

Р. Л. КРАВЧИНСЬКИЙ, М. В. КОРЧЕМЛЮК,
В. К. ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ, Я. Я. ТИМЧУК,
О. М. СТЕФУРАК

ВИВЧЕННЯ ПРИРОДНИХ УМОВ КАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ: абіотичний аспект



Міністерство економіки, довкілля та сільського господарства України
Карпатський національний природний парк

**Р. Л. КРАВЧИНСЬКИЙ, М. В. КОРЧЕМЛЮК,
В. К. ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ, Я. Я. ТИМЧУК,
О. М. СТЕФУРАК**

ВИВЧЕННЯ ПРИРОДНИХ УМОВ КАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ: абіотичний аспект

Навчальний посібник для студентів закладів вищої освіти,
які проходять практику в Карпатському НПП

*Присвячується 45-річчю
Карпатського національного природного парку
(1980-2025 рр.)*

За редакцією В.К. Хільчевського

Івано-Франківськ
Фоліант
2025

Рецензенти:

Гребінь В.В. – доктор географічних наук, професор,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка;
Забокрицька М.Р. – кандидат географічних наук, доцент,
Волинський національний університет імені Лесі Українки;
Клапчук В.М. – кандидат географічних наук, доктор історичних наук, професор,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника.

Рекомендовано до друку:

*Науково-технічною радою Карпатського національного природного
парку (протокол № 1 від 16.05.2025 р.), м. Яремче Івано-Франківської обл.*

**Кравчинський Р.Л., Корчемлюк М.В., Хільчевський В.К., Тимчук Я.Я.,
Стефурак О.М. Вивчення природних умов Карпатського національного
природного парку: абіотичний аспект: навч. посібник / За ред.
В. К. Хільчевського. Івано-Франківськ: Фоліант, 2025. 264 с.**

ISBN 978-617-8320-65-2

Висвітлено теоретичні та практичні засади вивчення основних абіотичних компонентів природного середовища Карпатського НПП. Охарактеризовано геологічні, геоморфологічні, ґрунтові, метеорологічні та кліматичні особливості регіону. Приділено увагу водним об'єктам та основам їхнього моніторингу, джерелам та водно-болотним угіддям. Наведено основи методології польових досліджень, рекомендації щодо оформлення отриманих результатів, а також вимоги з дотримання техніки безпеки під час роботи в польових гірських умовах та в лабораторії.

Посібник орієнтований на студентів закладів вищої освіти, які проходять практику в Карпатському НПП за освітніми програмами природничого профілю спеціальностей «Науки про Землю», «Географія та регіональні студії», «Екологія», «Біологія та біохімія».

**Kravchynskiy R.L., Korchemlyuk M.V., Khilchevskiy V.K., Tymchuk J.J.,
Stefurak O.M. Study of the natural conditions of the Carpathian National Nature
Park: the abiotic aspect: study guide / Ed. by V.K. Khilchevskiy. Ivano-
Frankivsk: Foliant. 2025. 264 p.**

This guide outlines the theoretical and practical approaches to studying the abiotic components of the Carpathian National Nature Park, including geology, climate, soils, water bodies, springs, and wetlands. It provides field research methodologies, data processing techniques, and safety recommendations.

The guide is intended for university students undertaking field practice within natural science degree programs such as «Earth Sciences», «Geography and Regional Studies», «Ecology», «Biology and Biochemistry».

ISBN 978-617-8320-65-2

© Р.Л. Кравчинський, М.В. Корчемлюк,
В.К. Хільчевський, Я.Я. Тимчук, О.М. Стефурак, 2025

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
1. СЛОВНИК ТЕРМІНІВ ТА ВИЗНАЧЕНЬ	8
2. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕРИТОРІАЛЬНА СТРУКТУРА ТА ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ЗОНУВАННЯ КАРПАТСЬКОГО НПП	14
2.1. Загальні відомості та організаційно-територіальна структура Карпатського НПП	14
2.2. Функціональне зонування	20
3. ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГІЧНА БУДОВА, РЕЛЬЄФ, ҐРУНТИ.....	28
3.1. Геологічна будова	29
3.2. Рельєф	40
3.2.1. Яри.....	45
3.2.2. Зсуви.....	49
3.2.3. Обвали та осипи	53
3.2.4. Селі	55
3.2.5. Лавини	60
3.2.6. Інші форми	65
3.3. Ґрунти.....	68
4. МЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ТА КЛІМАТ	76
4.1. Розвиток метеорологічних спостережень на території Карпатського НПП	76
4.2. Загальна характеристика клімату	80
4.3. Вивчення основних метеорологічних показників та характеристика сезонів року	86
5. ВОДНІ ОБ'ЄКТИ, ДЖЕРЕЛА ТА ВОДНО-БОЛОТНІ УГІДДЯ КАРПАТСЬКОГО НПП	91
5.1. Поняття про водні об'єкти	91
5.2. Річки та струмки.....	94
5.3. Водоспади і пороги	99
5.4. Гідрологічний режим річок	110
5.5. Водойми. Вивчення гірських озер.....	122
5.6. Природні водні джерела.....	141
5.7. Болота. Водно-болотні угіддя	151
5.8. Основи екологічного оцінювання стану масивів поверхневих вод.....	159

6. МОНИТОРИНГ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У МЕЖАХ КАРПАТСЬКОГО НПП	165
6.1. Умови формування хімічного складу та якості поверхневих вод на території Карпатського НПП.....	165
6.2. Загальні положення державного моніторингу вод.....	170
6.3. Моніторинг екологічного стану поверхневих вод у межах Карпатського НПП	172
6.4. Моніторинг фізико-хімічних показників якості поверхневих вод на пунктах, підвідомчих Карпатському НПП.....	176
6.4.1. Температура води, каламутність, завислі речовини.....	177
6.4.2. Водневий показник, вміст кисню, БСК, ХСК.....	179
6.4.3. Сполуки біогенних елементів – азоту та фосфору.....	181
6.4.4. Сульфати та мінералізація води.....	186
7. БІОІНДИКАЦІЯ ТА БІОМОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД.....	191
7.1. Загальні положення	191
7.2. Біоіндикація та біомоніторинг якості поверхневих вод за макробезхребетними.....	195
7.3. Застосування методу біоіндикації стану поверхневих вод на території Карпатського НПП	202
8. МЕТОДИ ЗБОРУ, СИСТЕМАТИЗАЦІЇ, ОБРОБКИ ТА АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЇ	207
8.1. Загальні положення	207
8.2. Систематизація даних.....	209
8.3. Математико-статистичний аналіз.....	213
8.4. Графічне відображення та аналіз даних. Картографування.....	232
9. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	247
9.1. Робота в польових гірських умовах.....	247
9.2. Робота в хімічній лабораторії	250
9.3. Робота з комп'ютерними засобами	252
ВИСНОВКИ	255
БІБЛІОГРАФІЯ.....	257
Література.....	257
Нормативні джерела.....	263
Рекомендовані інтернет-ресурси.....	263

ПЕРЕДМОВА

Вивчення природних умов будь-якої території – основа пізнання світу, невід’ємна складова для розвитку різних галузей економіки, господарства, соціальної сфери, науки, охорони навколишнього середовища, а також проведення навчально-освітнього та виховного процесу, у тому числі для майбутніх фахівців-натуралістів.

Під поняттям «природні умови» у звичному для нас розумінні мається на увазі сукупність природних факторів (рельєф, клімат, режим річок і озер, рослинність, тваринний світ та ін.), що існують незалежно від діяльності людини [67].

У США природні умови часто прийнято розглядати як важливу, широку мету в управлінні природоохоронними територіями, за якою менеджери можуть ефективніше вирішувати проблеми, спричинені людиною. Природні умови створюють шаблон у природі, який, якщо його підтримувати, допомагає забезпечити збереження всіх місцевих видів біорізноманіття [103].

У Карпатському національному природному парку (НПП), який є однією із найбільших природоохоронних територій України, створились унікальні природні умови, що привертають до себе увагу науковців понад сотню років. У різних його частинах – своєрідний і мінливий клімат, неповторні ландшафти, на берегах прозорих і швидких потоків рясніють геологічні та геоморфологічні пам’ятки природи, біля найбільших вершин розкинулись блакитні перлини Карпат – гірські карові озера, а у земних надрах та біля поверхні приховані цілющі прохолодні водні джерела й інші корисні копалини.

Уся територія парку вкрита вічнозеленими смереками (ялинами), ялицями, соснами, могутніми буками і дубами. Тут налічується 1105 видів вищих судинних рослин, 45 видів ссавців та птахів (зокрема бурий ведмідь, рись, дикий кіт, беркут). Багато з них занесені до Червоної книги України, охороняються Бернською конвенцією, включені до Європейського Червоного списку та Зеленої книги України.

За такою красою інколи приховані загрозливі явища, які можуть проявитися будь-де і будь-коли. Час від часу у Карпатському регіоні активізуються небезпечні екзогенні процеси – зсуви, осипи, бувають вітровали, буреломи, паводки, що здатні завдати значної шкоди населенню, лісовому господарству та економіці регіону в цілому.

Стрімкий розвиток туризму та урбанізаційних процесів на фоні глобальних кліматичних змін створюють додаткові екологічні ризики у регіоні і потребують постійної уваги до себе вчених, науковців, органів місцевої влади, населення тощо.

Тому обов’язок кожного працівника парку разом з фахівцями закладів вищої освіти (ЗВО) та науково-дослідних установ не лише досліджувати Карпати, а й ділитися безцінним досвідом із підростаючим поколінням, майбутніми фахівцями. Формувати в них любов до рідної природи, висвітлювати її багатогранність, багатство і красу, навчати вмінню її дослідження та охорони.

Керівництво Карпатського НПП на виконання покладених на нього завдань підтримує, стимулює і заохочує студентів-екологів, лісівників, географів, геологів, природознавців різних ЗВО до проходження тут виробничих практик (як навчальних, так і виробничих) – невід’ємної складової процесу підготовки фахівців.

Для оптимізації навчально-виховного процесу, полегшення взаємодії зі студентами-практикантами та викладачами (керівниками практики від ЗВО) видано цей навчальний посібник, в якому викладено у доступній формі основи вивчення природних умов Карпатського НПП (зокрема абіотичний аспект).

Абіотичні компоненти – це всі неживі елементи та чинники навколишнього середовища, які впливають на структуру, функціонування і динаміку екосистем, а також на життєдіяльність і розподіл організмів у природі. Вони є основою абіотичного середовища і створюють умови для існування біотичних (живих) компонентів екосистем. Абіотичні компоненти зумовлюють кліматичні, геологічні та фізичні характеристики екосистеми і є основою для формування певних біотопів та екологічних ніш.

У цьому контексті логічним і доцільним доповненням до вивчення абіотичних компонентів є включення елементів біоіндикації – методу, що ґрунтується на чутливості живих організмів до змін фізико-хімічних характеристик середовища. Біоіндикаційні підходи дають змогу опосередковано оцінити абіотичні умови довкілля через реакції біоти, дозволяючи виявляти навіть незначні зміни, що не завжди фіксуються традиційними методами аналізу. Такий підхід забезпечує комплексне розуміння стану екосистем і підсилює екологічну діагностику у природоохоронній практиці.

Взаємодія між абіотичними та біотичними компонентами (живими організмами) формує складні екосистемні процеси, від кругообігу речовин до потоку енергії, що підтримує життя в біосфері.

Для створення цього навчального видання авторами було проведено опитування серед окремих студентів та викладачів ЗВО на предмет їх наукових інтересів, уподобань, очікуваного формату та результатів проведення практики в Карпатському НПП.

Таким чином, за структурну основу даного навчального посібника авторами взято удосконалені та розширені методичні рекомендації і багаторічний досвід з ведення Літопису природи – основного наукового документа, в якому сконцентровані результати спостережень за природними процесами і явищами в Карпатському НПП.

Також корисним для авторів став методологічний досвід, який було отримано під час роботи над монографічним виданням: Кравчинський Р.Л., Хільчевський В.К., Корчемлюк М.В., Стефурак О.М. Моніторинг природних водних джерел Карпатського національного природного парку / За ред. В.К. Хільчевського. Івано-Франківськ: Фоліант. 2019 [41].

У результаті навчальний посібник отримав детальну структуру із дев’яти розділів, в яких наведено і висвітлено: словник термінів та визначень, організаційно-територіальну структуру і функціональне зонування Карпатського НПП, геолого-геоморфологічну будову та рельєф, дослідження ґрунтів, особливості метеорологічних умов та клімату, водні об’єкти, джерела, болота, водно-болотні угіддя, моніторинг фізико-хімічних

компонентів та біомоніторинг поверхневих вод, методи збору, обробки та аналізу інформації, техніка безпеки та охорона праці, а також рекомендована література.

АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ:

Кравчинський Руслан Леонідович – кандидат географічних наук, провідний науковий співробітник вимірювальної лабораторії аналітичного контролю і моніторингу Карпатського національного природного парку;

Корчемлюк Марта Василівна – кандидат технічних наук, старша дослідниця, завідувачка вимірювальної лабораторії аналітичного контролю і моніторингу Карпатського національного природного парку;

Хільчевський Валентин Кирилович – доктор географічних наук, професор, відмінник освіти України, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, почесний працівник гідрометслужби України, професор кафедри гідрології та гідроекології (протягом 2000-2019 рр. – завідувач кафедри) географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

Тимчук Ярослав Ярославович – завідувач географічної лабораторії Карпатського національного природного парку;

Стефурак Ольга Михайлівна – технік-лаборант I категорії вимірювальної лабораторії аналітичного контролю і моніторингу Карпатського національного природного парку.

1. СЛОВНИК ТЕРМІНІВ ТА ВИЗНАЧЕНЬ

Абіотичне середовище (abiotic environment) – сукупність неорганічних умов (середовищних факторів) проживання організмів.

Абіотичні компоненти (abiotic components) – це ті, які не є живими. До них відносяться мінеральні частинки ґрунту, вода, атмосферні гази та неорганічні солі; іноді можуть бути включені прості органічні речовини, які утворилися в результаті виділення або розкладання. Термін «абіотичний» також використовується для фізичних і хімічних впливів на організми; наприклад, вологість, температура, рН і солоність.

Аерація (aeration) – природне або штучне надходження повітря в будь-яке середовище (воду, ґрунт і т. п.).

Антропогенний вплив (anthropogenic impact) – будь-яка зміна природного середовища, що спричинена діяльністю людини.

База даних (database) – зібрання певних даних, організованих для ефективного отримання комплексної інформації.

Біологічна індикація якості поверхневих вод (biological indicator of water quality) – це визначення екологічного стану вод на основі реакції живих організмів та їх угруповань (біоіндикаторів) на антропогенне навантаження, що зазнає водна екосистема.

Болото (bog) – у найширшому розумінні цей термін може охоплювати будь-яке торф'янисте угіддя з бідним на поживні речовини, кислим середовищем, яке характеризується особливою рослинністю, зокрема сфагновими мохами, вересовими, осоковими видами та хвойними деревами.

Буря (gale) – постійний приземний вітер, який рухається зі швидкістю 17,5-24,2 м/с (визначення Національної метеорологічної служби США).

Вітролом або залім (windfall, wind-fallen trees) – це поламані бурєю або ураганом дерева в лісі.

Води ґрунтові (groundwater, unconfined aquifer) – гравітаційні підземні води першого від поверхні Землі постійного водоносного горизонту, що залягають на першому водонепроникному шарі земної кори і утворюються головним чином шляхом інфільтрації (просочування) атмосферних опадів і вод річок, озер, водосховищ, зрошувальних каналів та шахтових водовідвідних каналів.

Води підземні (underground water) – це сукупність всіх вод, які знаходяться у верхній частині земної кори в рідкому, твердому та газоподібному станах, заповнюючи щілини, порожнини та отвори в гірських породах

Води поверхневі (surface water) – води різних водних об'єктів, що знаходяться на земній поверхні.

Водне джерело (spring) – природний вихід підземних вод на денну поверхню або під водою (підводне джерело).

Водна екосистема (aquatic ecosystems) – екологічна система водного об'єкта, в якій нерозривно поєднуються завдяки обміну речовин та енергії неживе середовище (абіотичні компоненти) та біота (біотичні компоненти).

Водний об'єкт (water body) – цільна субодинація річкового басейну (району річкового басейну), для якого встановлюються екологічні цілі, зазначені у ВРД.

Водно-болотні угіддя (wetlands) – це ареали проживання (наприклад, болота, драговини, тимчасові мілководдя), які займають проміжне місце між постійно затопленими і зазвичай засушливими природними середовищами. Вона є екологічно значущою і функціональною складовою частиною водного середовища. У ВРД не встановлюються екологічні цілі для водно-болотних угідь.

Водонесний горизонт (aquifer) – це підземний шар або шари гірських або інших геологічних порід достатньо пористих і водопроникних для того, щоб дозволити значну течію підземної води або забір значної кількості підземної води.

Геоінформаційна система (geoinformational system) – система збирання, зберігання, перевірки, обробки, аналізування та представлення даних, які просторово відносяться до Землі (визначення Департаменту довкілля Великобританії, 1987).

Геологічна будова (geology, geological structure) – це склад і будова земної кори, результат дії складних процесів, що відбувалися протягом тривалого історичного періоду.

Геоморфологія (geomorphology) – наука про рельєф земної поверхні, його походження, історію розвитку, сучасну будову (морфологію), процеси, що відбуваються за його участі (динаміку рельєфу).

Гідрологія (hydrology) – наука про гідросферу, що вивчає її властивості, динаміку і взаємодію з іншими елементами географічної оболонки Землі.

Гірсько-долинні вітри (mountain/valley wind) – Локальна вітрова система, яка утворюється в гірських регіонах внаслідок різниці температур.

Головні йони (main ions) – основні компоненти хімічного складу води, що визначають її властивості. катіони (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) та аніони (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-). Сумарний вміст цих іонів у природних водах сягає до 98 % від всіх розчинених речовин.

Гори (mountains) – значне підвищення земної кори над рівнем моря, що призводить до локальних порушень клімату, дренажу, ґрунтів, рослин і тварин.

Ґрунт (soil) – верхній пухкий шар земної кори, сформований у результаті вивітрювання гірських порід та діяльності живих організмів, що забезпечує умови для життя рослин.

Джерело забруднення вод (source of water pollution) – об'єкт, що вносить в них забруднювальні речовини, гідробіоти або тепло, в результаті чого може бути перевищена ГДК. До них можуть належати промислові підприємства, об'єкти комунального господарства, зрошувані землі, тваринницькі комплекси і ферми, ТЕС і АЕС та ін. Інколи замість терміну «джерело забруднення» вживають термін «забруднювач».

Дифузні джерела забруднення (diffuse source pollution, non-point source pollution) – джерела забруднення, що виникають внаслідок різних видів діяльності, які не можна простежити до точкового джерела, та які виникають від екстенсивного використання земельних територій (наприклад, сільське господарство, поселення, транспорт, промисловість). Прикладами дифузних джерел забруднення є викиди в атмосферу від транспорту, поверхневий стік із сільськогосподарських угідь, ерозія, дренаж та підземні потоки.

Екологічна оцінка якості вод (ecological water quality assessment) – віднесення вод до певного класу і категорії згідно з екологічною класифікацією на підставі аналізу значень показників їх складу і властивостей з наступним обчисленням та узагальненням (ручним або автоматизованим способом).

Екологічний або санітарний стік (ecological flows) – мінімальне значення стоку, яке необхідно підтримувати в річці, щоб забезпечити сприятливі (або оптимальні) умови для існуючих екосистем, відповідно до відповідних критеріїв, заснованих на гідрологічних і екологічних умовах, що дотримуються біологічної рівноваги.

Екологічний стан (ecological status) – це вираження якості структури і функціонування водних екосистем, пов'язаних з поверхневими водами.

Забруднення (pollution) – означає пряме або непряме внесення в результаті діяльності людини речовин або тепла в повітря, воду або ґрунт, що може бути небезпечним для здоров'я людини або якості водних екосистем чи для безпосередньо залежних від них наземних екосистем, що в результаті призводить до псування матеріальних цінностей, або до погіршення чи ушкодження корисних властивостей довкілля та можливості законного користування довкіллям.

Забруднювальна речовина (pollutant) – будь-яка хімічна речовина, тепло або біологічний вид, що потрапляють у водний об'єкт в результаті господарської діяльності людини або виникають в ньому в кількостях, що виходять за природні граничні коливання або за середній природний фон у розглянутий період, і призводить до погіршення якості води для водокористування. Невірно замість терміну «забруднювальна речовина» вживати термін «забруднювач».

Забруднювач – див. Джерело забруднення. Невірно вживати термін «забруднювач» замість терміну «забруднювальна речовина».

Заплава (floodplain) – дно долини, прилегле до річки, яке періодично затоплюється (або затоплювалось) під час паводків.

Зсув (landslide, a landslip) – зміщення мас гірських порід по схилу під впливом власної ваги і додаткового навантаження внаслідок підмиву схилу, перезволоження, сейсмічних поштовхів та інших процесів.

Клімат (climate) – середні метеорологічні умови певного регіону, які спостерігаються протягом тривалого періоду (зазвичай 30 років і більше).

Лавина (avalanche) – це швидкий раптовий рух снігу та (або) льоду вниз стрімкими схилами гір.

Льодовиковий кар або цирк (cirque, corrie, cwm) – природна чашеподібна заглибина у привершинній частині гір з крутими скелястими стінами і полого увігнутим днищем, утворена під дією невеликих льодовиків.

Меандра річкова (meander або river meander) – це природний вигин або закрут річки, який утворюється внаслідок ерозії берегів і відкладання осадів. Зазвичай такі вигини мають змієподібну форму й характерні для рівнинних річок.

Метеорологія (meteorology) – наука про атмосферу Землі, явища і процеси, що в ній відбуваються.

Мікроклімат (microclimate) – приземний клімат, в якому живуть рослини і тварини.

Мінералізація води (water mineralization) – сумарний вміст усіх знайдених при хімічному аналізі води мінеральних речовин, зазвичай виражається в мг/дм³, г/дм³ та ‰. В океанології використовують термін «солоність води». Згідно з класифікацією В.К. Хільчевського за мінералізацією виділяють природні води (г/дм³): дуже прісні – менше 0,1; помірно прісні – 0,1-0,5; прісні з підвищеною мінералізацією – 0,6-1,0; слабосолоні – 1,0–3,0; середьосолоні – 3,0-15,0; солоні – 15,0-35,0; сильносолоні – 35-50; розсоли – понад 50.

Моніторинг довкілля (environmental monitoring) – система спостережень, збирання, обробки, передачі, збереження; аналізу інформації про стан навколишнього природного середовища, оцінки та прогнозування його змін.

Національний природний парк (National Natural Park) – категорія природно-заповідного фонду в Україні та світі, територія, зазвичай визначена у законі та у державній власності, що охороняється від більшості видів людської діяльності та забруднення. Національний парк є природоохоронною територією категорії II згідно з визначенням Міжнародного союзу охорони природи (МСОП). На відміну від заповідників та природних резервів, де заборонена майже будь-яка діяльність людини, однією з цілей створення національних парків є відпочинок, тому вони дозволяють відвідування туристів та перебування на своїй території за певними умовами.

Небезпечні речовини (hazardous substances) — це речовини або групи речовин, що є токсичними, стійкими і здатними до біоаккумуляції, та інші речовини або групи речовин, які викликають еквівалентний рівень стурбованості

Обвал (у значенні процес – fall(ing), crumbling, collapse, caving, у значенні гірська порода, матеріал, що обвалився – land-slide, landslide) – стрімке падіння великої маси ґрунту, гірської породи, снігу тощо внаслідок зсуву, руйнування і т. ін.; маса ґрунту, гірська порода, каміння, снігу і т. ін., що звалилися з гори, кручі, скелі; частина земної поверхні з слідами відпадання, відвалювання маси гірських порід, ґрунту.

Озеро (lake) – природна водойма в заглибленнях суходолу (улоговинах) з виробленим хвилями і течіями профілем берегової зони, що заповнена в межах озерної чаші (озерного ложа) різнорідними водними масами зі сповільненим водообміном, не має однобічного ухилу і безпосереднього зв'язку з морем чи океаном.

Осип (осипище) (mountain waste, talus, scree) – нагромадження уламків гірських порід біля підніжжя та на схилах гір, урвищ; продукти осипання гірських порід біля підніжжя відкосу.

Острів (island) – частина суходолу, оточена з усіх сторін водою і утворена природним шляхом, інколи у результаті діяльності людини (намівні острови).

Охорона навколишнього середовища (environmental protection/control/conservation) – це сукупність видів охорони соціально-економічного і природного середовища, які включають всі їхні форми, що оточують людину.

Природна небезпека (natural hazard) – будь-який аспект природних функцій фізичного середовища, який може негативно вплинути на людське суспільство, спричинити соціальні дестабілізації, матеріальні збитки та/або загибель людей; у цьому випадку вплив називається стихійним лихом або катастрофою.

Природоохоронна діяльність (environmental protection activities) – це будь-яка діяльність, спрямована на збереження якості навколишнього середовища на рівні, що забезпечує стійкість біосфери.

Референційні умови (природний стан поверхневих вод) [reference conditions (natural state of surface waters)] – стан будь-якого водного об'єкта (у даний час або в минулому), за якого відсутні (спостерігаються в незначному обсязі) зміни величин гідроморфологічних, фізико-хімічних та біологічних складових якості, які могли б існувати за відсутності антропогенного втручання. Референційні умови слід представляти як величини складових екологічної якості для розрахунку коефіцієнтів екологічної якості та подальшої класифікації екологічного стану

Ризик (risk) – ймовірність виникнення небажаної події. Ризик має два аспекти: 1) ймовірність; 2) небезпечність події, яку він може спричинити.

Річка (river) – це водний об'єкт суходолу, більша частина якого протікає по земній поверхні, але який може протікати якусь свою частину під землею.

Річковий басейн (river basin) – це площа земної поверхні, з якої всі поверхневі потоки, проходячи послідовність струмків, річок та, можливо, озер, течуть до моря через окреме річкове гирло, естуарій або дельту.

Роза вітрів (wind rose) – графічне відображення кліматичних характеристик напрямку вітру, часто і швидкості вітру в певному місці.

Самоочищення (self-purification capacity) – здатність природних систем, таких як водні об'єкти, атмосфера тощо, видаляти або розкласти забруднювальні речовини та повертатися до чистішого стану; цей процес включає низку фізичних, хімічних та біологічних механізмів, що працюють разом.

Самоочищення вод (water self-purificationwater self-purification) – поліпшення якості води внаслідок протікання у забруднених водах сукупності природних процесів, що сприяють відновленню природних властивостей і складу води.

Сапробність вод (water saprobity; в англomовній науковій літературі також використовуються терміни saprobity, saprobic index, або degree of saprobity, залежно від контексту) – рівень вмісту у воді органічних речовин, що розкладаються. Може визначатися за характеристиками видового складу і показниками чисельності гідробіонтів – індикаторів сапробності.

Сель (mudflow, mudslide) – раптовий короточасний бурхливий паводок на гірських річках, потічках, ущелинах з величезною кількістю наносів, що надає йому характер грязекамінного потоку.

Система координат (reference system) – метод, що дозволяє ідентифікувати та співвідносити різні місцезрешташування на земній поверхні.

Стариця (oxbow) (інші назви – старорічище, староріччя, кривуля, стара річка) називається відокремлена від річки ділянка її колишнього річища, або озеро, що лежить у старих залишених річкою річищах. Має видовжену звивисту чи підковоподібну форму. Спочатку стариця є старичним озером, яке поступово заноситься наносами, замулюється, заростає і перетворюється на болото, а потім – вологі луки. Стариці спостерігають переважно на заплавах, рідше на терасах.

Стічні води (wastewater) – води, що утворилися в процесі господарсько-побутової і виробничої діяльності (крім шахтної, кар'єрної і дренажної води), а також відведені з забудованої території, на якій вони утворилися внаслідок випадання атмосферних опадів. Поділяються на господарсько-побутові, промислові та сільськогосподарські стічні води. Невірно вживати термін «стоки» замість терміну «стічні води».

Точкове джерело забруднення (point source pollution) – це чітко визначене місце скиду забруднювальних речовин в навколишнє середовище. Воно має чіткі геометричні характеристики, такі як координати і висота над рівнем моря, що дозволяє ідентифікувати його як окреме джерело забруднення.

Трофічність водних об'єктів (trophic status of aquatic ecosystems) – ступінь біологічної продуктивності екосистем водних об'єктів, яка визначається комплексом гідрологічних, гідрохімічних, гідробіологічних та інших чинників, визначну роль у якому відіграє вміст у воді біогенних елементів (насамперед, фосфору й азоту).

Тумани (fog) – скупчення продуктів конденсації, звішених в повітрі безпосередньо над землею поверхнею, що супроводжується зменшенням горизонтальної дальності видимості менше 1 км. Виникає внаслідок охолодження повітря від земної поверхні чи випаровування з теплої води. Туманів існує багато типів в залежності від умов їх утворення – під час надходження теплого повітря на холодну підстильну поверхню, видіння облогових опадів, великої кількості граду тощо.

Ураган (hurricane) – це вітер великої руйнівної сили і значної тривалості, швидкість якого понад 29 м/с.

Фітобентос (phytobenthos) – судинні рослини, гетеротрофні організми та фотосинтетичні водорості (у тому числі ціанобактерії), що живуть у поверхневих водах на субстраті чи інших організмах або ж прикріплені до них.

Фітопланктон (phytoplankton) – одноклітинні водорості та ціанобактерії, як поодинокі, так і в колоніях, що живуть, щонайменше частину свого життєвого циклу, у водній масі поверхневих водних об'єктів.

Фонові значення (background values) – значення показників складу та властивостей води: у глобальному масштабі – за умов відсутності або неістотної дії антропогенних чинників (аналог еталонних чи природних значень); у локальному масштабі – за межами дії певного джерела забруднення, для оцінки впливу якого встановлюються фонові значення.

Якість води (water quality) – поєднання хімічних, фізичних та біологічних характеристик води, що визначають її придатність для конкретних видів водокористування.

Яри (gully) – флювіальні форми рельєфу; глибокі, широкі й достатньо протяжні крутосхилі долини V-подібної форми (траншеї або канали), які виникають внаслідок ерозії пухких гірських порід тимчасовими лінійними водотоками під час рясних опадів, танення снігу, льоду чи льодовиків.

2. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕРИТОРІАЛЬНА СТРУКТУРА ТА ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ЗОНУВАННЯ КАРПАТСЬКОГО НПП

Після прибуття студента на місце проходження практики одним із першочергових обов'язків студента є отримання загальних знань і відомостей про установу (організацію чи підприємство), її функції, завдання тощо.

В системі розвитку природно-заповідної справи України Карпатський національний природний парк займає одне із пріоритетних місць, будучи першим і одним з найбільших у нашій державі.

У європейській практиці близькі за природоохоронними функціями і значенням до наших національних природних парків є національні парки, природні парки або регіональні природні парки.

2.1. Загальні відомості та організаційно-територіальна структура Карпатського НПП

Карпатський національний природний парк створений 3 червня 1980 р. Його площа становить 50 495 га (504,95 км²), що перевищує територію таких європейських країн, як Мальта, Монако, Ліхтенштейн, Сан-Марино та Ватикан. За розмірами парк також 1,7 разів більший за площу Мальдівських островів.

Територія Парку простягається на 55 км з півночі на південь і на 20 км із заходу на схід. За площею Карпатський національний природний парк є співмірним із найбільшими природоохоронними територіями Європи, зокрема природним заповідником Доньяна в Іспанії (543 км²) та Національним парком Гаргано в Італії (568 км²).

У 2021 р. Україна увійшла до переліку європейських країн із найвищим середнім рейтингом національних парків (9,73). Найвищий рейтинг серед українських парків отримав Карпатський національний природний парк – 9,75. Оцінювання здійснювалося за такими показниками, як привабливість природи, якість туристичної інфраструктури, рівень задоволеності відвідувачів і популярність серед мандрівників згідно з відкритими цифровими даними туристичних оглядів.

Парк є бюджетною, природоохоронною, рекреаційною, культурно-освітньою, науково-дослідною установою і входить до складу природно-заповідного фонду України, охороняється як національне надбання, щодо якого встановлюється особливий режим охорони, відтворення та використання.

Парк створено з метою збереження, відтворення та ефективного використання природних комплексів та об'єктів Чорногори та Горган, що мають особливу природоохоронну, оздоровчу, історико-культурну, наукову, освітню та естетичну цінність.

Розташований Парк в Івано-Франківській області на території Надвірнянського району (Яремчанська міська територіальна громада,

Ворохтянська селищна територіальна громада, Поляницька сільська територіальна громада) та Верховинського району (Зеленська сільська територіальна громада). Центральний адміністративний корпус Карпатського НПП розташований в м. Яремче, вул. Василя Стуса, 6.

Частина західних і південно-західних кордонів Карпатського НПП проходять по Черногірському хребту і є межею Івано-Франківської та Закарпатської областей; південніше території Парку знаходиться державний кордон Румунії. На північний захід від Карпатського НПП розташований природний заповідник «Горгани», на південний захід від г. Говерла – Карпатський біосферний заповідник.

Схема організаційної структури Карпатського НПП наведена на рис. 2.1.

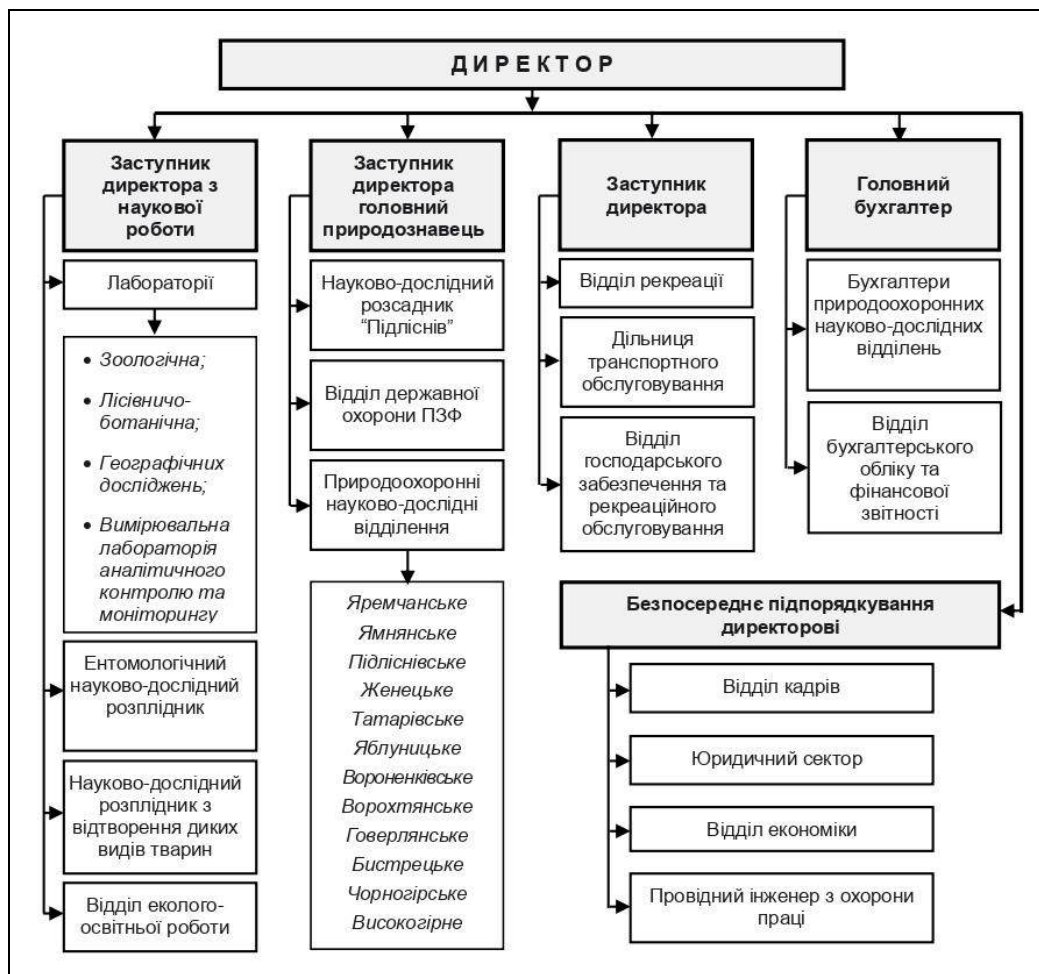


Рис. 2.1. Організаційна структура Карпатського НПП

Відповідно до сучасного зонування територія Парку складається з 12 структурних підрозділів – *природоохоронних науково-дослідних відділень* (ПНДВ) (див. рис. 2.1, рис. 2.2), які у свою чергу поділяються на менші одиниці – *квартали* та *виділи*.

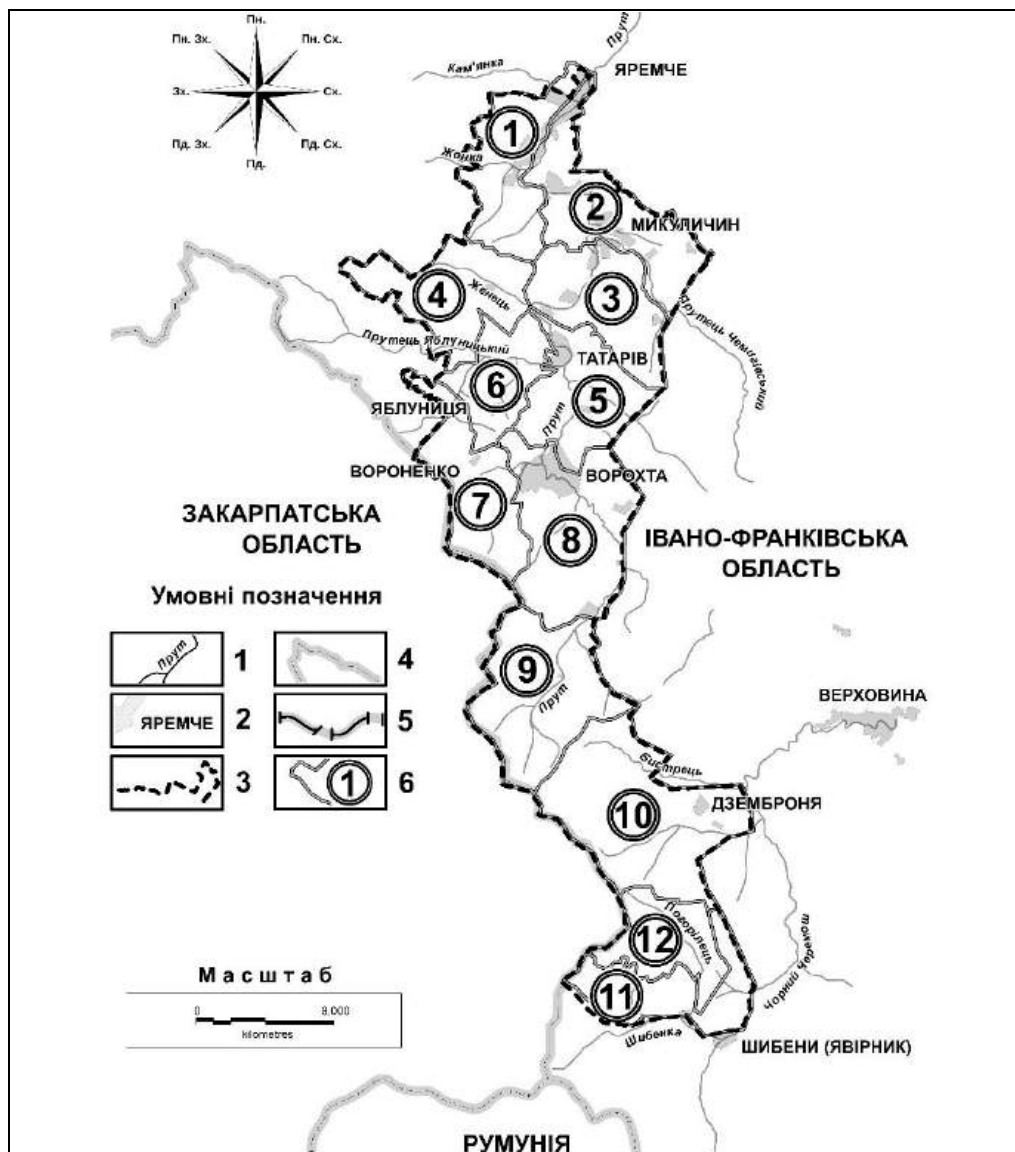


Рис. 2.2. Схема розміщення природоохоронних науково-дослідних відділень на території Карпатського НПП:

1 – річка та її назва; 2 – населений пункт; 3 – межі Карпатського НПП; 4 – межі адміністративних областей України; 5 – державний кордон України; 6 – межі природоохоронних науково-дослідних відділень та їх номери (1 – Яремчанське; 2 – Ямнянське; 3 – Підліснівське; 4 – Женецьке; 5 – Татарівське; 6 – Яблуницьке; 7 – Вороненківське; 8 – Ворохтянське; 9 – Говерлянське; 10 – Бистрецьке; 11 – Черногірське; 12 – Високогірне)

Парк підпорядкований Міністерству економіки, довкілля та сільського господарства України (до 21 липня 2025 р. – Міністерству захисту довкілля та природних ресурсів України).

Від грудня 2019 р. Карпатський НПП разом з низкою інших територій

природно-заповідного фонду України включено до складу Смарагдової мережі (Емеральд) – мережа територій особливого природоохоронного інтересу.

Крім територій, що надані Карпатському НПП у постійне користування, до адміністративно-організаційної структури входять землі, включені у межі парку без вилучення їх у землекористувачів; сюди відносяться населені пункти : м. Яремче, с. Микуличин, с. Татарів, селище Ворохта, с. Поляниця, с. Яблуниця, с. Зелена та с. Бистрець (див. рис. 2.2).

Виділені межі структурних підрозділів першого порядку (ПНДВ) здебільшого підпорядковані фізико-географічним та ландшафтним особливостям і проходять вздовж гірських хребтів, долин водотоків або їх частин.

Основними завданнями діяльності Парку є :

- ✓ збереження та відтворення цінних природних та історико-культурних комплексів і об'єктів на його території;

- ✓ створення умов для організованого туризму, відпочинку та інших видів рекреаційної діяльності в природних умовах з дотриманням режиму охорони заповідних природних комплексів та об'єктів Парку;

- ✓ організація та здійснення науково-дослідних робіт, у тому числі з вивчення природних комплексів та їх змін в умовах рекреаційного використання, розроблення та впровадження наукових рекомендацій з питань охорони навколишнього природного середовища, відтворення окремих видів флори та фауни, відновлення порушених екосистем, управління та ефективного використання природних ресурсів, організації та проведення моніторингу ландшафтного та біологічного різноманіття;

- ✓ відродження місцевих традицій природокористування, осередків місцевих художніх промислів та інших видів народної творчості;

- ✓ проведення екологічної освітньо-виховної роботи.

Науковим куратором Парку є Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака (УкНДГірліс).

Раніше національні природні парки називали «державними природними парками» та «державними національними природними парками», а природоохоронні науково-дослідні відділення – лісництвами.

Виділ (первинна лісогосподарська облікова одиниця) – ділянка з визначеними межами, однорідна за своїм господарським значенням і таксаційною характеристикою, що відрізняється від таксаційних характеристик суміжних ділянок на величину, визначену організаційно-розпорядчими документами лісовпорядної організації, і потребує проведення на всій своїй площі однакових лісогосподарських заходів.

Квартал лісовий – це частина лісу, відмежована просіками або природними межами (річками, ущелинами, гірськими хребтами), постійна облікова і господарська одиниця в лісі.

Обхід лісовий – ділянка лісу в межах Карпатського НПП, що складається з декількох лісових кварталів, закріплених за інспектором, у якому він здійснює охорону лісів від лісових пожеж, лісопорушень і контроль за виконанням лісогосподарських заходів.

Відповідно до указу Президента України 215/2010 від 23.02.2010 передбачено оптимізацію території Карпатського НПП. Таким чином, до території Парку погоджено в установленому порядку включення 1075,7976 га

(10,76 км²) земель державної власності Державного підприємства «Делятинське лісове господарство», що вилучаються в установленому порядку та надаються національному природному парку в постійне користування, та одночасно виключення з території парку 1057,3338 га (10,57 км²) земель з метою подальшого їх надання громадянам, які належать до відповідних територіальних громад. Розподіл державного лісового фонду за категоріями земель, групами та категоріями захисності лісів Карпатського НПП наведено у таблиці 2.1-2.2.

Таблиця 2.1. Розподіл нелісових земель лісового фонду Карпатського НПП за їх категоріями станом на 01.01.2022 р. (га)

Назва ПНДВ	Площа земель лісового фонду	Нелісові землі										
		Сільськогосподарські угіддя					Води	Болота	Садкиби, споруди	Траси	Інші нелісові землі	Разом нелісових земель
		рілля	сіножаті	пасовища	багаторічні насадження	разом с/г угідь						
Яремчанське	3075,0	2,3	55,3	103,6	0,0	161,2	12,0	0,0	6,2	2,7	9,5	191,6
Ямнянське	2772,0	0,1	35,8	231,8	0,0	267,7	23,5	0,0	25,6	3,3	5,4	325,5
Підліснівське	3078,0	0,0	39,9	242,6	1,4	283,9	8,6	0,0	9,3	0,0	1,1	302,9
Женецьке	4017,0	0,0	2,0	122,6	0,0	124,6	23,6	0,0	1,6	0,0	273,4	423,2
Татарівське	3270,0	0,0	8,6	99,6	0,0	108,2	9,2	0,5	5,3	0,4	3,7	127,3
Яблуницьке	2575,0	0,4	16,6	139,1	0,0	156,1	16,9	0,0	8,4	1,3	32,6	215,3
Ворохтянське	4401,0	0,8	46,3	97,5	0,0	144,6	22,9	0,0*	7,2	15,6	3,1	193,4
Вороненківське	2623,0	0,0	25,4	29,9	0,0	55,3	10,7	0,0	3,4	2,8	0,0	72,2
Говерлянське	5570,0	0,0	5,1	833,1	0,0	838,2	33,3	7,1	2,5	2,0	4,9	888,0
Бистрецьке	2564,0	0,0	0,8	84,2	0,0	85,0	10,7	0,0	1,0	0,0	161,7	258,4
Чорногірське	2328,0	0,5	44,2	3,0	0,0	47,7	10,7	1,0	5,7	0,2	8,4	73,7
Високогірне	2049,0	0,0	0,0	363,3	0,0	363,3	10,4	2,8	2,8	0	41,4	420,7
Всього по КНПП	38322,0	4,10	280,0	2350,3	1,4	2635,8	192,5	11,4	79,0	28,3	545,2	3492,2

Примітка.* – Не взято до уваги наявність верхового болота Рудяк.

