірської річки.

Гідромережа в басейні Боржави дуже сильно видозмінена, створенням численних штучних каналів та проток, які інтенсивно експлуатуються місцевими для сільського господарства.

Клімат на території басейну більш м'який і перезволожений, тому берегозахисні споруди тут функціонують в комплексі із каналами та штучними протоками.

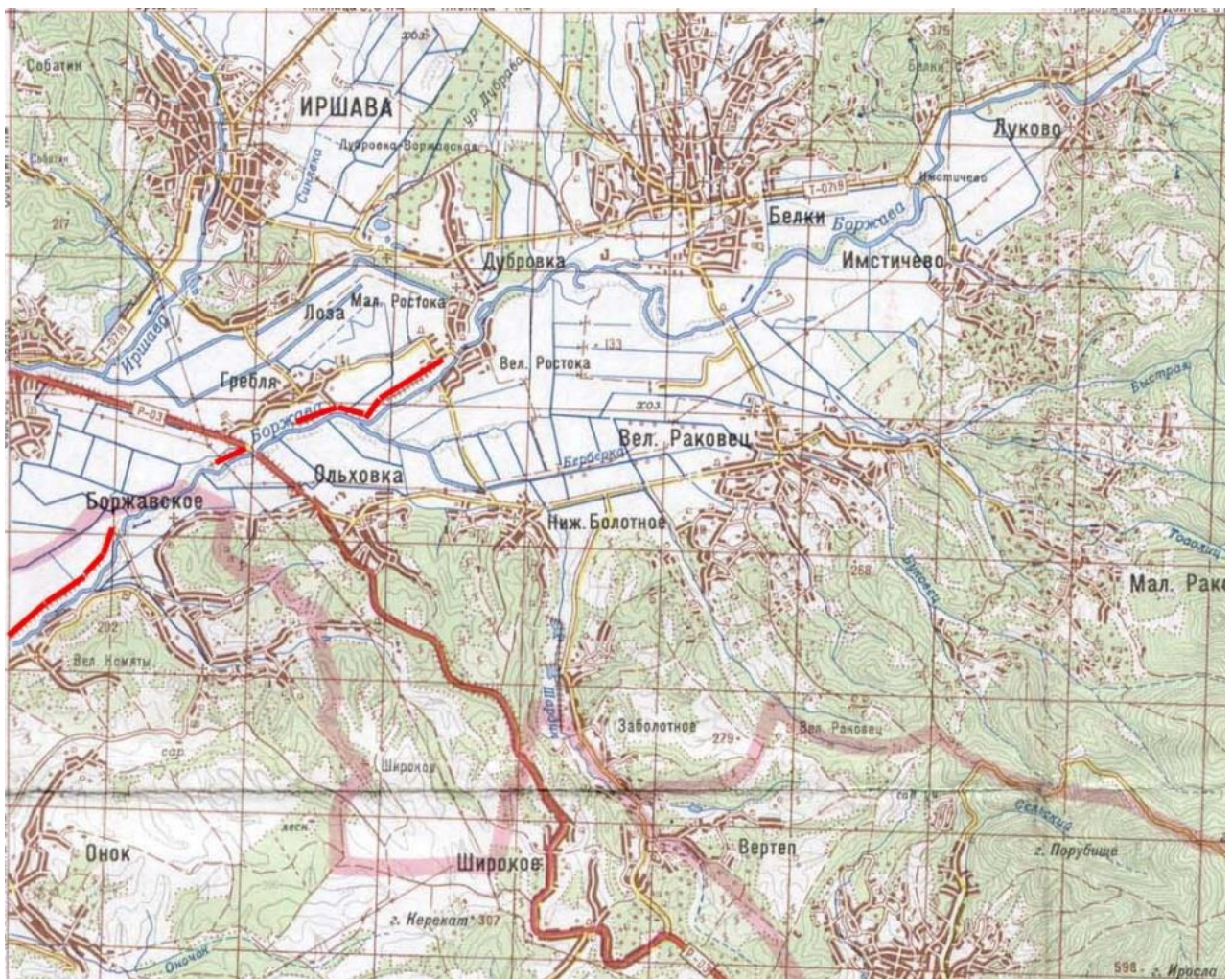


Рис. 3.12. Русло р. Боржава з берегозахисними дамбами (середня течія)



Рис. 3.13. Русло р. Боржава з берегозахисними дамбами (нижня течія)

Басейн р.Латориця. Це найбільш не типова ріка в басейні Тиси, яка характеризується найбільшою кількістю берегоукріплень але не вздовж основного русла а в основному по каналах, яких у нижній течії дуже багато.

