



supported by

• Visegrad Fund



GREEN & BLUE INFRASTRUCTURE IN POST-USSR CITIES

EXPLORING LEGACIES
AND CONNECTING TO V4 EXPERIENCE

ЗЕЛЕНО-БЛАКИТНА ІНФРАСТРУКТУРА В МІСТАХ ПОСТРАДЯНСЬКОГО ПРОСТОРУ

ВИВЧЕННЯ СПАДЩИНИ
ТА ПІДКЛЮЧЕННЯ ДОСВІДУ КРАЇН V4

Collective monograph
Колективна монографія

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА

**GREEN & BLUE INFRASTRUCTURE IN POST-USSR CITIES:
EXPLORING LEGACIES AND CONNECTING TO V4 EXPERIENCE**

Collective monograph
Edited by Nadiya V. Maksymenko, Anton D. Shkaruba

**ЗЕЛЕНО-БЛАКИТНА ІНФРАСТРУКТУРА В МІСТАХ
ПОСТРАДЯНСЬКОГО ПРОСТОРУ: ВИВЧЕННЯ СПАДЩИНИ
ТА ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО ДОСВІДУ КРАЇН V4**

Колективна монографія
За редакцією Н. В. Максименко, А. Д. Шкаруба



Харків – 2022

UDK 502.5:712.4/.5](47+57)
G-78

Reviewers:

Massimo Sargolini, Full professor of Town and regional planning, Director of the School of Architecture and Design of University of Camerino, Italy;
Sergiy Sonko, DrSc, Prof. Department of Ecology and Safety of Vital Functions, Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine;
Ganna Titenko, Candidate of Science (Geography), Associate Professor, Director of the Karazin Institute of Environmental Sciences, V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine.

Authors: N. Maksymenko, A. Shkaruba, A. Achasov, V. Bezsonnyi, M. Bihuňová, M. Boiaryn, S. Burchenko, R. Vasyliuk, E. Wernerová, V. Voronin, O. Gololobova, M. Goptsiy, A. Hrechko, K. Zviahintseva, L. Jona, N. Kichuk, A. Klieshch, I. Koval, E. Kochanov, I. Kuzyk, A. Kuzminova, L. Kushchenko, M. Nazaruk, A. Nekos, V. Ovcharuk, P. Pasečný, V. Peresadko, J. Rubaszek, E. Semančíková, K. Sepp, A. Skryhan, K. Utkina, L. Tsaryk, N. Cherkashyna, Z. Shakirzanova, I. Shpakivska.

*Approved for publication by the decision of the Academic Council
of V. N. Karazin Kharkiv National University
(protocol № 15 of September 26, 2022)*

G-78 Green & Blue Infrastructure in Post-USSR cities: exploring legacies and connecting to V4 experience : collective monograph / Ed. by Nadiya V. Maksymenko, Anton D. Shkaruba. – Kharkiv : V. N. Karazin Kharkiv National University, 2022. – 400 p.

ISBN 978-966-285-780-1

The collective monograph was prepared by scientists from Ukraine, the Czech Republic, Poland, Slovakia, Hungary, the Netherlands and Estonia during the implementation of the project of International Visegrad Foundation “Green & Blue Infrastructure in Post-USSR Cities: exploring legacies and connecting to V4 experience”. It contains a comprehensive analysis of the problems of development and maintenance of green-blue infrastructure, which are related to aspects of policy, management and technology, and examples of effective solutions.

The monograph will be useful to the relevant academic community and a wide range of practitioners and specialists who are engaged in the development and management of GBI in Ukraine, and can also be used in the educational process of graduate students and students who conduct scientific research on this topic.

UDC 502.5:712.4/.5](47+57)

ISBN 978-966-285-780-1

© V. N. Karazin Kharkiv National University, 2022
© Collective authors, ed. by Nadiya V. Maksymenko,
Anton D. Shkaruba, 2022
© Prudnik N. E., design of cover, 2022

УДК 502.5:712.4/.5](47+57)
З-48

Рецензенти:

Массімо Сарголіні – професор міського і регіонального планування, Директор Школи архітектури і дизайну Університету Камеріно, Італія;
Сонько С. П. – доктор географічних наук, професор, професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету садівництва;
Тітенко Г. В. – кандидат географічних наук, доцент, директор Навчально-наукового інституту екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Автори: Максименко Н. В., Шкаруба А. Д., Ачасов А. Б., Безсонний В. Л., Бігуньова М., Боярин М. В., Бурченко С. В., Василюк Р. М., Вернерова Е., Воронін В. О., Гололобова О. О., Гошій М. В., Гречко А. А., Звягінцева К. О., Йона Л., Кичук Н. С., Клещ А. А., Коваль І. М., Кочанов Е. О., Кузик І. Р., Кузьміна А., Кущенко Л. В., Назарук М. М., Некос А. Н., Овчарук В. А., Пасечний П., Пересадько В. А., Рубашек Ю., Семанчікова Е., Сепп К., Скриган А. Ю., Уткіна К. Б., Царик Л. П., Черкашина Н. І., Шакірзанова Ж. Р., Шпаківська І. М.

*Затверджено до друку рішенням Вченої ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 15 від 26. 09. 2022 року)*

З-48 Зелено-блакитна інфраструктура в містах пострадянського простору: вивчення спадщини та підключення до досвіду країн V4 : колективна монографія / За ред. Н. В. Максименко, А. Д. Шкаруба. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. – 400 с.