Аналіз таблиці 2.1. показує, що із загальної площі лісового фонду, яка становить 38 322,0 га, нелісові землі охоплюють 3492,2 га, або близько 9,1 % від загальної площі Парку. Найбільші площі нелісових земель знаходяться у Говерлянському (888,0 га), Женецькому (423,2 га) та Високогірному (420,7 га) природоохоронних науково-дослідних відділеннях. Вони характеризуються значним поширенням високогірних пасовищ, болотних масивів та водних об'єктів, що обумовлено природними умовами високогір'я та особливостями ландшафтів.

Серед категорій нелісових земель найбільшу частку займають сільськогосподарські угіддя, зокрема пасовища, площа яких становить 2350,3 га, що свідчить про історичне і сучасне використання гірських лук у господарських цілях.

Таблиця 2.2. Розподіл лісових земель лісового фонду Карпатського НПП за їх категоріями станом на 01.01.2022 р. (га)

Назва ПНДВ	Площа земель лісового фонду	Лісові землі											
		Вкриті лісовою рослинністю		Не зімкнуті лісові культури	Лісові розсадники, плантації	Не вкриті лісовою рослинністю					Лісові шляхи, просіки, протипожежні розриви	Разом лісових земель	
		разом	в т.ч. ЛК			рідколісся	згаріща, запігли насадження	зруби	галявини	разом не вкриті лісовою рослинністю			
Яремчанське	3075,0	2808,8	574,1	0,0	0,4	22,5	0,0	0,0	19,9	42,4	31,8	2883,4	
Ямнянське	2772,0	2362,6	582,9	0,0	1,5	35,1	0,0	4,3	11,4	50,8	31,6	2446,5	
Підліснівське	3078,0	2690,0	933,0	0,0	14,8	0,0	0,0	8,6	16,8	25,4	44,9	2775,1	
Женецьке	4017,0	3504,5	1382,6	0,0	0,0	26,0	0,8	0,4	18,7	45,9	43,4	3593,8	
Татарівське	3270,0	3101,8	1406,5	1,4	1,9	0,8	0,0	0,0	16,2	17,0	20,6	3142,7	
Яблуницьке	2575,0	2316,9	724,0	0,0	0,0	5,7	0,0	1,7	17,2	24,6	18,2	2359,7	
Ворохтянське	4401,0	4124,0	1952,6	0,0	2,7	0,0	0,0	6,7	28,2	34,9	46,0	4207,6	
Вороненківське	2623,0	2500,0	1098,7	0,0	1,2	8,2	0,0	0,0	17,8	26,0	23,6	2550,8	
Говерлянське	5570,0	4496,0	2327,4	18,5	1,7	68,0	6,1	16,0	39,0	129,1	36,7	4682,0	
Бистрецьке	2564,0	2276,7	319,9	8,3	0,0	0,0	0,0	0,4	4,5	4,9	15,7	2305,6	
Чорногірське	2328,0	2229,9	1389,9	6,9	0,0	0,0	0,0	0,4	6,0	6,4	11,1	2254,3	
Високогірне	2049,0	1561,7	560,4	0,0	3,1	29,2	0,0	0,0	24,0	53,2	10,3	1628,3	
Всього по КНП	38322,0	33972,9	13252,0	35,1	27,3	195,5	6,9	38,5	219,7	460,6	333,9	34829,8	

Найбільше пасовищ зосереджено в Говерлянському (833,1 га), Високогірному (363,3 га) та Підліснівському (242,6 га) природоохоронних науково-дослідних відділеннях. Площа сіножатей (280,0 га) є суттєво меншою, а рілля майже відсутня (всього 4,1 га по всьому парку), що відображає низький рівень інтенсивного землеробства у межах природоохоронної території. Багаторічні насадження майже не представлені (1,4 га).

Варто звернути увагу на болота (545,2 га), зокрема у Женецькому (273,4 га) та Бистрецькому (161,7 га) відділеннях. Частина болотних угідь, як зазначено у примітці до табл. 2.1, не врахована в обліку (наприклад, верхове болото Рудяк у Ворохтянському ПНДВ), що вказує на можливу недооцінку обсягу водно-болотних екосистем, які мають велике екологічне значення. Води займають 192,5 га, з концентрацією у Говерлянському, Женецькому та Ямнянському відділеннях. Категорії садиб, споруд (79,0 га), автотрас (28,3 га) та інших нелісових земель (545,2 га) мають відносно малу частку, однак відображають наявність інфраструктури (транзитні комунікації, адміністративні приміщення, рекреаційні об'єкти тощо).

Загалом, аналіз таблиці свідчить про переважно природоохоронний характер землекористування в межах Парку з незначним освоєнням територій під господарське або інфраструктурне використання. Особливу увагу слід приділити збереженню високогірних пасовищ, болотних та водних

екосистем, оскільки вони є вразливими до змін клімату та людської діяльності. Водночас, варто удосконалити облік таких категорій, як болота, для забезпечення повної картини природних умов парку.

За даними табл. 2.2 із загальної площі земель лісового фонду Парку (38 322,0 га), лісові землі займають 34829,8 га, що становить понад 90 % від усієї площі, тобто Парк має високий рівень лісистості, що характерно для гірських територій.

Переважну частину лісових земель становлять ділянки, вкриті ліською рослинністю – 33 972,9 га, або близько 98 % усіх лісових земель, що свідчить про високий природоохоронний потенціал території. Найбільші площі вкритих ліском земель зосереджено в Говерляньському (4496,0 га), Ворохтяньському (4124,0 га) та Женецькому (3504,5 га) ПНДВ.

Не вкриті ліською рослинністю землі становлять лише 460,6 га, або приблизно 1,3 % від площі лісових земель, і включають такі категорії, як зруби, галявини, згарища, рідколісся, загиблі насадження, а також лісові дороги, просіки та протипожежні розриви (333,9 га). Їх наявність є результатом природних процесів (вітровали, сніголами) або антропогенного втручання (лісозаготівля, пожежі в минулому). Але у цілому ці ділянки мають незначне поширення, що свідчить про стабільний екологічний стан лісових екосистем парку.

Слід звернути увагу, що сумарна площа лісових культур, які є складовою частиною вкритих ліском ділянок, становить 13252,0 га (близько 40 % від усіх вкритих ліском земель), і зосереджена переважно у Ворохтяньському, Женецькому, Говерляньському, Татарівському та Чорногірському відділеннях. Це може свідчити як про проведену у минулому лісомеліоративну діяльність, так і про потребу в подальшому моніторингу їхнього стану.

У категоріях не зімкнутих культур та лісових розсадників спостерігається мінімальне представлення (відповідно 35,1 га та 27,3 га), що характерно для територій із природним типом лісвідновлення.

Отже, лісові землі Карпатського НПП перебувають у доброму екологічному стані, з високим рівнем зімкнутості лісових масивів, незначною площею порушених територій та широким представленням природних і культурних лісових екосистем. Це підкреслює значення Парку як еталону природних гірських ландшафтів Українських Карпат, і актуалізує потребу у збереженні цілісності лісового покриву, зокрема у найбільш лісистих ПНДВ.

2.2. Функціональне зонування

Метою функціонального зонування є регулювання використання земель національного природного парку, охорона якого необхідна з огляду на природоохоронні цілі. Ведення автоматизованої системи Державного земельного кадастру ідентифікує земельні ділянки, кадастрові зони, кадастрові квартали, що є дуже важливим аспектом для кадастрового зонування [75].

Зонування земель являє собою розподіл земель на зони відповідно до видів господарської діяльності. Зони охоплюють землі, для яких

встановлюються схожі правові ознаки здійснення землекористування. Роботи із зонування земель виконують як на забудовані, сільськогосподарські, так і на землі національних природних парків (НПП) з урахуванням пріоритетності соціальних та екологічних критеріїв на основі комплексної оцінки території та планів використання і охорони земель.

Функціональне зонування земель національних природних парків у державному земельному кадастрі є дуже складною та важливою темою сьогодення. При цьому основну увагу приділяють регулюванню використання земель, їх охороні та контролю за дотриманням правового режиму здійснення землекористування [75].

Розширення мережі природно-заповідних територій з метою збереження генофонду рослинного і тваринного світу, типових і рідкісних ландшафтів, підтримання сприятливих екологічних умов є питанням дискусійним. Це зумовлено передусім тим, що суспільство все більше почало усвідомлювати важливість і значущість охорони природних ресурсів [75].

На території Карпатського НПП відповідно до природоохоронного законодавства виділяються такі зони:

- ✓ заповідна зона;
- ✓ зона регульованої рекреації;
- ✓ зона стаціонарної рекреації;
- ✓ господарська зона.

Для кожної зони з урахуванням її наукової, рекреаційної, історико-культурної та інших цінностей природних комплексів та об'єктів, встановлюється диференційований режим щодо їх охорони, відтворення та використання. Площа кожної зони парку визначається «Проектом організації його території» (табл. 2.3).

Таблиця 2.3. Розподіл території Карпатського НПП за функціональними зонами (га)

Назва ПНДВ	Площа земель лісового фонду	Функціональні зони			
		заповідна	регульованої рекреації	стаціонарної рекреації	господарська
Яремчанське	3075,0	234,1	2659,4	17	164,5
Ямнянське	2772,0	467,6	2007,0	9,1	288,3
Підліснівське	3078,0	405,4	2384,4	0,7	287,0
Женецьке	4017,0	1198,2	2744,4	9,0	65,4
Татарівське	3270,0	519,2	2625,6	10,7	115,0
Яблуницьке	2575,0	171,9	2220,7	20,7	161,7
Ворохтянське	4401,0	29,8	4190,0	19,0	162,2
Вороненківське	2623,0	503,2	2051,6	8,9	59,3
Говерлянське	5570,0	4481,9	1029,8	26,6	31,7
Бистрецьке	2564,0	1594,6	954,5	0,0	14,9
Чорногірське	2328,0	1740,3	304,0	1,2	3,5
Високогірне	2049,0	64,3	2204,5	5,9	53,3
Всього по КНПП	38322,0	11410,5	25375,9	128,8	1406,8

Заповідна зона (площа – 11410 га) знаходиться на другому місці за площею і займає близько 30 % території, яка є найціннішою у природоохоронному аспекті. Найбільші заповідні масиви зосереджено в Говерляньському (4481,9 га), Бистрецькому (1594,6 га), Чорногірському (1740,3 га), а також у Женецькому (1198,2 га) та Татарівському (519,2 га) ПНДВ. Це свідчить про надзвичайну природну цінність цих відділень і потребу в особливому режимі охорони.

Приклад функціонального зонування Карпатського НПП у центральній його частині наведено на рис. 2.3.

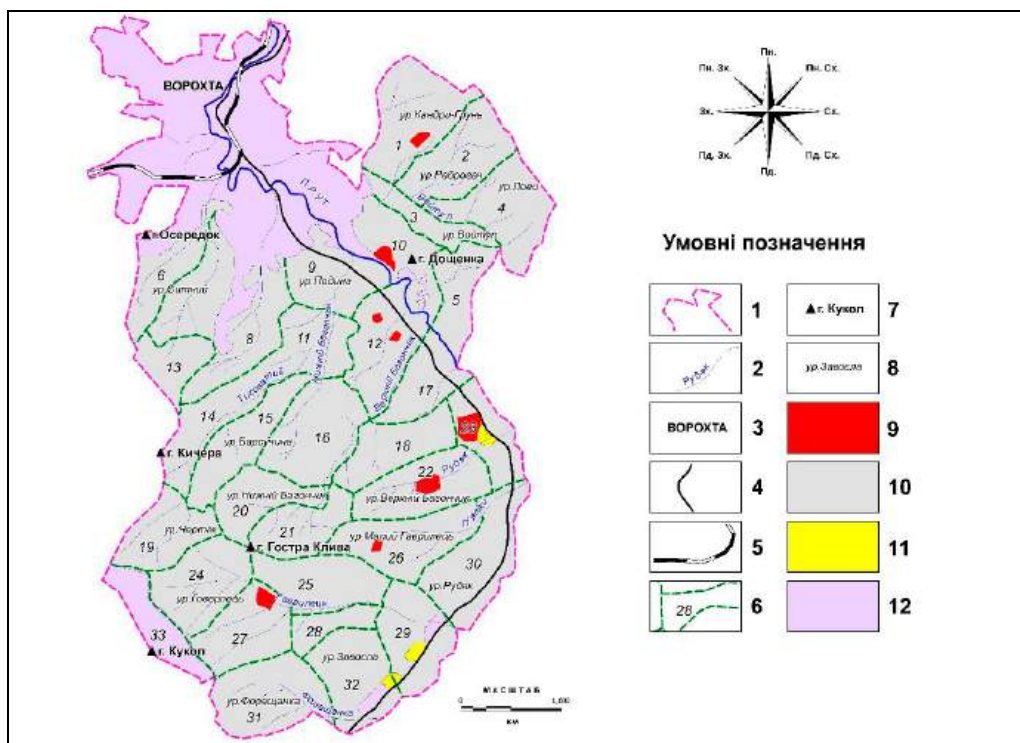


Рис. 2.3. Функціональне зонування Ворохтянського ПНДВ:

1 – межі відділення; 2 – водотік та його назва; 3 – населений пункт; 4 – автомобільна дорога; 5 – залізнична колія; 6 – межі лісових кварталів; 7 – гірська вершина; 8 – урочище; 9-12 – функціональні зони (9 – заповідна; 10 – регульованої рекреації; 11 – стаціонарної рекреації; 12 – господарська зона)

Заповідна зона створюється з метою довічного зберігання екосистем в абсолютно заповідному та регульовано заповідному режимах відповідно до мети охорони.

Абсолютно заповідний режим застосовується для екосистем, які не потребують втручання і можуть самостійно екологічно збалансовано розвиватися в недоторканому стані.

Регульовано заповідний режим застосовується для екосистем, в яких при абсолютно заповідному режимі відбуваються негативні природні чи антропогенні зміни, що призводять до деградації заповідних екосистем чи їх компонентів.

Залежно від необхідності застосування зазначених вище видів заповідного режиму на основі наукових обґрунтувань зона може поділятися на дві підзони – абсолютної заповідності та регульованої заповідності. Оптимальною для збереження екосистем формою заповідної зони є компактна округла або овальна.

Межі заповідної зони проводяться здебільшого за природними контурами екосистем (басейни верхів'їв рік, їх русла, вододіли, гірські хребти, береги водойм, лісові виділи тощо), рідше за штучно створеними контурами (квартальні просіки, лінії електропередач, трубопроводи, старі ґрунтові дороги тощо).

Заповідна зона як правило оточується зоною регульованої рекреації, зрідка зоною стаціонарної рекреації, якщо вона на межі із заповідною зоною представлена природними територіями шириною не менше в 1 км.

Заповідна зона може мати ділянки особливо цінних природних комплексів у межах інших зон. У разі виділення таких комплексів у межах господарської чи зони стаціонарної рекреації, вони оточуються ділянками зони регульованої рекреації.

Особливо цінні природні комплекси можуть бути представлені заказниками, пам'ятками природи та заповідними урочищами в зонах господарській, регульованої та стаціонарної рекреації. Заказники та пам'ятки природи відносяться до підзони регульованої заповідності.

В територіальному аспекті заповідна зона охоплює всі у НПП корінні і найзбереженіші природно-територіальні комплекси, праліси, а також рідкісні для України типи ландшафтів.

Для дотримання компактності зони до неї можуть бути віднесені і інші частково змінені або довготривало похідні екосистеми на незначних площах, що мають наукове або екологостабілізуюче значення (ділянки відновлення екосистем, кормова база для копитних тварин, дрібні сінокоси тощо).

В таксономічному аспекті до заповідної зони повинні бути віднесені об'єкти біорізноманіття з приналежністю їх до червоних списків (Європейський Червоний список тварин і рослин, що знаходяться під загрозою зникнення у світовому масштабі; Червоний список Міжнародного союзу охорони природи та природних ресурсів; Червона книга України), Зеленої книги України (1987), а також до конвенцій, міжнародних угод (Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення переважно як середовища існування водоплавних птахів (Рамсар, 1971, зміни – Париж, 1982, 1987); Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що знаходяться під загрозою зникнення – CITES (Вашингтон, 1973); Конвенція про охорону мігруючих видів дикої фауни (Бон, 1979 – Угода про збереження афро-євразійських мігруючих водно-болотних птахів (1996); Конвенція про збереження дикої фауни і флори та природних середовищ у Європі (Берн, 1979) тощо.

У разі неможливості віднесення біорізноманіття зазначених вище категорій до основного ядра заповідної зони, їх місцезростання та знаходження набувають статусу особливо цінних природних комплексів у інших зонах.

Розміри величин площ заповідної зони визначаються міжнародними стандартами, які є характерними для національних парків (II категорія Міжнародного союзу охорони природи). Вони залежать від ступеня

стабільності екосистем та рівня антропогенної змінності природних ландшафтів у відповідній фізико-географічній зоні чи гірській країні.

Мінімальна величина ділянки заповідної зони при крупномозаичній її структурі має бути більшою за площу в 1000 га.

Заповідна зона НПП, який створено у відносно екологічно стабільних регіонах та малопорушених природних територіях на високогірних, гірсько-лісових, рівнинно-лісових, водно-болотних, зандрових, лиманних, солончакових і плавневих елементах ландшафтів та морських акваторій має становити більше третини від всієї площі НПП, оскільки повинна стати його репрезентативною для суворої охорони частиною, або 75 % від площі природних територій НПП.

Заповідна зона НПП, який створено у екологічно мало стабільних регіонах та середньопорушених природних територіях на лісостепових, лучно-лісових, заплавних, прісноводних та інших елементах ландшафтів має становити більше 20 % від всієї площі НПП, оскільки повинна стати його репрезентативною для суворої охорони частиною 50 % відсотків від площі природних територій НПП.

Заповідна зона НПП, який створено у екологічно нестабільних регіонах та сильно порушених природних територіях на степових, лучних, байрачних, літоральних, піщано-черепашкових, скельних, подових та інших рідкісних елементах ландшафтів має становити більше третини від всієї площі НПП, оскільки повинна стати його репрезентативною для суворої охорони частиною, або 25 % від площі природних територій НПП.

Серед природоохоронних науково-дослідних відділень найбільші площі заповідних зон знаходяться у Говерляньському (4481,9 га) та Чорногірському ПНДВ (1740,3 га) і займають 75-80 % від власних територій. Тут знаходяться водно-болотні угіддя міжнародного значення, які буде описано у розділі 6.

Прикладом заповідної зони, доступної для вивчення є *науково-дослідний розсадник «Підліснів»*, організований 1972 р. – ще до створення Карпатського НПП. Сьогодні розсадник є науково-дослідним підрозділом Карпатського НПП, займає площу 7 га. При його функціонуванні основна увага приділяється розширенню асортименту порід для озеленення та благоустрою, природоохоронній та природодослідній роботі, зокрема, зі збереження цінного генетичного фонду корінних лісоутворюючих порід Карпат. З 2005 р. підготовлено матеріали для переведення території в господарську зону.

Зона регульованої рекреації (площа – 25376 га) створена для запобігання негативному впливу природних чи антропогенних чинників на екосистеми заповідної зони, а також регулювання рекреаційних потоків.

Зона регульованої рекреації має бути виділена на плані зонування, де її контури повинні оточувати заповідну зону. Ширина оточуючої смуги визначається науковими рекомендаціями, але має бути не меншою 1 км. До зони регульованої рекреації відносяться лише природні території, що мають насамперед рекреаційне, еколого-освітнє, культурно-виховне та науково-пізнавальне значення. Не бажано, щоб площа зони регульованої рекреації була більшою за площу заповідної зони, адже вона поряд із рекреаційним відіграє пріоритетне природоохоронне значення для установи природно-заповідного фонду. Вона може зменшуватися на користь заповідної зони.

У зоні регульованої рекреації Карпатського НПП розташований науково-дослідний розплідник з відтворення диких видів тварин (більш відомий під назвою «Вольєрне господарство»). Він утворений у 1992 р. на території Яремчанського ПНДВ з метою збереження та відтворення диких тварин. Площа розплідника – 5,3 га.

Прикладом зони регульованої рекреації є болото Рудяк, що на території Карпатського НПП (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Болото Рудяк (Ворохтянське ПНДВ): А – загальний вигляд природного об'єкта; Б – під час проведення виробничої практики, на фото зліва на право: завідувача лісівничо-ботанічною лабораторією О.В. Тимчук, науковий співробітник лісівничо-ботанічної лабораторії Л.П. Куців, студентка Львівського національного університету імені Івана Франка А.І. Прихитько, літо 2023 р.

Наявність значної площі зон регульованої рекреації свідчить про її ключову роль у поєднанні природоохоронних функцій із рекреаційним використанням.

Господарська зона (площа – 13580 га) виділена для активізації та розвитку збалансованого менеджменту природними ресурсами. Як правило вона може оточувати зони стаціонарної та регульованої рекреації, не обмежується у просторі, її розміри можуть мінятися у зв'язку з проблемами, що виникають.

Загальна площа господарської зони має бути меншою за площу зони регульованої рекреації, яка також відіграє охоронну роль. Вона може зменшуватися на користь зони стаціонарної рекреації.

Зона господарського використання на території парку становить лише 1406,8 га (менше 4 % від загальної площі парку), що вказує на мінімальне втручання людини у природні процеси. Найбільше площ у цій зоні припадає на Ямнянське (288,3 га), Підліснівське (287,0 га) та Яблуницьке (161,7 га) природоохоронні науково-дослідні відділення, що може бути пов'язано з наявністю придатних для господарської діяльності територій.

До господарських зон відносяться території, зайняті адміністративними будівлями, господарськими спорудами, складами тощо (рис. 2.5).



А



Б

Рис. 2.5. Господарська зона Карпатського НПП: А – адміністративна будівля Високогірного ПНДВ; Б – ентомологічний науково-дослідний розплідник («Пасіка», с. Микуличин)

Зона стаціонарної рекреації (площа – 129 га) призначена для розміщення інфраструктури туризму (бази відпочинку, кемпінги, інформаційні центри тощо), охоплює менше 0,4 % площі парку. Вона рівномірно розосереджена по більшості відділеннях і не перевантажує природні території, що є позитивним з точки зору збереження ландшафтів. Зона стаціонарної рекреації межує із зоною регульованої рекреації та господарською (рис. 2.6). Площа зони стаціонарної рекреації є найменшою серед інших зон парку.



Рис. 2.6. Зона стаціонарної рекреації на території Яремчанського ПНДВ (територія поблизу «Вольєрного господарства»)

Зона стаціонарної рекреації призначена для розміщення готелів, мотелів, кемпінгів, інших об'єктів обслуговування відвідувачів Парку. Тут забороняється будь-яка господарська діяльність, що не пов'язана з цільовим

призначенням цієї функціональної зони або може шкідливо вплинути на стан природних комплексів та об'єктів заповідної зони і зони регульованої рекреації.

На нелісових ділянках, у зоні стаціонарної рекреації працівники національного парку мають проводити моніторинг екологічного стану довкілля за міжнародними індексами (якість повітря і води, чистота соціального середовища, екологічна поведінка, техногенне порушення земель, антропогенне навантаження, тощо), а також формування у місцевого населення та відпочиваючих свідомості особистої відповідальності за майбутню безпеку проживання. Висновки моніторингу будуть основою для державного регулювання сталого розвитку на землях нелісового фонду [4].

Загалом структура функціонального зонування Карпатського НПП свідчить про раціональний баланс між охороною природи та рекреаційним використанням, із чітким пріоритетом природоохоронної функції. Суттєвий відсоток заповідних територій вказує на унікальність природних комплексів, тоді як велика площа зони регульованої рекреації дозволяє організувати контрольований, екологічно обґрунтований туризм.

Контрольні питання до розд. 2

1) *Які установи в європейській практиці є близькими за природоохоронними функціями і значенням до національних природних парків в Україні?*

2) *Коли було створено Карпатський НПП?*

3) *Яка площа території Карпатського НПП?*

4) *В межах яких адміністративних областей та районів розташовано Карпатський НПП?*

5) *Які основні завдання діяльності Карпатського НПП?*

6) *На які структурні підрозділи поділяється територія парку?*

7) *Що таке лісовий квартал, лісовий виділ та обхід?*

8) *Які виділяють основні функціональні зони у парку? У чому особливість кожної?*

3. ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГІЧНА БУДОВА, РЕЛЬЄФ, ҐРУНТИ

Вивчення геолого-геоморфологічної будови та рельєфу Карпатського НПП має велике значення з огляду на декілька аспектів.

1. Екологічний аспект. Рельєф і геологічна структура безпосередньо впливають на формування різноманітних типів середовищ та екосистем у Парку. Вивчення геологічної будови та рельєфу дозволяє краще розуміти особливості місцевих природних процесів і впливати на збереження біорізноманіття.

Наприклад, розуміння геологічних утворень може допомогти в прогнозуванні ризиків обвалів чи інших природних катастроф; знання про геолого-геоморфологічну будову та рельєф допомагає у вивченні умов формування хімічного складу і якості води поверхневих водних об'єктів та підземних водоносних горизонтів тощо..

Слід зазначити, що у Карпатському регіоні є поклади корисних копалин, видобуток яких може бути потенційною загрозою для існування та нормального функціонування низки екосистем.

2. Науковий аспект. Вивчення геологічної структури Парку сприяє здійсненню наукових досліджень в галузі геології, фізичної географії та екології. Це дозволяє зробити важливі висновки щодо розвитку ландшафтів, впливу геологічних процесів на формування рельєфу, виявити інші наукові закономірності, які можуть мати велике значення для різних наукових галузей.

3. Освітній аспект. Вивчення геологічної будови та рельєфу парку надає можливість науковцям та студентам-практикантам отримати реальний досвід з геологічних та геоморфологічних досліджень. Це важливо для розвитку їхніх професійних умінь та навичок, а також розуміння взаємозв'язків між геологічною будовою та природними процесами.

4. Туристично-рекреаційний аспект. Знання про історію формування Карпатського регіону та його рельєфу може бути корисним для розвитку туристичної галузі, адже унікальні місцеві геологічні об'єкти приваблюють багатьох туристів, які цікавляться природними пам'ятками.

Окрім того, основні туристичні маршрути та еколого-пізнавальні стежки Парку прокладені із врахуванням місцевих геоструктурних особливостей. Гірський рельєф створює умови для більшої різноманітності провідних екологічних факторів: макро-, мезо- і мікроклімату, ґрунтових і гідрологічних умов.

Це призводить до різноманітності рослинного і тваринного покриву, яке проявляється у звичайному для гірської місцевості явищі вертикальної зональності. Вертикальна зональність проявляється у закономірній зміні (в залежності від висоти місцевості над рівнем моря та її орографічного положення) характеру рослинності і направленості ґрунтоутворювального процесу, що взаємовпливають один на одного і залежать в той же час від умов гірського клімату (Улановський М.С., 1957).

3.1. Геологічна будова

Загальна характеристика геолого-геоморфологічної будови та рельєфу. Рельєф території Карпатського національного природного парку, як і усіх Карпат, сформувався упродовж тривалого геологічного часу. У далекому минулому, близько 35 млн років тому, тут був великий морський басейн. На його дні відклались потужні морські нашарування піску, глини та вапняку. У подальшому ці відклади міцно сцементувались, скам'яніли, утворивши так званий «фліш». У результаті подальших гороутворювальних процесів товщі флішу були підняті з дна моря на поверхню. При цьому, відбувалось їх переміщення і перевертання. Суттєвий відбиток наклали також молоді тектонічні рухи, які відбувались на сучасному геологічному етапі гірської країни. Утворені гірські підняття поступово, під дією текучих вод, вітру та коливань температури руйнувались, в результаті чого вони перетворилися на гори з м'якими формами рельєфу. На флішових відкладах можна побачити специфічні візерунки, так звані «ієрогліфи» – сліди переміщення черв'яків, молюсків тощо, залишені понад 30 млн років тому, коли ці гірські породи були піщаним морським пляжем [26], а також відбитки представників древньої флори та фауни (рис. 3.1).

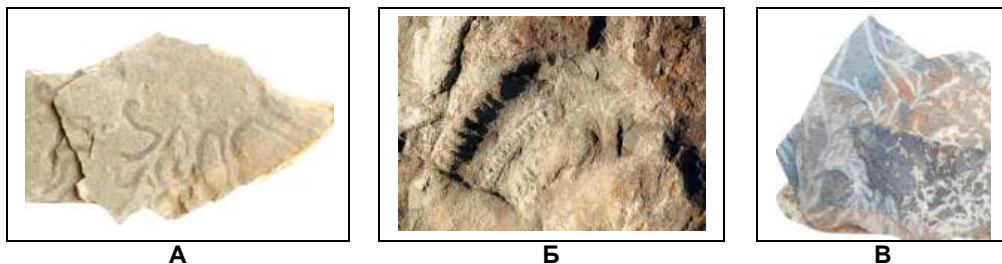


Рис. 3.1. Зразки гірських порід з характерними слідами діяльності представників древньої фауни та відбитками флори:

А – відібрано біля водоспаду «Капливець» у с. Микуличин 09.05.2024 (48°26'1.51"Пн; 24°35'39.49"С); **Б** – відібрано у с. Татарів на лівому березі р. Прут 25.08.2024 (48°21'42.53"Пн; 24°33'59.07"С); **В** – відібрано у м. Яремче на лівому березі р. Прут 04.11.2024 (48°27'5.25"Пн; 24°33'42.95"С), автор фото – Р.Л. Кравчинський

Територія Карпатського НПП в геоструктурному відношенні входить до складу Чорногірської та Скибової зон Карпатської складчастої області, де на поверхню виходять товстошарові пісковики, чорні аргіліти, глинисто-піщаний фліш та інші геологічні відклади [26]. Південно-східну частину Карпат раніше інколи називали Гуцульськими Альпами.

Природні комплекси території парку частково відносяться до трьох геолого-геоморфологічних районів Карпат: північна частина парку – до *Скибових Горган*, середня – до *Ясинсько-Верховинської міжгірської улоговини*, а південна, найвища – до *Чорногірського масиву* [26]. Горгани мають вигляд глибоко розчленованих середньо гірських масивів, на схилах яких поширені кам'яні розсипи піщаників. Вершини гірських споруд зазвичай пірамідальні з крутими схилами. Їхні висоти досягають понад 1500 м над р.м.: гора Синяк (1665 м), гора Хом'як (1542 м).

Рельєф Ясинсько-Верховинської міжгірської улоговини низько гірський

з м'якими хвилястими контурами масивів і плоскими вершинами, які рідко досягають висот 1000-1200 м над р.м. Схили переважно пологі глинисто-кам'янисті.

Чорногірський масив представлений трьома паралельними середньогірськими хребтами, витягнутими із північного заходу на південний схід. Південна межа парку проходить по вододілу головного Чорногірського хребта і фіксується вершинами гір Говерла (2061 м), Брескул (1911,5 м), Туркул (1933,2 м), Бребенескул (2035,8 м), Мунчель (1998,4 м), Піп Іван (2020,5 м). (табл. 3.1).

Таблиця 3.1. Перелік основних гірських вершин на території Карпатського НПП

№ з/п	Назва гори	Абсолютна висота, м	№ з/п	Назва гори	Абсолютна висота, м
1	Говерла	2061	36	Мариш	1352,1
2	Бребенескул	2035,8	37	Хеде	1325,2
3	Піп Іван	2020,5	38	Кондри Грунь	1320,5
4	Ребра	2001,1	39	Магура	1288,0
5	Мунчель (Менчул)	1998,4	40	Шекелівка	1284,0
6	Кедроватий	1995,3	41	Діл	1280,3
7	Туркул	1933,2	42	Чорний Погар	1266,1
8	Брескул (Брецул)	1911,5	43	Куніклива	1261,0
9	Смотрич	1894,0	44	Ліснів	1256,2
10	Дземброня	1877,7	45	Гребля	1251,7 (1252,2)
11	Шпиці	1863,1	46	Шави	1247,0
12	Данцех	1855,7	47	Кичера	1225,3
13	Пожижевська	1822,2	48	Ребровач	1222,6
14	Гомул	1787,6	49	Круглоявірник	1221,6
15	Шурин	1772,9	50	Ягоди	1216,5
16	Стайки Великі	1743,1	51	Погар	1210,5
17	Кізли Великі	1734,4	52	Томнатик	1187,0
18	Стайки Малі	1728,0	53	Острий Грунь	1176,0
19	Кізли Малі	1681,0	54	Багровець	1151,1
20	Синяк	1665,2	55	Гичка (Хичка)	1132,4
21	Степанець	1649,9	56	Свинянка	1120,5
22	Козмеська Велика	1573,4	57	Гига (Хига)	1111,7
23	Маришевська Велика	1567,3	58	Борсучина	1095,6
24	Скорушний	1552,3	59	Перехрестя	1091,5
25	Хом'як	1542,1	60	Щербанів Верх	1069,9
26	Кукул	1539,4	61	Горган	1049,1
27	Явірник-Горган	1467,0	62	Бурачківський Гребінь	1040,3
28	Маришевська Мала	1452,1	63	Яблуниця	1006,0
29	Подароватий	1448,7	64	Дошинка	1005,3
30	Горган Явірницький	1431,6	65	Микулінка	997,0
31	Синячка	1400,9 (1401,3)	66	Чорногориця	991,2
32	Під Бердо	1387,1 (1388,4)	67	Маковиця	984,5
33	Кітилівка	1382,9	68	Довгий Грунь	971,1
34	Явірник	1373,6 (1374,1)	69	Ломпарівка	951,2
35	Гордя Доброківська	1356,8	70	Осередок	914,8

Відповідно до сучасного районування у межах Карпатського НПП виділяють декілька тектонічних одиниць: внутрішню крейдово-палеогенову Примармароську акреційну призму та зовнішню неогенову призму з відповідними скибами та субпокривами (рис. 3.2).

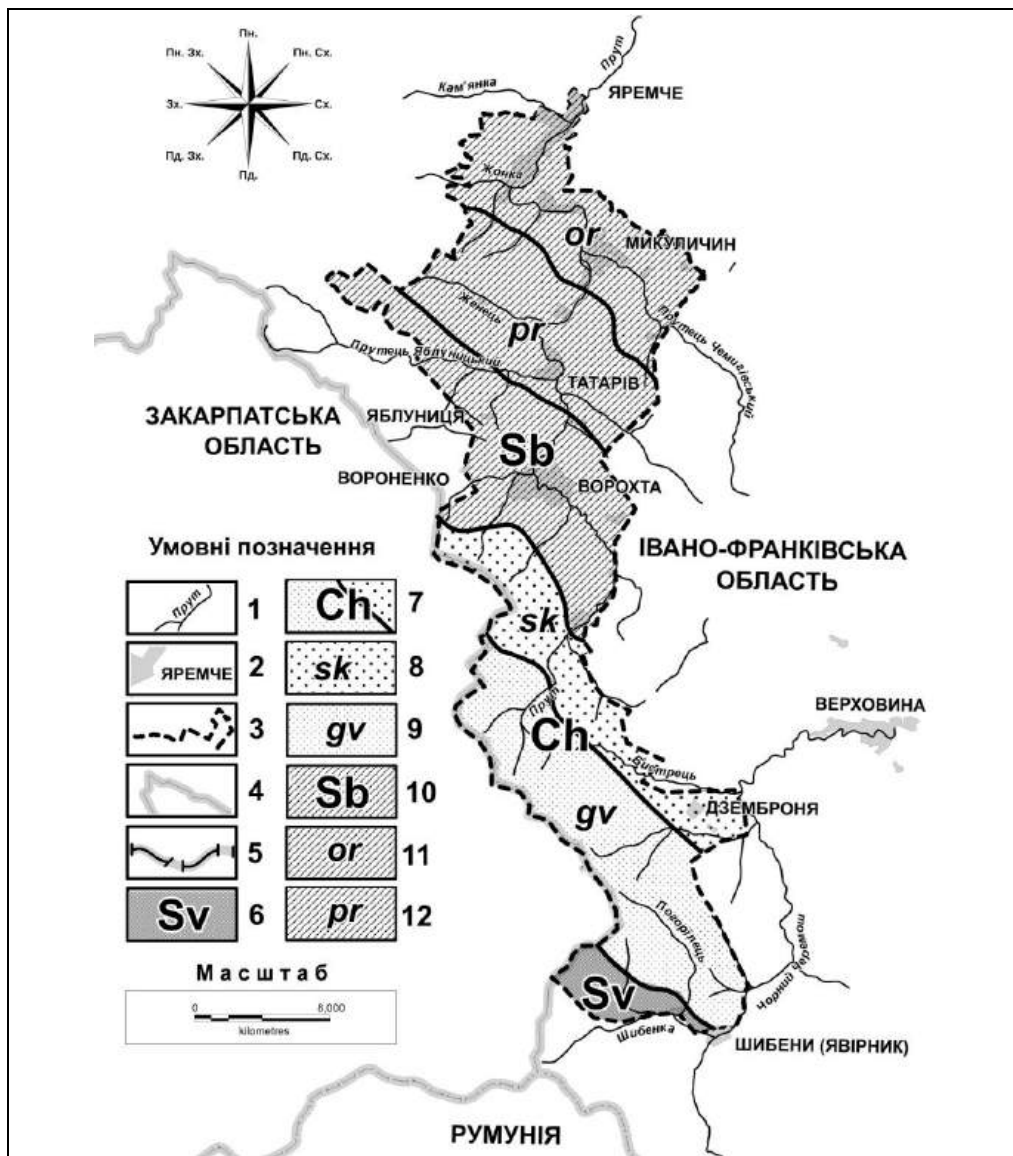


Рис. 3.2. Тектонічні одиниці Карпатського НПП (за О.М. Гнилко, 2012):

1 – річка та її назва; 2 – населений пункт; 3 – межі Карпатського НПП; 4 – межі адміністративних областей України; 5 – державний кордон України; 6-12 – тектонічні одиниці [6 – внутрішня крейдово-палеогенова Примармароська акреційна призма (зовнішні Східні Карпати, Свидовецький внутрішній флішовий покрив); 7 – Чорногорський покрив з 8 – Скупівським (sk) та 9 – Говерлінським (gv) субпокривами; 10 – зовнішня неогенова призма (зовнішні Карпати, зовнішні флішові покриви та Самбірський покрив – внутрішня зона передового прогину), Скибовий покрив зі скибами 11 – Парашки (pr) та 12 – Орівською (or) субпокривами]

Акреційна призма – це геологічна структура, що утворюється в зонах *Акреційна призма* – це геологічна структура, що утворюється в зонах субдукції, де одна тектонічна плита підсувається під іншу. Коли океанічна плита рухається під континентальну, осадовий матеріал, що накопичився на поверхні океанічної плити, стискається та нашаровується, утворюючи клиноподібну структуру – акреційну призму.

Цей процес призводить до виникнення характерних складчасто-насувних структур і сильно деформованих порід. Акреційні призми можуть включати різноманітні геологічні матеріали, такі як уламкові породи, вулканічний матеріал, морські осади і метаморфічні породи, які формуються в умовах високого тиску внаслідок тектонічного стискання.

Науково-обґрунтованим та ефективним методом навчання студентів-практикантів природничих спеціальностей щодо геологічної будови будь-якої території є вивчення зразків гірських порід та мінералів, а також проведення екскурсій до геологічних пам'яток.

Яремчанські складки. Найбільш популярним наочним об'єктом для розуміння та вивчення особливостей геологічної будови (тектоніки і стратиграфії) Карпатського НПП є яремчанські складки більш відомі під назвою «готичні складки» або «карпатський фліш». Вони знаходяться у м. Яремче на скелястому схилі правого берега долини р. Прут. Висота скелі сягає до 100 м та має протяжність близько 350 м (рис. 3.3).



А



Б

Рис. 3.3. Готичні складки у м. Яремче: А – скеля «Слон», Б – відслонення справа від скелі

Геологічна товща об'єкта представлена тонкоритмічним трьохкомпонентним флішем стрийської світи (верхня крейда – нижній палеоцен, 60-75 млн років). Породи складають фронтальну частину Орівської скиби Скибового покриву, зім'яті у вертикально орієнтовані, з незначною північно-східною вергенцією готичні складки з розмахом крил 5-10 м.

Складки утворилися в міоценовий період внаслідок бокового тиску і горизонтального пересування товщ на північний схід у процесі формування Карпатського мегапокриву; ускладнені численними малоамплітудними зривами. Яремчанські складки – типовий для Зовнішніх Карпат розріз флішових утворень, зім'ятих у класичні складки готичного типу.

Є мальовничою складовою ландшафту, входить у програму екскурсій Карпато-Балканської геологічної асоціації (КБГА) та приваблює численних туристів і краєзнавців.

Скелі Довбуша. На правому схилі долини р. Прут серед соснового лісу розташовані мальовничі скелі висотою до 20 м, які являють собою типові ерозійні останці масивних пісковиків ямненської світи верхнього палеоцену (55 млн років) – рис. 3.4.



Рис. 3.4. Фрагменти геологічної пам'ятки «Скелі Довбуша»

Із скелями пов'язані легенди про перебування тут народного ватажка Олекси Довбуша. Мальовнича окраса ландшафту поряд з добрим екологічним станом є популярним об'єктом відвідування туристами.

Скеля у с. Татарів. Геологічний об'єкт знаходиться на березі р. Прут на відстані 50 м від шосейної дороги, що у центрі села. Скелястий обрив висотою 20 м у руслі річки та пороги протяжністю 10 м займають орієнтовну площу близько 1 га і відображають особливості місцевої стратиграфії та геоморфології (рис. 3.5).

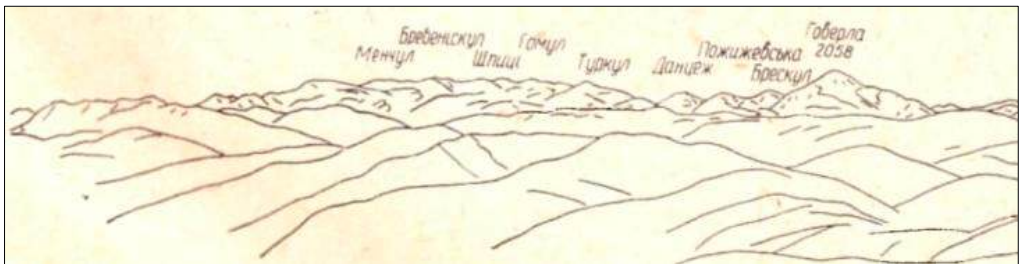
Розріз нижнього крем'яневого горизонту, що залягає у нижній частині менілітової світи олігоцену (35-25 млн років), представлений тонкоритмічним перешаруванням тонкоплитчастих чорних кременів та окременілих попелясто-сірих мергелів. Потужність горизонту 8 м. Під ним залягає пачка чорних аргілітів потужністю до 10 м, яка також відноситься до олігоцену, і товща зелено-сірих тонкоплитчастих аргілітів бистрицької світи верхнього еоцену (40 млн років).

Залягання порід моноклінальне з азимутом падіння 220° під кутом 45° . Чіткий контакт верхнього еоцену та нижнього олігоцену в межах Сколівської скиби Скибового покриву. Порушується питання про надання об'єкту статусу геологічної пам'ятки місцевого значення.



Рис. 3.5. Скеля у с. Татарів (фото 05.12.2024)

Чорногірський хребет. Гірський хребет – це лінійно витягнута система гір, утворена в результаті тектонічних процесів, зокрема під час гороутворення. Він складається з послідовних гірських вершин, піків і перевалів, об'єднаних спільним підняттям земної кори. Гірські хребти часто є частинами великих гірських систем і можуть простягатися на сотні або навіть тисячі кілометрів. Тут розташовані найбільші вершини Українських Карпат. Характерні риси гірського хребта включають висотну різноманітність, складчастість і наявність різних геологічних формацій. Хребти відіграють важливу роль у впливі на кліматичні умови регіону, водний баланс, а також формують унікальні екосистеми. Тому Чорногірський хребет найчастіше розглядають як цікавий геоморфологічний та стратиграфічний об'єкт (рис. 3.6).



А



Б

Рис. 3.6. Панорама Чорногірського хребта: А – схема П.М. Цися (1962); Б – фотознімок у рамках проекту «Підтримка природно-заповідних територій в Україні» (2021)

Існують різні підходи до виділення меж Чорногори, найчастіше межю проводять по горизонталі 1500 м. Хребет складений потужною товщею флішових утворень верхньої крейди – нижнього палеогену (чорногорська світа, 60-75 млн. р.), яка складає значну частину розрізу Чорногорського покриву, що на північний схід від цього району майже повністю перекриває південні структури Скибового покриву. Розріз чорногорської світи складають пісковики, гравеліти, лінзи дрібногалечних конгломератів. Підлегле значення займають аргіліти. На фоні загального моноклінального залягання спостерігаються крупні складки незвичної будови (типу «пропелер»). На обох схилах хребта чудово виражені форми гірського зледеніння.