ВИСНОВКИ

1. Берегозахисні споруди русел річок призначені для протидії їх розмивам та прояву і розвитку небезпечних природно-техногенних процесів і явищ від впливу гідрологічних і геологічних факторів, збереження стійкості схилів і укосів дамб і прилеглої до них території.

2. Такі споруди мають пасивний або активний вплив на руслові процеси. Пасивний вплив споруд це коли їх покриття не суттєве, і вони не сильно впливають власне на потік води і мають певну гнучкість. Активні ж берегозахисні споруди мають на меті змінити кінематику потоку на певних ділянках і являють собою або поперечні конструкції (буни), або поздовжні конструкції — берегові захисні хвилеломи. Правда таке берегоукріплення поширене більше на великих рівнинних річках з зарегульованим стоком.

3. Для гірських річок найпоширенішими є такі види берегоукріплень: закріплення берега дубовими палями, кілками та брусками; габіони; шпунтом; бетонні стінки; використання георешіток та побутового каменю.

4. Для річок Українських Карпат найпоширенішими та найбільш ефективними способами берегоукріплень є укріплення дубовими палями (на малих річках та струмках) та габіонами (для відносно великих гірських річок), в той же час в улоговинних розширеннях долин та на передгір'ях поширені дамби обвалування для протипаводкового захисту населених пунктів.

5. В розрізі басейнів, значні по протяжності берегозахисні дамби найбільш поширені в басейні Тиси: власне вздовж русла основної ріки та її приток р.Латориця та р.Боржава.

6. В басейні Верхнього Пруту найбільш зарегульованим дамбами обвалування є Черемош, там протипаводкові споруди розміщені вздовж обох берегів на всій протяжності русла від м.Вижниця до злиття з р.Прут.

7. В басейні Дністра, берегозахисні споруди розміщені на річках Бистриця Солотвинська та Бистриця Надвірнянська та притоці р.Чечва в межах Передкарпаття, при виході річок з Гір. Ці річки мають розгалужене русло в

передгірній ділянці тому є підстави для захисту населених пунктів вздовж рік від розмиву берегів під час значних паводків.

8. В басейні р.Сірет в межах України великої кількості берегозахисних дамб немає, в основному на лівому березі для захисту від підтоплення с.Панка та регулюючі споруди вздовж русла р.Міхідра, притоки головної ріки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас поверхневих вод басейну Прута (в межах України). Кам'янець-Подільський : ПП Мощинський В.С., 2009. 21 с.
2. Бабань В.П. Оцінювання ставів рибогосподарського призначення басейну Південного Бугу Вінницької області за гідрохімічними показниками // Збалансоване природокористування, 2015. № 2. С. 86-89.
3. Батог С.В. Гідродинамічна характеристика водойм м. Києва. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2015. № 2(37). С. 55-68.
4. Вишневецький В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ : Ніка-Центр, 2003. 324 с.
5. Водний кодекс України (зі змінами та доповненнями протягом 2000-2017 рр.). URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.
6. Водний фонд України: Штучні водойми - водосховища і ставки: Довідник / В.В. Гребінь, В.К. Хільчевський, В.А. Сташук, О.В. Чунарьов, О.Є. Ярошевич / За ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. Київ. Інтерпрес, 2014. 192 с.
7. Геренчук К.І. Природа Чернівецької області : Львів : Вища школа, 1973. 159 с.
8. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка Центр, 2010. 316 с.
9. Гребінь В.В., Хільчевський В.К. Ретроспективний аналіз досліджень річкової мережі України та застосування типології річок Водної рамкової директиви ЄС на сучасному етапі. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2016. Т.2(41). С. 32-47.
10. Гопченко Є.Д., Швебс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України : навч.-довід. посіб. Одеса : Астропринт, 2003. 390 с.
11. Гришин В.А., Снисаренко В.І. Нелінійні моделі берегоукріплюваних споруд. – К.: МП Леся, 2007. – 272 с.