ISBN 978-966-285-780-1

Колективна монографія підготовлена вченими із України, Чехії, Польщі, Словаччини, Угорщини, Нідерландів та Естонії в ході виконання однойменного проекту Міжнародного Вишеградського фонду. Вона містить всебічний аналіз проблем розвитку та обслуговування зелено-блакитної інфраструктури, які пов'язані з аспектами політики, управління та технологій, та приклади ефективних рішень.

Монографія буде корисна відповідній академічній спільноті та широким колам практиків і фахівців, які займаються розробкою та управлінням ЗБІ в Україні, а також може використовуватись у навчальному процесі аспірантів та студентів, які проводять наукові дослідження за цією тематикою.

УДК 502.5:712.4/.5](47+57)

ISBN 978-966-285-780-1

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2022
© Кол. авторів, за ред. Н. В. Максименко, А. Д. Шкаруба, 2022
© Пруднік Н. Є., макет обкладинки, 2022



2.3.2. Green Infrastructure of Lviv: History and Modernity <i>M. Nazaruk</i>	155	2.3.2. Зелена інфраструктура міста Львова : історія і сучасність <i>М. Назарук</i>
2.3.3. Geoeological features of the green-blue infrastructure of the Ternopil city <i>L.Tsaryk, R.Kuzyk</i>	172	2.3.3. Геоєкологічні особливості зелено-блакитної інфраструктури міста Тернопіль <i>Л. Царик, Р. Кузик</i>
2.3.4. Green-blue infrastructure of the city of Ivano-Frankivsk <i>R. Vasylyuk</i>	191	2.3.4. Зелено-блакитна інфраструктура м. Івано-Франківськ <i>Р. Василюк</i>
2.3.5. Functioning features of the blue infrastructure of the city of Lutsk <i>A. Nekos, M. Boiaryn</i>	203	2.3.5. Особливості функціонування блакитної інфраструктури міста Луцьк <i>А. Некос, М. Боярин</i>
2.3.6. Surface reservoirs and springs of the city of Kharkiv, as components of the blue infrastructure of the city of Kharkiv <i>N. Maksymenko, V. Peresadko</i>	216	2.3.6. Поверхневі водойми і джерела м. Харків, як складові блакитної інфраструктури м. Харків <i>Н. Максименко, В. Пересадько</i>
2.3.7. Ecological aspects of the formation of blue infrastructure in the city of Yaremche (Carpathian National Natural Park) <i>M. Hoptsiy, L. Kushchenko</i>	230	2.3.7. Екологічні аспекти формування блакитної інфраструктури м. Яремче (Карпатський національний природний парк) <i>М. Гопцій, Л. Куценко</i>
3. TRANSFER OF KNOWLEDGE AND PRACTICES. INNOVATIONS IN URBAN PLANNING AND MANAGEMENT	245	3. ТРАНСФЕР ЗНАНЬ ТА ПРАКТИК. ІННОВАЦІЇ У МІСТОБУДІВНОМУ ПЛАНУВАННІ ТА УПРАВЛІННІ
3.1. ESS analysis and Green Network by the example of the VivaGrass Project. Estonia <i>K. Sepp</i>	246	3.1. ГІС - аналіз та Зелена мережа на прикладі проекту VivaGrass. Естонія <i>К. Сепп</i>
3.2. Prospects for the use of landscape and ecological planning in cities <i>N. Maksymenko, N. Cherkashyna</i>	249	3.2. Перспективи використання ландшафтно-екологічного планування у містах <i>Н. Максименко, Н. Черкашина</i>

2.3.7. Ecological aspects of the formation of blue infrastructure in the city of Yaremche (Carpathian National Natural Park)

2.3.7. Екологічні аспекти формування блакитної інфраструктури м. Яремче (Карпатський національний природний парк)

GOPTSIY Maryna

PhD in Geography, Senior Lecturer Department of Land Hydrology, Odesa State Environmental University, Odesa, Lvivska 15,
<https://orcid.org/0000-0002-3437-3732>,
maryna.goptsiy@gmail.com

KUSHCHENKO Liliia

PhD student of Department of Land Hydrology, Odesa State Environmental University, Odesa, Lvivska 15
<https://orcid.org/0000-0001-6770-1627>

Abstract. The study is devoted to the analysis of the ecosystem of the city of Yaremche, namely its natural and hydrological components. The city is located in the valley of the Prut River (54 km from the source) on the territory of the Carpathian National Natural Park.

The region under study is characterized as the most flood-prone region in Ukraine. The consequences and damage caused by floods and villages have repeatedly brought the region to the top ten on the list of those affected by natural disasters according to the CRED rating.

A water source, as a natural object, is quite sensitive to changes in the natural environment and acts as a kind of climatic indicator. Monitoring of natural water sources is an important element in the study of regional and global climate change since urbanized ecosystems make changes to the natural processes and conditions for the formation of river flow.



The territory is characterized by significant afforestation of watersheds (87%). According to the research department of the Carpathian National Natural Park, the natural forest ecosystems of the city, represented in the Yaremche and Yamnyansky research departments, did not experience a significant impact of human intervention. They play a regulatory role during extreme runoff.

Cities, towns, and engineering buildings are increasingly making changes to the natural processes and conditions for the formation of river flow. During floods, the water level can rise by 2–5 meters. On the territory of the city, it will be noted the release of water into the floodplain and the flooding of the territory. Any increase in the level can have dangerous consequences since there are buildings for both residential and commercial purposes in the floodplain.

In addition, in the channel and floodplain of the rivers, there is garbage that has a negative ecological state and aesthetic appearance and fragments of wood that form unfavorable conditions for the flow of rivers.

Complex treatment facilities operate in Yaremche, which treat wastewater from the residential sector of the city and several small enterprises.