Тут відзначаються три рівні льодовикових цирків. Вік наймолодшого зледеніння близько 10 тис. років. В льодовикових цирках наймолодшого зледеніння чудово збереглися всі елементи льодовикових цирків – урвисті та скелясті борти, карлінги, рігелі, донні та бокові морени; спостерігаються мальовничі гірські озера.

Чорногора є головним ландшафтним компонентом Українських Карпат, який відвідують тисячі туристів з багатьох країн світу. Від селища Ворохта до спортивної бази «Заросляк» йде дорога III-го класу, далі підйом на г. Говерла чітко позначеними стежками. Вздовж хребта також є зручна стежка.

У межах Чорногірського хребта є низка геологічних пам'яток природи стратиграфічного та тектонічного характеру [71].

Стратиграфічні пам'ятки природи

1. Відклади скупівської світи верхньої крейди репрезентовані грубим піщаноглинистим флішем з прошарками фукоїдних мергелів [а) північно-східні схили хребта Кострич, б) русло р. Прут].

2. Моноклінальне залягання грубошаруватих і масивних пісковиків з прошарками гравелів чорногірської світи верхньої крейди [а) стінки карів на північно-східних схилах Говерли-Брецула, б) пригребеневі північно-східні схили хребта Маришевська].

3. Відклади нижньошипітської підсвіти нижньої крейди репрезентовані чорними некарбонатними аргілітами з проверстками алевролітів (долина потоку Кременешчик і його притоки, що бере початок під г. Мариш).

4. Відслонення глинисто-валунної морени верхньоплейстоценового віку (вздовж дороги на спортбазу «Заросляк»).

5. Відклади ялівецької світи верхньої крейди, репрезентовані вишнево-червоними, зеленими і малопотужними чорними аргілітами з прошарками алевролітів (верхів'я притоки потоку Прип'ір, що витікає на північно-східних схилах хребта Козьмєска) [71].

6. Стратотип чорногірської світи (верхня крейда) – басейн р. Чорний Черемош, потік Дземброня, гора Смотрич (за [61]).

Тектонічні пам'ятки природи

1. Субвертикально залягаюча масивна плита пісковиків чорногірської світи (південно-південно-західний схил г. Говерла).

2. Вертикальне залягання пластів пісковиків чорногірської світи [а) урочища Великий і Малий Кізли, б) хребет Шпиці].

3. Складкоподібне залягання відкладів чорногірської світи «зрізане» денудаційними процесами (південно-східний схил-стінка над озером Бребенескул – відріг головного хребта до вершини г. Гутин Томнатик (2016 м) [71].

У адміністративному корпусі Карпатського НПП є колекція натуральних зразків найпоширеніших в Україні гірських порід та мінералів, які можна використовувати під час проведення теоретичних занять із вивчення геологічної будови Карпатського регіону (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Колекція геологічних зразків в адміністративному корпусі Карпатського НПП (м. Яремче Івано-Франківської обл.)

Коротка характеристика геологічних зразків

Алевроліт – осадова гірська порода, що складається переважно з дрібних частинок піску та глини (від 0,005 до 0,0625 мм). Він утворюється в умовах повільного осадження на дні водних об'єктів, таких як озера, морські басейни чи річки. Має середню зернистість між глинами та пісковиками. Колір породи може варіюватися від сірого до червоного, залежно від домішок. Алевроліти часто використовуються в будівництві, а також в нафтовидобутку як резервуари для нафти чи газу. Твердість за шкалою Мооса становить близько 2-4.

Алуніт – мінерал, який складається з сульфату калію та алюмінію ($\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$). Має білий, сірий або жовтуватий колір, іноді з червоними або коричневими відтінками. Утворюється внаслідок вивітрювання мінералів, багатих на сульфати, у вулканічних або гарячих джерелах. Використовується в хімічній промисловості для виробництва алюмінієвих солей, а також як сировина для добрив. Твердість за шкалою Мооса – 3,5-4.

Антрацит – найвищий за ступенем метаморфізму вид кам'яного вугілля. Формується внаслідок тривалого впливу високого тиску і температури на кам'яне вугілля. Містить 92-98% вуглецю. Має чорний з металічним блиском колір і високу, порівняно з іншими видами вугілля щільність. Використовується як високоякісне паливо, для виготовлення електродів, у виробництві сталі, а також як сировина для отримання вуглецевих матеріалів у хімічній промисловості.

Апатит – мінерал із класу фосфатів, основне джерело фосфору. Його хімічна формула $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$. Утворюється в різних геологічних умовах і є ключовим мінералом для сільського господарства та хімічної промисловості. Має зелений, синій, жовтий, рожевий колір, буває безбарвний. Використовується для виробництва фосфатних добрив і фосфорної кислоти. Має твердість 5 за шкалою Мооса.

Буре вугілля – низькорозвинений вид вугільного вугілля, який є проміжним етапом між торфом і кам'яним вугіллям. Містить 60-70% вуглецю. Має коричневий або темно-бурий колір. Теплотворна здатність менша, ніж у кам'яного вугілля. При згоранні виділяє багато диму. Використовується як паливо в енергетиці та як сировина для хімічної промисловості. Буре вугілля є важливим енергетичним ресурсом, але його екологічні показники нижчі через високий вміст вологи та золи.

Вапняк – осадова гірська порода, що складається переважно з кальциту (CaCO_3). Має білий, сірий, жовтуватий або бурий колір. Утворюється в морських або прісноводних умовах з решток організмів чи хімічним осадженням. М'яка, легко обробляється. Використовується у процесі виробництва цементу та вапна, як будівельний матеріал, а також у хімічній промисловості та металургії.

Галіт – мінерал, відомий як кам'яна сіль, із хімічною формулою NaCl (хлорид натрію). Він має солоний смак і зазвичай буває безбарвним, білим, сірим, рожевим або блакитним. Галіт широко використовується в харчовій промисловості як кухонна сіль, у хімічній промисловості для отримання натрію, хлору та соди, а також у дорожньому господарстві для посипання доріг. Його твердість становить 2-2,5 за шкалою Мооса.

Гематит – це мінерал із класу оксидів, основний компонент якого – оксид заліза (Fe_2O_3). Має металевий або землистий блиск і характерний червоно-бурий колір, хоча у вигляді кристалів може бути сталеве-сірим або чорним. Гематит є основною рудою для видобутку заліза, широко використовується в металургії, а також як пігмент при виготовленні фарб. Має твердість 5–6 за шкалою Мооса і формується в осадових, магматичних та метаморфічних породах.

Гіпс – мінерал, складений з сульфату кальцію, з хімічною формулою $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Буває білим або прозорим, але може мати й інші відтінки залежно від домішок. Широко використовується в будівництві для виготовлення штукатурки, у медицині, а також у виробництві цементу. Твердість 1,5-2 за шкалою Мооса.

Граніт – це магматична гірська порода, складена переважно з кварцу, польового шпату та слюди. Він має різноманітні кольори – від сірих до червоних, рожевих та чорних, залежно від складу мінералів. Є одним з найміцніших матеріалів, використовується в будівництві. Його твердість становить 6-7 за шкалою Мооса.

Доломіт – карбонатна порода, що складається переважно з мінералу доломіту ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Має сірий, білий або рожевий колір, іноді може бути зеленуватою. Доломіт використовується в будівництві для виготовлення вапна, у виробництві металів, як добавка до цементу та в агрономії для нейтралізації кислотних ґрунтів. Твердість становить 3,5-4 за шкалою Мооса.

Кальцит – мінерал, що складається з карбонату кальцію (CaCO_3). Утворюється в результаті осадових процесів, таких як випаровування води та осадження кальцієвих сполук у водних середовищах. Кальцит можна знайти в гірських породах, таких як вапняки та мармури, а також у карстових утвореннях, таких як сталактити і сталагміти. Має широкий спектр кольорів, від безбарвного до білого, жовтого, рожевого або навіть зеленого. Використовується у будівництві, виробництві цементу, а також у сільському господарстві для коригування кислотності ґрунтів. Твердість – 3 за шкалою Мооса.

Кам'яне вугілля – осадова гірська порода, яка складається переважно з органічних речовин, що утворилися в результаті стародавніх рослинних залишків, що піддавалися високому тиску та температурі протягом мільйонів років. Кам'яне вугілля має чорний або темно-сірий колір, високу теплотворну здатність і використовується переважно як паливо в енергетиці та промисловості, його використовують також у виробництві коксів для металургії. Вугілля містить різні домішки, включаючи сірку та мінерали. Твердість становить близько 2-3.

Кварцит – метаморфічна порода, що утворюється в результаті перетворення пісковиків під впливом високої температури та тиску. Основним мінералом кварциту є кварц (SiO_2), тому він дуже твердий і стійкий до ерозії. Має білий, сірий, червоний або жовтуватий колір, залежно від домішок. Порода широко використовується в будівництві для виготовлення плитки, облицювання та у виготовленні декоративних елементів, а також у виробництві абразивних матеріалів. Твердість становить 7 за шкалою Мооса.

Крейда – осадова порода, що складається в основному з дрібних частинок кальциту (CaCO_3), утворених переважно з останків морських організмів, таких як раковини та корали. Має білий або кремовий колір, м'яку текстуру і часто використовується як писальна або фарбувальна речовина. Застосовується в сільському господарстві для покращення кислотності ґрунтів, а також у виробництві цементу, в хімічній промисловості та для виготовлення деяких видів палива. Твердість – близько 1-2.

Лімоніт – це мінерал, що є сумішшю гідратованих оксидів заліза, зокрема гідрогетиту та сидериту. Має жовто-буруватий колір, часто з окисленими відтінками. Утворюється в результаті гідратації залізних мінералів у процесі вивітрювання. Лімоніт використовується як руда для видобутку заліза, а також у виробництві фарб, пігментів та в якості абразивного матеріалу. Твердість лімоніту за шкалою Мооса становить 4-5.

Магнетит – мінерал, що складається з оксиду заліза (Fe_3O_4) і є однією з основних руд для видобутку заліза. Має чорний або темно-сірий колір, часто з металевим блиском і є магнітним, що робить його легко впізнаваним. Магнетит утворюється в результаті магматичних або метаморфічних процесів, а також внаслідок осадження в багатих залізом водах. Мінерал використовується для видобутку заліза і у виготовленні магнітів та в деяких промислових процесах. Твердість – 5,5-6.

Мармур – метаморфічна порода, що утворюється внаслідок перетворення вапняків під впливом високої температури та тиску. Основним мінералом мармуру є кальцит (CaCO_3), але в ньому можуть бути присутні домішки, що надають йому різноманітні кольори, від білого до рожевого, зеленого або чорного. Мармур широко використовується в архітектурі та скульптурі через свою естетичну привабливість і здатність до полірування. Також його використовують для виготовлення плитки, стільниць та декоративних елементів. Твердість – 3-4 за шкалою Мооса.

Ортоклаз – мінерал, який є одним з основних видів польового шпату і має хімічну формулу KAlSi_3O_8 . Він характеризується рожевим, білим або червоним кольором і є важливим компонентом в магматичних породах, таких як граніт. Використовується в керамічній та скляній промисловості, а також у виробництві декоративних матеріалів. Твердість – 6 за шкалою Мооса.

Пегматит – магматична порода, яка утворюється при повільному охолодженні магми на великих глибинах. Характеризується дуже великими розмірами кристалів, що можуть досягати декількох сантиметрів або навіть метрів. Пегматити складаються переважно з кварцу, польового шпату та мікроклінових мінералів, а також можуть містити рідкісні елементи, такі як літій, берилій та титан. Завдяки своїй текстурі та складу, пегматит є важливим джерелом дорогоцінних і рідкісних мінералів, таких як топаз, турмалін та літєві руди. Твердість – 6-7 за шкалою Мооса.

Пемза – пористий вулканічний мінерал, що утворюється при швидкому охолодженні лави, багатой на газі. Вона має світлий колір (білий, сірий або бежевий) і дуже легка завдяки великій кількості пор. Широко використовується в будівництві, у косметології та в медицині. Твердість пемзи за шкалою Мооса становить 6.

Пірит – сульфідний мінерал, що складається із заліза та сірки (FeS_2), відомий як «золото дурнів» через свій металевий жовтий колір, який може нагадувати золото. Пірит утворюється в осадових, метаморфічних та магматичних породах, зазвичай в умовах низької температури та тиску. Використовується в промисловості для отримання сірки та в якості сировини для виробництва сірчаних кислот. Має твердість 6-6,5.

Пісковик – це осадова порода, що складається переважно з дрібних частинок піску, зцементованих природними мінералами, такими як кварц, кальцит або глинисті мінерали. Кольори – від жовтого та червоного до сірого і навіть чорного, залежно від складу цементуючої речовини та домішок. Використовуються в будівництві для виготовлення будівельних матеріалів. Твердість варіюється від 6 до 7.

Сильвініт – мінерал, що складається з хлоридів калію та натрію, з хімічною формулою $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$. Часто зустрічається в осадових породах, таких як солончаки або соляні озера. Має блідо-сірий або білий колір, іноді з червонуватими або жовтуватими відтінками. Використовується в хімічній промисловості для виробництва калійних добрив, а також в інших галузях. Твердість – 2,5-3.

Сірка – це хімічний елемент з символом S, що зустрічається в природі у вигляді мінералів, а також у складі різних сполук. Вона має жовтий колір, кристалічну структуру і характерний запах при горінні. Використовується в хімічній промисловості для виробництва сірчаної кислоти, а також у добривах, фарбах, пестицидах і медичних препаратах. Мінеральна сірка, що зустрічається в природі, часто утворюється в результаті вулканічної активності або внаслідок осадження в гарячих джерелах. Твердість – 1,5–2.

Туф – пористий вулканічний камінь, що утворюється при охолодженні та затвердінні вулканічного попелу, який був викинутий під час вибухів. Колір – від білого до сірого, іноді з червоними або жовтими відтінками. Використовується в будівництві, особливо в якості теплоізоляційного матеріалу. Твердість – 5-6, іноді – 3-4.

Флюорит – мінерал, що складається з фториду кальцію (CaF_2). Кольори – від безбарвного до фіолетового, зеленого, жовтого, синього або навіть червоного, і часто зустрічається з різноманітними відтінками в одному кристалі. Є важливим джерелом фтору, що використовується в хімічній промисловості, а також у виробництві оптики та флуоресцентних матеріалів. Має твердість 4.

Фосфорит – осадова порода, що утворюється в результаті осадження в морських середовищах, де органічні матеріали взаємодіють з водою, багатою на фосфати. Містить великі кількості фосфатних мінералів, переважно апатиту ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$). Використовується у виробництві фосфатних добрив. Має темно-зелений, сірий або коричневий колір, іноді – чорний або жовтий. Має твердість 3–4 за шкалою Мооса.

Халькопірит – це сульфідний мінерал, що складається з міді і заліза (CuFeS_2). Має бронзовий або золотисто-жовтий колір і металевий блиск. Халькопірит утворюється в магматичних та метаморфічних породах, а також може зустрічатися в осадових рудах. Він є основним джерелом міді та широко використовується в металургії для її видобутку. Твердість – 3,5-4.

Ще у 1910 р. у низці населених пунктів, що прилягають до нинішньої території Карпатського НПП були поклади різних родовищ корисних копалин. У с. Ямна (тепер мікрорайон у м. Яремче), с. Микуличин, с. Татарів, селищі Ворохта, с. Вороненко, с. Яблуниця, с. Бистрець працювали кар'єри з видобутку будівельного каменю. Тут же і біля с. Явірник (с. Шибени) було виявлено поклади залізної руди. Нафтові поклади та озокериту локалізувалися у районі с. Яблуниця, селища Ворохта та с. Вороненко, а у Татарів – були поклади солі [30].

3.2. Рельєф

Відповідно до «Програми Літопису природи для заповідників та національних природних парків» вивчення рельєфу є складовою частиною наукових досліджень, що проводяться (або мають проводитись) у деяких установах ПЗФ.

Загальна характеристика. Під поняттям «рельєф» розуміють сукупність нерівностей земної поверхні, які відрізняються за формою, розмірами, походженням і віком. Він охоплює всі форми земної поверхні, такі як гори, рівнини, долини, яри, височини та низини. Рельєф формується під впливом внутрішніх процесів (тектонічних рухів, вулканізму) і зовнішніх чинників (ерозії, вивітрювання, льодовикової діяльності) і має важливе значення для ведення природоохоронної діяльності, розвитку туризму, формування гідрологічного режиму водотоків, ґрунтових процесів, визначає мікрокліматичні особливості території тощо і, навіть, визначає розташування населених пунктів.

Гірський рельєф, з його різноманітними формами та висотами, завжди вабив людину. Гора (гірська споруда) – форма рельєфу, різке локальне ізольоване піднесення земної поверхні над сусідніми відносно вирівняними ділянками, що характеризується чіткою лінією підосви (межею переходу від рівнини до власне гори), різкими коливаннями відносних висот. Загалом горами вважають елементи рельєфу з абсолютними висотами понад 600 м над рівнем моря.

Висота гори вимірюється як висота її вершини відносно рівня моря. Важливим є також показник висоти гір як різниці висот між вершиною та рівнем прилеглої території. В географії за абсолютними висотами над рівнем моря гори поділяються на: *низькі* – абсолютні висоти 600–1000 м; *середньовисотні* – 1000–2000 м; *високі* – понад 2000 м. Таким чином, Українські Карпати, як і вся гірська система Карпати, розташована на території 8 країн, є прикладом середньовисотних гір з переважними висотами 800-1200 м. Найвища вершина Карпат – гора Герлаховський штит у Словаччині.

Карпатський НПП є територією з унікальним гірським рельєфом, що формувався впродовж тривалого геологічного часу під впливом як ендегенних, так і екзогенних процесів. Він охоплює найвисокогірніші частини Українських Карпат, зокрема хребет Чорногора, що є найвищим орографічним елементом України з вершиною Говерла (2061 м) – рис. 3.8. Значна частина Чорногори служить вододілом між р. Прут і р. Тиса, багато віків це був одночасно кордон держав, до яких належали Галичина і Закарпаття.



Рис. 3.8. Хребет Чорногора – найвищий орографічний елемент Українських Карпат з вершиною Говерла (2061 м)

Рельєф Парку відзначається значною вертикальною амплітудою, яка варіюється від 500-600 м у передгір'ях до понад 2000 м у високогір'ї, що зумовлює чітку вертикальну зональність природних комплексів.

Основою рельєфу є флішеві геологічні комплекси, представлені чергуванням пісковиків, алевролітів та аргілітів, що формують складчасто-насувні структури Карпатської гірської системи. Складчасті тектонічні рухи палеогену та неогену визначили формування хребтів, які орієнтовані у північно-західному напрямку. Розчленованість рельєфу зумовлена активними процесами ерозії, денудації та зсувів, що особливо інтенсивні в умовах флішових порід.

Високогірна частина Карпатського НПП (Чорногора) демонструє риси давнього плейстоценового зледеніння, яке залишило по собі характерні льодовикові форми рельєфу – карові улоговини («котли»), гребені з гострими вершинами, моренні гряди та льодовикові озера, найвідомішим з яких є озеро Несамовите.

У різних частинах світу ці карові улоговини називають по-різному: у Піренеях – «уль» (oule), у Французьких Альпах – «ван» (van), в Норвегії – «ботн» (boten), у Швеції – «боттн» (botten), в Шотландії – «коррі» (corry), в Уельсі – «коун» (cwn), у північній Англії – «тан» (tarn), «кумб» (coomb), у деяких слов'янських країнах – «занога» (zanoga), «калдаре» (caldare) [38, 39].

Лише у верхів'ї басейну р. Прут таких карів є вісім, які називаються відповідно до гірських вершин, біля яких вони знаходяться – *Малоговерлянський, Заросляцький, Брескульський, Арендажський, Данцерський, Туркульський, під г. Шпиці, між г. Великі Кізли та г. Малі Кізли.*

Малоговерлянський кар розміщений на північ-північно-східному схилі г. Говерла. Абсолютна усереднена висота днища кару близько 1520 м, тилова стінка кару висотою 330 м і крутизною 35° з невеликими нівальними нішами і численними ерозійними борознами. Борти кару більш похилі (22-25°), з численними осипами і мікроформами снігового «роз'їдання», їх відносні висоти – 80-100 м. Вирівняне днище кару шириною біля 150 м вкрите численними слабо обкатаними брилами пісковику, місцями заболочене. Є ригель¹ висотою 12 м [51].

Заросляцький кар – найбільший у цій групі, розміщений між Говерлою і Брескулом, і орієнтований з південного заходу на північний схід. Абсолютна висота днища кару біля 1630 м, висота тилової стінки над днищем – 150 м, крутизна – 30°. Днище кару – шириною біля 250 м, заболочене, у північносхідному напрямку звужується до 125-135 м (в районі ригеля). Нижче ригеля простежується крутий уступ (30°) від кару до нижньої ерозійно-льодовикової улоговини висотою 75-80м [51].

Брескульський кар розміщений між вершинами Брескул і Пожижевська, і за розмірами значно менший попереднього. Днище кару знаходиться на висоті біля 1540 м і має ширину 100 м, вкрите великими і дрібнішими брилами – продукт розмиву морени. Ригель висотою 13 м і шириною 60-75 м має дугоподібну форму і перекритий моренними відкладами [51].

Арендажський кар розміщений у верхів'ях потоку Арендаж поміж вершинами Пожижевська і Данцер. Кар має круту (більше 30°) тилу стінку висотою біля 175 м, яка сильно розчленована ерозійними промивинами. На бортах кару багато дрібних і великих (до 100 м шириною) нівальних ніш, численні дрібні осипища. Днище кару розміщене на абсолютній висоті 1540 м, його ширина біля 375 м. В його межах простежуються два вали бокової і один стадіальної морени з максимальною висотою біля 80 м і довжиною (бокові морени) 180-200 м [51].

Данцерський кар знаходиться південно-східніше г. Данцер і орієнтований у східно-північно-східному напрямку. Тиловою стінкою крутизною 34° і висотою 130 м кар прилягає до вододілу, лівим бортом до північно-східного схилу г. Данцер. На тилувій стінці і бортах численні ерозійні улоговини, нівальні ніші різних розмірів (максимальна ширина 70-80 м, глибина врізу до 10м), дрібні осипища. Середня абсолютна висота днища кару біля 1680 м, ширина – 500 м, довжина – 250-300 м. На днищі зустрічаються залишки розмитої стадіальної і донної морен. Ригель простежується не дуже чітко і припіднятий над днищем на окремих ділянках на 7-9 м [51].

Туркульський кар найбільший за площею у басейні Данцерського Пруту і має форму амфітеатру. Абсолютна середня висота днища кару близько 1720-1740 м, ширина 600-650 м, довжина – 500 м. Порівняно вирівняне днище кару вкрите брилами пісковика діаметром 1-2,5 м і накопиченням суглинисто-щебенистого матеріалу – залишки розмитої стадіальної морени. У південно-східній частині кару на висоті біля 1700 м

¹ **Ригель** – це скельний виступ або перешкода, яка перетинає дно долини чи русло річки і формується унаслідок дії льодовикової ерозії, коли льодовик обтікає твердіші породи, залишаючи їх у вигляді виступів, тоді як м'якші породи розмиваються.

розміщене озеро Несамовите площею біля 3000 м². Висота тилової стінки над дном кару біля – 135 м, крутизна – 30° і більше. На тилівій стінці і бортах – численні нівальні ніші, максимальні розміри яких досягають 50-75 м у поперечнику і глибиною врізу до 30 м.

Два крайніх південно-східних кари у верхів'ях Данцерського Пруту відокремлені один від одного і від Туркульського кару скелястими міжкарвовими гребенями (Великі Кізли і Малі Кізли) [51] (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Гірське озеро Несамовите у Туркульському карі (північно-східний схил гори Туркул)

Кар під г. Шпиці має продовгасту форму і орієнтований з південного заходу на північний схід. Середня абсолютна висота кару близько 1720 м, ширина днища – 300 м. На дніщі численні вали стадіальної морени висотою 6-8 м, які складені слабо обкатаними брилами пісковиків і конгломератів чорногірської світи. Розділені кари скелястими гребенями висотою 75-100 м над дном. Висота тилової стінки кару під Шпицями – 130 м, кару поміж Великими Кізлами і Малими Кізлами – 150 м, їх крутизна 30-37° [51].

Кар між г. Великі Кізли та г. Малі Кізли має більшу ширину (400 м), але значно коротший. Днища обох карів уступом висотою 50-60 м обриваються до «нижнього котла», в якому простежується декілька валів бокової морени [51].

У середньогір'ї Карпатського НПП домінують ерозійні форми рельєфу: круті схили, глибокі річкові долини та численні яри.

Гідрографічна мережа парку є густо розгалуженою, головні річки – Прут і Чорний Черемош – прорізають гірські масиви, формуючи вузькі долини, каньйони, водоспади та пороги. Водна ерозія також формує численні осипи та делювіальні шлейфи на схилах.

Рельєф Карпатського НПП має велике значення для формування місцевих мікрокліматів, оскільки високогір'я діє як бар'єр для повітряних мас. Це сприяє створенню специфічних умов для розвитку різноманітних біогеоценозів, що змінюються відповідно до висотної поясності. Так, у нижніх частинах рельєфу переважають широколистяні ліси, у середньогір'ї – хвойні, а у високогір'ї – субальпійські луки та альпійські чагарники.

Унікальність високогірної частини Карпатського НПП дозволяє

виділити тут низку **геоморфологічних пам'яток природи** [71]:

1. Куполоподібна вершина г. Говерла (2061 м) – найвища точка України та Українських Карпат.

2. Пірамідальна вершина г. Туркул (1933 м) зі скельними виходами масивних пісковиків.

3. Оригінальне скельне утворення «Брецульський камінь».

4. Кам'яні розсипи – куруми й осипища [а) північно-західні пригребеневі схили хр. Шпиці, б) південно-західні привершинні схили г. Брецул].

5. Льодовиково-екзараційні форми плейстоценового зледеніння – Заросляцький кар (а) і улоговина між Брецулом і Говерлою (б).

6. Шпилясті міжкаркові гребені – карлінги (урочища Великий і Малий Кізли).

7. Рігель з водоспадом та коритоподібна долина – трог [а) під г. Говерла у верхів'ї потоку Прут Заросляцький, б) під г. Гомул у верхів'ї потоку Прут Гомульський].

8. Льодовиково-аккумулятивні форми верхньоплейстоценового зледеніння – кінцевоморенні горби і пасма (межиріччя Пруту й Кременешика).

9. Нівальні ніші – результат сучасних процесів снігового вивітрювання (стілки кару північної експозиції під г. Брецул).

10. Акумулятивний конус сходження стрибуючої снігової лавини у підніжжі г. Данцер.

11. Активні зсуви – яскравий прояв сучасних гравітаційних процесів у різних породах [а) у делювіальних відкладах – південно-західний придолинний схил хр. Озірний біля Чорногірського географічного стаціонару, б) у моренних відкладах – правобережжя р. Прут уздовж дороги на базу «Заросляк»].

12. Ерозійний вріз у руслі р. Прут – результат активізації донної ерозії під час катастрофічного паводку у липні 2008 р. (околиці Чорногірського географічного стаціонару).

13. Пригребеневі схили г. Кукуль зі скельними виходами пісковиків.

14. Невелика вертикальна печера (глибиною біля 2,5 м) на пригребеновому схилі відрог вершини Пожижевська.

15. Залишки траншей і бліндажів на г. Гомул – бегеліративні форми часів Першої світової війни.

16. Химерні скелі на південно-східних схилах хребта Шпиці.

17. Каньоноподібний відтинок долини р. Прут.

Рельєф Парку не лише визначає природну диференціацію ландшафтів, але є об'єктом активного антропогенного впливу, пов'язаного з рекреаційною діяльністю, лісовим господарством і туризмом. Його складна структура та різноманітність є ключовими для збереження біорізноманіття, виконання водорегулювальної функції й підтримання природних екосистем.

При дослідженні рельєфу Карпатського НПП основна увага приділяється вивченню небезпечних екзогенних геоморфологічних процесів та явищ – *ярів, зсувів, обвалів, селевих потоків, лавин* та деяких *інших характеристик*, показників, об'єктів (островів та річкових кіс, прориву шийок меандрів, утворення стариць та нових русел, землетрусів, утворення карстових лійок, зміни прибережної лінії та дельти, випадки зникнення річок або озер).

Спостереження за рельєфом значною мірою залежать від наявності відповідних фахівців. Якщо такого спеціаліста немає, доцільно реєструвати добре помітні явища: землетруси, зсуви, карстові явища, селеві потоки, лавини та обвали.

3.2.1. Яри

У науковій літературі, присвяченій ерозійним процесам, яри визначають як від'ємну вузьку форму рельєфу з крутими стінками та незадернованими схилами, що часто має розгалуження у верхній частині.

Яри можуть мати різні розміри – від невеликих канав до глибоких та широких ущелин, довжиною, шириною та глибиною – десятків, а інколи й сотень метрів.

Яри зазвичай виникають у результаті інтенсивного стоку води, який вимиває породи впродовж тривалого часу і можуть бути як тимчасовими, так і постійними утвореннями. Яри часто зустрічаються в районах з м'якими або вапняковими породами, а також на схилах річкових долин.

Яри поділяють на *схиліві, вершинні та донні*.

Схиліві яри розташовані на схилах гір чи пагорбів. Вони формуються внаслідок стоку дощових або талих вод по схилу. Як правило, вони мають круті схили, які інтенсивно розмиваються.

Вершинні яри розташовані у верхів'ях водозборів, де починається процес ерозії і виникають через концентрацію водних потоків у місцях початку стоку. Найчастіше вони мають розгалужену форму, оскільки саме у верхній частині водозборів збирається значна кількість води.

Донні яри формуються в днищах долин, вздовж річкових заплав або міжвододільних низин. Їхня ерозія часто пов'язана із сезонними тимчасовими потоками води, що розмивають днище. Вони мають пологіші схили порівняно із схилівими ярами.

Основними елементами яру є вершина (або вершини), схили, днище та гирло (з конусом виносу). У гирлі яру може утворюватися конус виносу, розташований на терасах або заплавах річок.

На території України нараховується понад 500 тисяч ярів із загальною площею понад 141,2 тис. га. У Карпатському регіоні вони, як правило, невеликі, їх густота змінюється від 9 м/км² у передгір'ї Східних Карпат до 156 м/км² на території Східних Карпатах (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. Параметри зарученості району Східних Карпат (А) та передгір'я Східних Карпат (Б)

Район	Густота ярів, м/км ²			Щільність ярів, од./км ²			Середня довжина ярів, м	
	довжина, м							
	>150	150-500	>500	>150	150-500	>500	150-500	>500
А	156	78	78	0,5	0,45	0,05	170	1560
Б	9	4,5	4,5	0,03	0,0027	0,003	170	1500

Інтенсивність ерозійних явищ на лісових площах Карпат знаходиться у тісній залежності від способу рубок і методів трелювання² деревини, стану трав'яного покриву і кількості та стану природного поновлення, часу заготівель [62], а також джипінгу – пересування на транспортних засобах підвищеної прохідності (особливо у приполюсних територіях), тобто джипах, квадроциклах, багі тощо.

Прикладом впливу трелювання деревини на активізацію лінійної ерозії і утворення ярів на лісових дорогах Карпатського НПП є територія Говерляньського ПНДВ, у басейні р. Форещанка (ліва притока р. Прут) вище від урочища Бабина Яма [71].

Значна крутизна урочищ високогір'я Чорногори та часті сильні дощі і зливи зумовлюють активізацію тут процесу лінійної ерозії, зокрема, глибинної. Під час зливових дощів на схилах високогір'я формуються численні тимчасові схилі потоки, які поступово зливаються у більші струмені із більшою водністю і зумовлюють розвиток глибинної ерозії та інтенсивне розчленування поверхні урочищ. Особливо активно цей процес відбувається на ділянках урочищ з незначною задернованістю або пошкодженою дерниною внаслідок лавинної активності чи антропогенного впливу.

Така ерозійна діяльність тимчасових водних потоків сприяє формуванню численних борозен, промоїн та ін. лінійних ПТК фаціального рівня. Особливо великі борозни та яри, які набули контрастних рис та в їх межах сформувалась відносно складна внутрішня фаціальна неоднорідність, у ландшафтній структурі представлені як ланки.

Процеси лінійної ерозії головно характерні для складних урочищ крутих і дуже крутих пригребневих схилів південно-західної і західної експозицій, а також південно-східної і північно-західної експозицій, у морфологічній будові яких знаходиться значна кількість простих урочищ водозбірних лійок. Найбільшого розвитку у високогірному ярусі Чорногори лінійна ерозія набула в урочищах хвилястих пригребневих схилів південної експозиції і північнозахідної експозиції та схилів відрогів хребтів, які сформувались на пісковиковоаргілітовому фліші яловецької та шипотської світ. Піддатливість корінних порід до лінійної ерозії обумовили формування у межах цих урочищ численних борозен та ярів глибиною до 2–3 м. Значний вплив на глибину врізання борозен в урочищах схилів та інтенсивність розвитку лінійної ерозії має потужність і склад делювіального чохла, який безпосередньо задіяний у цьому процесі [25].

Яри басейну Черемошу та його приток формуються в породах манявської, бистрицької світ, менілітової серії та алювіальних відкладах терас.

Низку ярів можна побачити у басейні р. Погорілець (Високогірне ПНДВ) вздовж науково-пізнавальної стежки «Погорілець-Шешурська-Марічейка», еколого-пізнавальної стежки «На Явірник» (Женецьке ПНДВ) тощо [33].

Вздовж туристичного маршруту «На г. Говерла» на кількох відтинках шляху, де ширина стежки становить 2-3 м фіксується яр, глибина якого подекуди сягає понад 1,5 м [48] (рис. 3.10).

² **Трелювання** – переміщення дерев, стовбурів, сортиментів від місця звалювання до складу або відвантажувального пункту.



Рис. 3.10. Яр у Говерляньському ПНДВ, квартал 19, виділ 7, 12 (знімання з використанням БПЛА 09.09.2021, автор – Р.В. Лазарович)

Досліджувати яри і процеси їх формування та розвитку доцільно на різних масштабних рівнях: загальнодержавному, обласному, районному, локальному і пунктовому (точковому). Методика таких досліджень повинна передбачати [35]:

- 1) збирання статистичної, картографічної, літературної та аерокосмічної інформації про яри;
- 2) узагальнення отриманої інформації;
- 3) типізацію форм рельєфу, створених процесами лінійної ерозії та їхніх водозборів;
- 4) проведення картометричних досліджень ярів, створення різночасових одномасштабних карт густоти ярів, щільності їх вершин;
- 5) визначення ключових ділянок і типових ярів для постановки напівстаціонарних досліджень лінійної ерозії;
- 6) нівелювання повздовжніх і поперечних профілів ярів, закладання реперів для визначення інтенсивності лінійного їх росту, змін об'єму, глибини і площі, розвитку схлипових процесів;
- 7) польове картографування стану ярів з відображенням на плані зон активного прояву в них схлипових і донних процесів;
- 8) аналіз умов і чинників розвитку яркової ерозії (насамперед гідрокліматичних, геолого-геоморфологічних, ґрунтово-рослинних, соціально-економічних, антропогенно-техногенних);
- 9) морфометричний аналіз водозборів ярів;

10) визначення кількості «точок росту» ярів (за допомогою різночасових великомасштабних топографічних карт, аерокосмофотознімків, польового обстеження ярковобалкових систем);

11) визначення інтенсивності лінійного, площинного та об'ємного росту ярів (за даними напівстаціонарних і порівняльно-картометричних досліджень, 3-D моделювання, результатів порівняльного аналізу різночасових аерокосмознімків, анкетування місцевого населення тощо);

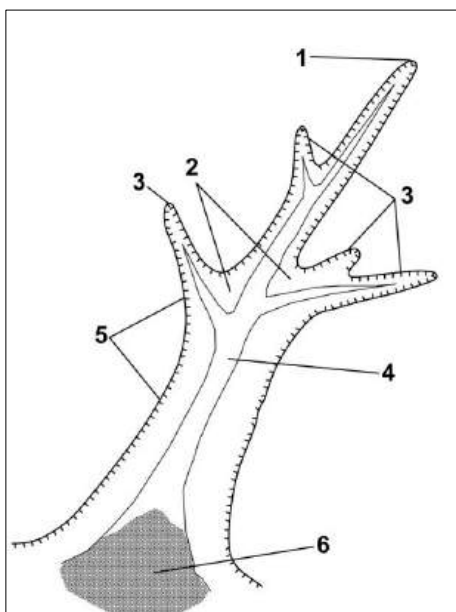
12) визначення потенціалу лінійного, площинного та об'ємного росту ярів;

13) прогнозування розвитку ярів (лінійного росту, збільшення площі, кількості вершин, об'єму тощо) з різною завчасністю (10, 25, 50, 100 років);

14) визначення втрат (фізичних, економічних, екологічних) та масштабів погіршення якості земельних і пов'язаних з ними інших видів ресурсів під впливом розвитку яркової ерозії;

15) обґрунтування системи організаційно-господарських, стокорегулювальних, ґрунтозахисних, інженерно-технічних, агролісомеліоративних заходів, спрямованих на припинення росту ярів у довжину і за площею, закріплення схилів поверхонь і вершин ярів рослинністю, оптимізацію екологічного стану і використання заяружених територій.

Найважливішими параметрами, якими характеризуються яри, є: довжина яру; глибина яру (мінімальна, середня, максимальна), ширина (у різних частинах: верхній, середній, нижній); крутизна схилів яру; довжина схилів яру; об'єм яру; форма повздовжнього профілю; кількість вершин (рис. 3.11).



А



Б

Рис. 3.11. Типова схема яру (А) (1 – вершина; 2 – схили; 3 – відвершки; 4 – дно і русло; 5 – брівка; 6 – конус виносу в гирло яру) та фото яру у межах Ямнянського ПНДВ (Б) (фото 2023 р.)

Відповідно до «Програми Літопису Природи» дослідження ярів в національних природних парках проводиться за спрощеною схемою, що включає сім основних пунктів:

- 1) місцезнаходження яру;
- 2) дата спостережень;
- 3) розміри (довжина, ширина, глибина);
- 4) стадія розвитку (молодий, частково або повністю задернований);
- 5) приблизна швидкість заростання, пора року, коли заростання посилюється;
- 6) причини заростання яру;
- 7) вплив утворення або заростання яру на оточуюче середовище.

Приклад опису яру у Ямнянському ПНДВ Карпатського НПП

1) Яр знаходиться у 14 кв. Ямнянського ПНДВ (широта – 48° 25' 29,7012"; довгота – 24° 37' 28,8012").

2) Обстеження проводились 10 жовтня 2023 року.

3) Загальна довжина яру – близько 500 м. Розміри змінюються у широких межах: ширина – від 40-60 см до 180 см, глибина – від 25-30 см до 120 см.

4) Стадія розвитку яру – частково задернований. Дата початку розвитку ерозійних процесів – невідома.

5) Приблизну швидкість заростання та час, коли заростання посилюється виявити важко; необхідні подальші спостереження. Дно складене кам'янистим та глинистим матеріалом, часто вкрите товщею опалої хвої.

6) Причиною заростання яру у більшості випадків є природні фактори; у середній ділянці виявлено антропогенне втручання – фізичне заповнення камінням різної фракції та ґрунтом.

7) Яр утруднює пересуванням територією. Під час інтенсивних дощів каналом транспортується потік води і виносяться глинисті і кам'янисті частки на територію нижче. За умови подальшого активного розвитку яру можлива локальна дія на місцеві деревні насадження.

3.2.2. Зсуви

Зсуви, особливо у гірській місцевості, є однією із важливих складових елементів рельєфу і рельєфотворення, входять до переліку об'єктів та явищ цікавих не лише для функціонування та управління природно-заповідних територій, а й торкається багатьох інших аспектів регіонального та загальнодержавного значення – наукового, соціально-економічного, екологічного тощо.

Відповідно до ДСТУ 3994-2000 «Безпека в надзвичайних ситуаціях. Надзвичайні ситуації природні...», поняття «зсув» визначено як «зміщення мас гірських порід по схилу під впливом власної ваги і додаткового навантаження внаслідок підмиву схилу, перезволоження, сейсмічних поштовхів та інших процесів».

За своїм значенням зсуви займають проміжне місце між обвалами і грязевими потоками (селями) [100].

Зсуви виникають у результаті порушення природної рівноваги залягання товщ гірських порід з розривом їх суцільності і переміщенням у горизонтальному або близькому до нього напрямку.

Основною умовою формування зсуву є наявність поверхні ковзання (водоупору), а провідною роллю при його формуванні – діяльність підземних вод. Зсунуту масу називають зсувним тілом, а при його руйнуванні – деляпсієм.

В районах розвитку зсувів формується своєрідний рельєф – горбистий в нижній частині схилу і з наявністю відірваних і зсунутих блоків і площин зриву у верхній. Схема формування зсуву ґрунту та його частини наведена на рис. 3.12.

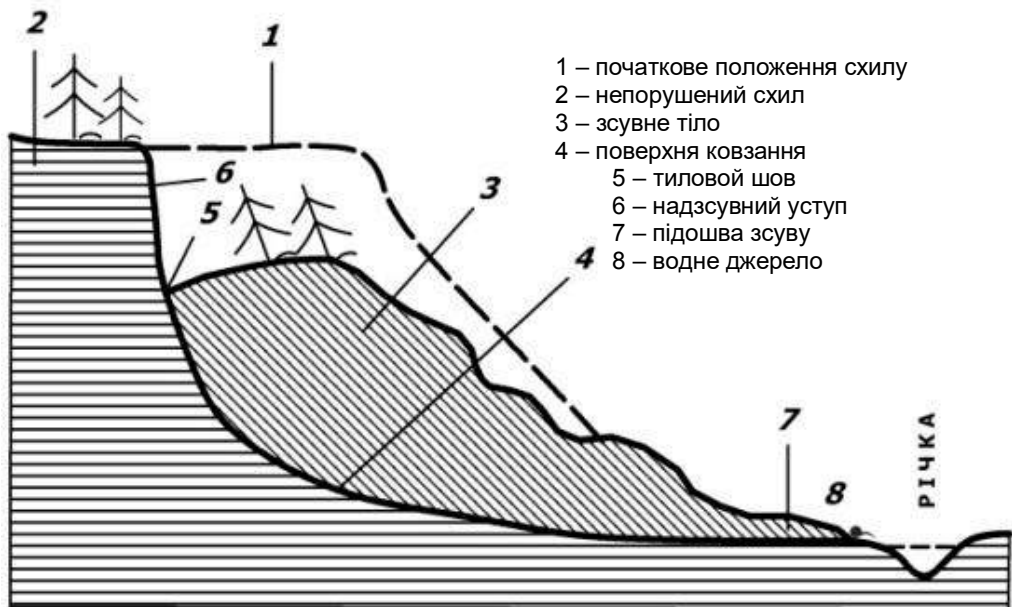


Рис. 3.12. Типова схема формування зсуву

У працях деяких дослідників відзначено значний зв'язок активізації процесів зсувів ґрунту з геологічними розломами [44] та геодинамічними процесами (фазами місяця) [91].

У цілому, в Карпатському регіоні зсуви не такі масштабні, як у Альпах (малі – до 10 тис. м³), але і вони здатні завдавати значних збитків і вимагають постійного контролю, обліку та є предметом дослідження вчених та практиків різних напрямів та галузей.

За глибиною залягання поверхні ковзання розрізняють зсуви: поверхневі – не глибше 1 м – опливини, сплави; дрібні – до 5 м; глибокі – до 20 м; дуже глибокі – глибше 20 м.

У межах Карпатського НПП та прилеглих територій на сьогоднішній день нараховується близько 40 зсувів, що входять до числа об'єктів обліку та моніторингу мережі спостережень Державної служби геології та надр України (Держгеонадра) (рис. 3.13).

дослідженнях, наукових статтях та матеріалах конференцій – М.В. Клапчук (2006, 2010), туристичних путівниках – В.М. Клапчук, У.М. Абрам'юк, В.Ю. Вередюк та ін. (2003) тощо.

У Східних Карпатах виявлені такі типи зсувів:

- блокові зсуви у флішевих відкладах, що охоплюють корінні породи;

- зсуви в делювіальному покриві і давніх зсувних відкладах;

- опливини в язикових частинах сучасних зсувів, а також у делювіальних і давніх зсувних відкладах;

- дрібні зсувні порушення в делювіальному покриві, зазвичай у прирусловій частині схилів [65].

Найбільший зсув у верхів'ї Прута зафіксовано 1927 р. під вершиною Шпиці, який зруйнував завод гірської соснової олії та завдав кілька людських жертв (Teisseyre, 1936). Пізніше, у 1964 р. значний зсув ґрунту сформувався в корінних відкладах менілітової серії на струмку Копчин (довжина бровки відриву – 300 м, висота – 60 м) – басейн річки Прутець Чемигівський, правої притоки Прута [65].

У басейні р. Чорний Черемош, із найбільш катастрофічних зсувів ґрунту зафіксовано біля с. Шибени (с. Явірник), який активізувався у 1927 р.

Відповідно до «Програми Літопису Природи» зсуви рекомендовано описувати за порядком: 1) місцезнаходження зсуву; 2) його розміри; 3) час інтенсивного руху зсуву; 4) причини утворення зсуву; 5) шкода, заподіяна зсувом.

Приклад опису зсуву на території Карпатського НПП

1) Зсув розташований на лівому березі р. Нересний (права притока р. Прут, Ямнянське ПНДВ), південно-західна частина г. Кичера (гірський масив Горгани) (рис. 3.14).