- 12.ДБН В.2.4-3:2010 Гідротехнічні споруди. Основні положення. К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. 41 с.
- 13.ДСТУ-Н Б В.1.1-37:2016 Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 83 с.
- 14.ВБН А.3.1-33-2.4-01-99 Напірні трубопроводи зрошувальних систем і систем водопостачання. Організація і технологія будівництва. Держводгосп України, Київ, 1999.
- 15.Зоценко М.Л., Коваленко В.І., Яковлєв А.В., Петраков О.О., Швець В.Б., Школа О.В., Біда С.В., Винников Ю.Л. Інженерна геологія, механіка ґрунтів, основи та фундаменти. Полтава, 2004 р. 455 с.
- 16.Кирилук А.О. Стан гідротехнічних споруд. Матеріали студентської наукової конференції (14-15 травня 2003 року). Книга 1. Природничі науки. – Чернівці: Рута, 2003. – С. 147-148.
- 17.Кравець С. В., Зінь В. С., Маркова О. В., Медвідь С. Х., Мобіло Л. В., Нікітін В. Г. Машини для водного господарства. Рівне : НУВГП, 2006.
- 18.Молодий ландшафт річки Прут: минуле і сучасність (на теренах Чернівецької області) : монографія / Ю. Ющенко та ін. ; ред. Ю. Ющенко. Чернівці : ФОП Сад. С.С., 2019. 115 с.
- 19.Мусієнко А.В. Регулюючі та берегоукріплюючі роботи для захисту від затоплення р.Стрий в межах населених пунктів Стрийського району. Молодий Вчений. №12 (52). Херсон: ТОВ «Видавничий дім «Гельветика», 2017 р. С 26 – 34.
- 20.Національний атлас України. Київ : ДНВП «Картографія», 2007. 440 с.
- 21.Ободовський О.Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України). Київ : Ніка-Центр, 2001. 274 с.
- 22.Ободовський О.Г. Регіональний гідролого-екологічний аналіз руслових процесів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора геогр. наук :

- спец. 11.00.07 “ Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія ” / Ободовський О.Г. Київ., 2002. 31с.
- 23.Ольховик О. І., Ольховик Є. О. Організація і технологія водогосподарського будівництва : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2012. 205 с.
 - 24.Проект внесення змін до детального плану території житлової забудови північної частини смт.Козин Обухівського району Київської області. Інженерний захист території берегоукріплення. №18008. Том 2. Київ-2019
 - 25.Ромащенко М., Савчук Д., Бабіченко В. І великій воді протистояти можна. Організація безпеки і захисту населення від катастрофічних повеней і затоплень // Надзвичайна ситуація. – 2001. - №8. – С. 40-42.
 - 26.Рогачко С.І. Навантаження на гідротехнічні споруди : монографія. Одеса: ОГАСА, 2014. - 321 с.
 27. Сільськогосподарські меліорації / С. М. Гончаров, Г. С. Потоцький, С. В. Ковальов та ін. К. : Вища школа, 1991.
 - 28.Статистичний збірник «Регіони України» У 2-х ч. Ч. 1 / Державний комітет статистики України : стат. зб. / ред. О. Осауленка. Київ, 2006. 512 с.
 - 29.Ткачук М. М. Організація водогосподарського будівельного виробництва. Рівне : РДТУ, 1998.
 - 30.Хомицький В.В. Природоохронні аспекти берегової гідротехніки. Київ: Наукова думка, 1983. 247 с.
 - 31.Хільчевський В.К. Про функціонально-генетичну та гідрохімічну класифікації ставків. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2017, № 3(46). С. 6-11.
 - 32.Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Гідрографічна характеристика ставків на території України за районами річкових басейнів / Збірник матеріалів VIII з'їзду Гідроекологічного товариства України. Київ. 2019. С. 306-307.
 - 33.Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація

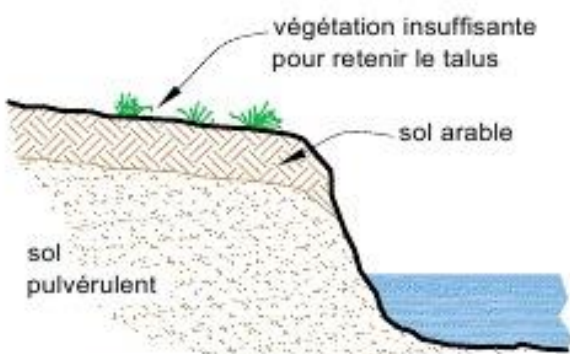
- положень ВРД ЄС. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2017. № 1(44). С. 8-20.
- 34.Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Сучасна гідрографічна характеристика ставків в Україні – регіональні і басейнові аспекти. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2020, № 3(58). С. 20-30.
- 35.Хільчевський В.К. Сучасна характеристика поверхневих водних об'єктів України: водотоки та водойми. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2021, № 1(59). С. 17-27.
- 36.Царик В.Л Ставкові комплекси і регіональні ландшафтні парки р. Гнізни сприятливі для відпочинку та оздоровлення населення / Вісник Тернопільського відділу Українського географічного товариства – Тернопіль: СМП «Тайп». №7 (випуск 7). 2023. С. 37-41.
- 37.Царик В.Л Ставкова мережа у басейні річки Гнізни: просторова приуроченість, функціональні особливості, геоекологічні проблеми / Наукові записки ТНПУ – Тернопіль: СМП «Тайп». №1. 2024. С. 214-219.
- 38.Ющенко Ю. С. Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел. Чернівці : Рута, 2005. 320 с.
- 39.<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>
- 40.<https://maps.vlasenko.net/>
- 41.<https://sites.google.com/site/formationzoneshumides/la-gestion-actuelle/quelques-problemes-souvent-rencontres>

Додатки

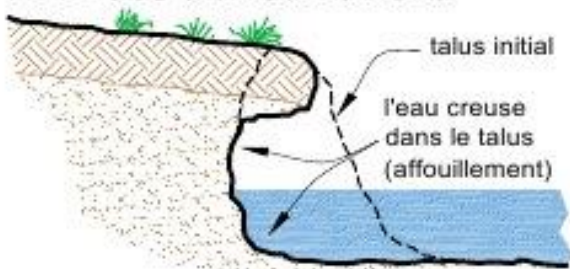
Види берегової ерозії водотоків за даними іноземних джерел [18]

(a)

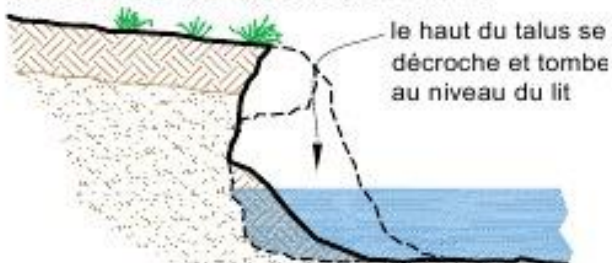
1. Situation initiale



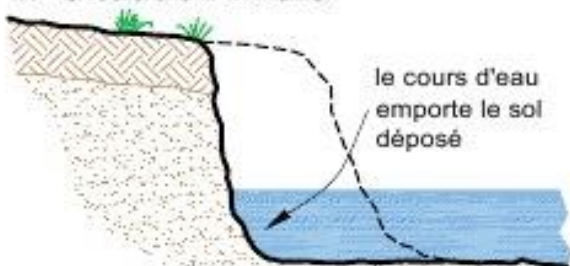
2. Phase d'affouillement



3. Phase de décrochement

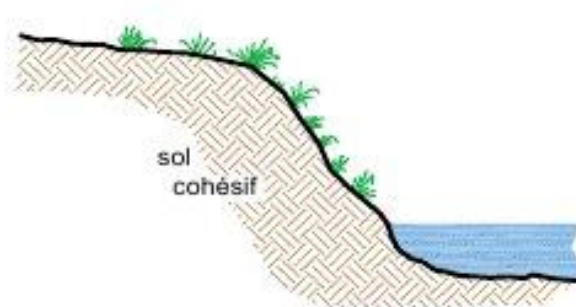


4. Situation finale

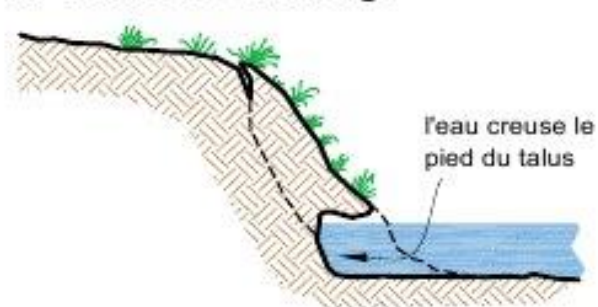


(b)

1. Situation initiale



2. Phase de creusage



3. Glissement du talus