Almost all pollutants are found in river water in concentrations close to the boundary. The possibility of untreated effluents from private sector households or recreation complexes entering the river and flushing from agricultural land is also not ruled out.

To achieve a good ecological state on the rivers, an integrated approach to water resource management is required.

Keywords: city ecosystem, natural hydrological analysis, water regime, rivers, treatment facilities, water quality.

ГОПЦІЙ Марина Володимирівна – канд. геогр. наук, старший викладач кафедри гідрології суші Навчально-наукового гідрометеорологічного інституту Одеського державного екологічного університету, 65016, Україна, м. Одеса, вул. Львівська, 15 <https://orcid.org/0000-0002-3437-3732>, maryna.goptsy@gmail.com

КУЩЕНКО Лілія Вікторівна – здобувач кафедри гідрології суші Навчально-наукового гідрометеорологічного інституту Одеського державного екологічного університету, 65016, Україна, м. Одеса, вул. Львівська, 15 <https://orcid.org/0000-0001-6770-1627>

Анотація. Дослідження присвячено аналізу екосистеми міста Яремче, а саме її природно-гідрологічної складової. Місто розташовано в долині річки Прут (на 54 км від витоків) на території Карпатського національного природного парку.

Досліджуваний регіон характеризується як найбільш паводконебезпечний регіон України. Наслідки та збитки, які приносять паводки та селі, вже неодноразово виводили регіон у десятку в списку постраждалих від стихійних лих за рейтингом CRED.

Водне джерело, як природний об'єкт, є досить чутливим до змін навколишнього природного середовища і виступає своєрідним кліматичним індикатором. Моніторинг природних водних джерел є важливим елементом у вивченні регіональних і глобальних кліматичних змін, оскільки урбанізовані екосистеми вносять зміни в природний процес та умови формування стоку річок.

Територія характеризується значною залісеністю водозборів (87%). За дослідженнями науково-дослідного відділу Карпатського НПП природні лісові екосистеми міста, що представлені в Яремчанському та Ямнянському ПНДВ не зазнали істотного впливу людського втручання, а тому виконують регулюючу роль під час екстремального стоку.

Міста, селища та інженерні споруди все більше вносять зміни в природні процеси та умови формування стоку річок. В період паводків рівень води може підіймається на 2-5 метрів. На території міста буде відмічатися вихід води у заплаву та підтоплення території. Будь-яке підвищення рівня може мати небезпечні наслідки, оскільки в заплаві є будівлі як житлового так і господарського призначення.

Крім того, в руслі та заплаві річок є сміття, що має негативний як екологічний стан, так і естетичний вигляд, та уламки деревини, що утворюють несприятливі умови для стоку річок.

У місті Яремче працюють комплексні очисні споруди, які очищають стічні води житлового сектору міста та декількох невеликих підприємств.

Практично всі речовини-забруднювачі перебувають у річковій воді у концентраціях близьких до граничних. Не виключається також можливість потрапляння у річку неочищених стоків з домогосподарств приватного сектору або відпочинкових комплексів, змивів з сільськогосподарських угідь.

Для ефективного функціонування екосистеми м. Яремче необхідний комплексний підхід в управлінні водними ресурсами, з метою досягнення доброго екологічного стану на річках.

Ключові слова: екосистема міста, природно-гідрологічний аналіз, водний режим, річки, очисні споруди, якість води.

В рамках Літньої школи (13-27 вересня 2021 року), яка була організована International Visegrad Fund project «GAP - Green & Blue Infrastructure in Post-USSR Cities: Exploring Legacies and Connecting to V4 Experience» та проекту Erasmus+ CBHE «INTENSE - Integrated Doctoral Program for Environmental Policy, Management and Technology», авторами досліджено природно-гідрологічні аспекти екосистеми міста Яремче, що розташоване на території Карпатського національного природного парку (рис. 1).

Карпатський національний природний парк (Карпатський НПП), створений відповідно до постанови Ради Міністрів УРСР № 376 від 3 червня 1980 року [1], розташований на території Яремчанського краю. Карпатський НПП, площею 50 495 га (землі постійного користування – 38 322 га, землі інших користувачів – 12 173 га), має загальнодержавне значення і входить до складу природно-заповідного фонду України. Головною метою і завданням Карпатського НПП є збереження, відтворення та ефективне використання природних комплексів та об'єктів Чорногори і Горган, що мають особливу природоохоронну, оздоровчу, історико-культурну, наукову, освітню та естетичну цінність [3]. В місті Яремче за адресою вул. Василя Стуса, 6, розташовано Еколого-освітній візит-центр та науково-дослідні відділи Національного природного парку «Карпатський» (рис. 2).

Міста та селища, інженерні споруди все більше впливають на стан природи. Антропогенні, перетворені людиною урбанізовані екосистеми вносять зміни в природній процес та умови формування стоку річок.