А



Б

Рис. 3.14. Зсув на стр. Нересний: А – знімання з використанням БПЛА, листопад 2022 р., автор – Ю.Б. Мотрук; Б – фотофіксація, жовтень 2022 р., автор – О.М. Стефурак

2) За формою – циркоподібний. Довжина бровки відриву зсуву $\approx$ 300 м, висота максимальна $\approx$ 30 м, площа зсуву понад 1 га.

3) Час інтенсивного руху зсуву – ніч 25 червня 2020 р.

4) Зсув розвинувся у відкладах стрийської світи (аргіліти, алевроліти, піщаники, що ритмічно чергуються) верхнього відділу крейдової системи у результаті інтенсивного випадіння дощів: 23 червня 2020 р. з 18:35 до 00:00 год випало 42,3 мм атмосферних опадів, з 06:02 до 12:00 год – 94,6 мм. Ці опади досягли критеріїв СМЯ (стихійних метеорологічних явищ).

5) У результаті зсуву утворилось загатне озеро довжиною близько 430 м, максимальною шириною – 58 м та максимальною глибиною – близько 10-12 м (див. розділ. 5). Було затоплено частину землі, що використовувалось під пасовища, виникла загроза формування водокам'яного селевого потоку.

3.2.3. Обвали та осипи

Обвалами називається раптове падіння великих мас гірських порід зі схилів, спричинене ерозією, землетрусами або вивітрюванням. Утворюють обвальні ніші та купи уламків біля підніжжя.

Осипи – це поступове осипання дрібних уламків порід через вивітрювання чи гравітацію. Формуються осипні схили або конуси з каміння та піску. Обвали відбуваються швидко й утворюють великі уламки, а осипи – повільно й переважно складаються з дрібних частинок.

Обвальні-осипні процеси у Карпатах приурочені до найкрутіших ділянок схилів гірських хребтів, де на поверхні відслонені найчастіше ямненські (палеоцен) і вигодські (еоцен) пісковики, а також товщі пісковиків стрийської світи (верхня крейда).

Асиметрія гірських хребтів обумовлює деякі закономірності в розподілі обвальні-осипних процесів. На менш крутих південно-західних схилах помічена поступова зміна (зверху вниз) полів розсипів схилами обвальні-осипного зносу і накопичення. Розсипи тут не закріплені рослинністю, і уламковий матеріал повільно сповзає вниз по схилу, утворюючи численні кам'яні потоки і конуси виносу. Для крутіших північно-східних схилів характерна наявність обвальних ділянок і в пригребенових частинах схилів. Кам'яні розсипи у верхній частині схилів часто закріплені гірською сосною, нижче – ялиновими лісами з домішкою гірської сосни і берези.

У Скибових Горганах з пригребеновою частиною північно-східних схилів пов'язані обвальні ділянки (Явірник, Синяк, Хом'як). Висота уривищних ($>45^\circ$) і прямовисних ($>60^\circ$) уступів сягає іноді 100 м і більше. Ці обвали, приурочені до зони криволісся і верхньої межі лісу, завдають порівняно незначної шкоди лісовим угіддям. Значно більша шкода від численних дрібних обвалів у річкових долинах, де прокладені залізничні, шосейні і ґрунтові дороги. Такі обвали найчастіше трапляються в долинах горганської частини Скибових Карпат.

Обвали в долині р. Прут часто відбуваються на схилах г. Маґура між населеними пунктами Ворохта і Татарів, Татарів і Яремче, в долині Прутця-Чемегівського між гірлами потоків Копчин і Хичка, в долинах правих приток р. Прут – річок Пічний, Кісний і Форещинка, у долинах лівих приток р. Прут –

Женця і Жонки.

За розмірами уламкового матеріалу осипи у межах Карпатського НПП переважно дрібноуламкові (0,03-0,15 м), приурочені до смуг поширення дрібноритмічного флішу стрийської і менілітової світ. Середньоуламкові (0,15-0,3 м) осипища пов'язані найчастіше з вигодськими і ямненськими пісковиками, з відкладами стрийської, манявської та бистрицької світ.

Найактивніше і частіше процеси обвалювання й осипання відбуваються у Чорногірському масиві в пригребеневій частині на ділянках з льодовиковим рельєфом.

Численні осипи формуються на бокових і задніх стінках майже всіх карів Чорногори. Особливо багато дрібних осипищ зосереджено на стінках Маловерляньського (висота – 100 м, крутість – 25°), Арендажського (175 м, понад 30°), Данцерського (130 м, 34°) карів, на схилах скелястих карових гребенів (Кізли Великі й Кізли Малі), у п'яти карах басейну потоку Дземброня. На тилкових і бокових стінках карів у долині р. Кізя, у карі під г. Піп Іван, які мають урвищний вигляд, зафіксовано процеси обвалювання й осипання.

Відповідно до програми «Літопису природи» обвали рекомендовано описувати за схемою: 1) місцезнаходження обвалу; 2) дата формування; 3) розміри уламків; 4) причина обвалу.

Приклад опису обвалів у Карпатському НПП

Обвал 1

1) Обвал знаходиться на лівому березі р. Кісний (права притока р. Прут) у межах кв. 13, вид. 26 Ямнянського ПНДВ (див. рис. 3.15.А).



А



Б

Рис. 3.15. Обвали та осипи на території Карпатського НПП: А – обвал на лівому березі р. Кісний (права притока р. Прут, Ямнянське ПНДВ); Б – осип на правому березі р. Піги (права притока р. Прут, Татарівське ПНДВ)

2) Дата утворення – не відома.

3) Розміри уламків незначні, максимальні – до 0,05 м³.

4) На протилежному березі р. Кісний неподалік розташування місця обвалу знаходиться постійне природне водне джерело, що може свідчити про наявність у межах цієї ділянки активних геодинамічних процесів. Остання помітна активність обвалу відбулася під час паводку 23-25 червня 2020 р.

Обвал 2

1) Обвал знаходиться на лівому березі р. Нересний (права притока р. Прут) у межах кв. 14, вид. 31 Ямнянського ПНДВ (див. рис. 3.15.Б).

2) Дата утворення – не відома.

3) Максимальні розміри уламків сягають 0,03-0,04 м³.

4) Помітна активність обвалу зафіксована під час паводку 23-25 червня 2020 р. Біля підніжжя обвалу знаходиться природне водне джерело.

Обидва обвали відносяться до незначних за розмірами; шкода від активізації – часткове перекриття русла річки уламковим матеріалом.

Періодично активізацію обвальо-осипних процесів на території Карпатського НПП можна спостерігати біля скелі «Слон» у м. Яремче.

3.2.4. Селі

Селі відносяться до гравітаційних процесів. *Селями* називаються стрімкі руслові потоки, які складається з суміші води та уламків гірських порід, що раптово виникають в басейнах невеликих гірських річок. Як правило, виникнення селів пов'язане зі зливами, бурхливим таненням снігів або проривами гірських озер. Селі несподівані і короточасні, відбуваються з великими і порівняно великими швидкостями, проходять за 3-5 годин.

Негативний вплив селевих процесів на навколишнє середовище проявляється у:

1) зміні рельєфу та геоморфологічної будови території в результаті переміщення пухких продуктів вивітрювання з підвищених ділянок у нижчі та розосередження селевих виносів у гірських долинах або передгір'ях;

2) знищенні рослинного та ґрунтового покриву в результаті потужного руху селевої маси;

3) занесенні цінних сільськогосподарських угідь, посівів, садів, луків, пасовищ в результаті осадження селевих відкладів: мулу, бруду, каміння, сміття;

4) порушенні гідрологічного режиму річок (зміна течій, катастрофічні підняття рівня води, закупорювання русла) в результаті утворення перешкод та загат від скупчення і нагромадження грязекам'яної маси;

5) деформаціях гідрографічної мережі в результаті виходу селевих потоків на заплаву, де вони здатні промивати нові русла та розмивати днища і береги річок;

б) руйнуванні інженерних об'єктів та споруд (залізниць, автомобільних шляхів, мостів, лінії електропередач, зв'язку, газопроводів, гірських електростанцій та їхніх водозабірних споруд), промислових підприємств, туристичних баз, санаторіїв і готелів;

7) загрозі життю людей, які мешкають або відпочивають у межах селенебезпечних територій тощо [81].

В залежності від переважаючого складу твердого матеріалу селі можуть бути *водокам'яними*, *грязекам'яними* і *грязовими*. В природі, головним чином утворюються перші два типи селів.

Водокам'яні селі мають дуже неоднорідний склад валунів, глиб, щебеню і мало містять глинистого мілкозему, який легко вимивається з селевої маси в процесі її переміщення і сортування (табл. 3.3).

Грязекам'яні селі також мають дуже неоднорідний склад грубоуламкового матеріалу, але вони відрізняються вмістом глинистого мілкозему.

Таблиця 3.3. Гранулометричний склад селевих відкладів в різних типах селів (М.М. Айзенберг, М.Л. Вольфцун, 1971)

Типи селів за складом	Групи фракцій, %				
	Валуни, > 100 мм	Галька, 10-100 мм	Гравій, 0,1-1 мм	Пісок, < 0,1 мм	Алеврит, пеліт, < 0,1 мм
Водокам'яні	22	51	17	5	5
Грязекам'яні	9	41	28	13	9
Грязові	2	31	27	13	27

Варто зазначити, що фракції селевих відкладів розміром 1-100 мм становлять 70%, мілкозем (<1 мм) – 2%.

Селевий басейн може бути поділений на три основні зони:

1. Зона зародження – верхня частина басейну, представлена водозбірною лійкою або льодовиком, де формується сель. Це область крутих схилів і активного руйнування порід.

2. Зона транзиту, займає середню і нижню частину басейну. В межах цієї частини здійснюється в основному транспортування селевих мас по руслу, але часто має місце додаткове живлення селю уламковим матеріалом і часткове відкладення селевих мас.

3. Зона відкладення або розвантаження селю, розташовується звичайно в гирловій частини басейну, де ухили зменшуються, і енергія потоку падає. Тут утворюються скупчення уламкових мас селевого потоку у формі гряд, терас.

Для Скибових Карпат прийнятнішими є терміни «водно-кам'яні селі» і «селеві паводки». Типові водно-кам'яні селі виникають зрідка – один раз у 25-50 років [74].

Найчастіше трапляються селеві паводки, які також мають властивості турбулентного потоку і вміст твердого матеріалу до 10-20% за масою. Більшість селенебезпечних потоків формується у місцях домінування обвальо-осипних і зсувних схилів, а також схилів з інтенсивним площинним

змивом. Одна з причин селенебезпеки багатьох потоків – нагромадження в руслах стовбурів деревини, гілок, які створюють загани, де нагромаджується уламковий матеріал. Матеріал з цих ділянок нагромаджується у тальвегах і під час злив потрапляє у пригирлову частину. Винесений матеріал відкладається у вигляді конусів винесення і валів. З аналізу поздовжніх профілів селенебезпечних потоків видно, що більшість з них має великий ухил. На 1 км довжини потоків падіння по вертикалі становить від 300-400 до 500 м.

У Скибових Карпатах помічено дещо відмінні умови формування селів для Бескидів, Горґанів і Покутсько-Буковинських Карпат. У Бескидах і Покутсько-Буковинських Карпатах селі частіше утворюються внаслідок зсувних процесів і лінійного розмивання, у Горґанах провідну роль відіграють переважно обвальні-осипні процеси. Хоча в усіх трьох регіонах значна частина селів має змішаний тип селеформування, розрахункові щільності селів коливаються в межах 1300-1900 кг/м³ [74].

Найбільша кількість селенебезпечних потоків зосереджена у Горґанах. У басейні р. Прут – це потоки на схилах г. Маґура, р. Женець з притоками, р. Жонка, р. Пічний, р. Кісний, р. Нересний, р. Явірник, р. Багрівець, р. Чепелів; верхів'я р. Прутець Чемигівський (потоки Шекелювка і Сихолка). Селеформування у цих потоках відбувається з переважанням обвальні-осипних процесів. До селенебезпечних потоків, які утворюються внаслідок інтенсивного площинного змиву і зсувних процесів, належать водозбори потоків Копчин і Полумистий.

Найбільші селі у басейні р. Прут спостерігалися в наступних роках: 1900, 1927, 1929, 1935, 1941, 1948, 1950, 1954, 1955, 1959, 1964, 1969, 1970, 1974, 1997, 2001, 2006, 2020.

У басейні р. Чорний Черемош селеві процеси найбільш поширені на лівобережних притоках – річок Погорілець, Дземброня та Бистрець.

Схема просторового розповсюдження селевих осередків на території Карпатського НПП та прилеглих ділянок приведено на рис. 3.16.

У період 1900-1941 рр. селеві явища у басейні Пруту були відзначені лише 6 разів. Згодом, частота селевих явищ у гірській частині басейну Пруту, Білого та Чорного Черемошу значно підвищилась і становила один раз на 1-5 років. Однією із головних причин посилення селепроявів у Карпатах було інтенсивне вирубування лісів у період 1947-1957, коли обсяг щорічного вирубування досягав 73 млн м³ деревини на площі близько 263 тис. га [63]. Лише у басейні р. Жонка та р. Кам'янка суцільною рубкою було охоплено близько 65-70 % лісів (М.М. Горшенін, 1959, 1961).

У 1948 р. селевим потоком було зруйновано залізничний міст біля м. Яремче; висота двох знесених опор досягла 10-12 м. Ці потоки переміщали валуни великих розмірів. Частини зруйнованих опор діаметром 2-4 м були перенесені на 60-100 м.

У 1955 р. водокам'яний селевий паводок на лівій притоці Прута – р. Кам'янці мав таку силу, що, за словами місцевих жителів, земля тремтіла під ногами як під час землетрусу. Кам'яне кріплення берегів було зруйноване, русло – деформоване. Потоком переміщувалось каміння і валуни діаметром понад 1 м. Того року внаслідок сильного зволоження ґрунтів у горах відбувалися обвали та зсуви (Г.В. Лопатин, 1964).

Найбільш масова і катастрофічна активізація селєвих процесів на території Карпатського НПП спостерігалась у червні 1969 р. [81]. У той період всього було зафіксовано у Карпатах 25 випадків з тривалістю сходження від 6 хвилин до 1 години [46].

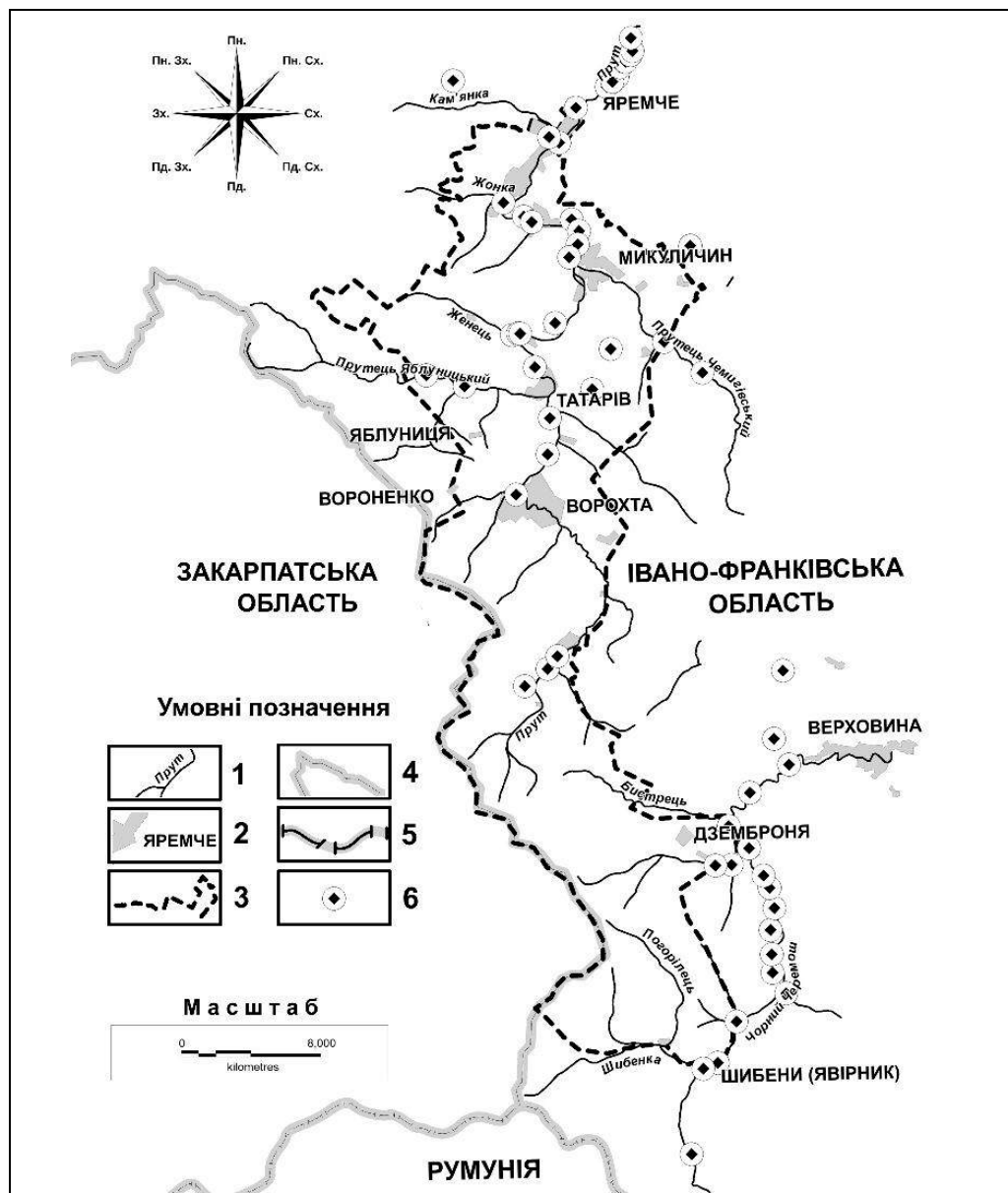


Рис. 3.16. Схема просторового розповсюдження селєвих осередків на території Карпатського НПП та прилеглих ділянок:

1 – річка та її назва; 2 – населений пункт; 3 – межі Карпатського НПП; 4 – межі адміністративних областей України; 5 – державний кордон України; 6 – селєві осередки

Активізація селевих явищ упродовж 2004-2014 рр. відзначалася по лівих притоках р. Прут (річках Жонка, Явірник, Женець), де селеві потоки зруйнували дороги, мости, а селевими виносомися неодноразово заносилося полотно залізниці Коломия – Рахів [81].

Один із останніх випадків формування низки селевих паводків на території Карпатського НПП відбувся у червні 2020 р. (рис. 3.17), який за даними досліджень фахівців ПП «Науково-дослідний інститут гідрогеології, інженерної геології та екогеології» (м. Івано-Франківськ) [45] було передбачено ще у 2011 р.



А



Б

Рис. 3.17. Наслідки селевих потоків на р. Кісний (А) та р. Пічний (Б) у 2020 р.

Відповідно до програми «Літопису природи» селеві потоки описуються за схемою: 1) місцезнаходження; 2) дата утворення конусу; 3) розмір конусу (довжина та ширина нижньої частини); 4) вплив на природне середовище; 5) потужність товщ винесеного матеріалу.

Приклад опису селевого потоку 2020 р.

1) Місце знаходження селевого потоку – р. Кісний (права притока р. Прут), біля автомобільної дороги Н-09 в околицях с. Микуличин (Яремчанської ТГ), поблизу Ямнянського ПНДВ (кв. 12, вид. 22 та кв. 13, вид. 21); географічні координати – 48°25'25.79" Пн. ш 24°36'3.26" Сх. д.

2) Дата утворення конусу – 23 червня 2020 р.

3) Розмір конусу: довжина нижньої частини – близько 20 м, ширина нижньої частини – близько 30 м.

4) У результаті проходження селевого потоку змінено русло гирлової частини потоку, зруйновано прибережну рослинність та виникла загроза руйнування автомобільного мосту.

5) Потужність товщ винесеного матеріалу (об'ємна маса) – близько 300 м³.

3.2.5. Лавини

Сніговою лавиною називають неконтрольовану значну масу снігу, що сходить із гірського схилу і рухається до низу з великою швидкістю. Сходження лавин – небезпечне стихійне явище у горах, в тому числі Карпатах. Незначні лавини сходять тут щорічно, крупні, особливо руйнівні – рідко, раз на 10-20 років.

Вивчення лавин і лавинонебезпеки на території Карпатського НПП є дуже актуальним завданням з огляду на низку причин, наведених нижче.

Безпека відвідувачів та працівників парку. Лавини можуть становити серйозну загрозу для безпеки відвідувачів парку, особливо для туристів, альпіністів та інших людей, які відвідують гірські регіони. Вивчення лавин допомагає розробити методи та стратегії для попередження небезпеки та захисту від лавинних подій.

Так, весною 1932 р. потужна лавина, що утворилася під г. Гомул зруйнувала місцевий цех з виробництва ефірної олії [4]. За даними Європейської служби попередження про лавини (EAWS) щорічно снігові лавини забирають у Європі в середньому 100 життів.

Захист екосистем. Лавини можуть також впливати на екосистеми парку, руйнуючи рослинність та інші природні об'єкти або порушуючи їх природний стан. Так, у березні 1968 р. з перемички гір Пожижевська та Брескул зійшла лавина об'ємом близько 300 000 м³, яка знищила залишки лісу на дні льодовикового кару і в зоні транзиту (більше 100 дерев діаметром від 20 до 100 см). Інший випадок зафіксовано 7 квітня 2024 р. о 10 год. 40 хв., коли з південно-східного схилу г. Говерла зійшла потужна снігова лавина мокрого снігу об'ємом 274400 м³, перегородивши конусом витоки р. Прут.

Тому дослідження лавинних процесів дозволяє краще зрозуміти їх вплив на біорізноманіття, природні ресурси парку, а також розробляти заходи з їх захисту в контексті плану управління природоохоронними територіями.

Моніторинг змін клімату. Дослідження лавин допомагає вивчати зміни клімату та його вплив на активність випалої товщі снігу. Це важливо для розуміння майбутніх тенденцій лавинних процесів та розроблення стратегій адаптації до небезпечних процесів.

Наукові дослідження. Дослідження лавинних процесів у парку також важливе для розвитку наукових знань у цій галузі. Вони сприяють вдосконаленню моделей прогнозування лавин, розробці методів моніторингу та аналізу лавинних ризиків у просторі і у часі.

На території Карпат нараховується близько 400 сніголавинних осередків, з них близько 10% припадає на територію Карпатського НПП (20 – площинні і стільки ж лійкоподібного типу). Більшість із них знаходиться у межах Чорногірського масиву (рис. 3.18).

Проте лавини можуть формуватися і в Гор'анах, зокрема на північних схилах г. Хом'як у басейні р. Женець. Один із останніх випадків сходження лавини із трагічними наслідками зафіксовано тут 14.03.2010 р.

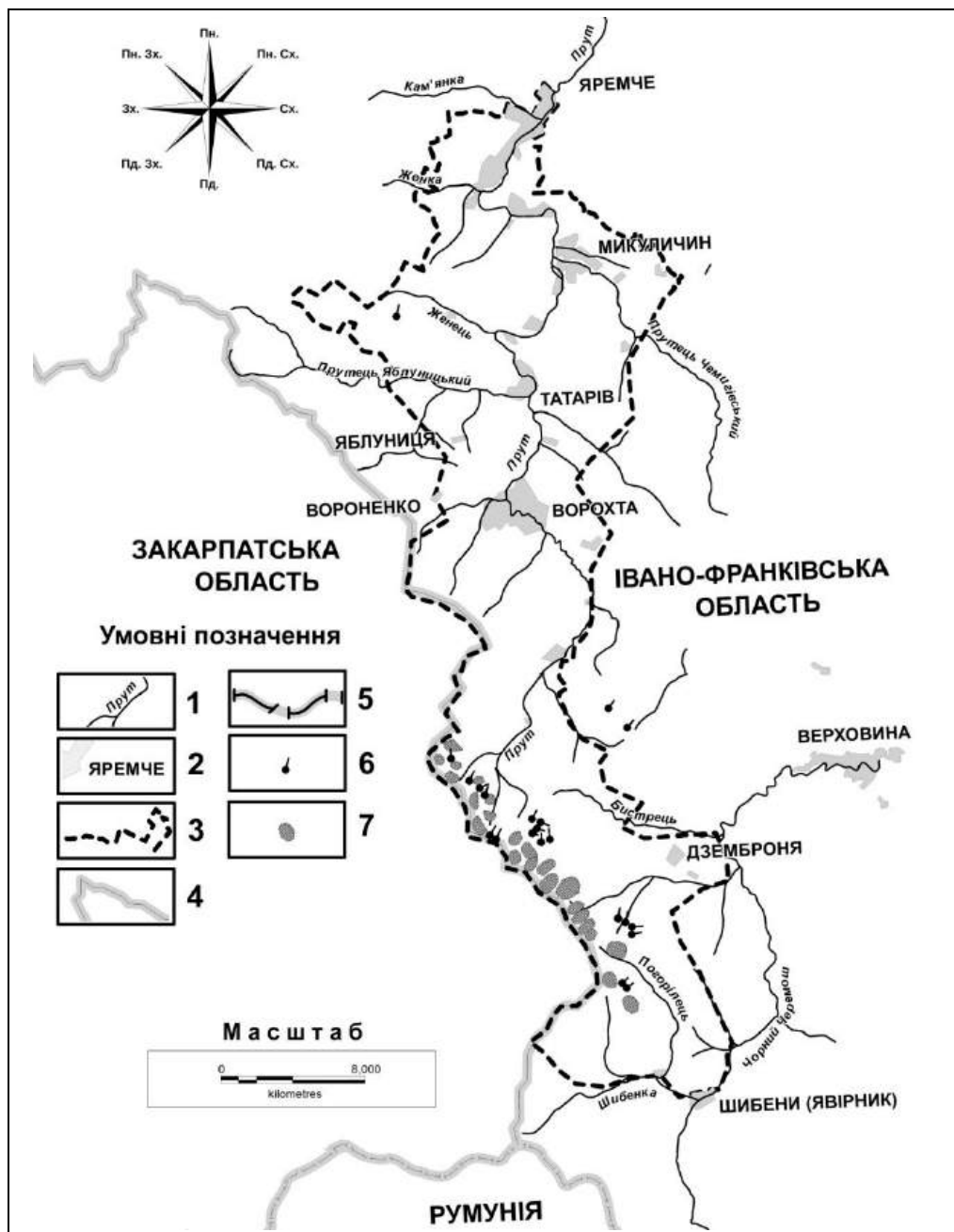


Рис. 3.18. Картохема лавинних осередків у верхів'ї басейну р. Прут (за [26], [73]):

1 – річка та її назва; 2 – населений пункт; 3 – межі Карпатського НПП; 4 – межі адміністративних областей України; 5 – державний кордон України; 6-7 – лавинні осередки (6 – лікоподібні; 7 – площинні)

Активізація снігових лавин спостерігається майже щорічно, в

основному лютому-березні, інколи – квітні. До цього часу в горах накопичується значна кількість снігу, а весняні відлиги призводять до їх насичення талою водою. Унаслідок цього звичайно виникають так звані мокрі снігові лавини. Мокрі маси снігу рухаються зазвичай відносно повільно, проте здатні виривати при цьому з корінням дерева та кущі, здирати каміння та ґрунт. Рідше трапляються лавини зі сухого снігу, які здатні рухатися з величезними швидкостями. Попереду такої лавини утворюється ударна хвиля зі стисненого повітря, яка призводить до локальних знищень лісу на протилежних схилах гірських долин [26].

Головну роль в утворенні снігових лавин відіграють метеорологічні фактори (кількість опадів, вологість і температура повітря, швидкість і напрям вітру).

Істотне значення має також орієнтація схилів щодо сторін світу і переважаючих вітрів. На південних схилах вдень при нагріванні сніг підтає, потім при похолоданні утворюється крижана кірка і наст. Сніг, що випав на таку поверхню, під впливом сили тяжіння легко зісковзує вниз. На таких схилах лавини частіше сходять після рясних снігопадів.

З інших факторів, що сприяють формуванню і сходу лавин, значну роль відіграють рельєф і його особливості – висота і крутість схилів, ступінь розчленованості, глибина врізу та ін. Дрібноуламкові осипи на схилах полегшують утворення лавин, оскільки сприяють утворенню в нижній товщі снігу глибинної паморозі.

Сходженню лавин з гір і полонин сприяють також гладкі кам'янисті поверхні.

Значний вплив на утворення лавин мають геоботанічні фактори (наявність безлісних альпійських і субальпійських луків-полонин із трав'янистою та дрібнокущовою рослинністю), а також фізико-механічні властивості снігу, зумовлені процесами, що відбуваються у сніговій товщі.

Сходження лавин може бути спровоковане і антропогенним впливом. Так, у результаті проведення лавинного дозору 23 січня 2024 р. по маршруту г. Пожижевська – г. Данцез – г. Говерла фахівцями Закарпатського обласного центру з гідрометеорології було виявлено лавину, що зійшла, з хуртовинного снігу об'ємом 2160 м³ штучного походження (підрізана лижниками).

Ділянка верхів'я р. Прута, де розташована сніголавинна станція «Пожижевська» (колишня метеостанція, на базі якої проводилися спостереження за лавинами), охоплює частину північно-східних схилів найвищого масиву Українських Карпат – Чорногора.

Рослинність субальпійського та альпійського поясів майже не чинить перешкод утворенню та руху лавин. На початку зими чагарникові зарості ще утримують сніговий покрив на схилі, та вже в січні вони повністю покриваються снігом.

На території Карпатського НПП формуються лавини свіжого та хуртовинного снігу, а також адвекційні лавини. Об'єм лавин нерідко перевищує 100 000 м³.

Існує 5 ступенів ризику лавинної небезпеки в гірських регіонах, які визначаються за спеціальною міжнародною шкалою (табл. 3.4).

Таблиця 3.4. Міжнародна шкала ступенів сніголавинної небезпеки

Ступені ризику	Ступені лавинної небезпеки	Стабільність снігового покриву	Ймовірність сходження лавин
I	Низька	Сніговий покрив на гірських схилах добре закріплений та стабільний	Сходження лавин можливе тільки при великому додатковому навантаженні на окремих дуже крутих схилах. Спонтанно може відбутися тільки частковий зсув снігу
II	Помірна	Сніговий покрив на крутих схилах недостатньо стабільний та закріплений, на інших схилах - добре закріплений	Сходження лавин можливе при значних додаткових навантаженнях, в першу чергу на крутих схилах. Спонтанний схід лавин малоімовірний
III	Значна	Сніговий покрив на крутих схилах недостатньо закріплений (помірно або слабо) та не ущільнений	Сходження лавин можливе при незначних додаткових навантаженнях на крутих схилах. Можливе спонтанне сходження малих та окремих середніх лавин та карнизів
IV	Висока	Сніговий покрив слабо закріплений на більшості схилів	Можливе масове сходження малих та середніх, а при незначних додаткових навантаженнях зрідка великих лавин та карнизів
V	Надвисока	Сніговий покрив нестабільний	Очікується масове сходження спонтанних, численних лавин на будь-яких схилах

Відповідно до Програми Літопису Природи опис лавин проводиться за наступною схемою:

- 1) місцезнаходження (падіння) лавини;
- 2) дата;
- 3) розмір конусу виносу (довжина, ширина, потужність шару снігу);
- 4) дата повного зникнення;
- 5) вплив на природне середовище і заподіяна шкода (для рослинності – дати фенологічного запізнення).

Приклад даних про лавини у межах Карпатського НПП за даними спостережень на сніголавинній станції (СЛС) «Пожижевська» у 2021-2022 рр. приведено у таблиці 3.5.

При дослідженні снігових лавин фахівцями Карпатського НПП проводиться їх фотофіксація (рис. 3.19).

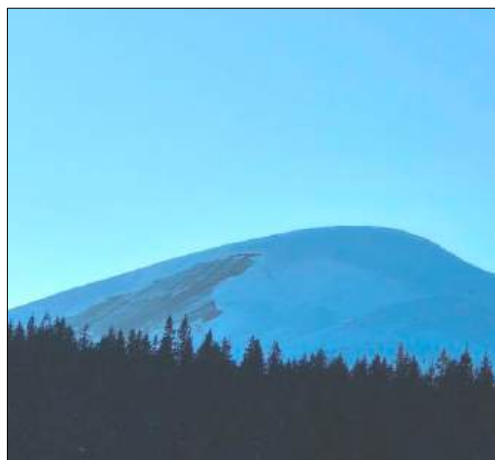
Лавини можуть мати місце й в інших частинах Парку. Так, у суворі зими на північних схилах г. Хом'як снігові лавини можуть формуватися за рахунок надмірного снігонакопичення (до 4 м заввишки), що перекривають зарості гірської сосни [26].

Таблиця 3.5. Дані про лавини у межах Карпатського НПП за даними спостережень на СЛС «Пожижевська» у 2021-2022 рр.

№ з/п	Дата	Параметри лавин					
		Вид лавин	Гора	Експозиція схилу	Висота відриву, м БС	Об'єм	Наслідки
1	08.02.22	Хуртовинні	Брецул	Пн С	1550	160	без шкоди
2	08.02.22	Хуртовинні	Брецул	Пн С	1650	300	без шкоди
3	08.02.22	Хуртовинні	Брецул	Пн С	1500	60	без шкоди
4	08.02.22	Хуртовинні	Брецул	Пн С	1650	280	без шкоди
5	08.02.22	Хуртовинні	Брецул	Пн С	1700	300	без шкоди
6	08.02.22	Хуртовинні	Брецул	Пн С	1650	270	без шкоди
7	11.02.22	Свіжі	Говерла	Пн С	1700	910	без шкоди
8	31.03.22	Мокрі	Брецул	Пн	1650	600	без шкоди
9	31.03.22	Мокрі	Брецул	Пн	1550	280	без шкоди
10	31.03.22	Мокрі	Пожижевська	Сх	1700	700	без шкоди
11	31.03.22	Мокрі	Пожижевська	Сх	1650	900	без шкоди
12	31.03.22	Мокрі	Пожижевська	Сх	1500	160	без шкоди
13	31.03.22	Мокрі	Говерла	Сх	1700	5760	без шкоди
14	12.04.22	Свіжі	Брецул	Сх	1600	280	без шкоди
15	24.04.22	Мокрі	Брецул	Сх	1550	210	без шкоди
16	24.04.22	Мокрі	Брецул	Сх	1650	420	без шкоди
17	24.04.22	Мокрі	Брецул	Сх	1700	700	без шкоди
18	24.04.22	Мокрі	Брецул	Сх	1650	385	без шкоди
19	24.04.22	Мокрі	Брецул	Сх	1600	360	без шкоди



А



Б

Рис. 3.19. Лавина на г. Говерла 16.02.2024: А – знімання з використанням БПЛА, 05.03.2024, автор – Ю. Б. Мотрук; Б – фото 16.02.2024, автор – В. П. Максим'юк

На заході високого і крутого схилу г. Лиса (східна частина г. Шпиця) є крупний лавинний осередок. Його снігозбір – широка верхня частина схилу, покрита луками. Нижню частину схилу займає лісовий масив, що розчленований трьома широкими лавинними терасами, що досягають дна долини. Один із визначних випадків сходження потужної лавини тут зафіксовано у 50-х роках ХХ ст. – особливо лавинний період в Карпатах. Ще одна широка лавинна тераса спускається навпроти із протилежного північного схилу г. Погорілець [26].

3.2.6. Інші форми

Острови та річкові коси. *Островом* називають ділянку суходолу, оточеного з усіх боків водами океану, моря, озера або річки. У світі існує велика різноманітність таких природних об'єктів, відмінних за генезисом, структурою, формою, флористичною різноманітністю, розмірами тощо. Площі островів у глобальному масштабі коливаються у дуже великому діапазоні: від 2,1 млн км² (о. Гренландія) до найменших, з територією близько 6 м² (скелясті виступи).

На території Карпатського НПП такі природні об'єкти зустрічаються, здебільшого на найбільших потоках – р. Прут, р. Прутець Яблуницький, р. Прутець Чемигівський та р. Чорний Черемош і належать до типу «малих», які у науковій літературі називають «острівцями» (рис. 3.20).

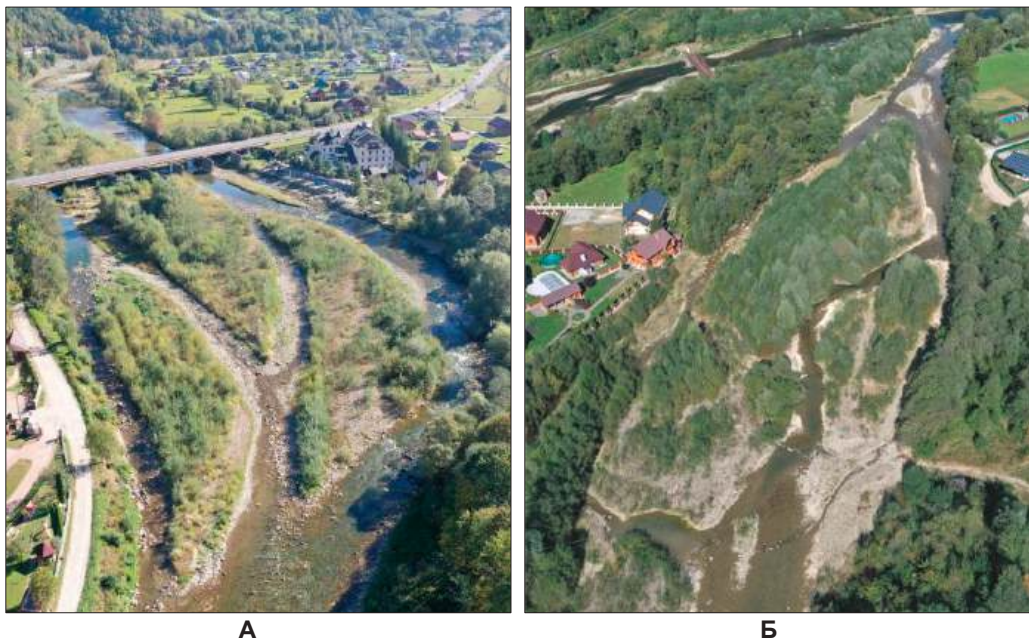


Рис. 3.20. Групи островів на р. Прут (А) та р. Прутець Чемигівський (Б) (знімання з використанням БПЛА, 09.09.2024, автор – Ю. Б. Мотрук)

Острівець (англ. islet) – це дуже маленький острів, часто без назви. На острівці, як правило, мало або зовсім немає рослинності і на ньому не може жити людина. Він може бути складений із каміння, піску та/або твердих коралів; може бути постійним або припливним (тобто поверхневий риф або підводна гора); і може існувати в морях, озерах, річках або будь-яких інших значних водних об'єктах. Річкові острівці іноді називають айтами (aits) або ейотами (eyots).

Острівці на р. Прут зустрічаються часто, проте мають незначні розміри (довжина – 30-150 м, ширина – 7-25 м, висота 0,2-1,3 м.); складені вони піщано-галечниковими і галечнико-кам'янистими відкладами, порослі чагарниками [26].

У 60-х роках ХХ ст. на р. Прут між с. Микуличин та м. Яремче (мікрорайон Ямна) було п'ять острівців, які мали загальну довжину 410 м і ширину – 30-50 м. У невеликих протоках шириною 0,1-0,9 м, що відокремлювали ці острови швидкість течії сягала 1-2,5 м/с [26]. У наслідок тривалої діяльності текучих вод острівці на р. Прут дещо видозмінились (див. рис. 3.20.А).

На р. Прут можна виділити два типи острівців за їхнім генезисом: *ерозійні* та *намівні*.

Ерозійні острівці формуються внаслідок впливу водного потоку, який може змінювати русло або зруйнувати частину річкового берега. У першому випадку, коли течія підмиває берег, його фрагменти часто обвалюються у річкове русло, стаючи основою для подальшого накопичення тут уламкового матеріалу й поступового формування острова. У другому випадку, під час сильного паводку, вода на низькій заплаві може прокладати собі нове русло, залишаючи відокремлену ділянку суходолу, оточену водою з усіх боків (рис. 3.21).



Рис. 3.21. Русло р. Прут у с. Микуличин (присілок Підліснів) до утворення острова (А) (космоснімок Google Earth, жовтень 2017) та після паводку червня 2020 р. (Б) (космоснімок Google Earth, вересень 2020)

Намивні островці утворилися у результаті транспортування і накопичення алювіальних відкладів у руслі водотоку. Часто таке явище спостерігається у місцях впадіння до головної річки її приток. Така ж ситуація у місці впадіння р. Пічний (права притока р. Прут), р. Греєватий (ліва притока р. Прут, с. Татарів), р. Погорілець при впадінні у р. Шибенка та ін.

Коса – це акумулятивна форма рельєфу, що являє собою вузьку смугу суходолу у прибережній частині моря, річки, озера, одним краєм сполучену з берегом. Коса, як правило, складається з піску, гальки, гравію, що нагромаджуються при переміщенні їх водними масами уздовж берегів. Коси мають зазвичай невеликі розміри – до декількох десятків метрів. Їхнє утворення пов'язане з динамікою розвитку русла, особливо під час повені, кількістю уламкового матеріалу, що переноситься річкою, а також спрямованістю тектонічних рухів. Коси, на відміну від островів є менш стабільними, можуть розмиватися і зміщуватися униз за течією під час паводків і повеней [9]. Під час значних паводків деякі острови та коси на короткий час затоплюються. Острови і піщані коси в річковому руслі описуються за наступною схемою:

- 1) місцезнаходження острова (коси);
- 2) дата виникнення;
- 3) розміри (довжина, ширина, висота над рівнем моря).

Додатково можна визначити площу природного об'єкта. Морфометричні характеристики островів визначаються так як і водойм (див. розділ 5.5).

У польових умовах вивчення параметрів островців та річкових кіс проводиться з використанням GPS-навігатора та детальною фіксацією урізу води³.

При дослідженні руслових форм рельєфу за можливості бажано вказати фазу водного режиму водотоку та рівень води річки у період проведення польових робіт.

Приклад опису островця

1) Острівець знаходиться на р. Прут у с. Микуличин (присілок Підліснів) Яремчанської ТГ; географічні координати: широта – 48°23'14.48", довгота – 24°35' 55.31" (див. рис. 3.20)

2) Дата виникнення – червень 2020 р. унаслідок проходження паводка.

3) Довжина островця – 63 м, ширина – 9,7 м, площа – 481 м²; висота над рівнем моря – 605,5 м. абс.

При вивченні рельєфу вивчають також інші явища, такі як **прорив шийок меандрів, утворення стариць та нових русел**. При цьому визначають основні 5 характеристик: 1) місцезнаходження; 2) дата; 3) розміри нового русла (ширина, довжина, глибина); 4) розміри стариці, що утворилася – ті ж показники; 5) зміни природного середовища, викликані утворенням стариці.

За подібними схемами фіксуються такі явища як землетруси, утворення карстових ліжок, зміни прибережної лінії та дельти, випадки зникнення річок або озер.

Якщо наявний фахівець-географ, що проводить дослідження рельєфу, або є можливість залучити до такого дослідження фахівців інших наукових

³ Уріз води – межа води на березі водного об'єкта (берегова лінія).

установ, доцільно проводити складання орографічної карти та закладання топографічного маршруту через різні елементи рельєфу із проведенням топографічної зйомки. Бажано щоб топографічний маршрут (профіль) був основою загального екологічного профілю. В перспективі бажано виведення топографічного профілю на прилеглу територію, особливо в тих випадках, коли природно-заповідна територія Парку не охоплює всіх елементів рельєфу (скажімо, не доходить до заплави та русла річки або до вододілу).

При проведенні гідроморфологічного оцінювання гірських річок острови поряд з іншими макроформами русла (перекати, осередки, рифелі, пороги, каміння, заводи, сходи) є важливими елементами стану масивів поверхневих вод [56].

Перекати – це ділянки русла, сформовані накопиченням донних відкладів, що не затоплюються при середніх рівнях води, наприклад, локальні скупчення наносів, перекати, які формуються при злитті русла та ін.

Острови мають вищу надводну частину, часто досягають рівня прилеглої заплави, стабільні за формою й покриті чагарниковою або деревною рослинністю.

Осередок відрізняється від острова відсутністю деревної рослинності.

Рифелі – мілководні гребені, складені крупнозернистими наносами. Водна поверхня помітно збурена і формує направлені вгору проти течії невеликі хвилі.

Пороги складаються виключно з твердого каміння/скель, які виступають з дна річки і генерують швидку течію.

Каміння (валуни) – це великі уламки гірських порід, частково занурені у воду, що виступають над її поверхнею.

Заводи / сходи – гірський еквівалент послідовних порогових заводей у рівнинних річках. Дно русла зазвичай складене сходами з каміння і гальки, де водний потік є турбулентним або утворюються водоспади. Між сходами знаходяться заводи. Для них характерні повільна течія і (зазвичай) дрібніший матеріал.

Для оцінювання стану процесів ерозії та акумуляції на відрізках обстеження використовують шкалу гідроморфологічної кодифікованості [56]:

1 бал (близька до природної) – характеризує природний стан з типовими ерозійно-акумулятивними процесами;

3 бали (середньозмінена) – процеси ерозії / відкладення є помірно зміненими;

5 балів (сильно змінена) – істотно порушені процеси ерозії / відкладення.

3.3. Ґрунти

Комплекс ґрунтотворних порід Карпатського НПП складають переважно елювіальні та делювіальні відклади – продукти вивітрювання корінних геологічних субстратів, на меншій площі поширені алювіальні відклади і лише місцями морена, пролювій та колювій. Утворення ґрунту на території Карпатського НПП відбувається за двома типами: буроземним та підзолистим.

Територіально у Парку панують бурі гірсько-лісові ґрунти (буроземи),

які сформувались на елювіо-делювії осадових порід з помітною участю аргілітів і поширені під буковими, ялицевими, мономініантними та мішаними верхньогірськими смерековими лісами, а також під деякими типами мішаних нижньогірських смеречників з участю бука, під зеленівільховим і, частково, під гірськососновим криволіссям.

До 1000-1150 м н.р.м. значну площу займають світло-бурі ґрунти, які характеризуються жовтуватим відтінком розрізів, малою потужністю горизонту А.

Вище 1150 м значні площі займають темно-бурі ґрунти, які відзначаються співвідношенням гумінових кислот і фульвокислот рівним або вищим одиниці, високою потенціальною, але дещо зниженою ефективною родючістю.

Правильної зміни світло-бурих ґрунтів на темно-бурі з підняттям над рівнем моря не спостерігається, бо на колір ґрунту значною мірою впливає забарвлення материнських порід.

Гірсько-лісові підзолисті ґрунти сформувалися в умовах активного промивного режиму на елювії та делювії невапнистих й дуже слабовапнистих кварцових пісковиків і супіщаних субстратах. Гірсько-лучні підзолисті ґрунти інколи значно поширені і зустрічаються на всіх висотних рівнях лісової зони Карпатського НПП під нижньогірськими чисто смерековими, ялицево-смерековими, сосновими та кедрово-смерековими фітоценозами. Значно рідше вони трапляються під ялицевими та високогірними чи смерековими угрупованнями. Поширені ці ґрунти і в субальпійському поясі Горґан під гірськососновим криволіссям.

На низьких річкових терасах при надмірному зволоженні поширені також дерново-глейові ґрунти, зустрічаються фрагменти торф'янисто-перегнійно-глейових, перегнійно-торф'янисто-глейових ґрунтів і окремі локалітети глибоких торфовищ.

В альпійському поясі Чорногори основні площі зайняті гірсько-лучно-буроземними ґрунтами.

Для горизонтальної структури ґрунтового покриву корінних схилів на території Карпатського НПП, як і для Українських Карпат взагалі, і особливо для їх східного макросхилу, характерні поздовжні смуги певних типів і підтипів ґрунтів. Вони проходять згідно з карпатським простяганням, тобто, з північного заходу на південний схід, ритмічне кількаразове чергування смуг і локалітетів ґрунтів у напрямку з північного сходу на південний захід. Ця картина ускладнюється осередками торф'янисто-глейових та інших гідроморфних груп на низьких річкових терасах.

Відповідно до програми Літопису природи дослідження ґрунтового покриву проводиться при вивченні фізико-географічних умов на постійних пробних площах⁴. При цьому основним є створення ґрунтового розрізу (вертикальний масштаб 1:20), виконаний із використанням умовних позначень, який відбиває механічний склад ґрунтів, ступінь виявленості горизонтів. Визначення ґрунту проводиться за схемою: тип, рід, вид. Можуть наводитися також підтип і варіанти виду ґрунту.

⁴ **Постійні пробні площі** (стаціонари) закладаються з метою дослідження будови, росту і продуктивності деревостанів, оцінки впливу рубок догляду на сортиментну структуру деревостану, дослідження ходу росту дерев і деревостанів, впливу ґрунтового-кліматичних факторів на хід росту дерев, для лісового моніторингу.

Дослідження ґрунтів у наукових цілях можуть проводитись не лише на постійних пробних площах, а й інших ділянках парку та прилеглих територій з використанням більш ширшої методологічної схеми.

Приклад вивчення ґрунтів на території Ямнянського ПНДВ. Комбіновану схему вивчення ґрунтів на території Карпатського НПП було опробовано у 2021 р. на території Ямнянського ПНДВ (квартал 14, виділ 32; географічні координати: 48°25'9,9192" пн.ш., 24°36'23,238" сх.д.), яка включали декілька етапів.

Підготовчий етап передбачав аналіз літературних і фондових матеріалів, загальної характеристики та властивостей досліджуваного ґрунту, вибору місця закладання ґрунтового розрізу на картографічному плані.

Відповідно до існуючих тематичних картосхем території Карпатського НПП, досліджуваний ґрунт на території Ямнянського ПНДВ – бурий гірсько-лісовий ґрунт – бурозем (світло-бурий середньопотужний легкосуглинистий) (рис. 3.22).

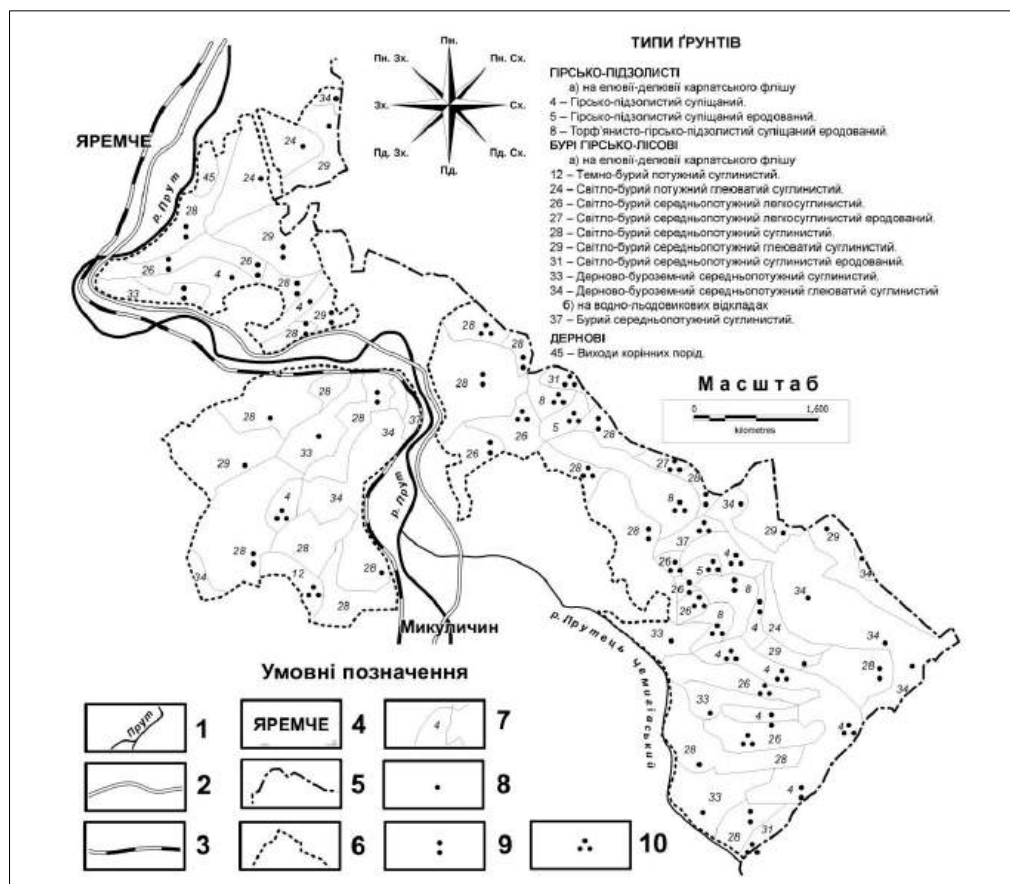


Рис. 3.22. Схема ґрунтового покриття території Ямнянського ПНДВ:
 1 – річка та її назва; 2 – автомобільна дорога; 3 – залізнична дорога; 4 – населений пункт; 5 – межі Карпатського НПП; 6 – межі Ямнянського ПНДВ; 7 – межі ґрунтових різновидностей (типи ґрунтів за порядковим номером наведено на рисунку); 8-9 – скелетність ґрунтів (8 – 5-20%; 9 – 20-50%; 10 – 50-80%)

Цей тип ґрунтів утворюється під лісовою рослинністю та високогірними луками в умовах посиленого сезонного промивного типу водного режиму та підвищеної відносної вологості повітря. Для бурих гірсько-лісових ґрунтів характерні середньосуглинковий і важкосуглинковий механічний склад, слабокисла реакція ґрунтового середовища, висока пористість та висока водопроникність, особливо верхнього горизонту, що пов'язано з його гумусованістю, щепенистістю та грудкуватою структурою [11].

Даний тип ґрунту утворився на добре дренажованих кислих породах, що являють собою елювій-делювій карпатського флішу, на хребтах і схилах різної висоти та крутизни. Зі збільшенням висоти над рівнем моря, змінюються властивості бурих лісових ґрунтів зони гірських Карпат. При цьому легшим стає їх механічний склад і зменшується вміст загального обмінного і органічно зв'язаного кальцію, а також фосфору. В межах кожного з поясів ці ґрунти мають різну глибину профілю (рахуючи до корінної породи) і ступінь щепенюватості, внаслідок чого виділяються глибокі, середньоглибокі, нещепенюваті, щепенюваті й кам'яністі ґрунти. Ці ознаки мають важливе виробниче значення при використанні ґрунтів у сільському господарстві та в лісовій справі. Залежно від умов поверхневого стоку внутрішньої дренажованості та залягання ці ґрунти бувають неопідзолені, опідзолені, неоглеєні і оглеєні.

Бурі гірсько-лісові середньоглибокі і глибокі переважно щепенюваті ґрунти залягають на гірських схилах та сідловинах на висоті 600-900 м над рівнем моря і перебувають, в основному, під лісами, пасовищами, сінокосами, рідше під ріллею [80].

Вибір локальної ділянки закладання ґрунтового розрізу та відбору зразків обґрунтовано низкою факторів: доступністю для проведення досліджень, відсутністю слідів антропогенної діяльності, геолого-геоморфологічною та геоботанічною однорідністю території, відсутністю поблизу доріг, стежок, каналів, мікрознижень тощо.

Додатково на обраній ділянці проведено площинне знімання з кроком 2×2 м для визначення просторової зміни кислотності ґрунту на глибині 0,15 м з використанням портативного ґрунтового рН-метра. За результатом опробувань виявлено незначну зміну рН – 6,3-6,4 од., що є додатковим свідченням гомогенності локальних умов.

Закладання ґрунтового розрізу. Вивчення ґрунту у польових умовах для визначення або уточнення його назви проводиться за допомогою профільного методу і передбачає закладання ґрунтового розрізу з подальшим дослідженням ґрунтового профілю на місцевості і у лабораторних умовах. Зроблений тип розрізу відноситься до числа основних, який є відносно глибоким і відкриває усі генетичні горизонти та материнську породу, що не змінена ґрунтотворним процесом.

ґрунтові горизонти – це вертикальні шари ґрунту, що відрізняються за складом, кольором, структурою та властивостями. Вони позначаються літерами латинського алфавіту (А, В, С) із додатковими індексами. Основні горизонти включають: А₀ – органічний горизонт (літеральний), представлений лісовою підстилкою; А₁ – гумусовий, збагачений перегноєм; А₂ – елювіальний, збіднений на мінерали; В – ілювіальний, зона накопичення глини, оксидів і органічних речовин; С – материнська порода; R – скеляста основа. У спеціальних випадках додають індекси: G – глейовий, K – карбонатний, T –

торфовий тощо. Таке структурування профілю дозволяє оцінити стан ґрунту, його родючість та глибину залягання корисних речовин [59].

Для закладання профілю використовується основний польовий інвентар: штикова лопата, мала саперна лопата та лом. Для проведення робіт також використовують мірну стрічку (лінійку), ґрунтовий ніж, поліетиленові пакети (для відбору ґрунтових зразків), польовий журнал. Відбір, транспортування та зберігання проб проводиться з використанням рекомендацій ДСТУ ISO 10381-4:2005 та ДСТУ ISO 10381-1:2004, які стосуються якості ґрунту та відбирання проб.

Лабораторні дослідження. Одна із перших характеристик, що визначається у лабораторних умовах – колір (синонім – забарвлення).

Забарвлення ґрунту оцінюється з використанням детальної сучасної стандартної шкали забарвлення ґрунтів Мунсела (Munsell Soil Colour Charts).

Забарвлення складається з трьох величин, що можна вимірювати: тон – переважаючий колір спектра, який визначається довжиною хвилі; відтінок – чистота або вираженість спектрального кольору; інтенсивність – чистота тону і ступінь освітленості – міра світлого або темного забарвлення, пов'язана із загальною кількістю відбитого світла.

Характеристика забарвлення різних горизонтів відібраних зразків приведено у табл. 3.6., а їх механічний склад – у табл. 3.7.

Таблиця 3.6. Характеристика забарвлення різних горизонтів бурих гірсько-лісових ґрунтів території Ямнянського ПНДВ (кв. 14, вид. 32)

Горизонт	Інтенсивність/ відтінок	Тон (Hue)	Характеристика
A0	3/4	10 YR	коричневий темно-коричневий
A1	6/2	10 YR	сірувато-жовто-коричневий
B1	7/3	10 YR	тьмяно-жовтий помаранчевий
B1B2	8/3	10 YR	світло-жовтий світло-сірий
B2	7/4	10 YR	тьмяно-жовтий помаранчевий
C	8/1	10 YR	світло-сірий
	8/3	5 YR	світло-оранжевий

Таблиця 3.7. Механічний склад дерново-буроземних піщано-суглинкових ґрунтів (Ямнянське ПНДВ)

Глибина відбору зразків, см	Розмір частинок, мм						Сума частинок менше 0,01, мм
	пісок		пил			мул	
	більше 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	менше 0,01	
2-20	15,47	25,48	21,71	5,90	14,45	14,55	34,90
53-60	6,12	33,07	13,86	11,85	10,41	23,01	45,27

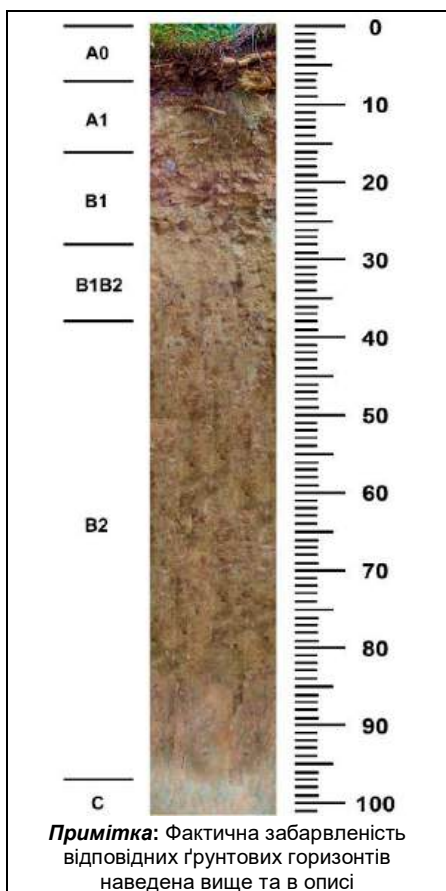
Досліджений ґрунт має добре диференційований профіль із поступовим переходом від супісків до щільної глини з уламковими включеннями (хрящ, щебінь, каміння). Така структура характерна для гірських лісових ґрунтів на флішових породах, що забезпечують вологомісткість, але обмежують фільтрацію. Нижні горизонти мають високу щільність і пластичність, що може ускладнювати розвиток кореневої системи дерев (табл. 3.8).

Таблиця 3.8. Гранулометричний склад, твердість та включення у ґрунті (Ямнянське ПНДВ)

Горизонт	Гранулометричний склад	Твердість	Включення
A0	–	пухка	–
A1	супісок, дуже слабoplastичний	ущільнена	хрящ
B1	важкий суглинок, дуже пластичний	щільна	хрящ, щебінь
B1B2	глина, високопластична	щільна	щебінь, каміння
B2	глина, високопластична	щільна	хрящ
C	–	щільна	хрящ, щебінь, каміння

Включення у ґрунті представлені переважно уламками кутуватими (хрящ, щебінь, каміння); вміст їх незначний, за винятком горизонту B1.

Ґрунтовий профіль, побудований за результатами обробки цифрових фотознімків (рис. 3.23. А), та характеристика ґрунтових горизонтів (рис. 3.23. Б) є узагальненим результатом проведених досліджень.



А

A0 (0-6 см) – Лісова підстилка, у не порушеному стані (під лісом), глибина якої зростає до 6-8 см біля верхньої межі лісу.

A1 (6-16 см) – Гумусовий горизонт має сірувато-жовто-коричневе забарвлення, добре виражену зернисто-дрібногріхувату структуру, яка обумовлює добру дренажність і сприятливий водно-повітряний режим буроземів.

B1 (16-28 см) – Горизонт тьмяно-жовтого помаранчевого кольору, грубої щільної структури з абсолютним переважанням куткуватих щебенистих уламків.

B1B2 (28-38 см) – Горизонт світло-жовто-світло-сірого кольору, має небагато гумусу, щільний у ньому міститься значно менше уламків корінних порід, але подекуди зустрічається каміння розміром понад 100 мм.

B2 (38-97 см) – Нижній перехідний горизонт має небагато гумусу, він темнішого забарвлення, тут нетипово зменшується кількість уламків корінних порід. Якщо у верхній частині горизонту уламки сильно вивітрілі і збагачують ґрунт глиноземом, то в нижній частині вони мало зруйновані, міцні, поступово переходять у корінну прську породу.

C (97-102 см) – Корінна гірська порода з щільних щебенистих уламкових порід світло-сірого кольору з рідким вкрапленнями щебенистих порід світло-помаранчевого забарвлення.

Б

Рис. 3.23. Ґрунтовий профіль (А) та характеристика ґрунтових горизонтів (Б) – Ямнянське ПНДВ

Хімічний склад та властивості ґрунту. За забарвленням можна зробити деякі висновки і про особливості хімічного складу ґрунту. Темно-коричневий колір верхнього горизонту може вказувати на підвищений вміст у ньому гумусу – близько 6-7 %. Про незначний вміст сполук водного окису заліза ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) свідчить жовтий або помаранчевий колір відібраних зразків нижніх горизонтів.

Закисні форми заліза, що утворюються при недостатній аерації ґрунтів дають сизуваті та брудно-сині тони. Світло-сірий, білястий, білий кольори, що спостерігаються у нижньому горизонті, ймовірно, обумовлені великим вмістом у ґрунті кремнезему (SiO_2), вуглекислого вапна (CaCO_3) або сполук гідратів глинозему ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Детальніше у лабораторних умовах визначались вміст у ґрунті розчинених солей (засоленість) та рН ґрунту за існуючими методиками (І.І. Сараненко, 2014).

Солоність ґрунту – загальний уміст у воді (ґрунті) різних водорозчинних солей. В залежності від кількості таких солей ґрунти поділяються на засолені та незасолені.

За результатами проведених хімічних аналізів відібраних зразків виявлено, що відносний вміст солей у різних горизонтах ґрунту коливався в межах 0,05-0,08 % (табл. 3.9).

Таблиця 3.9. Вміст розчинених солей та кислотність ґрунту (Ямнянське ПНДВ)

Горизонт	Глибина відбору проби	Розчинені солі		Водневий показник (рН, од.)	
		величина	характеристика	величина	характеристика
A0	–	–	–	–	–
A1	10	25	незасолений	6,4	слабо кисла
B1	20	15	незасолений	5,8	слабо кисла
B1B2	30	17	незасолений	6,5	нейтральна
B2	60	16	незасолений	6,2	слабо кисла
C	–	–	–	–	–

За даними табл. 3.9 усі горизонти, для яких були проведені вимірювання, демонструють незасолений характер ґрунтів, що підтверджується низькими значеннями вмісту розчинених солей — від 15 до 25 мг/кг. Такий рівень є типовим для природних, добре дренованих лісових ґрунтів, де надлишок солей не накопичується завдяки ефективному водному режиму та відсутності антропогенного впливу, зокрема мінералізації чи іригації.

Щодо кислотності (рН), показники свідчать про слабо кислу до нейтральної реакції ґрунтового розчину.

Гірські породи, на яких формуються бурі гірсько-лісові ґрунти, дуже бідні на сполуки кальцію. Це зумовлює їх низьке насичення катіонами двовалентних металів і високу кислотність. Актуальна кислотність ґрунтового розчину гумусового горизонту особливо висока (рН водне 4,0) в неокультурених ґрунтах [64].

У верхньому горизонті A1 (глибина 10 см) рН становить 6,4, що вказує на слабокислу реакцію, характерну для ґрунтів під широколистяними і

мішаними лісами, де відбувається активне розкладання органічної речовини. У горизонті B1 (20 см) кислотність дещо знижується (рН 5,8), однак залишається в межах слабо кислих умов. На глибині 30 см (B1B2) показник рН підвищується до 6,5, що відповідає нейтральній реакції, ймовірно внаслідок переходу від гумусованих до мінеральних горизонтів з вищим вмістом глинистих частинок, здатних буферувати кислотність. У нижньому горизонті B2 (60 см) кислотність знову слабкисла (рН 6,2), що узгоджується з поступовим зниженням впливу органічних речовин з поверхні профілю.

Загалом, профіль ґрунту є хімічно сприятливим для лісової рослинності, не має ознак деградації, засолення чи сильної кислотності. Такі властивості забезпечують добру доступність більшості макро- і мікроелементів, сприяють активному біологічному обміну й підтримують сталий розвиток лісових фітоценозів. Особливо цінною є стабільність хімічних показників на різних глибинах, що свідчить про природний, малопорушений ґрунтовий режим.

Контрольні питання до розд. 3

1) У чому полягають особливості геологічної будови та рельєфу Карпатського НПП?

2) Назвати основні небезпечні екзогенні геоморфологічні процеси та явища, які вивчають при дослідженні рельєфу Карпатського НПП відповідно до Літопису природи.

3) Визначити закономірності поширення лавинонебезпечних осередків на території Парку.

4) Які елементи макроформ русла річки є основними при вивченні рельєфу Карпатського НПП відповідно до програми Літопису природи, а які для проведення гідроморфологічної оцінки масиву поверхневих вод?

5) Які ґрунти найпоширеніші у Карпатському НПП? Назвати послідовність і основні етапи їх вивчення.

4. МЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ТА КЛІМАТ

Метеорологічні спостереження та вивчення клімату є обов'язковим елементом, що проводиться фахівцями природно-заповідної науково-дослідної установи. Важливість ведення такого роду досліджень обумовлено цілою низкою взаємопов'язаних аспектів, основні з яких наступні.

1. Збереження природного середовища. Просторово-часовий розподіл атмосферних опадів, температурних показників, вітровий режим впливає на різноманітні аспекти екосистем, такі як розподіл рослинних та тваринних видів (зокрема їх сезонну ритміку, видовий склад, адаптацію, поширення інвазивних представників, загрози аборигенним або реліктовим та ендемічним екземплярам), водні ресурси (кількісні та якісні характеристики), ґрунтові умови тощо.

Ще близько 10 тис. років тому під час останнього льодовикового періоду в Карпатах клімат був прохолоднішим і несприятливим для існування теплолюбних лісових порід (дуба, бука, ясеня, пихти), тому тут переважали соснові і ялинові ліси, зустрічались кедри [26].

2. Науковий аспект. Аналіз метеорологічних та кліматичних даних дозволяє зрозуміти низку гідрологічних процесів (таких як умови формування, режим живлення місцевих водних об'єктів та ін.), є важливим елементом для вивчення географічних явищ (ерозії, рельєфоутворення або геоморфологічних змін) тощо притаманних для гірських умов.

Спостереження за динамікою метеопоказників на території Карпатського НПП є важливою частиною моніторингу кліматичних перетворень у глобальному масштабі, створюють обґрунтовану основу для збереження природних екосистем, є базою для обміну інформацією та написання наукових робіт.

3. Розвиток туризму та попередження надзвичайних ситуацій. Вивчення метеорологічних умов дозволяє попереджати та реагувати на небезпечні погодні явища, такі як сильні дощі, снігопади, тумани, вітри і грози. Також є основою для планування розвитку туризму (у тому числі активного, спортивного чи екстремальних видів), безпеки відвідувачів парку та місцевого населення.

4. Планування лісогосподарських заходів. Вивчення метеорологічних умов і клімату дає можливість виявлення оптимальних умов для росту різних видів дерев, а також зони, де впровадження лісогосподарських заходів може бути максимально ефективним; прогнозування ризиків виникнення лісових пожеж і розроблення стратегії їх запобігання та боротьби з ними; визначення оптимальних методів відновлення лісів після рубки тощо.

4.1. Розвиток метеорологічних спостережень на території Карпатського НПП

Історія розвитку метеорологічних спостережень на території Карпатського НПП пов'язана зі становленням санаторно-курортної діяльності. У м. Яремче та селищі Ворохта працювали біокліматичні станції, де періодично вимірювались температура повітря, проводились спостереження

за атмосферними опадами.

Систематичні дослідження місцевих метеорологічних характеристик розпочалися у 1899 р. на полонині Пожижевська, де знаходиться однойменна сніголавинна метеостанція «Пожижевська» та Біологічний стаціонар Інституту екології Карпат НАН України.

Від липня 1938 р. по вересень 1939 р. вивчення погоди високогірних районів здійснювалося в астрономічній і метеорологічній обсерваторії «Білий слон» на г. Піп Іван (Чорногірський масив) (рис. 4.1.А).



А



Б

Рис. 4.1. Обсерваторія «Білий слон» на г. Піп Іван: А – фото 2017 р.; Б – зменшена копія будівлі у парку-музеї «Карпати у мініатюрі» у Карпатському НПП

Зменшену копію обсерваторії можна побачити у парку-музеї «Карпати у мініатюрі» у Карпатському НПП у м. Яремче (рис. 4.1.Б).

За сприяння Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника і Варшавського університету ведуться роботи з відновлення та удосконалення системи спостережень в цій обсерваторії. Інституція має назву Міжнародний науковий центр «Обсерваторія», де передбачено встановлення сучасної метеорологічної станції та проведення широкомасштабних досліджень з використанням автоматичної техніки вимірювання таких параметрів: атмосферний тиск, температура повітря (середня, мінімальна і максимальна), хмарність, атмосферні опади, товщина снігового покриву, швидкість і напрямок вітру та обчислення значення тиску водяної пари, відносної вологості, температури точки роси, дефіцит вологості, а також евапотранспірація. До метеорологічної станції входить теж система моніторингу якості повітря [77].

У 1945 р. була відкрита метеостанція у м. Яремче Українського гідрометеорологічного центру (УкрГМЦ) ДСНС України (на той час метеостанція була в системі Управління гідрометслужби УРСР Головного Управління гідрометслужби при Раді Міністрів СРСР) [60] Вона діє і сьогодні. Окрім того, вивчення окремих метеорологічних елементів (температура та атмосферні опади) проводять на гідрологічних постах (див. розділ 6). Картосхема кліматичного районування та мережа пунктів метеорологічних спостережень на території Карпатського НПП наведена на рис. 4.2.

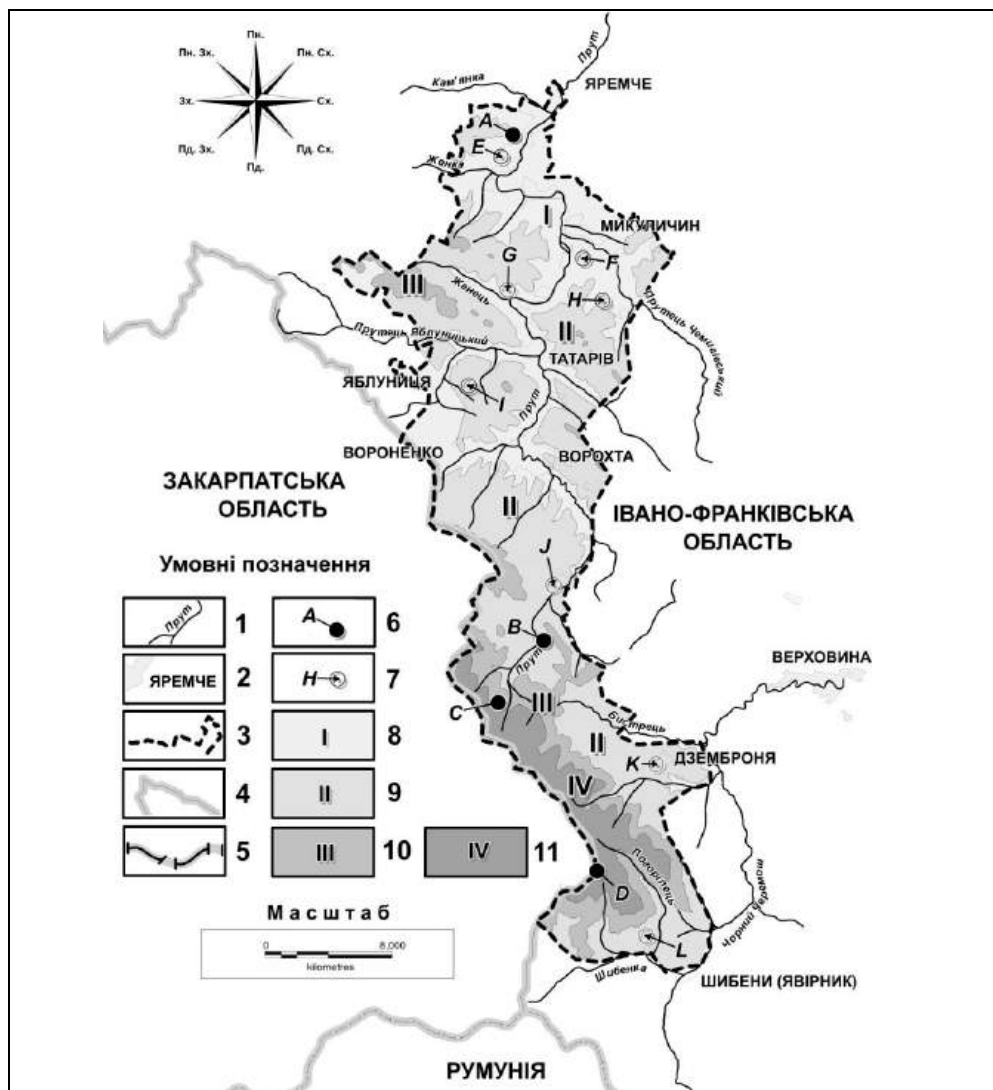


Рис. 4.2. Картосхема кліматичного районування та мережа пунктів метеорологічних спостережень на території Карпатського НПП:

1 – річка та її назва; 2 – населений пункт; 3 – межі Карпатського НПП; 4 – межі адміністративних областей України; 5 – державний кордон України; 6 – діючі метеорологічні пункти спостережень [А – м. Яремче (Карпатська селестокова станція, УкрГМЦ); В – селище Ворохта (Чорногірський географічний стаціонар Львівського національного університету імені Івана Франка). С – пол. Пожижевська (сніголавинна станція «Пожижевська», Інститут екології Карпат НАН України, ДСНС України); D – г. Піп Іван, МНЦ «Обсерваторія» (ДСНС України)]; 7 – закриті метеорологічні пункти спостережень [Е – м. Яремче (Яремчанське ПНДВ, Карпатський НПП); F – с. Микуличин (Підліснівське ПНДВ, Карпатський НПП); G – Женецьке ПНДВ, Карпатський НПП; H – с. Микуличин (тепер територія Селево-зсувного стаціонару Геолого-екологічного центру Львівської геолого-розвідувальної експедиції ДП «Західукргеологія»); I – с. Яблуниця; J – селище Ворохта (Говерлянське ПНДВ, Карпатський НПП); K – с. Дземброя (Бистрецьке ПНДВ, Карпатський НПП; L – с. Шибени (Високогірне ПНДВ, Карпатський НПП)]; 8-11 – кліматичні пояси (8 – помірний; 9 – прохолодний; 10 – помірно-холодний; 11 – холодний)

У деяких наукових джерелах згадуються про стаціонарні спостереження за кліматом у с. Микуличин та с. Яблуниця, які сьогодні не проводяться.

У 1978 р. професором Г.П. Міллером створено Чорногірський географічний стаціонар Львівського національного університету імені Івана Франка. З 2001 р. за сприяння Лабораторії ландшафтного моніторингу цього університету тут на висоті 998 м н.р.м. проводять безперервні метеорологічні спостереження. Дослідні майданчики знаходяться у двох локаціях – у хвойному стиглому лісі та на відкритій вториннолучній ділянці. [36].

У Карпатському НПП дослідженню метеорологічних умов приділяли особливу увагу. Вивчення динаміки окремих метеорологічних показників проводились у різних вертикальних кліматичних поясах через декілька років після створення установи на території Підліснівського, Женецького, Говерляньського, Бистрецького та Високогірного природоохоронних науково-дослідних відділень (раніше – лісництва) (див. рис. 4.2).

Слід зазначити, що спостереження у межах сучасного Говерляньського ПНДВ проводились, ще до створення Парку, коли воно було частиною Карпатського державного заповідника.

У 2012 р. у Яремчанському, Женецькому, Говерляньському відділеннях введено в дію автоматичні метеорологічні станції La Crosse (Франція).

На базі «Зеленої лабораторії» Карпатського НПП періодично проводяться ознайомчі лекції для учнів, студентів та відвідувачів парку з питань кліматичних особливостей Карпат (рис. 4.3).



А



Б

Рис. 4.3. Проведення виробничої практики (А) та ознайомлення школярів із кліматичними особливостями і метеорологічними умовами Карпатського НПП у «Зеленій лабораторії»

Сьогодні аналіз динаміки основних метеорологічних елементів Карпатського НПП за відповідний рік ґрунтується на даних спостережень Карпатської селестоквої станції, сніголавинної станції «Пожижевська» та Міжнародного наукового центру «Обсерваторія» (г. Піп Іван).

4.2. Загальна характеристика клімату

Клімат на території Карпатського НПП перехідний від помірно-теплого вологого західноєвропейського до континентального східноєвропейського. Це обумовлено його географічним положенням та особливостями циркуляції повітряних мас в межах гірської території.

Під впливом гірського рельєфу клімат Парку закономірно змінюється з висотою над рівнем моря. Кліматичні умови Чорногірського хребта формуються під впливом відрогів азорського та сибірського антициклонів, південних і південно-західних циклонів, що надходять з Атлантики та Середземномор'я, а також внаслідок полярних і ультраполярних вторгнень арктичного повітря.

У зимовий період зі збільшенням висоти на кожні 100 м температура повітря у межах Карпатського НПП знижується у середньому на 0,4°C. Кількість опадів з підняттям у гори також збільшується. У зв'язку з цим у межах парку виділяють декілька висотних кліматичних поясів (див. рис. 4.2):

а) **помірний** – охоплює міжгірські долини до висоти 850 м н.р.м.;

б) **прохолодний** – займає територію в межах висот 850-1250 м н.р.м.;

в) **помірно-холодний** – знаходиться в межах 1250-1500 м н.р.м.;

г) **холодний** – розташований на висоті вище 1500 м н.р.м.

Температурний режим. На просторовий розподіл температури повітря Карпатського НПП впливають особливості атмосферної циркуляції та рельєф місцевості. У зимовий період характерними є вертикальні температурні інверсії – у міжгірських долинах виникає застій холодного повітря, що призводить до різкого зниження температури, у той час, як на підвищених ділянках значно тепліше.

Мінімальна температура повітря спостерігається у січні. Середньомісячна температура повітря у цей період змінюється від -5°C – -7°C у помірному кліматичному поясі до -7°C – -10°C у межах Чорногірського хребта (помірно-холодний і холодний кліматичні пояси). Найтепліший місяць року – липень. У помірному поясі середня температура липня становить близько 14-18°C (табл. 4.1), вище верхньої межі лісу – нижче +10°C.

Середня річна температура повітря за багаторічний період складає близько +8°C, у високогір'ї – +3°C.

Стійкий перехід температури повітря через 0°C в бік від'ємних температур припадає на початок-кінець листопада, але перші заморозки спостерігаються вже у вересні-жовтні, а останні – в квітні-травні (у помірному поясі) та червні (у помірно-холодному та холодному поясах).

Таблиця 4.1. Внутрішньорічний розподіл температурних норм⁵ (°C) на території Карпатського НПП (1981-2020 рр.)

Метеостанція	Місяці												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Яремче	-6,2	-5,0	-0,5	5,8	11,5	15,0	16,9	16,9	12,0	6,5	0,7	0,2	6,2
Пожижевська	-6,9	-5,8	-1,4	4,9	10,5	14,0	15,9	15,9	11,0	5,7	0,1	-2,5	5,1

Температурний режим зимового періоду, як і в інших районах Карпат, порушується частими відлигами. Зима у високогір'ї триває близько 6-7 місяців.

Середньорічна норма температури повітря у м. Яремче становить 6,9°C. У період з 1990 до 2018 рр. майже кожного року (крім 1991 р., 1994 р., 1996 р., 1997 р.) температура повітря була вищою від норми [47].

Середня багаторічна температура повітря поблизу метеостанції Пожижевська складає +2,7°C. За останні десятиліття середньо-багаторічна температура повітря перевищила нормальну середню на 0,9°C. У період за 1990-2018 рр. найтеплішими були 2000, 2007, 2008, 2012, 2015 роки [47].

Атмосферні опади. У межах парку середня відносна вологість повітря становить близько 75 %. У літній період опади випадають в основному у вигляді злив, що призводить до розвитку ерозійних процесів і формування паводків на річках.

Норма атмосферних опадів для метеостанції Яремче становить близько 940 мм. Протягом багаторічного циклу середньо-багаторічна кількість опадів збільшилась на 70 мм відносно норми. Найбільш посушливими були 1990, 2000, 2012 та 2013 роки, а найбільш вологими – 1998, 2001, 2008 та 2010 роки [47].

Норма опадів для метеостанції Пожижевська становить 1500 мм. За багаторічний період середньо-багаторічна кількість опадів збільшилась на 68 мм щодо норми. Найбільш посушливими були 1990, 2000, 2003 та 2012 роки, а найбільш вологими – 1998, 2008, 2010, 2017 [47] та 2020 роки.

У помірному кліматичному поясі за рік випадає близько 950-1000 мм атмосферних опадів. З висотою цей показник збільшується і в межах Чорногірського масиву становить близько 1500 мм, з яких до 40 % припадає на холодний період (табл. 4.2).

Таблиця 4.2. Внутрішньорічний розподіл норм атмосферних опадів (мм) на території Карпатського НПП [28]

Метеостанція	Місяці												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Яремче	38	41	44	71	99	140	135	118	75	69	61	47	938
Пожижевська	77	104	114	102	138	189	182	148	108	98	125	116	1501

⁵ Середнє арифметичне значення метеорологічної величини, розраховане за багаторічний період, часто називають нормальною середньою або нормою.

Стійкий сніговий покрив утворюється в третій декаді листопада. Найбільш ранній період його утворення припадає на 23.10.74, а середній багаторічний – на 27.11. При цьому слід зважити на те, що до моменту утворення стійкого снігового покриву його висота в пониженнях рельєфу нерідко перевищує 1 м.

Руйнування снігового покриву відбувається в кінці квітня (середня багаторічна дата руйнування 16.04), хоча в окремі роки він зберігається майже до середини травня (12.05.1995 р.), а на деяких ділянках району не розтає і до липня [8].

Тривалість залягання стійкого снігового покриву у високогір'ях району складає в середньому близько шести місяців. Сніговий покрив залягає нерівномірно. Особливо його багато в пониженнях рельєфу (25.03.1974 р. в шурфі зафіксована висота снігу 470 см) і в пригребеневій зоні, де утворюються потужні, висотою до 800 см, карнизи, які, обвалюючись, викликають сходження лавин.

У межах Чорногірського масиву сніг в улоговинах часто затримується до червня, а інколи й «літує», зберігаючись до зими. В останнє десятиліття відзначається пришвидшення танення снігів і звільнення водних об'єктів від криги. Якщо на початку цього десятиліття великі площі снігового покриву зберігалися до початку червня, то в останні роки сніговий покрив тоне вже у травні [58].

Трапляються випадки *сніголому* – ушкодження дерев від снігового урагану чи від осілого на кронах снігу. У свій час, це явище торкнулося ялинових лісів вздовж шосе біля р. Прут Ворохтянського ПНДВ. Так, 19 квітня 1976 р. у горах почався затяжний інтенсивний снігопад, який продовжувався упродовж трьох діб. У долинах, де температура була близько 0°C, падав мокрий сніг, який налипав на кронах дерев, особливо на верхівках ялин, де утворювались великі снігові шапки. Під їх вагою верхівки дерев ламались, що принесло значну шкоду лісовому господарству. У горах, де температура була нижчою, падав сухий сніг, який не накопичувався на верхівках дерев, тому ліс лишився неушкодженим [26].

Вітровий режим. Вітер – це горизонтальний рух атмосферного повітря відносно земної поверхні, зумовлений нерівномірним розподілом атмосферного тиску і спрямований від області високого тиску у бік області низького тиску. Вітровий режим Українських Карпат зумовлений макроциркуляційними процесами в атмосфері та положенням баричних центрів над континентом Євразії та Атлантикою.

В окремих регіонах розподіл основних характеристик вітру – напрямку та сили (швидкості) – значно змінюється під впливом орографічних особливостей місцевості і залежить від орієнтації річкових долин та інших факторів.

За напрямком вітру беруть точку обрію, звідки він дме. На території Карпатського НПП переважають вітри західного, південно-західного та східного напрямків.

Для характеристики режиму вітру в даному місці за певний період часу (багаторічні спостереження, рік, місяць, сезон тощо) будують спеціальну векторну діаграму – розу вітрів. Вона має вигляд багатокутника, у якого довжини променів, що розходяться від центру діаграми в різних напрямках (румбах горизонту), пропорційні повторюваності вітрів цих напрямків

(«звідки» дме вітер). Ці діаграми можна будувати по 8 румбах або детальніше (при вивченні потенціалу вітрової енергії) – по 16 румбах.

Приклад побудови рози вітрів на метеостанції Яремче, Пожижевська та у період метеорологічної весни та метеорологічного літа на г. Піп Іван (МНЦ «Обсерваторія») наведено на рис. 4.4.

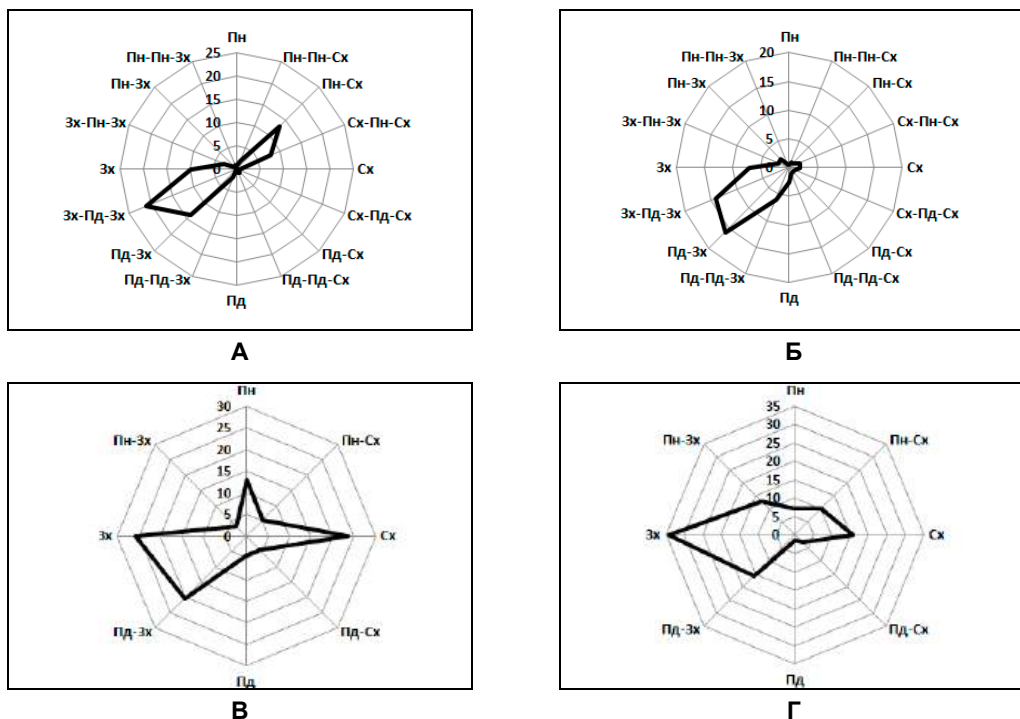


Рис. 4.4. Роза вітрів у різних висотних зонах Карпатського НПП (А – метеостанція Яремче; Б – метеостанція Пожижевська; В – г. Піп Іван, метеорологічна весна 2022 р.; Г – г. Піп Іван, метеорологічне літо, 2022 р.)

Швидкість вітру оцінюють за шкалою Бофорта – 12-бальною системою, прийнятою Всесвітньою метеорологічною організацією для наближеної оцінки сили і/або швидкості вітру за його дією на наземні предмети або за виглядом і розміром хвиль у відкритому морі (табл. 4.3). Середня швидкість вітру вказується на стандартній висоті 10 м над відкритою рівною поверхнею.

Упродовж року найменша середня швидкість вітру (1-2 м/с) спостерігається влітку або на початку осені, коли переважають малоактивні процеси.

У високогір'ї повітряні потоки характеризуються значними швидкостями, що інколи перевищують 40 м/с. Середня річна швидкість вітру досягає 5 м/с, а для холодного періоду середня швидкість вітру складає 7,4 м/с. Найвітряннішим є січень із середньою місячною швидкістю понад 8 м/с. Цьому ж місяцю відповідає найбільша кількість днів з вітром швидкістю понад 15 м/с.