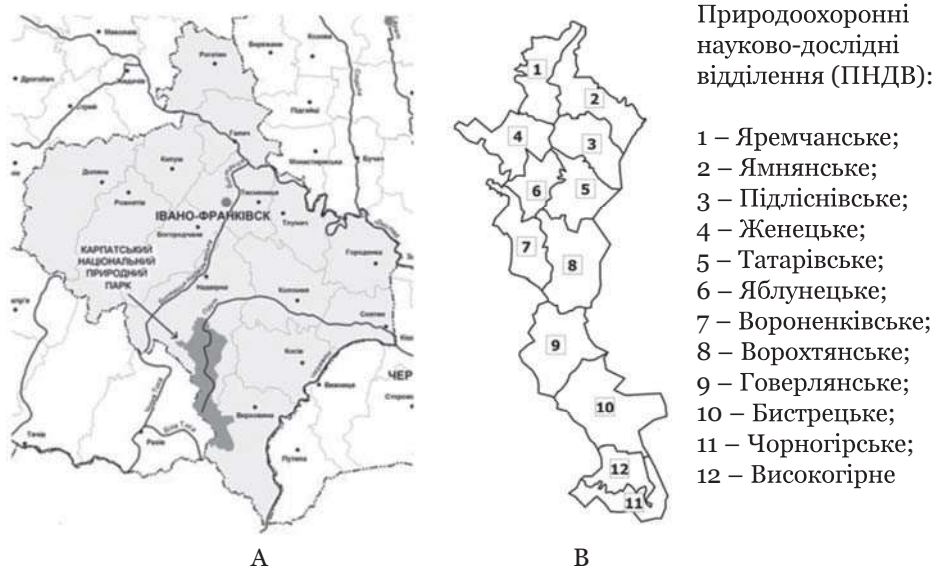


Рис. 1. Карто-схеми розташування Карпатського національного природного парку (А) в Івано-Франківській області та його природоохоронних науково-дослідних відділень (В) [1];

Fig. 1. Map-scheme of the Carpathian national nature park (A) in Ivano-Frankivsk region and its nature-research units (B) [1]

Отже моніторинг природних водних джерел є важливим елементом у вивченні регіональних і глобальних кліматичних змін. Неконтрольована вирубка лісу в горах призводить не лише до збільшення поверхневого стоку, а й до зміни мікроклімату долин, пересихання гірських водних джерел, зростання селе- та лавинної небезпеки [3].

Водне джерело, як природний об'єкт, є досить чутливим до змін навколишнього природного середовища і виступає своєрідним кліматичним індикатором. На фоні глобальних кліматичних змін виникають реальні ризики зміни режиму природних водних об'єктів, які відмічають вітчизняні вчені [4] у своїх дослідженнях: в період до 1989 року у живленні річок скорочувались частки внутрішньогрунтового та снігового видів живлення та зростали, відповідно, частки дощового і постійного підземного живлення; у сучасний період – відбувається певний перерозподіл стоку протягом року, а саме відмічається тенденція до загального вирівнювання внутрішньорічного його розподілу [4]. У межах Карпатського НПП така тенденція рідко, але все ж відзначається з другої половини 90-х рр. XX ст. [5].

Однією з головних причин негативних наслідків антропогенного впливу на водні об'єкти є споживацьке ставлення до них. Вода як природний ресурс, на відміну від нафти, газу, вугілля, кожен рік відновлюється



Рис. 2. Візит учасників літньої школи до науково-дослідного відділу Карпатського Національного природного парку

Fig. 2. Visit of the participants of a Summer school to research unit of the Carpathian national nature park

в процесі глобального водообміну. Тому водні ресурси довго вважалися невичерпними і здатними до самоочищення. Проте, посилення впливу людини на водні джерела і ландшафти водозбірних басейнів призвело до порушення умов формування стоку і водного режиму, зниження самовідновлювальної здатності водних об'єктів, що зумовило зменшення водності річок, зниження їх біопродуктивності, погіршення якості води та збільшення негативного впливу дії вод на земельні ресурси [5].

Місто Яремче (раніше Яремча) розташовано в міжгірній улоговині Українських Карпат (рис. 1, с), у межах гірського масиву Горган, а саме у південно-західній частині Івано-Франківської області, неподалік від Покутсько-Буковинських Карпат та Чорногори. Висоти гір коливаються від 400 м до 1542 м. Яремче оточено горами зусібіч: з півдня і південного заходу хребет Явірник, з заходу - Щівка, Чорногориця, Синячка, зі сходу - Маковиця. Площа міста 114 км², а чисельність населення - близько 8 тис. чоловік [6].

Блакитну інфраструктуру у м. Яремче формують струмки Боярський та Малявський, які проносять свої стрімкі води через усе місто, впадають у річку Прут. Річка Прут бере початок у Східних Карпатах, біля підніжжя найвищої точки українських Карпат – гори Говерла, протікає через дві області в Україні (Івано-Франківську та Чернівецьку), а також по кордону з Молдовою та Румунією.

Від витоків і майже до міста Чернівці річка Прут має яскраво виражений гірський характер, русло дуже розгалужене, правий берег стрімкий, подекуди поперечний профіль русла має вигляд урвища. Ширина Прута тут коливається від 50-70 м до 150 м, на розгалужених ділянках – 500-800 м. Глибина в межень становить не більше 0,5-1,5 м, а при найбільших рівнях води – до 6 м. Швидкість течії у верхів'ї дуже велика – до 1-1,2 м/с, під час паводків сягає 4 м/с.



Площа водозбору річки Прут до м. Яремче складає 597 км² (довжина від витoku – 54 км, середній ухил – 21,8 ‰, середня висота – 990 м), а загальна його площа – 27500 км². Басейн р. Прут на сході межує із вододілом р. Дністер, а на заході – р. Серет. За класифікацією, яка наведена у статті 79 Водного кодексу України, (1995 р.) [7], за площею досліджуваний водозбір р. Прут до міста Яремче відноситься до малих водозборів, весь басейн Прута – до середніх. Тоді як за класифікацією згідно Водній Рамковій Директиві ЄС (2000 р.) [8], розглянутий водозбір р. Прут до м. Яремче за своєю площею буде середній, а весь басейн Прута – дуже великий.