Таблиця 4.3. Шкала швидкості вітру (шкала Бофорта)

Сила вітру, бали	Швидкість вітру, м/с	Характеристика	Дія вітру
0	< 0,3	Штиль	Повна відсутність вітру. Дим підіймається прямовисно. Листя дерев нерухоме
1	0,3–1,5	Тихий	Дим «пливе». Флюгер не обертається
2	1,6–3,4	Легкий	Рух повітря відчувається обличчям. Шелестить листя. Флюгер обертається
3	3,4–5,4	Слабкий	Тріпоче листя, хитаються дрібні гілки. Майорять прапори
4	5,5–7,9	Помірний	Хитаються тонкі гілки дерев. Вітер підіймає пил та шматки паперу
5	8,0–10,7	Свіжий	Хитаються великі гілки. На воді з'являються хвилі
6	10,8–13,8	Сильний	Хитаються великі гілки
7	13,9–17,1	Міцний	Хитаються невеликі стовбури дерев. На морі здіймаються хвилі, що пінаються
8	17,2–20,7	Дуже міцний	Ламаються гілки дерев, важко йти проти вітру
9	20,8–24,4	Шторм	Невеликі руйнування. Зриває черепицю, руйнує димарі
10	24,5–28,4	Сильний шторм	Значні руйнування. Дерева вириваються з корінням
11	28,5–32,6	Жорстокий шторм	Великі руйнування
12	≥ 32,7	Ураган	Призводить до спустошень

Дані про середньорічну кількість вітрів зі швидкістю понад 20 м/с на території Карпатського НПП наведено у табл. 4.4.

Таблиця 4.4. Середньорічна кількість сильних вітрів ($V \geq 20$ м/с) на території Карпатського НПП

Метеостанція	Період спостережень	Висота н.р.м., м	Кількість зареєстрованих штормів	У середньому за рік
Пожижевська	1959-1999	1429	2421	59,0
Яремче	1946-1999	531	311	5,8

У середньому за рік у різних висотних зонах Карпатського НПП відмічається 2-4 дні з повною відсутністю вітру (штиль).

Сильні вітри зі швидкістю понад 20 м/с часто спричиняють такі негативні явища, як вітровали і буреломи дерев.

Масові вітровали на території Карпатського НПП були відзначені 1868-1869 рр. – у басейні р. Піги (права притока р. Прут); у 1957 – на околицях

с. Яблуниця та у 1964 р. – на лівому березі р. Прут, у межах сучасної території Ямнянського ПНДВ (на схід від г. Свинянка (А.А. Гіріц, 1966).

Найкатастрофічніший вітролом, який увійшов до «Книги рекордів України» зафіксовано саме у Карпатському регіоні (12-14 грудня 1957 р.); явище обумовлене атмосферними депресіями з центром над Францією та Північною Європою. Рух повітряних мас подекуди мав швидкість 15-17 м/с, а опади у вигляді злив становили 50-90 мм/добу. Всього на території Українських Карпат на площі 516,6 га було пошкоджено 5,2 млн. м³ лісу.

Пізніше, 28 грудня 1957 року над лісами Говерляньського лісництва (тепер природоохоронне науково-дослідне відділення), де розташовувались значні площі смерекових (ялинових) пралісів пройшов потужний ураган, який виламав або повиривав з корінням майже 30 % дерев, знищивши близько 800 тис. м³ лісу [22]. начний вітровал на території Женецького ПНДВ був у 1969 р. [26].

Значний бурелом на території Парку відбувся 1980 р. і завдав значної шкоди ялиновим, ялицевим та іншим насадженням (С.В. Шевченко, 1990).

В останні десятиріччя значної сили вітер у м. Яремче (швидкість близько 50 м/с) спостерігався 24.07.2008, на метеостанції Пожижевська (швидкість 42 м/с) – 18.06.2007. Сьогодні вітровали на території Карпатського НПП – досить часте явище. Особливо піддатливою до впливу вітру є ялина європейська (смерека), яка має поверхневу кореневу систему (рис. 4.5).



Рис. 4.5. Наслідки вітровалу у межах Чорногірського ПНДВ 29-30 серпня 2023 р. (автор фото – Р.Л. Кравчинський)

Вітровий режим і небезпека пожеж. Вітровий режим важливо вивчати і враховувати також у пожежонебезпечний період – частини року, у межах якої виникають лісові пожежі (з моменту сходження снігового покриву до настання стійкої вологої осінньої погоди або утворення снігового покриву).

За наявності вітру та однакових горючих властивостей лісового насадження, формою пройденої вогнем ділянки буде еліпс, розміри якого залежать від швидкостей фронту, тилу, флангів пожежі і від її тривалості [43].

15 травня 2024 р. різке підвищення сили вітру до 12 м/с (о 15:00) призвело до втрати контролю над локальним вогнищем, яке розпалили невстановлені особи та формуванням пожежі на площі близько 1 га у лісовому масиві Ямнянського ПНДВ (г. Кичера) (рис. 4.6).



Рис. 4.6. Пожежа у Ямнянському ПНДВ (г. Кичера), 15.04.2024 (автор фото – Р.Л. Кравчинський)

4.3. Вивчення основних метеорологічних показників та характеристика сезонів року

Відповідно до Програми Літопису природи характеристику метеорологічних умов щомісячно доцільно давати не за календарним, а за так званим природним роком, при якому характеристика сезонів, насамперед зими, не є розірваною. Опис погоди слід починати із зими. На більшій території України вона настає у грудні. Початок природного року бере відлік із місяця, яким починається зимовий сезон.

Характеристика сезонів року (зими, весни, літа, осені) є об'єктивним фоном, на якому відбивається розвиток рослинного та тваринного світу, зміни у неживій природі та ландшафтних комплексах. Критеріями початку та кінця цих періодів повинні бути температурні показники. Це можуть бути як середньодобові температури повітря, так і екстремальні добові показники. Який з цих двох показників не був би обраний, другий також відображається у календарі погоди. За кожен сезон метеорологічні показники узагальнюються в окремій табличній формі.

Початок *метеорологічної зими* збігається з переходом максимальних температур повітря через 0°C у бік зниження.

За початок *метеорологічної весни* вважається стійкий перехід максимальних температур повітря вище 0°C .

При характеристиці *метеорологічного літа* за його початок приймають перехід мінімальних температур через $+10^{\circ}\text{C}$ в бік підвищення.

Метеорологічна осінь розпочинається після переходу мінімальної температури нижче $+10^{\circ}\text{C}$.

Обробка та групування показників, отриманих на метеостанції, проводяться таким чином, щоб дати характеристику погоди за кожен місяць року, причому так, щоб її можна було б представити за основними показниками за кожен день місяця. Ці показники потрібні для проведення цілорічних екологічних досліджень.

Метеорологічні показники. Метеорологічні спостереження на території національних природних парків мають включати 6 обов'язкових показників, які охарактеризовані нижче.

1. Температура повітря (середньодобова, максимальна, мінімальна) по термометрах у стаціонарній будці.

2. Мінімальна температура на ґрунті (по мінімальному термометру на висоті 2 см над поверхнею ґрунту), бажано заміряти також максимальну та давати середньодобову температуру на поверхні ґрунту.

3. Відносна вологість повітря (в %).

4. Атмосферні опади (в мм за опадоміром).

5. Кількість днів із дощем та снігом.

6. Висота снігового покриву біля постійної рейки в см.

В залежності від природних умов та наявного метеобладнання можна внести до переліку основних метеоелементів також деякі інші показники, наприклад, облік тиску повітря, суми позитивних температур тощо.

Основні метеорологічні елементи заносяться до спеціальної таблиці по місяцях за спеціальною формою.

При аналізі метеорологічних даних важливим є виявлення різниці між величинами досліджуваних показників за конкретний період часу (день, декада, місяць, сезон, рік) відносно середніх багаторічних значень. Відхилення середньодобових температур повітря та кількості атмосферних опадів від норми по декадах наведено на рис. 4.7.

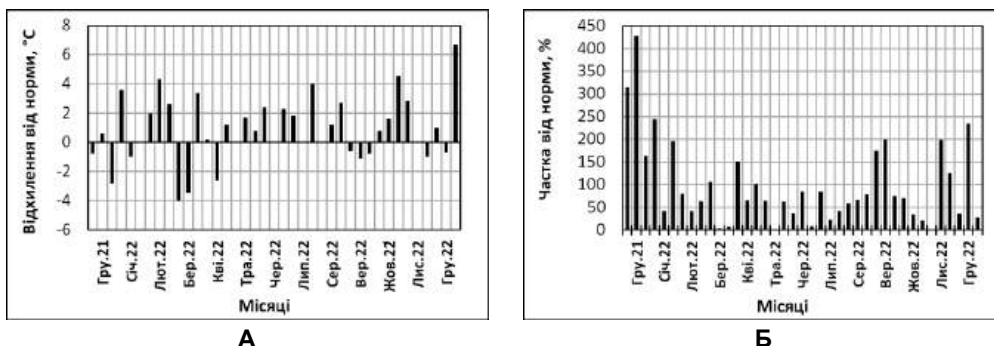


Рис. 4.7. Відхилення середньодобових температур повітря та частка атмосферних опадів (по декадах) від норми (м. Яремче, 12.2021 – 12.2022)

Нижче наведено приклад характеристики метеорологічних сезонів природного 2021-2022 року у помірній кліматичній зоні Карпатського НПП.

Зима. За початок метеорологічної зими прийнято дату 07.12.2021 р, коли максимальна температура повітря опустилася нижче 0,0°C і становила -0,4°C. Хоча за кілька днів до цього (04.12.2021 р.) максимальна температура на поверхні ґрунту вперше сягнула від'ємних значень і становила -2,0°C. Найхолоднішим днем зими можна вважати 25.01.2022, коли мінімальна температура повітря опустилася до позначки -15,4°C; найтепліший – 05.01.2022 з максимальною температурою повітря +12,8°C. Загальна тривалість зими природного 2001-2002 року становила 95 днів (табл. 4.5).

Таблиця 4.5. Метеорологічна характеристика зими 2021-2022 р. у помірній кліматичній зоні Карпатського НПП

Дата початку сезону	Тривалість сезону, в днях	Середні температури			Сума опадів, у мм	Кількість днів із			
		добова	максимальна	мінімальна		опадями	дощем	градом	заморозками
07.12.2021	95	-0,9	2,7	-4,1	197,5	61	н/д	0	46

Весна. За початок метеорологічної весни на території Карпатського НПП прийнято 12.03, коли відбувся стійкий перехід максимальних температур повітря вище 0°C (максимальна добова температура у цей час становила +2,3°C). Сезон, який у загальному тривав 80 діб, продовжувався до кінця третьої декади травня (до 30.05) (табл. 4.6).

Останні ранкові заморозки (-1,0°C у повітрі та -3,0°C на поверхні ґрунту) у м. Яремче спостерігалися 21.04.2022. У цей період у високогір'ї (г. Піп Іван) переважали вітри західного напрямку (рис. 4.5.В).

Таблиця 4.6. Метеорологічна характеристика весни 2022 р. у помірній кліматичній зоні Карпатського НПП

Дата початку сезону	Тривалість сезону, в днях	Середні температури			Сума опадів, у мм	Кількість днів із			
		добова	максимальна	мінімальна		опадями	дощем	градом	заморозками
12.03	80	8,5	14,5	3,0	118	29	н/д	0	25

Літо. За початок метеорологічного літа 2022 р. прийнято дату 31.05 (табл. 4.7), коли мінімальна добова температура досягла позначки +11,2°C; сезон загальною тривалістю 104 дні продовжувався до 11.09, після чого величина мінімальної температури повітря опустилась до +9,5°C. За сезон було відмічено декілька днів (14.07.2022 та 25.08.2022) з дуже низькою відносною вологістю повітря, що призвело до формування суховіїв⁶.

Таблиця 4.7. Метеорологічна характеристика літа 2022 р. у помірній кліматичній зоні Карпатського НПП

Дата початку сезону	Тривалість сезону, в днях	Середні температури			Сума опадів, у мм	Кількість днів із			
		добова	максимальна	мінімальна		опадями	дощем	градом	заморозками
31.05	104	17,9	23,8	12,9	281,8	49	49	0	0

Максимальна швидкість вітру у літній період становила 11 м/с; у високогір'ї (г. Піп Іван) переважаючі напрямки вітру – східний, західний та південно-західний (див. рис. 4.4).

⁶ **Суховій** – вітер з високою температурою і низькою відносною вологістю повітря, досягає іноді значної швидкості (більше 10 м/с)

Осінь розпочалась 12.09, коли мінімальна температура повітря опустилася нижче $+10,0^{\circ}\text{C}$ і становила $+9,5^{\circ}\text{C}$. Осінній сезон, тривалістю 66 днів (табл. 4.8), продовжувався до 16.11.2022.

Перші заморозки ($-1,2^{\circ}\text{C}$ у повітрі та $-2,2^{\circ}\text{C}$ на поверхні ґрунту) за даними спостережень на метеостанції спостерігалися у м. Яремче 21.10.2022. Хоча іній спостерігався і раніше – 11.10.2022. Максимальна швидкість вітру – 16 м/с (відзначено 14.09.2022).

Таблиця 4.8. Метеорологічна характеристика осені 2022 р. у помірній кліматичній зоні Карпатського НПП

Дата початку сезону	Тривалість сезону, в днях	Середні температури			Сума опадів, у мм	Кількість днів із			
		добова	максимальна	мінімальна		опадями	дощем	градом	заморозками
12.09	66	10,0	15,8	6,2	109,1	34	34	0	1

За отриманими протягом року даними метеоспостережень будуються циклограми досліджуваних показників (рис. 4.8).

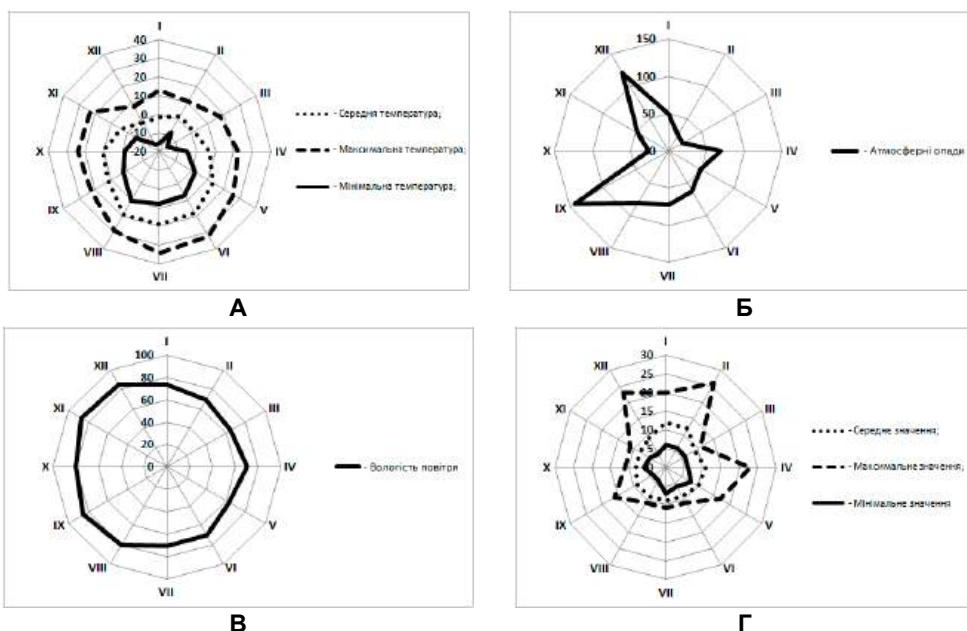


Рис. 4.8. Циклограми температурних показників (А), атмосферних опадів (Б), відносної вологості повітря (В) та максимальних швидкостей вітру (Г) за метеорологічний 2021-2022 р. (за даними спостережень на метеостанції Яремче)

Вивчення метеорологічних умов та клімату Карпатського НПП є не лише фундаментальною складовою природоохоронного моніторингу, але й необхідною передумовою для збереження екосистем, планування лісгосподарських, туристичних та рекреаційних заходів.

Дані спостережень дозволяють фіксувати зміни кліматичних характеристик, виявляти прояви глобального потепління на локальному рівні, реагувати на загрози, пов'язані з екстремальними погодними явищами.

Ретельна фіксація сезонних метеорологічних показників, включно з температурою повітря, опадами, сніговим покривом, вологістю та швидкістю вітру, є запорукою цілісного наукового розуміння динаміки компонентів природи. Надалі така інформація відіграватиме ключову роль у формуванні адаптаційних стратегій управління територією Парку в умовах змін клімату.

Контрольні питання до розд. 4.

1) Які основні аспекти визначають важливість дослідження метеорологічних умов і клімату на території Карпатського НПП?

2) Які виділяють висотні кліматичні зони у межах Парку? У чому особливість кожної?

3) Яка кількість опадів випадає в середньому за рік на території Парку?

4) Які основні метеорологічні показники є обов'язковими для вивчення у національних природних парках України?

5) Як вітровий режим впливає на екосистеми Парку? Оцінити поточну силу вітру з використанням шкали Бофорта.

6) Які критерії виділення метеорологічних пір року? Чим вони відрізняються від календарних?

5. ВОДНІ ОБ'ЄКТИ, ДЖЕРЕЛА ТА ВОДНО-БОЛОТНІ УГІДДЯ КАРПАТСЬКОГО НПП

Вивчення водних об'єктів на території Карпатського НПП має низку важливих цілей, які викладені нижче.

1. Збереження природного середовища. Водні об'єкти є важливою складовою екосистем Карпатського НПП, вивчення яких допомагає зрозуміти їхню унікальність, різноманіття та екологічну роль.

2. Моніторинг якості води дозволяє виявляти забруднення, яке несе загрози для водних екосистем, що є важливим аспектом для вчасної реалізації заходів з недопущення розвитку цього негативного процесу.

3. Вивчення гідрологічних процесів (розвитку у часі і просторі окремих гідрологічних характеристик – режиму рівнів, витрат води тощо) необхідне для управління водними ресурсами.

Водні ресурси певної території – це обсяги поверхневих та підземних вод, які можна використовувати для потреб населення, промисловості, сільського господарства та ін. (млн м³; млрд м³; км³). Причому, водні ресурси поділяють на **внутрішні** (місцеві), сформовані на даній території, та **загальні**, коли до внутрішніх водних ресурсів додаються ті, що у вигляді стоку надійшли з сусідніх територій (країн).

4. Захист водних екосистем. Вивчення водних об'єктів допомагає виявляти уразливі екосистеми та розробляти стратегії їхнього захисту. Це важливо для збереження біорізноманіття та забезпечення стійкості водних екосистем перед впливом людської діяльності та змін клімату.

5. Розвиток туризму. Місцеві водні об'єкти створюють можливості для активного відпочинку, включаючи риболовлю (виключно у спеціально створених штучних водоймах), рафтинг, катання на байдарках, купання та піші прогулянки вздовж берегів; гірські джерела використовуються для пиття та задоволення інших потреб (див. розд. 5.6).

6. Розвиток економіки регіону. Знання про водні об'єкти необхідні для забезпечення сталого водопостачання для місцевих жителів та підприємств (у т.ч. туристичного комплексу), проектування і спорудження систем водовідведення, зниження ризиків впливу прояву катастрофічних паводків, що мінімізує економічні збитки, а, відповідно, сприяє підвищенню рівня та якості життя в регіоні.

5.1. Поняття про водні об'єкти

Водні об'єкти в гідрології

Водний об'єкт, згідно з *Водним кодексом України (ВКУ)*, – це природний або створений штучно елемент довкілля, в якому зосереджуються води: *море, лиман, річка, струмок, озеро, водосховище, ставок, канал*, а також *водоносний горизонт*. Виділяють поверхневі та підземні водні об'єкти.

Поверхневі водні об'єкти поділяються на два види: водотоки та водойми (табл. 5.1).

Таблиця 5.1. Поділ водних об'єктів [85]

Поверхневі водні об'єкти				Підземні водні об'єкти
Водотоки		Водойми		
природні	штучні	природні	штучні	
річки	канали	моря	водосховища	водоносні горизонти
струмки		озера	стави*	

Примітка. *ставки – зменшувальна, пестлива форма.

До *водотоків* належать водні об'єкти на земній поверхні з поступальним рухом води в руслах у напрямку похилу, а саме: річки, струмки, канали.

До *водойм* належать водні об'єкти, які розташовані в пониженнях земної поверхні і мають уповільнений рух води: океани, моря, озера, водосховища, стави.

Підземний водний об'єкт – водоносний горизонт – однорідна пластова товща гірських порід, де постійно знаходяться води.

З метою імплементації положень водної рамкової директиви ЄС у водне законодавство України в 2016 р. Верховна Рада України прийняла Закон «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом». Прийняття цього закону збагатило в тому числі й новою термінологією Водний кодекс України стосовно водних об'єктів. Так там з'явилися терміни «масив поверхневих вод» та «масив підземних вод» [85].

Масив поверхневих вод – поверхневий водний об'єкт або його частина.

Масив підземних вод – підземний водний об'єкт або його частина.

Ці терміни використовуються у сфері водного менеджменту та моніторингу вод. Більшість водних об'єктів (моря, річки, озера) мають *басейн (водозбір)*, під яким розуміють частину земної поверхні і ґрунтового шару та гірських порід, звідки вода потрапляє в даний водний об'єкт. Водні об'єкти можуть бути постійними та тимчасовими (пересихаючими).

Явища і процеси, які характеризують гідрологічний режим водного об'єкта (коливання рівня, витрат, температури води тощо), називаються *елементами гідрологічного режиму*.

Елементи гідрологічного режиму описуються за допомогою певного набору *гідрологічних характеристик*. Наприклад, режим стоку описується такими характеристиками, як витрата води за одну секунду, в середньому за добу, декаду, місяць, сезон, рік, багаторіччя, максимальні та мінімальні витрати тощо. Сукупність гідрологічних характеристик конкретного водного об'єкта в конкретному місці і в конкретний момент часу зумовлює *гідрологічний стан* водного об'єкта.

Під *гідрологічними явищами* розуміють форми прояву окремих складових гідрологічного режиму, наприклад виникнення різних видів льоду, його накопичення в руслі (затори, зажори), накопичення води в заглибленнях на поверхні водозборів та на заплавах під час весняного сніготанення, сейші в озерах, цунамі біля узбережжя океанів і морів тощо, а під *гідрологічними процесами* – послідовний розвиток у часі і просторі окремих гідрологічних характеристик.

При дослідженні водних об'єктів часто виникає потреба у вивченні та оцінюванні ролі специфічних утворень, які знаходяться в басейні та містять

воду – боліт та льодовиків. Вони не визнаються водними об'єктами за ВКУ, але їхня наявність на водозборі може впливати на його гідрологічний режим.

Сукупність водотоків та водойм у межах певної території складають **гідрографічну мережу** цієї території.

Водні об'єкти і біологічний підхід

Біологи поділяють прісноводні екосистеми (або водні об'єкти суходолу) на два основні типи: **лотичні** (проточні – річки, струмки, меліоративні водотоки); **лентичні** (непроточні – озера, водосховища, стави). Також виділяються заболочені угіддя: болота, болотисті ліси, марші (приморські луки) [58].

На території Карпатського НПП унаслідок пересіченого рельєфу, високої вологості, великої кількості опадів та частого виходу ґрунтових вод на поверхню переважають лентичні водойми, які представлені поодинокими озерами, проте часто трапляються стави, невеликі болітця. Переважна більшість лентичних водойм Карпат мають антропогенне походження. Практично у кожному населеному пункті є декілька ставів, копанок, загат. Численні дороги сприяють утворенню невеликих загат, калюж, заболочених ділянок, ровів, затоплених колій від коліс. Такі водойми називають астатичними, тобто тимчасовими. Також до лентичних водойм належать стариці річок.

Якщо більшість поверхневих водних об'єктів належать до *епігейних*, тобто тих, які мають безпосередній контакт з відкритим повітряним простором, то для гірських територій також притаманне значне різноманіття *гіпогейних* водних утворень, тобто тих, які мають безпосередній зв'язок з підземними водами. До них належать джерела, криниці, зволожений мох, ґрунтові води, водні прошарки у товщі дна й на берегах (інтерстиціальні). У всіх цих видах водних утворень розвивається специфічна гідрофауна, яка часто притаманна лише гірським районам [58].

Гідрогеологічні умови. Карпатська водоносна система структурно приурочена до однойменної гірської системи – альпійської складчастої споруди з гірським рельєфом. Вона складена потужними, дуже дислокованими флішовими товщами крейдяного та палеогенового віку. Межа Карпатської водоносної системи із Передкарпатською проходить по контакту з Внутрішньою та Бориславсько-Покутською зоною Передкарпатського прогину, яка складена теригенними, суттєво галогенними, моласовими породами, утвореними в умовах рухливої шовної зони, що відігравала буферну роль області зчленування платформи з молодого флішовою міогеосинкліналлю. Підземні води Карпатської водоносної системи приурочені до верхньої тріщинуватої зони корінних порід, яка поширюється на глибину до 200 м.

Характерна особливість гідрогеологічних умов території – нерівномірність незначна водозбагаченість, що визначається невисокими фільтраційними властивостями водовмісних порід та їхньою інтенсивною дислокованістю. Унаслідок з максимальними для території України атмосферними опадами в корінних породах формуються слабообводнені тріщинуваті зони, що не можуть забезпечити, за умови використання традиційних методів видобутку підземних вод, дебіти водозабірних споруд, які б задовольняли потреби централізованого водопостачання навіть незначних водокористувачів. Найперспективнішими є водоносні алювіальні гравійно-галькові утворення. Але у зв'язку з активним переміщенням цих відкладів у просторі під час паводків, які в Карпатах є дуже бурхливими, створення водозаборів на алювіальний водоносний горизонт здебільшого є проблемним. Зазначені

чинники ускладнюють гідрогеологічні умови Карпатської водоносної системи. Води тут переважно прісні [90].

Взаємозв'язок поверхневих і підземних вод у природних умовах — одна зі стадій процесу кругообігу води в природі, що характеризує водообмін між поверхневою і підземною частинами гідросфери. Відповідно до співвідношення рівнів (напорів) цих вод розрізняють такі процеси:

- живлення водотоків і водойм унаслідок дренажу за умови фільтрації ґрунтових і напірних підземних вод (коли рівень підземних вод вищий від рівня поверхневих);

- живлення підземних водоносних горизонтів поверхневими водами внаслідок фільтрації з водотоків і водойм (коли рівень вод поверхневих вищий від рівня підземних).

Значний відбір підземних вод може спричинити зменшення стоку річок, обміління озер [83]. У Карпатах коефіцієнт підземного живлення річок є найбільшим — 0,10-0,30 [84]. Деякі аспекти гідрогеологічних умов та особливості хімічного складу підземних вод відображено у розд. 5.4.

5.2. Річки та струмки

Річка — водний потік (водотік), що протікає в природному руслі і живиться водами поверхневого та підземного стоку свого басейну. Річки можуть впадати в океани, моря або озера. Річка, що впадає в один із таких водних об'єктів, називається *головною*, а річки, які впадають в неї, — її *притоками*.

Сукупність усіх річок, які скидають свої води через головну річку в океан, море чи озеро, називається *річковою системою* або *річковою мережею*. Річкова мережа є частиною *гідрографічної мережі*.

Згідно з Водним кодексом України залежно від площі водозбору річки поділяються на *великі, середні та малі*.

- малі — до 2 тис. км²;
- середні — 2 – 50 тис. км²;
- великі — понад 50 тис. км².

Струмок — невеликий постійний або тимчасовий водотік, утворений внаслідок стікання снігової чи дощової води або виходу на поверхню підземних вод [107].

Відповідно до гідрографічного районування України (2016 р.) територія Карпатського НПП розташована у межах західної частини суббасейну річки Прут (район басейну річки Дунай).

Територію Карпатського НПП у гідрологічному відношенні можна поділити на дві частини — верхів'я басейну *р. Прут* (близько 374 км²) та верхів'я басейну *р. Чорний Черемош* (131 км²), який є притокою Прута 2-го порядку, але має дещо відмінні гідрологічні, гідрографічні та геолого-гідрогеологічні умови.

Прут — основна водна артерія регіону, бере початок на південно-східному схилі г. Говерла, у льодовиковому карі гірського масиву Лісистих Карпат Чорногори на абсолютній висоті близько 1630 м; витікаючи із улоговини (на відстані 0,2 км нижче витоку) утворює водоспад (рис. 5.1);

впадає в р. Дунай з лівого берега на відстані 164 км від гирла, 0,5 км південно-східніше с. Джурджулешти (Молдова).



А

Б

Рис. 5.1. Місце витoku р. Прут (А) та Прутський водоспад (Б) (фото літо 2019; автор – Р.Л. Кравчинський)

Загальна довжина річки – 967 км (в межах України – 227 км., в межах Парку – 62 км), площа водозбору – 27540 км² (в межах України – 32 %). Переважна ширина Прута на території Карпатського НПП – 15-40 м, біля витoku – 1,6 м. Русло незаросле. Середньорічна витрата води Прута у гирлі становить 110 м³/с [41]. Близько 11,5% усього річкового стоку басейну формується саме у межах Карпатського НПП [28].

Майже на всій протяжності р. Прут у верхній ділянці простежується переривчаста, почергово мінлива по схилах тераса шириною 50-100 м (біля селища Ворохта збільшується до 570 м), з крутим уступом висотою від 3 до 30 м. Її поверхня хвиляста, слабо пересічена, лугового типу, місцями розорана, подекуди заросла лісом. Ґрунти суглинисті. Лише біля урочища «Завоєля» (територія Ворохтянського ПНДВ) тераса понижена і заболочена. Присхилова частина тераси складена мулистоторф'янистими ґрунтами. На ділянці від Ворохти до с. Микуличин (мікрорайон Підліснів) та біля м. Яремче простежується друга тераса шириною від 30 до 450 м, з крутими схилами висотою до 15 м. Її поверхня рівна, лугового типу, біля поселень розорана, ґрунти суглинисті.

Біля Ворохти та с. Татарів зустрічається третя тераса у вигляді вузьких обривистих смуг. Заплава переривчаста, почергово змінювана по берегах, шириною 30-50 м, біля с. Микуличин розширюється до 300 м, у багатьох місцях відсутня. Переважно вона вкрита чагарниками, суха, місцями заболочена. Поверхня заплави рівна, слабо пересічена старицями, складена хрящуватими та мулистоторф'янистими ґрунтами.

Швидкість течії Прута змінюється від 0,4 до 4 м/с, і у середньому становить 1,0-1,5 м/с. Дно нерівне, кам'янисте (часто зустрічаються валуни), у багатьох місцях скелясте, подекуди гальково-кам'янисте. Береги круті та обривисті, між с. Микуличин і м. Яремче (мікрорайон Ямна) пологі, висотою 0,5-1,5 м, часто зливаються зі схилами долини, помірно розмивані, подекуди укріплені камінням; складені хрящуватими, іноді скелястими породами, зарослі чагарником та окремими деревами, подекуди дернові або відкриті.

Сукупність геолого-геоморфологічних, гідрогеологічних та кліматичних умов створили сприятливі умови для формування у верхів'ї р. Прут густої річкової мережі – понад 0,90 км/км² і значної кількості притоків різного порядку (табл. 5.2 та 5.3).

Таблиця 5.2. Характеристика основних приток 1-го порядку р. Прут на території Карпатського НПП

№ з/п	Назва водотоку	Ліва /права притока	Довжина, км	Площа водозбору, км ²
1	Притний	права	2,4	2,8
2	Цибульник	права	3,0	12,0
3	Орендарчик	права	4,3	9,6
4	Несамовитий	права	5,9	11,5
5	Прип'ір	ліва	2,4	2,2
6	Мариш	права	4,2	9,2
7	Форещанка	ліва	4,2	8,1
8	Озірний	права	9,1	13,9
9	Завоєля	ліва	2,6	2,3
10	Гаврилець	ліва	4,8	6,4
11	Рудяк	ліва	2,7	3,1
12	Явір	права	3,4	4,7
13	Арджелуша	права	9,1	20,0
14	Верхній Багончик	ліва	5,9	8,3
15	Нижній Багончик	ліва	6,9	9,7
16	Свинний	ліва	3,3	4,2
17	Войтул	права	3,2	4,8
18	Параджин	ліва	5,7	11,3
19	Шимшорів	ліва	2,6	2,7
20	Лазовань	права	2,3	4,6
21	Вербівський	права	3,6	4,3
22	Піги (Пихи)	права	11	38,6
23	Прутець Яблуницький	ліва	22	114
24	Татарівчик	права	1,8	1,8
25	Женець	ліва	10,8	17,8
26	Коритарський	ліва	2,0	3,1
27	Прутець Чегемівський	права	21	120
28	Нересний (Мересний)	права	12,2	19,1
29	Кісний (Тісний)	права	5,6	14,0
30	Пічний	права	2,3	3,3
31	Капливець	права	1	1,2
32	Явірник	ліва	4,7	8,9
33	Жонка	ліва	7,9	29
34	Чорногірчик	ліва	3,4	8,1
35	Кам'янка	ліва	8,2	18,9
36	Буярський	права	4,5	10,0

Таблиця 5.3. Характеристика основних приток 2-го порядку р. Прут на території Карпатського НПП

№ з/п	Назва водотоку	Ліва /права притока	Довжина, км	Площа водозбору, км ²
Притоки р. Прутець Яблуницький				
1	Ілемський	права	4,5	
2	Богдан	ліва	5,3	
3	Потічок	ліва	2,4	
4	Вільшинець	ліва	5,6	
5	Гнилиця	ліва	5,9	
6	Яблуниця	права	4,1	
Притоки р. Женець				
1	Лаб'янка	ліва	1,9	
2	Розкільський	права	1,9	
1	Лаб'янка	ліва	1,9	
2	Розкільський	права	1,9	
Притоки р. Прутець Чемигівський				
1	Форещик	права	6,1	
2	Рокитний	права	6,4	10,0
3	Левущик	права	5,2	11,2
4	Копчин	ліва	4,0	11,2
5	Цапулець	права	4,9	
6	Гичка	ліва	4,3	
7	Куратулець	права	2,9	
8	Збанулець	права	3,3	
9	Шекилівка	ліва	4,4	
Притоки р. Жонка				
1	Багрівець	права	5,4	5,60
2	Чепелів	права	4,4	7,80
3	Сіснянський	ліва	2,6	1,69
4	Щівецький	ліва	3,7	4,0
5	Переслоп	ліва	1,6	1,26

Для визначення масивів поверхневих вод слід використовувати підходи за нормативами Водної рамкової директиви ЄС, які передбачають поділ річок на 4 категорії за величиною площі водозбору:

- малі – 10-100 км²;
- середні – 100-1000 км²;
- великі – 1,0-10 тис. км²;
- дуже великі річки – понад 10 тис. км²;

Водотоки з площею менше 10 км² можна вважати струмками.

Для регіону Українських Карпат також характерним є вживання стосовно малих водотоків назви – *потік*.

Чорний Черемош – типова гірська річка, ліва притока р. Черемош (правої притоки р. Прут). Довжина річки складає 87 км, площа водозбору – 856 км². Чорний Черемош бере початок в Чивчинських горах на висоті 1680 м, протікає у вузькій долині зі стрімкими схилами, вкритими лісом. На протяжності близько 3 км (від місця впадіння потоку Шибений до місця

впадіння потоку Подоровати) відмежовує територію Карпатського НПП від суміжних лісництв ДП «Ліси України».

Середній похил долини річки змінюється в межах 7,3-14 м/км. Річковий алювій переважно валунно-гальковий. У верхів'ї значна частина руслового матеріалу має неалювіальне, скелясте походження.

Ширина русла під час межені коливається від 5 м в середній течії до 20 м в нижній течії. Глибина змінюється від 0,2 до 0,4 м на ділянках порожистого русла та від 1,0 до 1,5 м на ділянках русла з нерозвинутими алювіальними формами.

Середня швидкість течії складає 0,8-1,2 м/с. При максимально високих рівнях води ширина русла збільшується до 50-80 м, швидкість течії – до 5-6 м/с. Середньорічна витрата води за багаторічний період становить в гирлі 18 м³/с. Екстремальні значення витрати води коливаються від 0,99 м³/с (мінімальні) під час межені до 857 м³/с під час паводків [40].

Чорний Черемош приймає низку приток (переважно лівобережних) з яких найбільші Шибени, Подаровати, Дземброня та Бистрець (табл. 5.4), що беруть свій початок на південно-східних схилах Чорногірського масиву. Тут сніговий покрив лежить до кінця червня, а влітку випадає багато дощів. Переважають прямолінійні та поодинокі, слабо звивисті ділянки русла, пов'язані з огинанням річкою крутих скелястих виступів. Долина річки вузька, ширина її дна коливається в межах від 200 до 600 м. На мезорівні в межах даної ділянки переважають поріжководоспадний тип русла та русло з вираженими алювіальними формами. Також, зустрічаються ділянки розгалуженого русла [40].

Таблиця 5.4. Характеристика основних приток р. Чорний Черемош на території Карпатського НПП

№ з/п	Назва водотоку	Ліва /права притока	Довжина, км	Площа водозбору, км ²
1	Шибений (Шибенка)	ліва	11	83,4
2	Подоровати	ліва	5,5	9,2
3	Дземброни (Дземброня)	ліва	12	43,2
4	Бистрець	ліва	13	62,3

Для двох локацій Карпатського НПП – «Витоки р. Прут» та «Витоки р. Погорілець» – присвоєно статус водно-болотних угідь міжнародного значення. Тому при вивченні природних умов Парку останній водотік (Погорілець) потребує особливої уваги і описано нижче. Коротку характеристику згаданих водно-болотних угідь наведено далі у розділі 5.6.

Погорілець – мала гірська річка на території Високогірного ПНДВ, притока Прута 4-го порядку, впадає з лівого боку до потоку Шибений (притока р. Чорний Черемош) на висоті 870 м н.р.м. Довжина водотоку – 10,3 км, площа водозбору – 21,5 км².

Витік р. Погорілець знаходиться біля головної Чорногірської гряди між г. Смотрич та г. Піп Іван. Витягнута долина має правильний похил і розвиток обох схилів, звідки приймає численні дрібні притоки. Схили і дно долини вкриті лісом (на дні долини до 1250 м). Погорілець витікає з-під вододілу, що

веде до г. Дземброня. Ця ділянка лежить на висоті 1768 м, трохи вище верхнього західного краю Дзембронського котла. Закінчення долини Погорільця є типовою лійкою. Верхня частина лійки (1631 м) закрита з обох сторін валами, через які протікає струмок, обрешуючись на скелясті уламки. Тут виділяється торф'яниста рівнина (1590 м), схожа на дно казан без стінок, оточена нагромадженнями валунів.

Численні обвали на схилах вказують на місце походження матеріалу. Горби, що виходять з обох боків потоку, достатньою мірою позначають первісний рівень долини. Дно нерівне, східчає, ширина збільшується. Похилий лівий схил долини, який також є схилом г. Смотрич, складений із сланців, у яких води, що стікають зі Смотрича, вирізали подовжні жолоби.

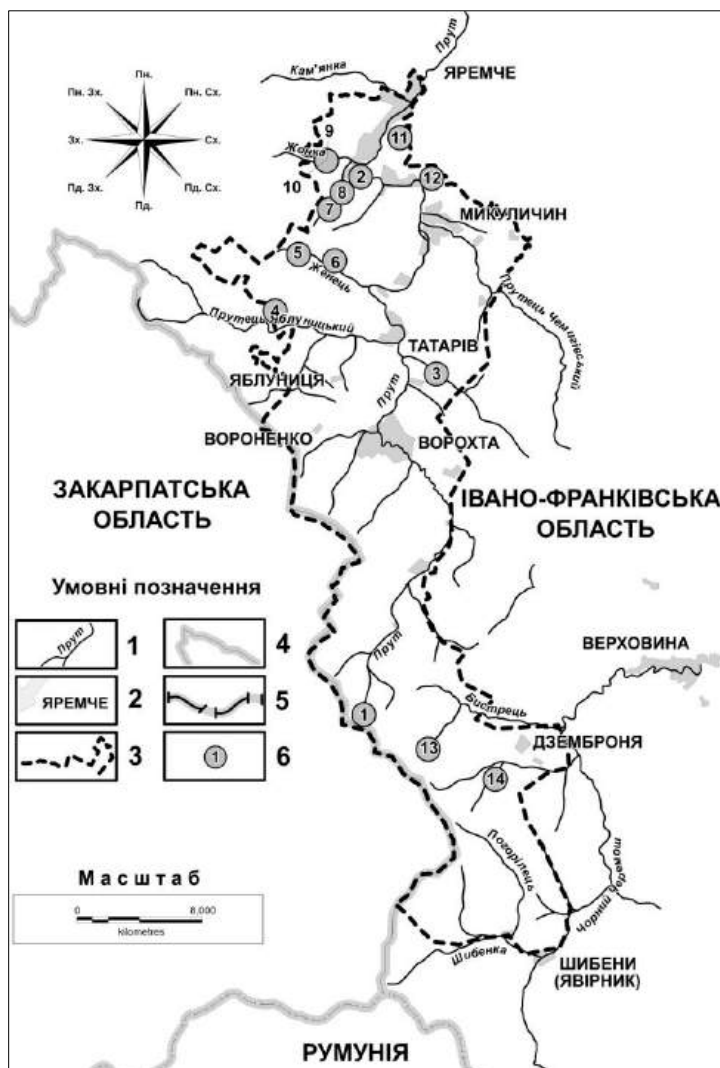
Досить високо можна помітити на цьому схилі певний рівень (1610 м, 1520 м і 1450 м), який супроводжує долину. Нижче цього рівня схил стає похилішим.

Правий схил верхньої ділянки р. Погорілець внизу більш стрімкий, ніж лівий. Вище він помітно виположується, що відповідає рівню на лівому схилі. У ньому вирізані широкі ніші та жолоби різної форми, що простягаються аж до вершини Чорногірського хребта. Біля г. Піп Іван знаходиться котел, оточений напівколом, гладко обтесаним амфітеатром, місцями злегка обвалений. Його плоске, болотисте дно з потоком, що проходить посередині, знижується поступово з 1640 м до 1630 м. Дно котла закриває поріг, складений з блоків пісковикового конгломерату, висотою понад 10 м і розрізаний посередині. На виході з котла на правому схилі проглядається певний злам, приблизно 30 м над дном. Разом зі спадом потоку спадає також вал, який супроводжує його на лівому березі. Східчає знижується рельєф у бік основного потоку, дно якого в цьому місці є найширшим.

Відразу нижче злиття Погорільця та значнішої безіменної правої притоки виступають завали каменів, які утворюють вали. Великі, навіть до 2,5 м в діаметрі, та маленькі блоки, зв'язані глинами, покривають переважно правий берег і простягаються вниз. Вони складені у хвилясті і злегка нерівні форми з болотистими западинами посередині. Потік досить глибоко врізається в них. Нарешті вони закінчуються досить високим горбом, рівень якого становить 1200 м, і круто спускаються до потоку. Значно нижчі завали каменів можна простежити ще на рівні 1150 м. Нижче цього місця потік еродує оголену по обох берегах скелю, переважно сланцеву. Велике каміння зникає. Врізання потоку досить значне (30 м); долина місцями розширюється, з'являються чіткі тераси, особливо на лівому березі, які недалеко перед поворотом потоку на південь піднімаються до 20 м над потоком [101].

5.3. Водоспади і пороги

Водоспади. На річках Карпатського НПП і близько прилеглих територій є низка водоспадів – наочних об'єктів вивчення гідрологічних процесів, сучасної та історичної геології, геоморфології, кліматології та низки інших суміжних природничих наук (рис. 5.2).



Водоспади

Водозбір верхів'я р. Прут:

- 1 – Прутський водоспад;
- 2 – водоспад «Пробій»;
- 3 – водоспад «Піги»
- 4 – водоспад «Богдан» ;
- 5 – водоспад «Женецький Гук»;
- 6 – Нарінецький водоспад;
- 7 – Багровецький водоспад;
- 8 – Малий Багровецький водоспад;
- 9 – водоспад «Чоловічі сльози»;
- 10 – водоспад «Дівочі сльози»;
- 11 – водоспад на стр. Чорногірчик
- 12 – водоспад «Капливець»;

Водозбір р. Чорний Черемош:

- 13 – Гаджинські водоспади;
- 14 – Дзембронські водоспади;

Рис. 5.2. Схема розташування основних водоспадів у межах Карпатського НПП та прилеглих територій:

1 – річка та її назва; 2 – населений пункт; 3 – межі Карпатського НПП; 4 – межі адміністративних областей України; 5 – державний кордон України; 6 – водоспади та їх порядковий номер

Водоспад – ділянка водотоку (річки, струмка), де підстильні гірські породи виступають у руслі, спричиняючи хоч часткове вільне падіння водного потоку. Характерними ознаками є нахил фрагменту русла у межах водоспаду більше як на 45° , шумовий фон, білий колір спіненої води; висота водоспаду має перевищувати 1 м, якщо вона менше, то таке утворення слід вважати *порогом* [14].

На території Українських Карпат виділяється 10 типів водоспадів: блок, каскад, катаракт, падун, жолоб, віяло, хвощ, пірнаючий, сегментований, лійкоподібний та капливець (табл. 5.5) [14].

Таблиця 5.5. Типізація водоспадів Карпатського регіону

Тип водоспаду	Характеристика
Блок	вода спадає відносно широким потоком із уступу, контактуючи з поверхнею порід уступу (стосується переважно невеликих річок)
Каскад	вода спадає з серії кам'яних уступів
Катаракт	великий водоспад, де вода падає широким фронтом з порівняно невеликої висоти
Падун	вода падає по стрімкому скелястому руслу на значній протяжності
Жолоб	велика кількість води проривається через вузький вертикальний прохід у гірських породах
Віяло	вода потоку розширюється перед уступом по горизонталі, але залишається у контакті з основним потоком води
Хвощ	падаюча вода розподіляється на струмені, які контактують з основним потоком води
Сегментований	основний потік розчленовується на окремі потоки води, які самостійно спадають з уступу
Лійкоподібний	вода спрямовується через звужену горловину вертикального чи близького до нього фрагмента русла
Капливець	водоспади маловодних потоків, які більшу частину року зриваються з уступу краплями

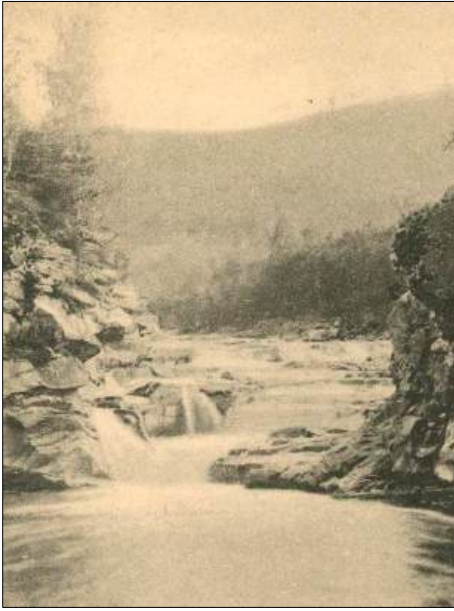
Основні водоспади Карпатського НПП та прилеглих територій

Прутський водоспад (інші назви – *Говерлянський* або *Заросляцький Гук*). Розташований між північно-східними відрогами г. Говерла та г. Брескул, на краю льодовикового кару, в якому бере початок р. Прут на абсолютних висотах 1615 м. Цей водоспад вважається найвищим в Українських Карпатах; він складається з шести каскадів, загальна висота падіння яких сягає близько 80-84 м. (див. рис. 5.1. Б), за іншими даними [101] – 120 м. Біля водоспаду проходить маршрут на г. Говерла.

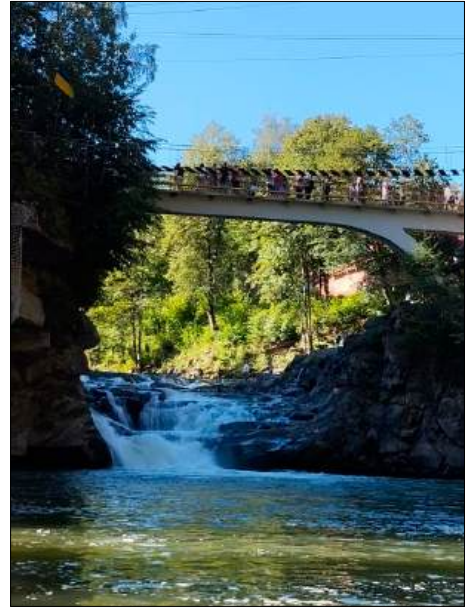
Водоспад «Пробій» (Яремчанський водоспад). Розташований на р. Прут у м. Яремче; за типом – блок. До 1869 р. водоспад був 8 м заввишки та глибиною близько 30 м. Для сплаву лісу частину скельних порід було підірвано динамітом [95]. Лісоторговці фінансували його підрив, але незважаючи на численні зусилля р. Прут в цій місцевості залишилася недоступною для транспортування деревини.

Сьогодні пороги та водоспад тут займають 50 м русла р. Прут. Потужна товща масивних кварцових пісковиків ямненської світи (вік – 55 млн р.) утворює каскад порогів, які завершуються водоспадом висотою 3 м. Через 100 м нижче за течією у правому урвистому схилі відслонюються строкаті утворення яремчанського горизонту. В його розрізі серед червоно-бурих аргілітів присутні лінзоподібні прошарки алевролітів. Мінерали міди представлені малахітом, халькозином, борнітом.

Сьогодні водоспад є однією з найбільших місцевих геоморфологічних, гідрологічних та стратиграфічних пам'яток природи, куди часто навідуються науковці і туристи. Над водоспадом знаходиться пішохідний міст та оглядова площадка (рис. 5.3).



А



Б

Рис. 5.3. Водоспад «Пробій»: **А** – фото 1900 р. (автор – D. Schreier); **Б** – фото 2023 р. (автор – Р.Л. Кравчинський)

Водоспад «Піги». Розташований на правій безіменній притоці р. Піги (права притока р. Прут) у межах Татарівського ПНДВ на висоті 760 м н.р.м., за типом – блок-каскад; висота падіння води – близько 4 м; ширина блоків – близько 2 м. (рис. 5.4.А).

Водоспад «Богдан». Розташований на однойменному потоці, що впадає з лівого боку до р. Прутець Яблуницький (ліва притока р. Прут) на висоті 910 м н.р.м. Відповідно до адміністративно-територіального поділу території Карпатського НПП – це південно-східна межа Яблуницького ПНДВ. За типом – це водоспад-блок; висота падіння води – трохи більше 3 м, ширина русла у даному місці сягає 6 м (рис. 5.4.Б).

Водоспад «Женецький Гук». Розташований на струмку Женчик – правій притоці р. Женець (басейн р. Прут) на висоті 900 м н.р.м., за типом – лійкоподібний, висота падіння – 15 м. Це відносно молодий водоспад. Сучасного вигляду він набув у післявоєнні роки в результаті значної повені та зсуву схилу. Назва водоспаду Гук походить через шум, гул, що доноситься від нього (рис. 5.5.А).

Нарінецький (Норинецький) водоспад. Розташований на струмку Норинець (Норецький) (ліва притока р. Женець, басейн р. Прут) на відстані 200 м від гирла у межах Женецького ПНДВ Карпатського НПП; абсолютна висота локації – 820 м н.р.м.; за типом – лійкоподібний; загальна висота перепаду води – близько 9-10 м (рис. 5.5.Б). У 2024 р. до водоспаду прокладено туристичний маршрут.

Крім того, у басейні р. Женець є ще два маловідомих незначних водоспади – *Явірник* (на однойменному потоці) та *Прудкий* (на безіменній лівій притоці р. Женець).



А



Б

Рис. 5.4. Водоспад «Піги» (А) (автор фото – О.М. Стефурак, 25.09.2024) та водоспад «Богдан» (Б) (автор фото – Р.Л. Кравчинський, 17.05.2024)



А



Б

Рис. 5.5. Водоспади у межах Женецького ПНДВ: А – Женецький Гук (автор фото – Р.Л. Кравчинський, 2024); Б – Норинецький водоспад (автор фото – О.М. Стефурак, 2024)

Північніше Женецького ПНДВ (через хр. Явірник) у басейні р. Жонка розташовані чотири водоспади – один на головній річці, три – на притоках.

Багровецький (Багрівецький) водоспад. Розташований на потоці Багрівець (права притока р. Жонка, басейн р. Прут) на відстані 2,3 км від витoku та 900 м на північ від г. Свинянка (гірський масив Ґорґани) на абсолютній висоті 760 м н.р.м. Це територія Яремчанського ПНДВ Карпатського НПП. Водоспад каскадного типу і складається з 3 уступів; висота падіння і ширина спадання потоку орографічно найнижчого і найбільшого з них – близько 3,5-4,0 м; за типом – віяло (рис. 5.6.А).

Малий Багровецький (Багрівецький) водоспад (місцева назва – Водограй). Розташований на стр. Багрівець (4,2 км від витoku) у м. Яремче на висоті 630 м н.р.м. За типом – блок. Висота падіння – трохи більше 2 м, ширина русла у даному місці – 4,5-5,0 м (рис. 5.6.Б).



А



Б

Рис. 5.6. Водоспади на струмку Багрівець (права притока р. Жонка, басейн р. Прут): **А – Багрівецький** (фото липень 2024 р.); **Б – Багрівецький Малий** (фото липень 2024 р.) (автор – Р.Л. Кравчинський)

Водоспад «Дівочі сльози». Розташований на р. Жонка (ліва притока р. Прут) у межах Яремчанського ПНДВ Карпатського НПП. Вода спадає відносно широким потоком із скального уступу, висотою до 2 м; відноситься до типу блок (рис. 5.7). До водоспаду є туристичний маршрут.

Окрім того, на р. Жонка і на низці інших водотоків є штучні водоспади, що утворились внаслідок загачування русла дерев'яними колодами для запобігання або мінімізації шкідливої дії паводків, риборозведення тощо (рис. 5.8.А).

Водоспад «Чоловічі сльози». Розташований неподалік водоспаду «Дівочі сльози» у гирловій частині невеликого безіменного струмка, що впадає з лівого боку до р. Жонка (басейн р. Прут). Він складається з двох невеликих за розмірами блоків висотою трохи більше 1 м, де вода більшу частину року зривається з уступу краплями, тому відноситься до типу «капливець» (рис. 5.7.Б). Водоспади знаходяться на висоті 620 м н.р.м.



А



Б

Рис. 5.7. Водоспад «Дівочі сльози» (Жонський водоспад): А – фото 1930 р. (автор – L. і M. Heller, 1930); **Б** – фото 2024 р. (автор – О.М. Стефурак)

Водоспад «Капливець». Знаходиться на відстані близько 2 км від г. Маковиця (гірський масив Ґорґани) на однойменному потоці(права притока р. Прут) на в 100 м від гирла у межах мікрорайону Ямна (м. Яремче) на висоті 590-600 м н. р. м.; за типом – каскад.; висота падіння незначна – близько 2-2,5 м. Протікає у флішових легко розмивних відкладах, тому за останні 100 років помітно трансформувався під впливом низки природних факторів (рис. 5.9)

Водоспад на струмку Черногірчик (ліва притока р. Прут). Об'єкт знаходиться у м. Яремче на відстані близько 100 м від гирла струмка на висоті 500 м н.р.м. Він складається із трьох уступів, висотою 1,5-2,0 м, тому за типом – каскад. На початку ХХ ст. водоспад був важливим туристичним об'єктом (рис. 5.10).

Дзембронські (Смотрицькі) водоспади – каскад водоспадів (інколи відносять до типу «падун») на стр. Мунчель (притока р. Дземброня, басейн р. Чорний Черемош), що розташовані в південно-східній частині Черногірського масиву в межах Бистрецького ПНДВ Карпатського національного природного парку на відстані 1 км на північ від вершини г. Смотрич на висоті 1400-1500 м н.р.м. Загальна висота перепаду води – близько 100 м, висота найвищого водоспаду – 10 м.

Гаджинські водоспади – каскад водоспадів на потоці Мрее (притока р. Бистрець, басейн р. Чорний Черемош) в північно-східному схилі Черногорського масиву, в межах Бистрецького ПНДВ Карпатського національного природного парку на висоті 1500 м н.р.м. Загальна кількість каскадів – 6, висота найбільшого – близько 20 м.



А



Б

Рис. 5.8. Штучний водоспад на р. Жонка (А) (фото 06.09.2024) та Водоспад «Чоловічі сльози» (Б) (фото 14.07.2023) (автор – Р.Л. Кравчинський)

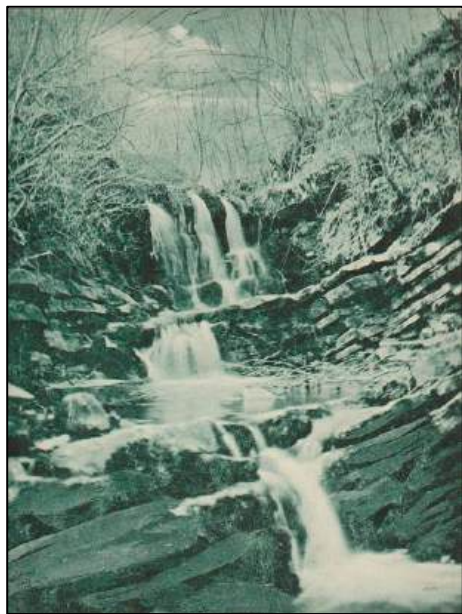


А



Б

Рис. 5.9. Водоспад «Капливець»: А – фото 1902 р. (автор – невідомий); Б – фото 2024 р. (автор – Р.Л. Кравчинський)



А



Б

Рис. 5.10. Водоспад на струмку Черногірчик: А – фото 1910 р. (автор – R. Jasielski); Б – фото липень, 2024 р. (автор – Р.Л. Кравчинський)

У літературі та картографічних матеріалах згадуються й інші водоспади на території Карпатського НПП, наприклад, на струмку Кознещик (ліва притока р. Прут), Бистрецький (на р. Бистрець), водоспад на струмку Мунчель [7], водоспад Кізі Улоги, водоспад Під Мікулескою⁷ (водозбір струмка Дзембронька, правої притоки Дземброні, басейн Чорного Черемошу), водоспади Соколовий і Брама (у басейні р. Прутець Чемигівський) та ін.

Морфометричні параметри водоспаду. При дослідженні водоспадів основними досліджуваними параметрами є висота водоспаду (Wh , м), його ширина (Ww , м), кількість каскадів у загальному падінні (Wst , шт) та кут нахилу водоспаду (Wa) (V : вертикальний спуск $> 50^\circ$, R : похила поверхня $< 50^\circ$) [100].

Висота водоспаду – це відстань, на яку падає вода з вершини водоспаду до його основи. Вимірюється як перепад висот між найвищою точкою (верхнім б'єфом) і найнижчою точкою падіння води (нижнім б'єфом). Вона є одним із ключових параметрів, що характеризує водоспад, і може включати кілька послідовних каскадів. Висота водоспаду впливає на кінетичну енергію потоку та його здатність до ерозії порід у місці падіння води, а також на формування особливих біотопів у прилеглих водних екосистемах.

Ширина водоспаду – це горизонтальна протяжність водоспаду в місці, де вода переливається через край. Цей параметр вимірюють

⁷ **Мікулеска** – гірська вершина, що розташована у південній частині Карпатського НПП у межах Чорногірського гірського масиву; абсолютна висота – 1728 м.

уздовж лінії падіння води і визначають як відстань між двома крайніми точками, де вода переливається через вершину водоспаду. Ширина впливає на об'єм води, що проходить через водоспад за певний час, і може варіюватися залежно від сезонних змін рівня води. Вона також є важливим фактором у формуванні гідрологічних умов та екосистем на ділянці водоспаду, зокрема в створенні різноманітних мікросередовищ для водних та прибережних видів.

Розглядаючи водоспади у контексті розвитку місцевого туризму цікавими для вивчення є ще низка показників і характеристик: *Wf* – тип оточуючого лісу/пасовищ (*C* – хвойний ліс, *FS* – буковий (*Fagus sylvatica*), *MF* – мішаний ліс, *SB* – чагарники, *MP* – гірські пасовища), *Wd* – наявність антропогенного порушення (так/ні); *Wview* – вигляд водоспаду з різних точок; *Wb* – можливість купання біля водоспаду (так/ні) та *Wpp* – наявність водозбірного (колекторного) басейну (так/ні) [100].

Під поняттям «*водозбірний басейн*» у даному випадку мається на увазі глибоке заглиблення біля основи водоспаду, яке формується під дією сили падіння води, що утворюється у результаті інтенсивної ерозії скельної породи в місці, де потік води зустрічається із землею.

При можливості біля водоспаду вимірюють витрату води та (за необхідності) проводять її фізико-хімічний аналіз.

Пороги. Як зазначалося вище, близьким до поняття «водоспад» є «поріг».

Пороги річкові – мілководні кам'янисті ділянки русла, для яких характерними є значні перепади висот та пришвидшена течія. Утворюються стійкими до розмиву гірськими породами, або виникають внаслідок природних зсувів, обвалів, нагромадження валунів, що перекривають чи звужують русло. Найчастіше трапляються на гірських річках.

В Україні пороги також трапляються й на рівнинних річках у місцях перетину ними Українського кристалічного масиву (Південний Буг, Случ, Тетерів, Рось, Інгулець та ін.).

Пороги утруднюють судноплавство, в обхід їх прокладають обвідні канали або споруджують греблі, які створюють підпір води і затоплюють пороги, як наприклад це сталося з порогами на р. Дніпро (між містами Дніпро і Запоріжжя), які виявилися на дні водосховища після спорудження ДніпроГЕС у 1932 р.

У деяких регіонах пороги називають падунами. Низка порогів, що йдуть один за одним, утворює порожисту ділянку або бистрину [87].

Пороги відрізняються від водоспадів масштабом і морфологією. Якщо водоспад має великий перепад висоти з вільним падінням води, то поріг зазвичай невисокий і лише ускладнює течію, створюючи хвилювання й турбулентність (рис. 5.11). Вони найчастіше формуються в «молодих» річках із прямішим і швидшим потоком. М'які породи русла розмиваються швидше за тверді – цей процес називають диференційованим розмиванням. Унаслідок нього стійкіші породи залишаються, порушуючи течію річки та утворюючи дрібні уступи, які з часом роблять її схил крутішим.



Рис. 5.11. Пороги на р. Прут у с. Микуличин

Існують різні підходи до класифікації порогів – за морфологічними ознаками, геологічною будовою, генезисом тощо. Найбільш поширеною є типізація порогів за небезпекою для судноплавства, що використовується в спортивному та туристичному рафтингу (екстремальному сплаві по річках).

У цьому випадку ділянка річки оцінюється за класом (ступенем) впливу порогів на безпеку її проходження:

- Клас I – невеликі хвилі, перешкоди відсутні;
- Клас II – середні хвилі, перешкоди відсутні;
- Клас III – численні хвилі різної сили, багато перешкод, вузькі проходи;
- Клас IV – сильні хвилі, небезпечні перешкоди, водовороти;
- Клас V – постійні сильні хвилі, численні перешкоди, швидкі течії, окремі водоспади;

• Клас VI (U – «непрохідний») – екстремально небезпечні ділянки з постійними сильними хвилями, водоворотами, швидкими течіями та крутими водоспадами.

Пороги мають важливе екологічне значення. Вода, що розбивається об каміння, захоплює повітря у вигляді бульбашок. Це явище, відоме як «біла вода», сприяє насиченню потоку розчиненим киснем, необхідним для риб, комах, бактерій і загалом для функціонування водних екосистем. Клас порогів може змінюватися залежно від погодних умов: мусон, паводок або посуха здатні підвищувати чи знижувати його рівень.

На водотоках Карпатського НПП пороги – дуже часте явище. Цікавим є факт, що на р. Прут у с. Микуличин та с. Татарів деякі порожисті ділянки русла приурочені до покладів вуглеводнів (нафти), які видобували на березі річки. Значна кількість порогів на р. Чорний Черемош сприяли розвитку тут водного туризму (рафтингу) з ділянками переважно I-II класу складності.

5.4. Гідрологічний режим річок

Під поняттям «гідрологічний режим» розуміють закономірні зміни гідрологічних характеристик водного об'єкта в часі, пов'язані з фізико-географічними умовами басейну, насамперед метеорологічними та кліматичними особливостями. Серед елементів гідрологічного режиму виділяють явища і процеси, за якими описують водний об'єкт (рівні, витрати та температура води, швидкість течії, утворення та скресання льоду тощо).

Відповідно до «Програми Літопису природи» обсяг гідрологічних досліджень у національних природних парках залежить від наявності виконавців (фахівців) та обладнання. Для всіх заповідників та парків, де є водойми, необхідним є закладання водомірного поста, на якому проводиться замір висоти рівня води та її температури. Проте за відсутності можливостей організації моніторингу можна використовувати гідрологічні матеріали інших організацій.

Мережа спостережень. Спостереження за водним режимом річок на території Карпатського НПП проводилися здавна з метою сплавлення деревини по воді до сусідніх країн. Проте систематичні спостереження розпочалися тільки наприкінці XIX ст., коли у 1893 р. (за іншими даними у 1887 р.) на р. Прут у м. Яремче був відкритий водомірний пост. У цей же період (1896 р.) розпочалися режимні спостереження у с. Кременці (1909 р.) (тепер с. Татарів). Пізніше у 1977 р. водомірний пост було відкрито і у селищі Ворохта.

Сьогодні ці пункти спостережень належать до мережі *Карпатської селестокової станції*, яка структурно входить до Івано-Франківського обласного центру з гідрометеорології Українського гідрометцентру ДСНС України. Вказані водпости є базовими для вивчення гідрологічного режиму р. Прут на території Карпатського НПП.

Сучасна мережа спостережень також включає вивчення режиму приток Прута – р. Жонка (урочище Чепелів, м. Яремче), струмок Чорногірчик (м. Яремче), струмок Кам'янка (урочище Кам'янка), струмок Буярський (урочище Буярський), струмок Багровець (урочище Багровець, закритий від 01.09.1988 р.). На деяких постах (Буярський, Потік) проводяться опадомірні спостереження. Дані гідрологічні пости у свій час створювалися за участі Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАН України для спостереженням за селєвими потоками в околицях м. Яремче (рис. 5.12).

У період 1961-1967 рр. детальні обстеження низки селєнебезпечних приток р. Прут (Гомулець, Форещанка, Озірний, Піги, Прутець Яблуницький, Женець, Прутець Чемигівський, Нересний, Кісний, Пічний, Жонка, Кам'янка та ін. (усього понад 30 водотоків) проводилися фахівцями Українського гідрометеорологічного інституту (тепер – Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України) та Української гідрометеорологічної обсерваторії (тепер – Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського).

У 1978 р. для проведення наукової роботи, навчальних і виробничих практик студентів географічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка професором Г.П. Міллером поблизу селища Ворохта (Яремчанської міської ради Івано-Франківської області) засновано Чорногірський географічний стаціонар. Спостереження проводяться на трьох гідрологічних постах: р. Прут, р. Прип'ір та р. Форещанка (див. рис. 5.12).



Пункти гідрологічних спостережень

Мережа Карпатської селестокової станції УкрГМЦ:

- 1 – р. Прут – м. Яремче;
- 2 – р. Прут – сел. Ворохта;
- 3 – р. Прут – с. Татарів;
- 4 – р. Кам'янка – м. Яремче, мкр-н Дора;
- 5 – стр. Буярський – ур. Буярський;
- 6 – стр. Чорногірчик – м. Яремче;
- 7 – стр. Чорногірчик – ур. Потік (м. Яремче);
- 8 – р. Жонка – м. Яремче;
- 9 – стр. Багрівець (ур. Багрівець);
- 10 – р. Чорний Черемош – сел. Верховина.

Мережа Чорногірського географічного стаціонару Львівського національного університету імені Івана Франка:

- 11 – р. Прут (гідропост №1);
- 12 – р. Прип'ір (гідропост №2);
- 13 – р. Форещанка (гідропост №3)

Рис. 5.12. Картохема мережі гідрологічних спостережень на території Карпатського НПП:

1 – річка та її назва; 2 – населений пункт; 3 – межі Карпатського НПП; 4 – межі адміністративних областей України; 5 – державний кордон України; 6 – діючі гідрологічні пункти спостережень; 7 – закриті гідрологічні пункти спостережень

В останні десятиліття інтенсивно відбувається перехід на дистанційну систему збору гідрометеорологічної інформації. Автоматизовані гідрологічні пости знаходяться у селищі Ворохта, с. Татарів, м. Яремче [114].

Загальна характеристика водного режиму. Головними чинниками формування водного режиму річок верхів'я басейну р. Прут та р. Чорний Черемош є кліматичні умови (інтенсивність та умови зволоження), середня висота і похил водозбору [16].

На річках території Карпатського НПП весняне водопілля зазвичай починається у середині – наприкінці березня, одночасно із початком сніготанення у горах. Водопілля проходить кількома хвилями і часто воно підсилюється дощами.

Максимум весняного водопілля не завжди є вищим річним рівнем. Часто найвищими є рівні дощових паводків. Максимальні рівні весняного водопілля на річках регіону спостерігаються у другій – третій декадах березня (на малих річках) та наприкінці березня – на початку квітня – на середніх річках.

Типовими для високогірних ландшафтів є сніжники. Тала вода заповнює улоговини на схилах гір і стікає в гірські озера й болота. Завдяки повільному таненню снігів значна частина води переходить у підземний стік, і участь талої води у живленні водних об'єктів розтягується на літо [58]. За попередніми підрахунками величина підземного стоку р. Прут (м. Яремче) становить близько $3,8 \text{ м}^3/\text{с}$, а р. Чорний Черемош (селище Верховина) – $5,5 \text{ м}^3/\text{с}$.

За весняним водопіллям починається період літніх дощових паводків з максимумами, що зазвичай перевищують по висоті максимум весняного водопілля на 0,5-1,5 м. Спад рівнів продовжується до серпня-вересня, досягаючи мінімуму в кінці вересня – на початку жовтня. У багатоводні роки паводки проходять безперервно, а кількість їх досягає 5-8, інколи 10-12 та більше. Осінні дощі спричиняють значне підвищення рівнів, паводки цього періоду року інколи бувають катастрофічними.

Зимові рівні також нестійкі, їх коливання обумовлено частими відлигами, що супроводжуються дощами. У таких випадках проходять значні паводки, що досягають 2-3,5 м над передпаводковим рівнем. Середня багаторічна витрата води по довжині р. Прут змінюється від $1,73 \text{ м}^3/\text{с}$ у селища Ворохта, вниз за течією до с. Татарів підвищується до $7,36 \text{ м}^3/\text{с}$, а у м. Яремче становить $12,3 \text{ м}^3/\text{с}$; у р. Чорний Черемош біля селища Верховина – $12,6 \text{ м}^3/\text{с}$ (табл. 5.6).

Таблиця 5.6. Внутрішньорічний розподіл стоку річок (Q , $\text{м}^3/\text{с}$) Карпатського НПП

Місяці												Рік
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
р. Прут – селище Ворохта												
0,60	0,49	0,99	2,60	4,75	3,08	2,39	1,58	1,79	1,45	1,44	1,10	1,73
р. Прут – с. Татарів												
2,37	2,95	6,87	15,0	13,3	11,1	10,3	6,92	6,25	4,34	4,36	3,44	7,36
р. Прут – м. Яремче												
4,34	5,16	10,9	24,9	23,1	20,1	17,0	12,5	10,3	6,72	6,81	5,78	12,3
р. Чорний Черемош – селище Верховина												
4,68	4,99	8,60	21,8	27,9	19,9	18,0	12,8	10,3	7,93	8,44	6,32	12,6

Паводки. Територія Карпат відноситься до найбільш паводконебезпечного регіону України. Паводки утворюються у результаті збігу та складної взаємодії низки чинників природного і антропогенного характеру, до яких у першу чергу належать клімат, геологічна будова, рельєф і орографія, стан рослинного покриву, особливості поселення, розселення і господарської діяльності людини в річковому басейні.

Головною причиною виникнення паводків у гірських регіонах є випадіння дуже сильних та тривалих дощів локального та регіонального характеру, або танення снігів, особливо коли воно відбувається одночасно з дощами. Надзвичайно велику, а інколи й вирішальну роль у формуванні паводків відіграє стан лісової та іншої рослинності, яка виконує ґрунтозахисну та водорегулюючу роль. В умовах активної дощової діяльності сприятливий природний фон для формування поверхневого стоку і паводків становлять похили водозборів та русел гірських річок.

Система гірських хребтів Карпат знаходиться на шляху переміщення вологих повітряних мас з Атлантики, що призводить до безпосереднього динамічного впливу схилів гір на повітряні потоки, гальмування панівного їх західно-східного переносу та орографічної еволюції баричних утворень. Внаслідок цього відбувається інтенсифікація зливових дощів, які охоплюють за таких ситуацій одночасно значну територію – до 10-30 тис. км². Кількості опадів за 24 години можуть досягати при цьому 2-3 місячні норми – 150-250 мм.

Похили місцевості в горах перевищують 200-500 м/км, тому за зливових дощів процеси формування стоку відбуваються досить інтенсивно. Значні похили місцевості зумовлюють на гірських річках швидкоплинні перебіги паводків, за яких підйоми рівнів води досягають 1,5-2,5 м за 3-4 години. Паводкові води розливаються тут, затоплюючи значні площі [86].

Значні підвищення рівнів води у басейні р. Прут відзначені у різні роки: 1730, 1887, 1911, 1927, 1941, 1947, 1948, 1951, 1955, 1957, 1959, 1965, 1968, 1969, 1970, 1972, 1973, 1974, 1998, 2006, 2008, 2020.

Максимальний шар опадів, що спричинили паводок 30–31.08.1927 р. перевищив 200 мм за другу половину дня 30.08. Перед тим ґрунт був зволожений короткочасними дощами, які випадали протягом 5-ти днів. Шар паводкоформуючих опадів, за даними метеостанції Яремче, 17.07.1948 р. становив 68 мм; 30.07.1955 р. – 75,2 мм при сумі 397,7 мм за липень; 03.07.1964 р. – 92,2 мм [55].

Найповноводнішим був паводок 7-11 липня 1969 р. Тоді, за даними метеостанції Яремча шар середньозважених паводкоформуючих опадів становив 214 мм, а витрати на р. Прут зросли майже у 100 разів порівняно з передпаводковим періодом [55]. У результаті багато транспортних магістралей суттєво постраждали. На р. Прутець Чемигівський було зруйновано полотно вузькоколійки (вузькоколійної залізниці), залишки якої залишились до сьогодні.

Один з останніх значних паводків на р. Прут відбувся 23.06.2020. Формуванню високих рівнів води передував тривалий дощовий період, який розпочався 24.05; за цей час випало 293,9 мм опадів. Злива 23 червня, під час якої зареєстровано 148,3 мм опадів (близько 300 % норми) сформувала пік паводкової хвилі на р. Прут – максимальна витрата води у м. Яремче становила 689 м³/с (рис. 5.13. А).

Проходження паводку супроводжувалось активізацією небезпечних екзогенних процесів – зсувами ґрунту, формуванням селевих потоків, ерозією берегів річки тощо. У результаті подекуди була пошкоджена місцева транспортна інфраструктура (мости, дороги, залізнична колія), затоплено подвір'я садиб.



А



Б

Рис. 5.13. Вигляд р. Прут у м. Яремче у різні фази водного режиму: А – під час паводку (23.06.2020), **Б** – у меженний період (26.08.2024) (автор – Р.Л. Кравчинський)

Мінімальний стік. Проміжок часу від 1 до 30 діб, коли спостерігається найменший стік річки прийнято називати періодом мінімального стоку. Дослідження мінімальних рівнів води для території Карпатського НПП потребує особливої уваги з огляду на те, що саме у цей час зменшується самоочисна здатність водотоків та активізуються низка внутрішньоводойменних процесів.

Окрім того мінімальний стік впливає на екосистеми, зокрема на водяну і прибережну рослинність, а також на тварин, які мешкають у воді або використовують її для живлення і розмноження.

Зменшення кількості атмосферних опадів сприяє формуванню на території Карпатського НПП наприкінці літа, в осінній та зимовий сезони незначні часові проміжки з мінімальним річковим стоком.

У літні місяці, особливо в серпні, спостерігається найнижчий рівень води (рис. 5.13. Б) через підвищену температуру повітря і незначну кількість атмосферних опадів (див. розділ 4).

Восени, хоча часто і бувають дощі, рівень води може залишатися низьким через тривалі сухі періоди. Узимку річки можуть бути частково замерзлими, а мінімальний стік знову стає помітним. Зазвичай, у цей час абсолютні мінімальні річні витрати води значно менші від періоду відкритого русла (табл. 5.7).

Таблиця 5.7. Абсолютні мінімуми стоку води річок Карпатського НПП

Річка – Пост	Мінімальна витрата води			
	період відкритого русла		зимовий період	
	Q, м ³ /с	дата	Q, м ³ /с	дата
р. Прут – селище Ворохта	0,27	29.08.21	0,12	07.02.87
р. Прут – с. Татарів	0,25	22.11.61	0,053	16.12.61
р. Прут – м. Яремче	0,90	29.09.63	0,68	24.01.76
р. Чорний Черемош – селище Верховина	0,99	19.11.62	0,18	12.12.68

Виокремити конкретні місяці з найменшим річковим стоком складно, тому часто на р. Прут та р. Чорний Черемош виділяють два меженних періоди: літньо-осінній (серпень-листопад) та зимовий (розпочинається з появою льодових явищ на водотоках).

Для дослідження мінімального стоку води часто використовують 30-денні періоди, однак для більш детальної характеристики річок з паводковим режимом можна застосовувати періоди низького стоку тривалістю 10 та 7 днів.

Середня мінімальна 30-денна витрата води р. Прут зимового періоду у середній за водністю рік⁸ поблизу м. Яремче становила 2,91 м³/с, у період відкритого русла цей показник був більшим майже у 2 рази (6,65 м³/с).

На р. Чорний Черемош біля селища Верховина у середній за водністю рік мінімальна 30-денна витрата води зимового періоду становила 3,07 м³/с, під час літньо-осінньої межени – 7,46 м³/с.

У низький за водністю рік мінімальна 30-денна витрата води р. Прут зимового періоду у м. Яремче становила 1,82 м³/с, періоду відкритого русла – 2,88 м³/с. На р. Чорний Черемош біля селища Верховина відповідні величини стоку були дуже близькими до значень на р. Прут і становили відповідно 1,83 м³/с та 2,20 м³/с.

В останні роки на фоні підвищених температур повітря та низьких рівнів води р. Прут на території Карпатського НПП, як і в багатьох інших регіонах України, часто спостерігаються гідрологічні посухи.

Маловоддя або гідрологічна посуха – це період у гідрологічному режимі водних об'єктів з малими і дуже малими витратами води, формування та утримання яких має небезпечний вплив на сектори економіки, об'єкти господарювання, життєдіяльність населення та навколишнє природне середовище. Формування маловоддя (гідрологічної посухи) ускладнює та обмежує забезпечення водою населення, галузей економіки, ускладнює нормальне функціонування водогосподарських і гідроенергетичних комплексів, питних та промислових водозаборів, інших крупних об'єктів господарювання, обмежує виробіток гідроенергії, може зумовити встановлення лімітів на водокористування, негативно впливає на життєдіяльність населення та екологічну ситуацію на водних об'єктах [79].

Гідрологічна посуха 2015 р., окрім загального зниження водності річок, проявлялася в інтенсивному розвитку водяної рослинності, у значному заростанні русел, виникненні ділянок стоячої води, пересиханні малих річок, що, перш за все, негативно впливає на водні екосистеми і екологічну ситуацію загалом [17].

Дослідження, проведені ТОВ «Інститут проблем екології та енергозбереження» (2018 р.), показали, що особливості гідрологічного режиму гірських притоків Пруту та Черемошу зумовлюють наявність значного гідроенергетичного потенціалу. Зокрема, найбільший запас енергії серед малих річок у межах Карпатського НПП мають Прутець Яблуницький (6939 кВт; 60,8 млн кВт·год/рік) і Бистрець (3661 кВт; 32,1 млн кВт·год/рік). Вагомими є також показники Прутеця Чемерівського (3660 кВт) і р. Шибенка (3030 кВт). Менший, але стабільний потенціал мають Дземброня (2081 кВт) і Піги (1085 кВт). Найвищим у регіоні залишається потенціал Чорного

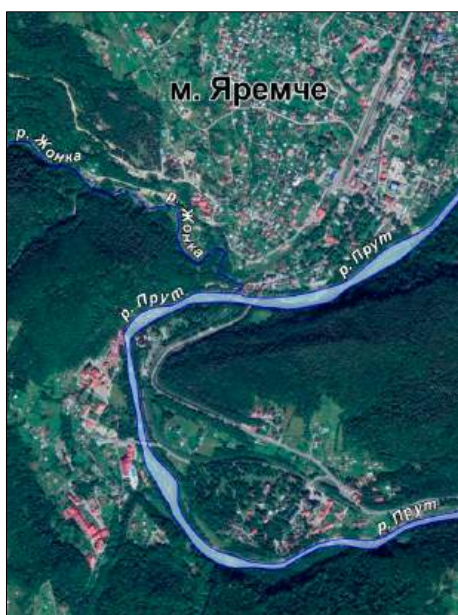
⁸ Визначення багатоводного, маловодного та середнього по водності року (забезпеченості водним стоком) наведено у розд. 8.

Черемошу – 49164 кВт (430,7 млн кВт·год/рік), що становить 12,2 % усіх ресурсів басейну Пруту. Ці показники свідчать про високу енергетичну насиченість потоків, але також потребують екологічно обережного підходу до їх використання [52].

Твердий стік. Твердий стік (стік наносів) включає стік завислих відкладів та водорозчинних речовин. Оскільки водний стік річок Карпат формується в гірській зоні під впливом зливових дощів та інтенсивного сніготанення, то і генезис твердого стоку тісно пов'язаний з паводковим режимом, висотою водозбору, геологічною будовою гірської частини регіону [106], а також антропогенним впливом.

З полонин стікають потоки з каламутністю⁹, яка рідко перевищує 100-300 г/м³; дещо більша насиченість наносами вод, що стікають з лісистих схилів – 300-500 г/м³. Проте, навіть незначне порушення дернини на полонинах чи вирубування лісів значно збільшують еродованість території та каламутність води. Вирубування лісу у передгір'ях Карпат призвело до збільшення твердого стоку удвічі. В деяких випадках його збільшенню сприяло влаштування руслових кар'єрів (незаконне видобування річкового піску та каменю) і зниження базису ерозії [34].

Часто трапляються випадки, коли у верхній частині р. Прут випадіння атмосферних опадів спричиняє підвищення каламутності води та інтенсивне транспортування завислих наносів. У той же час, у деяких притоках, де опади не спостерігалися вода залишається прозорою (рис. 5.14).



А



Б

Рис. 5.14. Неоднорідність каламутності води р. Прут та р. Жонка: А – загальна схема території досліджень; Б – місце впадіння р. Жонка до р. Прут (фото 18.08.2024)

⁹ **Каламутність води** характеризує кількість завислих наносів, які містяться в одиниці об'єму води.

Стік наносів у гірській частині басейну р. Прут відносно невеликий, а середньорічна каламутність змінюється в межах менше 50 г/м^3 у селищі Ворохта до $50\text{--}100 \text{ г/м}^3$ (рідше 200 г/м^3) у с. Татарів та м. Яремче.

У середньому за рік з водами р. Прут через створ у м. Яремче транспортується близько 130 тис. т твердих наносів, з яких до 15% припадає на період весняної повені.

При дослідженні річкових наносів виділяють 7 фаз водного режиму: підйом водопілля, пік водопілля, спад водопілля, літньо-осіння межень, літньо-осінні паводки, зимова межень та зимові паводки.

Найбільші середні витрати завислих наносів припадають на початок та середину весняно-літнього повноводного періоду, що пов'язано очевидно з інтенсивною ерозійною діяльністю поверхневих вод в цей період, з високими середніми витратами води Прута, а також з накопиченням матеріалу в басейні річки на протязі осіннього меженого періоду. У літній період частка твердого стоку різко зростає і становить 70-80%.

Річка Чорний Черемош та її притоки відноситься до числа водних об'єктів Карпатського НПП мало вивчених у даному аспекті. Норма стоку завислих наносів біля селища Верховина становить близько $1,13 \text{ кг/с}$ $54,4 \text{ т/(рік} \cdot \text{км}^2)$. У сезонному відношенні максимум твердого стоку припадає на літній період – 17,5 тис. т., трохи менше – 12,5 тис. т. – на весняний, восени та взимку становить 5,36 тис. т. та 0,357 тис. т. відповідно.

При характеристиці складу наносів виділяють їх три типи:

- 1) крупний – діаметром більше 2 мм (галька, валуни);
- 2) середній – частинки діаметром від 0,063 до 2 мм (піщані відкладення);
- 3) дрібний – частинки менше 0,063 мм (глина, мул).

На річках Українських Карпат виявлено низку закономірностей у розподілі крупності руслових наносів в залежності від рельєфних та метеорологічних особливостей місцевості.

Із збільшенням крутизни схилів, їх відносної висоти і пересіченості території середній діаметр руслових відкладів збільшується. Крім того, крупність руслових відкладів тісно пов'язана з характером розподілу по території Карпат значень максимальних зливових опадів і шару паводкового стоку [106].

Донні відклади на річках Карпат складаються переважно з крупноуламкових частинок гірських порід і починають рухатись лише під час паводкових витрат води. При цьому основна роль у частці руслових деформацій належить наносам, що рухаються по дну гірських річок у вигляді руслових форм. Обсяг їх становить, у порівнянні із загальним твердим стоком, біля 30%. Дрібні частинки ґрунту транзитом виносяться за межі гірської та передгірської зони, і їхня роль у формуванні мезоформ незначна [106].

Для вивчення кількості завислих наносів проводять відбір проб води з використанням спеціальних приладів – батометрів. Завдяки тому, що інтенсивність ерозії прямо пропорційно залежить від твердого стоку р. Прут інформацію про витрати завислих та рухомих наносів часто вносять до «Літопису природи» у розділ «Рельєф» (табл. 5.8).

Таблиця 5.8. Витрати завислих та рухомих наносів, кг/с за 2020 р. [50].

Дека- да	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
р. Прут – селище Ворохта												
1	0,003	0,008	0,003	0,29	0,18	0,024	0,29	0,15	0,008	0,019	0,009	0,42
2	0,002	0,003	0,043	0,063	0,32	0,066	0,055	0,034	0,015	0,023	0,027	0,006
3	0,001	0,003	0,086	0,018	0,071	0,077	1,2	0,0143	0,53	0,011	0,008	0,008
Сер.	0,002	0,005	0,044	0,12	0,19	0,033	0,52	0,066	0,18	0,018	0,015	0,15
Макс.	-	-	-	-	1,2	-	17	-	4,6	-	-	4,1
Мін.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
р. Прут – с. Татарів												
1	0,009	0,94	0,015	0,23	0,40	0,063	3,1	7,0	0,032	0,073	0,025	2,2
2	0,005	0,019	1,6	1,3	5,4	0,72	0,099	0,38	0,081	0,28	2,3	0,032
3	0,008	0,031	3,9	0,18	0,24	0,58	12	0,095	2,7	0,054	0,069	0,71
Сер.	0,007	0,33	1,8	0,57	2,0	0,28	5,1	2,5	0,94	0,14	0,80	0,98
Макс.	-	6,6	13	5,6	65	2,3	140	29	15	1,8	28	22
Мін.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
р. Прут – м. Яремче												
1	0,013	1,5	0,027	0,52	0,62	0,074	1,0	44	0,057	0,19	0,047	3,8
2	0,008	0,037	3,9	1,2	6,9	0,94	0,32	1,5	0,19	0,31	1,8	0,046
3	0,014	0,045	4,3	0,32	0,46	0,58	24	0,16	3,5	0,057	0,17	0,69
Сер.	0,012	0,53	2,7	0,68	2,7	0,40	8,4	15	1,2	0,19	0,67	1,5
Макс.	-	14	22	5,8	78	7,2	220	190	35	3,1	17	45
Мін.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Термічний та льодовий режим. Температура води і динаміка її змін – найважливіший екологічний чинник для всіх мешканців водойм. Температура не тільки безпосередньо впливає на гідробіонтів, регулює швидкість життєвих процесів, але і визначає основні фізико-хімічні властивості води [58].

Термічний та льодовий режим водотоків Карпатського НПП формується у результаті взаємодії низки чинників, які поділяються на три основні групи: *термічні* (визначають тепловий баланс водотоку у різні періоди року), *морфометричні* (обумовлені варіюванням морфометричних характеристик русел – похил, звивистість, глибина, ширина тощо) та *антропогенні*.

Основним чинником формування термічного та льодового режиму річок Карпатського НПП є просторово-часові особливості місцевих метеорологічних умов. Тому стійка тенденція підвищення або зниження температури місцевих водних об'єктів в основному співпадає з відповідною зміною термічних показників повітря. Дата переходу температури води через позначку 0,2°C у бік збільшення припадає на 12-14 березня у м. Яремче і дещо пізніше – 16-22 березня у с. Татарів та на р. Чорний Черемош (селище Верховина).

Трапляються роки, коли температура води річок Карпатського НПП може сягати підвищених, не типових для гірських річок значень. Так 28-29 червня 1963 р. температура води р. Прут у м. Яремче та с. Татарів становила 26,0-26,6°C відповідно і дещо менше – 25,8°C у воді р. Чорний Черемош поблизу селища Верховина. В останні роки максимальні температури води р. Прут та р. Чорний Черемош відзначаються в середині або наприкінці серпня.

Замерзають водотоки Карпатського НПП також неодноразово. Дата початку стійких льодових явищ на р. Прут та р. Чорний Черемош зазвичай

розпочинається в перших числах грудня. Середня тривалість періоду з льодовими явищами на притоках Пруту на висотах 500-700 м становить 105-125 днів. Найбільші показники середньої тривалості льодоставу – 70-80 днів – приурочені до басейнів Пруту.

На початку грудня на великих річках з'являється перший лід, а ближче до кінця року вони, як правило, вже повністю вкриті кригою. Скресують річки на початку березня. Проте бувають зими, коли водотоки повністю не замерзають і утворюються лише забереги – намерзання криги біля берегів. Максимальна товщина льоду на річках території Карпатського НПП спостерігалась на р. Прут у селищі Ворохта 87 см (05.03-20.03 1988); м. Яремче – 53 см (15.02.1978); с. Татарів – 64 см (10.02.1969) на р. Чорний Черемош у селищі Верховина – 85 см (25, 28.02.1963).

Антропогенна обумовленість термічного і льодового режиму водотоків на території Карпатського НПП проявляються в основному у скиданні до природних водних об'єктів теплих господарсько-побутових стічних вод водокористувачами місцевих населених пунктів (селище Ворохта, с. Яблуниця, с. Поляниця, с. Татарів та м. Яремче) у холодний період року та холодніших вод – у теплий. Часто відсутність облаштованих автомобільних переходів через малі водотоки Парку сприяють періодичному руху безпосередньо по руслу річки транспорту місцевих жителів та спецтехніки (у тому числі лісовозів). Це особливо яскраво впливає на локальні особливості льодового режиму потоків у таких місцях та на значній протяжності вниз за течією.