Ухил річки змінюється від 100 ‰ (біля г. Говерла – у Верхній течії) до 0,05 ‰ (біля гирла). Різниця рівнів витoku (931 м) і гирла (22 м) – 909 м, середнє падіння становить майже 1,1 м на кілометр. Водний режим р. Прут характеризується підвищеним зимовим стоком і часто води виходять з берегів під час весняного водопілля або літніх дощових паводків. Середньорічна витрата води біля міста Яремче становить 12,4 м³/с. Середня глибина річки Прут упродовж верхніх двох третин його течії невелика і не перевищує 1-2 м, тому судноплавство тут неможливе.

Відразу після витoku річка Прут утворює Прутецькі водоспади, поруч з якими проходить чи не наймальовничіший маршрут на гору Говерла. Значно потужніший водоспад (водоспад Пробій – рис. 3) розташований в місті Яремче.

На ділянці від м. Ворохта до м. Яремче (довжина близько 30 км) річку Прут при середніх та високих рівнях води використовують для сплаву деревини. Тут трапляються різноманітні пороги середньої складності, серед них Триступінчатий в кінці Ворохти, Водоспадний – поруч з селом Микуличин, Косий – між селами Микуличин та містом Яремче. Найскладнішою водною перешкодою є Яремчанський каньйон, довжина якого майже два кілометри.

Каньйон починається в місті Яремче на правому березі і простягається на 200-300 м до водоспаду Пробій. В каньйоні розташовані досить складні пороги: Прикарпатський, притиск Довбуша, і найскладніший – водоспад Пробій висотою приблизно 8 м та кутом нахилу до 45 градусів.

Рельєф досліджуваної території формувався протягом тривалого часу: близько 35 мільйонів років тому на цій території існував океан Тетіс. На дні океану нашарувалися пісок, глина, вапняк, які після відступу води скам'яніли та під дією природних зовнішніх факторів утворили сучасні гори.

Клімат території помірно-континентальний, вологий і вітряний. Середньорічна температура повітря по м. Яремче (абс. Н = 531 м) складає 6,7 °С. Найбільша середньомісячна температура характерна для липня +17,0 °С, а найменша середньомісячна температура – березень +0,8 °С.



Рис. 3. Водоспад Пробій в місті Яремче під час польових досліджень,
13-27 вересня 2021 р

Fig. 3. Probiy waterfall in Yaremche town – field visit,
13 – 27 September 2021

Середня відносна вологість повітря складає 72 %, а середній атмосферний тиск – 954 гПа [9].

Річна сума опадів коливається в межах 600-1500 мм. Загальна кількість опадів, їх вид, тривалість та інтенсивність суттєво впливають на розвиток гідрологічної мережі, виникнення паводків, селевих потоків та зсувів, на розвиток і інтенсивність ерозійних процесів.

Літо прохолодне і вологе, часто із дощами та зливами (максимум опадів спостерігається саме влітку 60-80 % річної норми). Проте, в окремі дні температура повітря може сягати 33-35 °С.

Вітровий режим характеризується певною закономірністю, яка зумовлена як циркуляцією повітряних мас, так і рельєфом місцевості. Протягом року найменша середня швидкість вітру становить 1-2 м/с, тоді як у горах 4-5 м/с влітку і до 8 м/с взимку. Однак в окремі дні швидкість вітру досягає 40 м/с, що супроводжуються вітровалами в лісових масивах [9].

Рекреаційна діяльність Карпатського НПП є одним із головних пріоритетів розвитку національного природного парку, але поряд з позитивними сторонами, інтенсивний розвиток рекреації може негативно вплинути на стан навколишнього середовища, привести до незворотних змін рослинного покриву та гідрологічної мережі природних екосистем. В зв'язку з цим виникає необхідність використання рекреаційних ресурсів з оптимальними навантаженнями на природні комплекси.

Туристично-рекреаційний потенціал території Карпатського НПП характеризується вертикальним розміщенням кліматичних поясів та рослинності. Це обумовлює значну різноманітність відпочинку і великі можливості для лікування різних захворювань. Природні компоненти,

які мають оздоровчі властивості багатоцільового призначення – кліматичні ресурси, ліси та водні комплекси.

На території Карпатського НПП прокладені еколого-пізнавальні (19) і науково-пізнавальні (3) стежки, еколого-туристичні маршрути (19), зони (9) та місця (9) відпочинку [1].

Зі слів спеціаліста наукового відділу лісівничо-ботанічної лабораторії Карпатського НПП Тимчук Оксани Василівни у м. Яремче природні лісові екосистеми міста, що представлені в Яремчанському та Ямнянському природоохоронних науково-дослідних відділеннях не зазнали істотного впливу людського втручання.

Таким чином, старовікові ліси та праліси виконують важливу екологічну роль у функціонуванні природних лісових екосистем та гідрологічному режимі досліджуваної території.

Річки, розглянутої території, за класифікацією Львовича [11-12], відносяться до змішаного типу живлення з переважанням дощового. Дуже часто, особливо навесні та влітку, гідрометеорологічною службою фіксуються селеві паводки та повені. У літописах є згадки про перші паводки у 1730 році, а про селі - у 1900 році. За останні 20 років на території міста Яремче було зафіксовано високі паводки у 2006, 2008 та 2020 роках.

Паводки спостерігаються протягом усього року, а тому екстремально високі значення, як рівнів води, так і витрат води можуть призводити до негативних наслідків у будь який сезон.

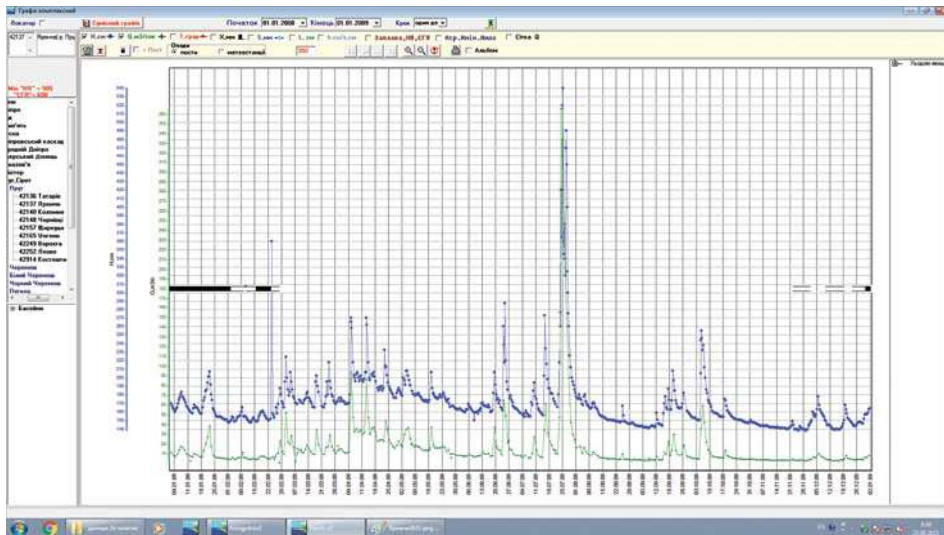


Рис. 4. Гідрограф стоку р. Прут – м. Яремча, 2008 рік

Fig. 4. Prut river flow hydrograph – Yaremche town, 2008

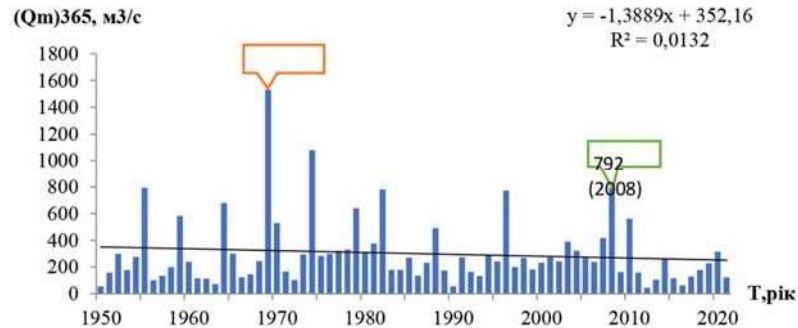


Рис. 5. Хронологічний графік спостережених максимальних витрат води р. Прут – м. Яремче за період 1950-2021 роки

Fig. 5. Chronological schedule of the observed max water losses of the Prut river – Yaremche town, 1950 – 2021

Один з таких паводків був 23-28 липня 2008 року, коли випало 2-3 місячної норми опадів (по м. Яремче 321 мм) і за рейтингом Центру дослідження епідеміології катастроф CRED (<https://www.cred.be/>) вивів нашу країну на дев'яте місце в списку постраждалих від стихійних лих (постраждало близько 225 тис. людей і загинуло 38 чоловік).

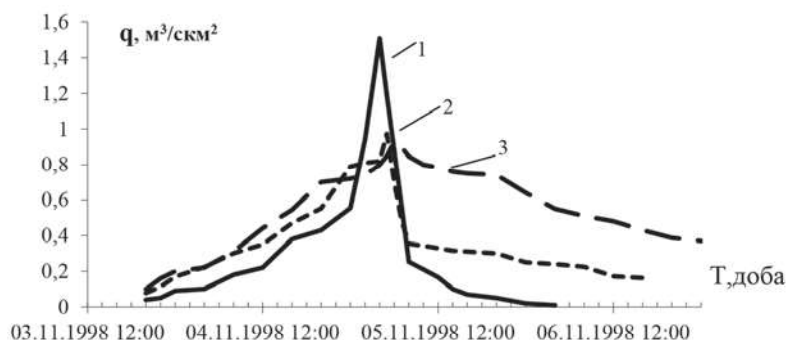
Гідрограф стоку (рис. 4), побудований за допомогою Автоматизованого робочого місця гідролога (розробленого в Українському гідрометеорологічному центрі), показує, що підйом рівня води в річці за час паводку сягнув 3,7 метра.

Паводок 2008 року став історичним для досліджуваної території не лише за своїми негативними наслідками, але й по величині. Об'єм стоку, що пройшов по руслу річки у ці дні, був найбільшим за роки гідрологічних спостережень, проте він був на порядок меншим за величиною максимальної витрати води у порівнянні із історично-відомим паводком 1969 року, можна побачити на хронологічному графіку максимальних річних витрат води (рис. 5).

Територія характеризується значною залісеністю водозборів (87 %), яка виконує регулюючу роль у паводконебезпечних регіонах держави, але все ж таки проявів екстремального стоку не вдається уникнути.

Для наочного представлення впливу лісу під час паводків досить добре ілюструють гідрографи стоку (рис. 6) побудовані Б.В. Кіндюком [12] для річок Карпатського регіону (паводок 1998 року), де із збільшенням залісеності гідрограф розпластується, а пік зменшується.

При польових дослідженнях у період перебування у літній школі були обстежені:



1 - стр. Студений - с. Н. Студений ($f_n=18\%$); 2 - р. Ріка – смт Міжгір`я ($f_n=41\%$); 3 - р. Ріка - м. Хуст ($f_n=48\%$);

Рис.6. Гідрограф стоку в період паводка у листопаді 1998р. [12]

Fig. 6. Flow hydrograph during flooding period in November 1998 [12]

- річка Прут на шляху еколого-пізнавальної стежки на гору Говерла (рис. 7);
- вздовж міста Яремча нижче водоспаду Пробій до перетину із залізничною колією (рис. 8);
- її права притока р. Жонка та водоспад «Дівочі сльози» (рис. 9).

Зараз на усіх водних артеріях спостерігається осіння межень, для якої характерно низька водність, проте швидкість течії досить жвава, а тому навіть складно уявити їх силу при повенях, коли швидкість течії вразі вищі ніж сьогодні, а рівень підіймається на 2-5 метрів, що на більшій половині території міста буде відмічатися вихід води у заплаву та підтопленням території. Будь-яке підвищення рівня може мати небезпечні наслідки, оскільки в заплаві є будівлі як житлового так і господарського призначення (рис. 10).

Крім того, не можна залишати осторонь, що в руслі та заплаві річок є сміття, що має негативний як екологічний стан, так і естетичний вигляд, та уламки деревини, що можуть створити несприятливі умови для стоку річок (рис. 11).

У місті працюють комплексні очисні споруди (КОС), які очищають стічні води житлового сектору міста та декількох невеликих підприємств. Приватний житловий сектор, рівно як новозбудовані відпочинкові котеджі і розважальні заклади, не завжди підключені до центральної каналізаційної системи міста. Частина з них має свої локальні очисні споруди (ЛОС), а частина користується традиційними засобами – вигрібні ями, септики тощо [6].



Рис. 7. Дослідження р. Прут на шляху еколого-пізнавальної стежки
«На Говерлу»

Fig. 7. Research works on the Prut river during
the field trip along Na Goverla path



Рис. 8. Дослідження р. Прут вздовж міста Яремча від водоспаду Пробій

Fig. 8. Research works on the Prut river near Yaremche town
and Probiy waterfall

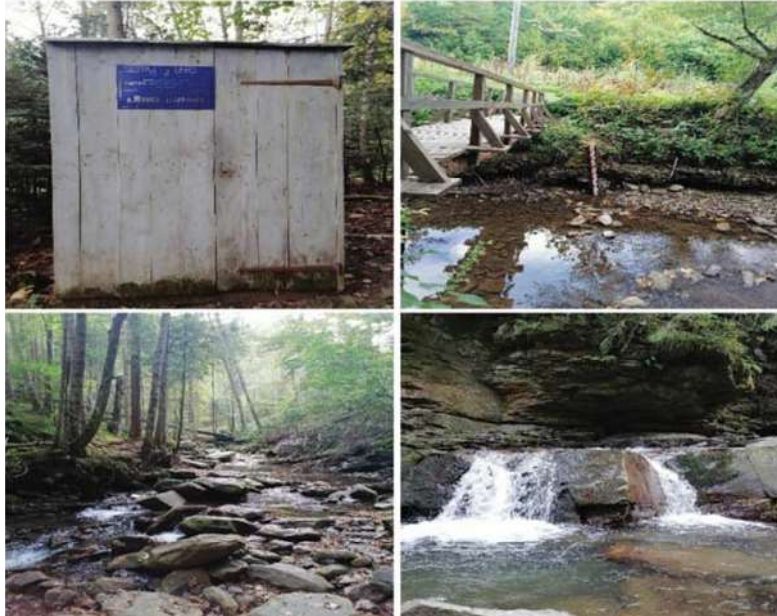


Рис. 9. Дослідження правої притоки р. Прут - річка Жонка (зверху) та водоспад «Дівочі сльози» (знизу)

Fig. 9. Study of the right tributary of the Prut river – the Zhonka river (up) and Girl's tears waterfall (down)



Рис. 10. Забудова заплави р. Прут в межах міста Яремче

Fig. 10. Construction sites of the Prut river floodplain within Yaremche town



Рис. 11. Залишки сміття та уламки деревини у руслі р. Прут вище м. Яремче

Fig. 11. Garbage and wood wastes in the Prut river flow upper to Yaremche town

У той же час тривожною є тенденція, що практично всі речовини-забруднювачі перебувають у річковій воді у концентраціях, близьких до граничних. Це вказує на критичний стан очисних споруд м. Яремче, що може бути спричинене або їх технічною чи моральною застарілістю, або значним збільшенням останнім часом обсягів скидів міських комунальних каналізаційних мереж. Не виключається також можливість потрапляння у річку неочищених стоків з домогосподарств приватного сектору або відпочинкових комплексів, змивів з сільськогосподарських угідь.

Таблиця 1

Якість стічних вод [13]

Назва підприємства, місце розташування	Показники, мг/л	Якість стічних вод мг/л (після очистки)	Встановлені ГДК, мг/л
Виробниче Управління Водопровідно-Каналізаційного Господарства (м. Яремче)	зав. речовини	15	15
	БПК ₅	6	15
	азот загал.	5	1,5
	фосфор загал.	1,2	0,17

Забруднення води біогенними іонами є небезпечним, оскільки ці сполуки є хімічними каталізаторами процесу антропогенного евтрофування поверхневих вод (т. зв. «цвітіння води»). Забруднення поверхневих вод неминуче призводить до потрапляння полутантів у підземні горизонти, а з них – у питну воду [13].



Висновки до розділу. Практика організації літніх шкіл в рамках міжнародних проектів є дуже корисною та цікавою справою для усіх її учасників. Для молодих вчених це чудова можливість провести польові експерименти та доповнити свої дослідження натурними спостереженнями, а також перейняти досвід ведучих міжнародних фахівців, які були лекторами.

- Досліджувана територія знаходиться в межах Карпатського національного парку, й отже має великий рекреаційно-туристичний потенціал.
- З іншого боку, територія Українських Карпат, й зокрема Яремчанський край, є практично одним з самих паводко- небезпечних на території нашої держави.
- Проведений природно-гідрологічний аналіз екосистеми міста Яремче та її водних об'єктів дозволив виявити низку проблем:
 - природна регулююча здатність водних потоків знижується внаслідок накопичення в руслі та заплаві річок сміття та уламків деревини;
 - стан очисних споруд у м. Яремче є критичним, на що вказує якість стічних вод після їх очистки; кількісні значення по окремим показникам (азот та фосфор) значно перевищують ГДК.
- Для подальшого збереження та ефективного функціонування екосистеми м. Яремче необхідний комплексний підхід в управлінні водними ресурсами з метою досягнення ними доброго екологічного стану, а також постійний моніторинг паводкової ситуації на річках з метою швидкого оповіщення населення у разі виникнення загроз затоплення заплави та прилеглих територій внаслідок проходження паводків.

Список використаних джерел до розділу

1. Карпатський національний парк: монографія / за ред. Приходька М. М., Киселюка О. І., Яворського А. І. та інш. Івано-Франківськ, Фоліант, 2009. 672 с.
2. Карти Google :*Google* : веб-сайт. Режим доступу <https://www.google.com/maps/place/Яремче+Івано-Франківська+область> (дата звернення 24.08.2022 р.)
3. Зелена книга України / Під заг. ред. чл.-корр. НАН України Я.П. Дідуха. Київ : Альтерпрес, 2009. 448 с.
4. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) : монографія. Київ : Ніка-Центр, 2010. 315 с. URL: <http://elib.chdtu.edu.ua/e-books/4109>
5. Карпатський регіон: актуальні проблеми та перспективи розвитку : монографія у 8 томах / НАН України. Інститут регіональних досліджень; наук. ред. В.С. Кравців. Львів, 2013. Том 1. Екологічна безпека та природно-ресурсний потенціал / відп. ред. В.С. Кравців. 2013. 336 с.

6. Яремчанська міська рада. Івано-Франківська область, Надвірнянський район [Електронний ресурс] : офіційний сайт. URL: <https://yaremcha-miskrada.gov.ua/> (дата звернення 23.08.2022 р.)
7. Водний кодекс України. Відомості Верховної Ради України. 1995. № 24, ст. 189. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення 26.08.2022 р.)
8. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення : вид. офіційне. Київ: Твій формат, 2006. 240 с.
9. Клімат України : монографія / За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. Київ: Вид-во. Раєвського, 2003. 343 с.
10. Загальна гідрологія: підручник / В. К. Хільчевський, О. Г. Ободовський, В. В. Гребінь та ін. Київ: Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2008. 399 с.
11. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Водні об'єкти України та рекреаційне оцінювання якості води: навч. посібник. Київ : ДІА, 2022. 240 с.
12. Киндюк Б. В., Овчарук В. А. Розрахунок швидкостей добігання зливових паводків на річках Закарпаття. Водне господарство України. 2005. №3. С. 55-58.
13. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2019 році. URL : <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/11/proekt-nacz.-dop.-za-2019.pdf> (дата звернення 31.08.2022 р.)

References to the chapter

1. Prykhodka, M. M., Kyseliuka, O. I., Yavorskoho, A. I. and etc. (Eds.). (2009). *Carpathian National Park*: monohrafiia. Ivano-Frankivsk, Foliant.
2. GoogleMaps Retrieved from <https://www.google.com/maps/place/Iaremche+Ivano-Frankivska+oblast>
3. Didukha, Ya. P. (Eds.). (2009). *Green book of Ukraine*. Kyiv : Alterpres.
4. Hrebin, V. V. (2010). *Modern water regime of rivers of Ukraine (landscape and hydrological analysis)* : monohrafiia. Kyiv : Nika-Tsentr.
5. Kravtsiv, V. S. (Eds.). (2013). *The Carpathian region: current problems and development prospects: a monograph in 8 volumes / NAS of Ukraine*. Lviv, 1. Ecological safety and natural resource potential.
6. Yaremchan city council. Ivano-Frankivsk region, Nadvirnyansky district. Retrieved from <https://yaremcha-miskrada.gov.ua/>
7. Water Code of Ukraine. Information of the Verkhovna Rada of Ukraine. 1995. №24, st.189. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
8. (2006). *EU Water Framework Directive 2000/60/EC. Basic terms and their definitions*: ed. official Kyiv: Your format
9. Lipinskoho, V. M., Diachuka, V. A., Babichenko, V. M. (Eds.). (2003). *Climate of Ukraine*: monohrafiia. Kyiv : Vyd-vo. Raievskoho.
10. Khilchevskiy, V. K., Obodovskiy, O. H., Hrebin, V. V. and ets. (2008). *General hydrology*: textbook. Kyiv : Publishing and Printing Center "Kyiv University".
11. Khilchevskiy, V. K., Hrebin, V. V. (2022). *Water bodies of Ukraine and recreational assessment of water quality: training. Manual*. K.: DIA.
12. Kyndiuk, B. V., Ovcharuk, V. A. (2005). Calculation of catch-up speeds of torrential floods on the rivers of Transcarpathia. *Water management of Ukraine*. №3.
13. National report on the quality of drinking water and the state of drinking water supply in Ukraine in 2019 Retrieved from <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/11/proekt-nacz.-dop.-za-2019.pdf>