Приклад опису водного режиму р. Прут на території Карпатського НПП за 2021-2022 гідрологічний рік

Відповідно до програми «Літопису природи» узагальнення даних по водомірних постах проводять за *гідрологічний рік* – період спостережень і обліку гідрологічних характеристик, що відрізняється від календарного року. Він починається у той місяць, коли водність річок найнижча, що зазвичай відповідає початку стабільного осінньо-зимового періоду, який традиційно починається 1 жовтня і триває до 30 вересня наступного року. Такий підхід дозволяє точніше відслідковувати річний цикл змін у водності річок, оскільки включає всю холодну пору року, під час якої формуються запаси води для весняного водопілля.

Перша декада січня 2022 р. знаменувалася переважанням додатних середньодобових температур повітря у прохолодному (селище Ворохта: +0,3 – +4,0°C) та помірному (м. Яремче +1,8 – +5,7°C) кліматичних поясах парку, що спричинило інтенсивне танення снігу та формування на р. Прут зимового паводку, який тривав до 12.01.

У другій декаді січня розпочався період зимової межени, який тривав до 22.03.2022 р. У цей час на території досліджень почали панувати теплі вітри південного, південно-західного та південно-східного напрямків, середньодобові температури повітря сягали додатних величин і сніговий покрив почав інтенсивно танути. Саме у цей час (з 22.03 у м. Яремче, з 24.03 у с. Татарів, з 31.03 у селищі Ворохта) на р. Прут зафіксовано кінець льодових явищ. На річках розпочався період весняного водопілля. Подекуди рівень води р. Прут піднімався до 1 м.

Максимальний стік води було зафіксовано 01-02.04.2022. Від цього часу розпочався поступовий спад рівнів води, що обумовлено різким зменшенням

середньодобових температур повітря (03-04.04.2022 у м. Яремче – до -0,7°C – -0,5°C) і, відповідно, зниженням інтенсивності танення снігу. Період водопілля тривав близько трьох календарних місяців – до 21.06, що вплинуло і на особливості хімічного складу води.

З 21.06.2022 р. на р. Прут розпочався літній меженний період і тривав до 08.09., періодично порушувався короткочасними підйомами рівнів води, обумовлених випаданням незначних дощів. Літо 2022 р. було жарким і сухим (див. розділ 4), що вплинуло і на гідротермічні показники води. Хоча сніговий покрив зберігався локально у високогір'ї до кінця липня, максимальна температура води р. Прут у м. Яремче підіймалася до +22,8°C (29.07.2022), а у верхів'ї (селище Ворохта) – до +16,4°C (05-06.08.2022).

Починаючи із 14.08.2022 р. на р. Прут відзначалося збільшення частоти формування невеликих дощових паводків. Подальше поступове накопичення вологи у ґрунті і випадання частих атмосферних опадів у вигляді дощів обумовило 18.09.2022 р. підвищення рівнів води р. Прут до позначки 219 см у м. Яремче, 182 см у с. Татарів та 207 см у селищі Ворохта і формування дощового паводку. Температура річкової води у цей період закономірно зменшилась і коливалась у межах від 8,1-9,0°C (селище Ворохта) до 9,8-9,9°C (м. Яремче). Зниження рівнів тривало до 10-11.10.2022 р., після чого знову встановився меженний період, який тривав до першої декади грудня.

Узагальнені дані, результати вимірювання рівнів та температури води р. Прут у створах гідрологічних постів (відповідно до рекомендацій програми Літопису природи) наведено у табл. 5.9 – 5.11.

Таблиця 5.9. Рівні та температура води на водомірному посту р. Прут – м. Яремче у 2021-2022 гідрологічному році

Відмітка нуля поста 499,89 м БС

Показник	Місяці												Рік	
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	макс.	мін.
Температура (°C)	6,3	3,8	0,1	0,0	0,4	0,6	4,3	10,8	16,6	18,5	17,7	12,2	22,8	0,0
Рівні води (см)	142	141	147	173	157	155	188	166	149	146	148	162	250	140

Таблиця 5.10. Рівні та температура води на водомірному посту р. Прут – с. Татарів у 2021-2022 гідрологічному році

Відмітка нуля поста 636,57 м БС

Показник	Місяці												Рік	
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	макс.	мін.
Температура (°C)	7,3	3,9	0,1	0,1	0,1	0,2	3,6	9,9	16,6	17,8	17,9	11,7	23	0,0
Рівні води (см)	114	117	127	153	136	140	171	152	128	123	120	139	230	108

Таблиця 5.11. Рівні та температура води на водомірному посту р. Прут – селище Ворохта у 2021-2022 гідрологічному році

Відмітка нуля поста 894,53 м БС

Показник	Місяці												Рік	
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	макс.	мін.
Температура (°C)	4,6	1,6	0,1	0,0	0,0	0,1	2,4	5,6	8,7	11,8	14,6	10,6	16,4	0,0
Рівні води (см)	173	173	172	174	176	176	189	174	176	174	176	182	237	171

Річка Прут у межах Карпатського НПП відноситься до річок з нестійким льодоставом. На водомірних постах у м. Яремче, с. Татарів та селищі Ворохта фіксувалися строки появи заledenіння берегів (заберегів), першого льодоставу, перших ополонік, початку льодоходу, повне очищення від льоду, встановлення меженого рівня. Відзначалася тривалість періоду льодоставу (у днях). Деякі з цих даних наведені в табл. 5.12.

Таблиця 5.12. Льодові явища на р. Прут у 2021-2022 гідрологічному році

м. Яремче			
Льодові явища	початок	дата	03.12
		рівень, см	148
	кінець	дата	22.03
		рівень, см	144
Тривалість періоду, доба	шугоходу	загальна	0
		разова	
	льодоходу	загальна	0
		разова	0
	льодоставу		92
	з усіма льодовими явищами		0
с. Татарів			
Льодові явища	початок	дата	04.12
		рівень, см	130
	кінець	дата	24.03
		рівень, см	142
Тривалість періоду, доба	шугоходу	загальна	0
		разова	
	льодоходу	загальна	0
		разова	0
	льодоставу		74
	з усіма льодовими явищами		0
селище Ворохта			
Льодові явища	початок	дата	01.11
		рівень, см	172
	кінець	дата	31.03
		рівень, см	193
Тривалість періоду, доба	шугоходу	загальна	0
		разова	
	льодоходу	загальна	0
		разова	0
	льодоставу		171
	з усіма льодовими явищами		0

У верхів'ї басейну р. Прут є низка гідролого-гідрогеологічних пам'яток природи [71], які мають важливе значення для навчального процесу:

1. Витоки р. Прут під г. Говерла.
2. Каскад водоспадів на Пруті, закладених на рігелі під г. Говерла – Говерлянський Гук, найвищий водоспад в Українських Карпатах.
3. Водоспад під г. Гомул.
4. Водоспад на р. Прут, закладений у відкладах скупівської світи (околиці контрольно-пропускного пункту Карпатського НПП у присілку Завоєля).
5. Польодовикове озеро Несамовите (1750 м н.р.м.) – найбільше озеро на північно-східному макросхилі Чорногори.

5.5. Водойми. Вивчення гірських озер

Загальні відомості. Водоймами називають водні об'єкти у заглибинах на суші, для яких характерним є уповільнене переміщення води або повна його відсутність. До них відносять озера, водосховища та стави [84].

У межах Карпатського НПП та близько прилеглих територій знаходиться значна кількість невеликих водойм, які відіграють значну роль для місцевих екологічних умов, природоохоронної діяльності, розвитку туризму, лісового господарства тощо.

Найбільш відомі водойми – гірські озера (їх часто називають високогірними), що розташовані у межах Чорногірського гірського масиву, завально-запрудні озера, які розташовані на нижчих висотах та низка штучних водойм.

Гірські озера Карпатського НПП відносяться до водних об'єктів нашої країни із середнім ступенем вивченості. Їх високогірне положення та розташування у межах природно-заповідної території обмежує доступність науковцям щодо дослідження режиму цих водойм (водного, гідрохімічного, температурного).

Вивчення місцевих озер є актуальним з огляду на декілька аспектів.

1) *Біорізноманіття.* Навіть у водах з холодним кліматом може бути розмаїття живих організмів, вивчення яких дозволяє науковцям зрозуміти їх адаптацію до екстремальних умов і особливості функціонування екосистеми в цілому.

2) *Гідрологічний цикл.* Гірські водойми є важливою частиною гідрологічного циклу, регулюючи розподіл води в гірських регіонах та забезпечення водного живлення річок. Спостереження за станом цих водних об'єктів може бути індикатором кліматичних перетворень на місцевому і глобальному рівнях.

3) *Екосистемні послуги.* Гірські озера і озерця забезпечують важливі екосистемні послуги, будучи джерелом води для тварин і рослин, підтримують локальну естетичну цінність території і є чинником розвитку туризму у високогірних районах Карпат.

4) *Навчальний аспект.* Вивчення цих водних об'єктів дає можливості студентам і науковцям поглиблювати свої знання з екології, гідрології, лімнології, геоморфології, геології, палеокліматології та інших природничих дисциплін.

Окрім того моніторинг водойм на території Карпатського НПП носить екологічний аспект, визначаючи ступінь антропогенного навантаження (ступінь гідроморфологічних змін у річковому басейні) та розвитку господарської діяльності, активізацію небезпечних екзогенних процесів тощо.

На території Карпатського НПП нараховується 12 гірських озер. Усі вони знаходяться у межах Чорногірського масиву Парку на висоті понад 1500 м. абс. і мають незначні морфометричні характеристики (довжину, ширину та площу) (табл. 5.13., рис. 5.15).

Ці водойми розташовані на днищах глибоких улоговин (карів) – слідів древнього плейстоценового зледеніння. Тому ці озера часто називають каровими або льодовиковими і одночасно є об'єктом вивчення геоморфології та гідрології. Процес утворення озер детально описано у розд. 3.

Густота розташування озер тісно пов'язана з геологічним чинником і підпорядковується географічному положенню, зокрема віддаленості від г. Говерли. Величина коефіцієнта озерності зв'язана з висотним положенням території і знаходиться в прямій залежності від ступеня лісистості водозбору. Тому, при неправильному природокористуванні і зменшенні лісових площ існує ризик зміни морфометричних параметрів ложа льодовикових озер, зменшення кількості цих унікальних водних об'єктів або їхнього повного зникнення. Особливості геологічної будови території та сила ерозійної дії льодовика стали визначальним чинником формування «звивистості» та «округлості» карової улоговини.

Хімічний склад озерної води значною мірою залежить від крутизни та експозиції схилів, які відображають вплив мікрокліматичних процесів, а також регіональних орографічних особливостей Чорногірського масиву, що виконує роль кліматичного бар'єра.

Системний аналіз використаних критеріїв та визначених чинників дозволяє поділити усі досліджувані водні об'єкти на 3 групи, поширення яких носить чіткий характер із північного заходу на південний схід.

Більшість озер і озерець Чорногори вкриті сплавинами, утвореними осоками, сфагновими й зеленими мохами та, інколи, пухівками. Край сплавин може заходити на плесо на декілька метрів. Так, наприклад, для оз. Несамовите покриття озерного ложа сплавиною сягає до 40% [58].

Окрім того, на військово-топографічних мапах Галичини кінця XVIII ст. (так званих мапах Фрідріха фон Міґа) на території Високогірного ПНДВ на заході від полонини Веснярка біля витоків р. Шурин (ліва притока р. Шибенка) відзначено невеличке озеро, яке на сучасних картах відсутнє.

Серед усіх гірських озер найбільш детально вивчені два – Несамовите та Марічейка.

Озеро Несамовите розташоване у великому карі на північно-східному схилі г. Туркул на висоті 1748 м н.р.м. під крутим скелястим схилом, який є дещо зниженою, але різко загостреною ділянкою гребеня головного хребта; 3 півночі улоговину озера змикає низький (2-3 м) морений вал, м'яко переходить у днище кара (рис. 5.16).



А



Б



В

Рис. 5.16. Фотознімки озера Несамовитого у різні роки: А – 1924 р. (Т. Wilczynski); Б – 1986 р. («Літопис природи»); В – 2019 р. (автор фото – Р.Л. Кравчинський)

Улоговина озера подовжена з південного заходу на північний схід і повторює контури крутого південно-східного схилу. Довжина озера – 88 м, ширина – 45 м. Загальна довжина берегової лінії досягає 320 м, а площа водного дзеркала – 4300-3000 м².

Південний берег – кам'янистий. Сюди осипаються продукти руйнування скелястого схилу. Морена вздовж протилежного берега вкрита субальпійськими травами, гірською сосною та ялівцем. Від цього берега відбувається заростання озера осокою. Осоково-сфагновий зибун зайшов по поверхні води у межі озера більш ніж на 15 м. Потужність його біля вертикального краю досягає 0,8 м.

М'яке дно озера, покрите біля південних берегів великими плоскими валунами, на північ перекривається сірим піщанистим матеріалом. Глибини коливаються в межах 1,0-1,5 м, сягаючи максимальної глибини (≈ 2 м) у середині західної частини озера.

Озеро Несамовите безстічне, а живлення відбувається за рахунок атмосферних опадів; з північно-східної сторони є водне джерело, яке стікає до водойми. На схід від озера у нижній частині тераси є численні джерела, які дають початок струмку Несамовитий.

Марічейка – гірське прісне озеро льодовикового походження, яке розташоване у великому цирку нівації на північно-східних схилах гори Шурин-Гропа (1772 м) Чорногірського масиву на висоті 1510 м н.р.м. Дрібна улоговина його витягнута в меридіональному напрямку і з усіх боків, особливо з півдня та півночі, заростає осокою.

Площа дзеркала вільної води більш як 10 тис. м²., але глибини не перевищують 0,8 м. Береги низькі, частково вкриті субальпійськими луками та заростями осоки, оточені ялиновими та гірськими сосновими лісами, дно рівне, мулисте.

З північного сходу озеро підпружене дугою низької псевдоморени, яка з північної частини прорізається руслом рясного струмка, що впливає з озера. Безпосередньо за цим валом у глибоку долину р. Погорілець (ліва притока р. Шибени) йде крутий, зарослий густим ялиновим лісом, схил. Вода в озеро надходить із численних джерел, що виходять біля підніжжя південно-західного схилу, покритого величезними брилами породи.

За морфологією dna оз. Марічейка поділяється на дві частини – північно-західну і східну. Північно-західна частина dna озера має складну геоморфологічну будову, тут можна виділити три «ванни» з глибинами до 1,40 м, і одну, найглибшу, – до 4,75 м. На дні заглибин лежать стовбури дерев. Також на дні озера відзначено 15 заглибин діаметром до 1 м, та десять – діаметром до 0,5 м. Частина з них замулені, без відкритого провального отвору, сім – відкриті, їх глибини від 2,0 до 3,7 м.

Дно озера мулисте, потужність відкладів приблизно 0,6 м. Західний берег підпружений мореною. Береги озера здебільшого вкриті осоково-сфагнковою сплавиною, на схилах басейну росте смерека (*Picea abies* (L.) Karsten).

Т. Вісьньовський зазначав (1888 р.), що максимальна глибина озера сягає двох метрів. У наш час середня глибина озера становить 0,8–1,0 м. Водойма істотно обміліла за минуле століття внаслідок руйнування потоком морени, яка запруджує озерне ложе [58].

Методика вивчення гірських водойм. На прикладі озера Марічейка далі показано основні підходи щодо вивчення гірських водойм на території Карпатського НПП, які включають три етапи: 1) підготовчий; 2) польовий (2а – рекогносцирувальні роботи, 2б – інструментальні дослідження); 3) камеральний (рис. 5.17).



Рис. 5.17. Блок-схема моніторингу та послідовності вивчення гірських озер на території Карпатського НПП

1. Підготовчий етап включає збір і аналіз усіх доступних відомостей про озеро – архівних матеріалів, літературних даних, фондових джерел, картографічної інформації тощо.

2. Польовий етап

2А. Рекогносцирувальні роботи (отримання первинних даних або оцінювання ситуації)

Цей етап включає загальне обстеження території, наявності рослинності, водних джерел, виявлення наявного стоку в озеро та витoku з нього. Ефективним є використання дистанційних методів – космічних знімків або БПЛА (рис. 5.18).

У зв'язку з тим, що рослинність може бути чинником маскування деяких важливих характеристик, для уточнення даних (зокрема площі водного дзеркала озера), отриманих методами дистанційного зондування, слід провести детальне обстеження місцевості з використанням GPS-навігатора.

2Б. Інструментальні роботи

Цей етап передбачає дослідження кількісних характеристик і якісних показників води. До кількісних показників відносяться вимірювання стоку водних джерел, що надходять в озеро, і вимірювання стоку води з водойми (водний баланс озера).



Рис. 5.18. Знімання озера Марічейка за допомогою БПЛА (11.06.2021, автор – Р.В. Лазарович)

Водний баланс. Об'єм води в будь-якому озері постійно змінюється: частина води витрачається з озера, частина надходить до нього. Рівновага, яка існує між зміною об'єму води в озері за якийсь час, і кількістю води, що надходить до озера і витрачається за той самий час, називається водним балансом.

Від співвідношення між прибутковою (притік води) і видатковою (витрачання води) частинами залежить обсяг водної маси водойми та її зміни в часі. Це зумовлює основні риси гідрологічного режиму озера.

За водним балансом озера поділяються на безстічні і стічні.

Безстічні озера – це озера, які не мають а ні поверхневого, а ні підземного стоку, а витрачають воду лише на випаровування.

Стічні озера – це такі озера, з поверхні яких вода витрачається на випаровування і на поверхневий та підземний стік. Серед стічних озер виділяються проточні озера, в яких стік становить значну частку водної маси. У цих озерах добре спостерігається течія, пов'язана з режимом впадаючих та витікаючих річок [87].

Основною стабільною прибутковою частиною водного балансу озера Марічейка є низка джерельних потоків води із західного, південно-західного та південного боків. Вода в озері накопичується і утримується за рахунок закритості зовні (східної частини) ярусної морени, яка в північній частині перерізана струмком, що витікає з озера (рис. 5.19).

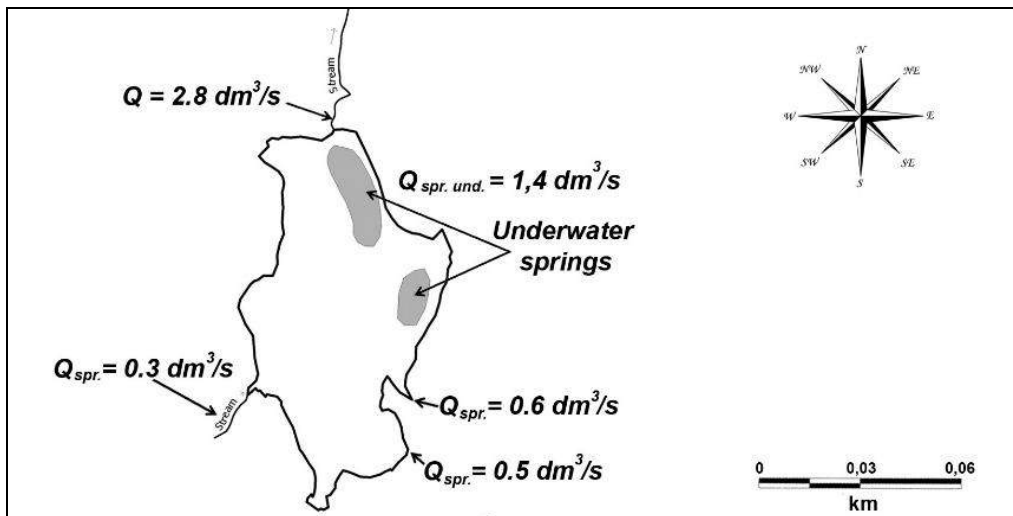
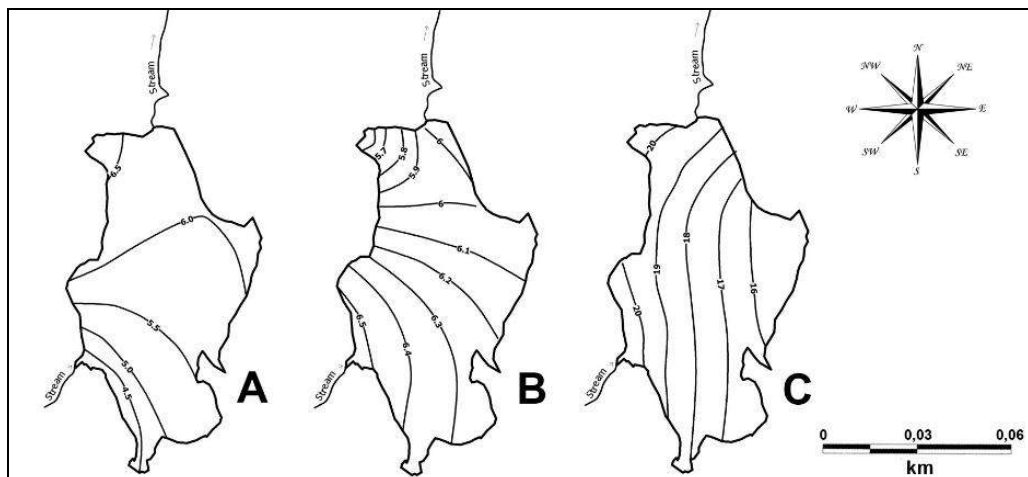


Рис. 5.19. Картосхема з оцінюванням прибуткової частини водного балансу озера Марічейка

Фізико-хімічна характеристика. При дослідженні якісних показників на місцях виділяється два аспекти:

1) Вивчення умов формування хімічного складу води – передбачає визначення деяких показників хімічного складу води по периметру озера з однаковим кроком. Можна використовувати низку показників, основні з яких – мінералізація води, температура та рН (рис. 5.20).

2) Дослідження гідрохімічного режиму озера. У нашому випадку для реалізації цього завдання було відібрано проби води зі струмка, що витікає з озера («змішана» озерна вода). Це місце має бути орієнтиром для подальшого вивчення гідрохімічного режиму озера.



Відібрану таким чином пробу води транспортують для подальшого детальнішого аналізу в лабораторію. Результати хімічних досліджень наведені в табл. 5.14, 5.15.

Таблиця 5.14. Деякі показники хімічного складу води озера Марічейка (2017 р.)

Дата відбору проб води	Показники												
	Прозорість, см	Лужність, с-екв/дм ³	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	Фосфати, мг/дм ³	pH	O ₂ (розч.), мг/дм ³	Жорсткість, мг-екв/дм ³	CaO, мг/дм ³	CaCO ₃ , мг/дм ³	Мінералізація води, мг/дм ³
14.06.2017	>20	1.8	0	0	0.9	9	0	5.6	9.0	0.2	26	38	23
19.10.2017	>20	1.2	0	0	0.0	18	0	7.4	6.5	0.5	30	54	28

Таблиця 5.15. Йонний склад води озера Марічейка (2021 р.)

Аніони, мг/дм ³		Катіони, мг/дм ³	
SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺
13.4	15.0	10.02	4.8

3. Камеральна робота. Цей етап передбачає створення бази даних, математико-статистичну обробку матеріалів, картографування тощо. Основними морфометричними характеристиками озера, що визначаються у камеральних умовах є величини, які характеризують форму і розміри озерної улоговини та кількість води, що її заповнює – довжина, ширина, глибина, площа озера, порізанисть берегової лінії, об'єм водної маси і форма озерної улоговини.

Площа озера $F_{оз}$ (поверхня дзеркала води озера) характеризує площу водної поверхні (без островів) і визначається за картою планіметром або палеткою.

Довжина озера L – найкоротша відстань між двома найвіддаленішими точками його берегової лінії, заміряна по поверхні озера.

Ширина озера може бути найбільшою $B_{макс}$, вона визначається як найбільший поперечник (перпендикуляр) до лінії довжини озера і середньою $B_{сер}$, яка дорівнює відношенню площі озера $F_{оз}$ до його довжини:

$$B_{сер} = \frac{F_{оз}}{L} \quad (5.1)$$

Довжина берегової лінії l – довжина урізу води, вимірюють по нульовій ізобаті (або довжина урізів води, по яких вона дотикається до берега), циркулем або курвіметром.

У сучасних умовах контури водного дзеркала, ширина, довжина та площа гірських водойм легко визначається з використанням GPS-навігатора у польових умовах та геоінформаційних систем (або іншого спеціального програмного забезпечення) у камеральних умовах.

Ступінь порізаності (звивистості або розвитку) берегової лінії k – відношення довжини берегової лінії – l до довжини кола l_1 з площею, яка дорівнює площі озера $F_{оз}$:

$$k = \frac{l}{2\sqrt{\pi F_{оз}}} = 0,282 \frac{l}{\sqrt{F_{оз}}} \quad (5.2)$$

Величина k не може бути меншою одиниці.

Коефіцієнт форми озера (k_{ϕ}) характеризує горизонтальну розчленованість озера за обрисами акваторії і обчислювався як відношення його середньої довжини до його ширини:

$$k_{\phi} = \frac{L}{B_{сеп}} \quad (5.3)$$

Об'єм води в озері (W) можна визначити за батиметричною картою як для всього озера, так і для окремих його частин, обмежених певними ізобатами або певними рівнями води. Для визначення об'єму озера озерну улоговину розбивають на низку простих фігур (зрізаних пірамід), тоді об'єм води для кожної піраміди становитиме:

$$\frac{f_1 + f_2}{2} h \quad (5.4)$$

де $f_1, f_2 \dots f_n$ площі, обмежені ізобатами, m^2 ; h – відстань між ізобатами, м. Загальний об'єм води дорівнює сумі часткових об'ємів, або

$$W = h_1 \frac{f_1 + f_2}{2} + h_2 \frac{f_2 + f_3}{2} + \dots + h_n \frac{f_{n-1} + f_n}{2} \quad (5.5)$$

Середня глибина озера $h_{сеп}$ дорівнює відношенню об'єму озера до площі дзеркала:

$$h_{сеп} = \frac{W}{F_{оз}} \quad (5.6)$$

Максимальна глибина вимірюється безпосередньо при проведенні вимірів (батиметричного знімання). Таким чином комплексні обстеження території дозволили уточнити деякі морфометричні характеристики озера Марічейка: площу водного дзеркала ($0,0038 \text{ км}^2$), довжину (110 м), ширину (56 м), довжину берегової лінії (311 м), ступінь порізаності (1,4) та коефіцієнт форми (1,66). За результатами обробки гідрохімічних даних встановлено, що у формуванні хімічного складу води озера Марічейка беруть участь зовнішні фактори та внутрішньоводойменні процеси. За хімічним складом вода Марічейки дуже слабомінералізована ($23\text{--}28 \text{ мг/дм}^3$), переважаючим іоном є SO_4^{2-} , частка якого сягає близько 50% мінералізації води. Така ситуація характерна для хімічного складу опадів в Україні.

Основною прибутковою частиною хімічного і водного балансу озера є надходження підземних вод у вигляді струмків і підводних скидів. Найбільш впливовими є джерела, що живлять водосховище із західної частини, мають низькі температури ($+3,2^\circ\text{C}$), високі значення pH і дуже низьку мінералізацію

води (23 мг/дм^3). Основним джерелом надходження деяких неорганічних сполук азоту у водойму є рідкі атмосферні опади та талі снігові води. Відсутнім є активне вітрове перемішування водних мас, що сприяє значній прозорості води озера.

Відповідно до Водної рамкової директиви ЄС характеристики типів масивів поверхневих вод (озер) можуть визначатися за системою А та В (табл. 5.16, 5.17).

Таблиця 5.16. Визначення характеристик типів масивів поверхневої води (озер) за системою А [111]

Фіксована типологія	Дескриптори
Тип	Типологія за висотою: висока: $> 800 \text{ м}$; середня: $200 - 800 \text{ м}$; низинна: $< 200 \text{ м}$ Типологія за глибиною (на основі середньої глибини, м): < 3 – мілкі; $3 - 15$ – середньої глибини; > 15 – глибокі Типологія за розміром (на основі площі поверхні, км^2): $< 0,5$ – дуже малі; $0,5 - 1$ – малі; $1 - 10$ – середні; $10 - 100$ – великі; > 100 – дуже великі Геологія: вапнякова; крем'яниста; органічна

Таблиця 5.17. Визначення характеристик типів масивів поверхневої води (озер) за системою В [111]

Альтернативне характеризування	Фізичні і хімічні чинники, що визначають характеристики озера і, відповідно, структуру і склад біологічної популяції
Обов'язкові характеристики	висота широта довгота глибина геологія розмір
Необов'язкові характеристики	середня глибина води форма озера час перебування середня температура повітря діапазон температури повітря характеристики змішування (наприклад, <i>monomictic</i> , <i>dimictic</i> , <i>polymictic</i>) здатність нейтралізувати кислоти стан фонових поживних речовин середній склад субстрату коливання рівня води

Варто зазначити, що В.К. Хільчевським було здійснено оцінювання озер України (близько 20 тис.) за одним з дескрипторів ВРД ЄС, а саме за площею водного дзеркала (Хільчевський, 2020). Автором було отримано наступні результати по озерах країни:

- дуже великі ($> 100 \text{ км}^2$) – 1 озеро - Ялпуг;
- великі ($10\text{-}100 \text{ км}^2$) – 21 озеро;
- середні ($1\text{-}10 \text{ км}^2$) – близько 70 озер;
- малі ($0,5\text{-}1,0 \text{ км}^2$) та
- дуже малі ($< 0,5 \text{ км}^2$) – всі інші озера (99,54%).

Як видно з цих результатів в Україні малі та дуже малі за площею озера становлять 99,54 %.

Дослідження еволюції озерних улоговин. В еволюції будь-якого озера виділяється чотири основні стадії розвитку: юність, зрілість, старість та відмирання. Кожен з етапів супроводжується зміною певних морфометричних характеристик водойми. Розвиток улоговин гірських водойм підпорядковуються законам, що й в інших фізико-географічних країнах.

Заростання озер – це природний процес їхнього розвитку. У міру заповнення озерної улоговини наносами створюються умови для поселення рослин спочатку в прибережній смузі, а потім і по всьому озеру. Поблизу урізу води селяться вологолюбні рослини (осоки, образки, жовтець), які затоплюються водою тільки під час високих весняних вод. Далі розміщується смуга земноводних рослин (озерний хвощ, рогіз, стрілиця, півники). За смугою земноводних поселяються представники високих надводних рослин (очерет, водяний рис).

На глибині 2,5-3 м з'являється листя та квіти напівзанурених рослин (латаття, купавка, водяна гречка та ін.). Ще ближче до центра містяться занурені у воду рослини (елодея, рдесники), які вдень перенасичують воду киснем, а вночі спричиняють дефіцит його. Найближче до центра розташовані підводні луки, утворені нижчими рослинами, не вибагливими до світла, а також мікроскопічні водорості.

Часто озера заростають у вигляді сплавин – утворень на поверхні озер лісової зони, які складаються з решток різних мохів і рослин, на яких поселяються земноводні та інші рослини.

Відмирання рослин є однією з причин підвищення дна й обміління озера, внаслідок чого створюються несприятливі умови для проростання інших рослин. Через це одна рослинна зона змінюється іншою доти, поки озерна рослинність не зміниться болотною.

Озеро поступово перетворюється на болото не лише за рахунок заростання, а й наступом від берега по поверхні води сплавини, яка складається з живих і відмерлих рослин, рештки яких частково осідають на дно і заповнюють улоговину [85].

Основні результати вивчення морфометричних параметрів Марічейки висвітлено у працях професора Львівської політехніки Т. Вісьньовського (Т. Wiśniowski, 1888) та науковців Львівського національного університету імені Івана Франка – Г.П. Міллера (1964), Т.І. Микітчака (2010), А.І. Кокіша (2010), Й. Гери та А. Кишенюка (2013).

Обробка знімків БПЛА, натурні обстеження території з використанням давніх літературних джерел дозволили розрахувати площу озера Марічейка, яка у 80-х роках ХІХ ст. становила $0,005 \text{ км}^2$ (0,5 га).

За останні 200 років свого існування площа озера зменшилась майже удвічі; процес заростання продовжується і сьогодні (зокрема у південній частині), але менш інтенсивно (рис. 5.21).

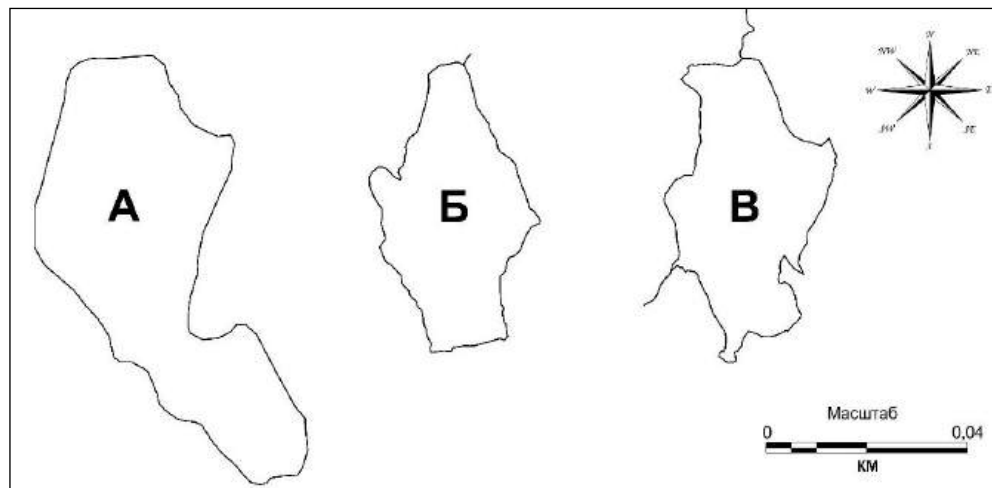


Рис. 5.21. Зміна контурів озера Марічейка у багаторічному розрізі: А – Реконструйовані за даними Т. Wiśniowski (1888); **Б –** Й. Гера, А. Кишенюк (2011-2012); **В –** Р. Кравчинський (2017)

Незначна відмінність результатів досліджень останніх років різних авторів може бути пов'язана із зміною динамічних параметрів самої водойми (зміна рівнів води), використанням різних методик та методів досліджень.

Озера-стариці. У долинах річок на території Карпатського НПП, у тому числі у межах Чорногірського масиву, подекуди трапляються стариці, які є важливими з природоохоронної точки зору осередками біологічної різноманітності.

Озера стариці є формою залишкових водойм, що утворюються внаслідок природної перебудови русел меандруючих річок. У процесі розвитку річкового меандру спостерігається посилене розмивання зовнішнього берега вигину та акумуляція на внутрішньому, що призводить до поступового звуження перешийка між сусідніми ділянками русла.

Під час паводків або під впливом високої водності річка може прорвати перешийок, утворивши нове, коротше русло. Відокремлена ділянка старого русла ізолюється наносами та перетворюється на озеро серпоподібної форми – старицю. Такі водойми, як правило, мають стоячий або слабопроточний режим водообміну, невелику глибину та швидко заростають водною рослинністю.

Стариці відіграють важливу роль в екосистемах заплав, слугуючи середовищем існування для багатьох видів риб, амфібій, птахів та макрофітів. З часом вони можуть перетворюватися на заболочені ділянки або повністю зникати внаслідок евтрофікації та замулення.

Найбільшою старицею на території Карпатського НПП є водойма з дерев'яною загатою у долині р. Погорілець перед її впадінням до р. Шибенки. Її довжина сягає 36 м, а максимальна ширина – 10 м, плесо клиноподібної форми, максимальна глибина 1,3 м. Стариця сильно заросла повітряно-

водяною і водяною рослинністю. Площа стариці в наш час у десятки разів менша, ніж це показано на картах 1935 р. [58] (рис. 5.22. А).



А



Б

Рис. 5.22. Озера-стариці у долині р. Погорілець (А) та р. Піги (Б)

Ще одна стариця у басейні р. Погорілець (ширина 4 м, довжина 12 м та глибина до 0,4 м) розташована в її середній течії. Кам'яністі береги повністю завалені стовбурами дерев [58]. Береги іншої стариці в урочищі Завоєля також завалені гіллям і стовбурами. Її довжина 16 м, ширина до 4 м, максимальна глибина до 0,6 м. Дві невеличкі стариці з плесом округлої форми (діаметром 6-12 м) розташовані недалеко біля р. Прут в урочищах Завоєля та Бабина Яма (територія Говерляньського ПНДВ). Товща води у них повністю заросла гідрофільними судинними рослинами [58].

Низка подібних водойм, проте з чистим дном, утворилася в долинах річок Бистрець, Дземброня, Чорний Черемош. Стариці істотно залежать від гідрологічного режиму річок і потоків, на берегах яких розташовані. [58].

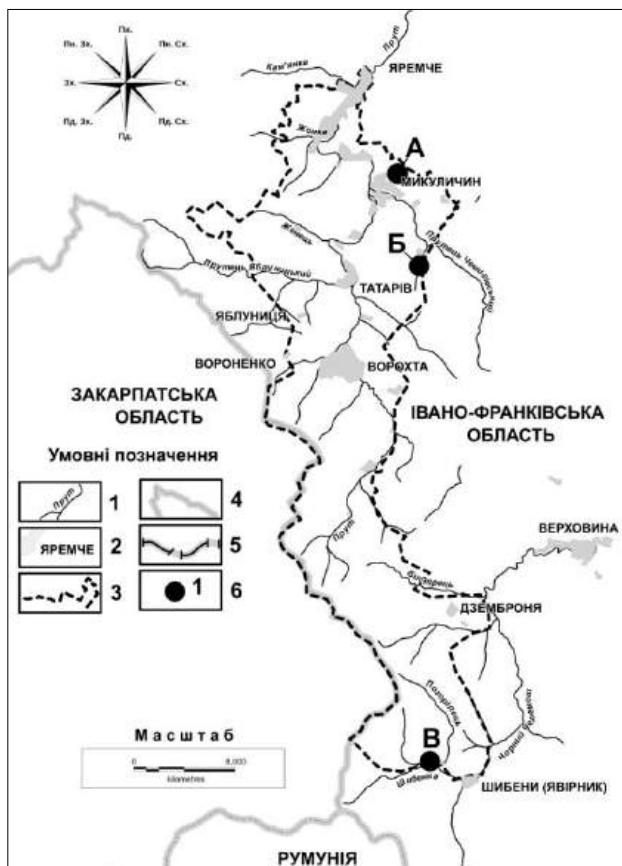
У першій половині ХХ ст. також осушено озерце в урочищі Цибульник (за свідченнями місцевих мешканців) [58].

У середній частині Карпатського НПП на території Татарівського ПНДВ (басейн р. Піги) є низка озер-стариць (рис. 5.22.Б).

За даними аналізу космоснімків у селищі Ворохта на р. Прут імовірно колись було велике озеро-стариця, яке у результаті природних процесів та господарського освоєння території перетворилось на заболочену ділянку.

Завально-запрудні (завальні) озера. Це ще один вид водойм природного походження, що знаходяться на території Карпатського НПП. Вони утворюються внаслідок обвалення частини гори або зсувів ґрунту.

На території Карпатського НПП таких озер відомо три: на р. *Нересний* (права притока р. Прут), р. *Копчин* (притока р. Прутець Чемигівський, басейн р. Прут) та на р. *Шибенка* (басейн р. Чорний Черемош) (рис. 5.23).



А



Б



В

Рис. 5.23. Схема розташування завально-запрудних озера на території Карпатського НПП:

1 – річка та її назва; **2** – населений пункт; **3** – межі Карпатського НПП; **4** – межі адміністративних областей України; **5** – державний кордон України; **6** – завально-запрудні озера (**А** – на р. Нересний; **Б** – на р. Копчин; **В** – на р. Шибенка)

Озеро на р. Нересний. Водойма проточна, утворилась у результаті інтенсивного випадіння дощів 23 червня 2020 р. і зсуву ґрунту з крупним камінням (валунами) та деревами у русло річки. У перші дні озеро мало довжину 430 м, максимальну ширину – 58 м та максимальну глибину – близько 10 м. Загроза формування водо-кам'яного селевого потоку викликала необхідність часткового спуску озера. Сьогодні водойма має незначні розміри: довжина – близько 120 м та ширина – 20-30 м, дно замулене.

Озеро Громовичне. Проточне озеро, площею 2 га, утворилось у 1957 р. унаслідок зсуву ґрунту (1 га) на лівому березі р. Копчин (ліва притока р. Прутець Чемигівський, басейн р. Прут, Підліснівське ПНДВ, раніше – Мікуличинське лісництво). Зсув ґрунту відбувся трохи нижче злиття двох струмків (Громовичний та Озерний), що утворюють Копчин, біля урочища Громовиця.

У 1962 р. на озері спорудили дамбу. Унаслідок рясних дощів 03.07.1964 відбулося руйнування загати, прорив озера та формування потужного водо-кам'яного селевого потоку.

Озеро на р. Шибенка. Проточне озеро, описане у працях Б. Гакета (1791-1793 pp.) й Т. Вісьньовського (1888 р.), за даними якого розміри озера наприкінці XIX ст. становили 800 м довжиною та 200 м шириною, глибина сягала 6 м, а площа – 6 га, тобто за площею й довжиною воно дорівнювало Синевиру, найбільшому озеру Українських Карпат [58].

Через прорив загати у другій половині XX ст. озеро обміліло й зникло (зараз повністю заросло болотною та лучною рослинністю).

Невеликі озерця площею до 100 м² утворені унаслідок зсуву ґрунту, з'являлися подекуди і на інших незначних водотоках, наприклад на р. Пічний (права притока р. Прут), проте унаслідок ерозійної дії потоку природна загата швидко руйнувалась і водойма зникала.

Стави. Став або ставок – це водойма у природному чи штучному заглибленні з непроточною водою. У гідрології та лімнології ставки розглядають як елементи поверхневих вод із специфічними гідродинамічними й екологічними характеристиками, що впливають на локальні біоценози. Ставом (ставком) також називають місце розширення русла річки або струмка перед загатою, де відбувається акумуляція води й створюються умови для сповільнення течії, що впливає на відкладення осаду та формування відповідних біотопів.

Стави можуть мати значні розміри, адже за Водним кодексом України, штучна водойма з об'ємом води понад 1 млн м³ вважається водосховищем. Відповідно, водойма менше 1 млн м³ – буде ставом.

В.К. Хільчевським було здійснено оцінювання ставів в Україні (понад 50 тис.) за об'ємом води, тис. м³:

- дуже великі – > 500 та
- великі – 200-500 – 13 %;
- середні – 50-200 – 29 %;
- малі – 10-50 та
- дуже малі – < 10 – 58 %.

Автором встановлено, що для території України дуже великі та великі стави становлять лише 13 %, а малі та дуже малі – 58 %. (В.К. Хільчевський, 2020).

Ставкове господарство тривалий час було досить популярним на території Східних Карпатах. Одним із таких найбільших є в урочищі Завоєля (Говерлянське ПНДВ), де розташоване форельне господарство з каскадом слабопротічних прямокутних ставів із площею кожного 365 м². Глибина їх коливається у межах 0,1-0,5 м, проте більшість із них зневоднено. На зимовий період вода зі ставів спускається повністю (рис. 5.24).

За часів Другої Речі Посполитої з метою зариблення карпатських річок у державному надлісництві в Яремче на р. Жонка на рівні 540 м. н.р.м. діяв інкубатор. Він складався з бетонного басейну та 15 інкубаційних апаратів. Кожен інкубаційний апарат вміщав 10 тис. ікринок. Одночасно можна було інкубувати до 150 тис. ікринок форелі. Воду, яку постачали до інкубатора, фільтрували природними фільтрами з щебеню [69].

Безпосередньо біля інкубатора було розташовано три стави загальною площею біля 160 м², які використовували для розведення малька риби до 4-5 см. Нижче розмістили ще два стави площею 1000 м² кожен, призначені для розведення товарної форелі. Розводили тут два види форелі: потічкову та райдужну [69].



Рис. 5.24. Форельне господарство біля території Говерляньського ПНДВ (знімання з квадрокоптера, 05.03.2024, автор – Ю.Б. Мотрук)

Три стави є поблизу Географічного стаціонару Львівського національного університету імені Івана Франка. Форма їхніх плес округла, 15-20 м ширина і довжина, глибини не перевищують 1 м.

Найбільшим на території Чорногоріського масиву є став у с. Бистрець у долині однойменної річки. Довжина водойми становить 88 м, ширина – 37 м, глибина – більше 1 м [58].

Ще один став (довжина 38 м, ширина 12 м та глибина до 2 м) створено на початку 2009 р. на хуторі Бангоф (долина р. Шибений) [58].

У басейні р. Полумистий (ліва притока р. Прутець Чемигівський, басейн Прута) на території с. Микуличин Яремчанської ТГ була низка невеликих ставків, за що місцевість назвали «Стави».

Окрім того у межах Ямнянського ПНДВ у перші роки існування Парку на безіменному струмку (права притока р. Прут) був каскад ставів (3 шт.) загальною площею 2 га, яку використовували для риборозведення. Невеличка штучна водойма площею близько 1000 м² є на території транспортної ділянки Карпатського НПП у с. Микуличин.

Невеликі ставки (площа близько 600 м²) є на території науково-дослідного розплідника диких видів тварин Карпатського НПП (м. Яремче) та біля форельного господарства (площа близько 100 м²) (рис. 5.25).



А



Б

Рис. 5.25. Ставок на території науково-дослідного розплідника диких видів тварин (А) та біля форельного господарства (Б) (знімання з квадрокоптера, 05.03.2024, автор – Ю.Б. Мотрук)

Вивчаючи природу Карпат як геологічні пам'ятки у 60-х роках минулого сторіччя М.Ю. Федущак (1966) згадує серед усього іншого озеро з високими крутими берегами, що розташоване у мікрорайоні Ямна Яремчанської міської ради (біля 4 кварталу Ямнянського ПНДВ Карпатського НПП). Сьогодні від нього залишилась лише улоговина.

На північ від озера розташований ставок площею близько 2000 м², який живився за рахунок стоку води з джерела, розташованого у його північно-західній частині (рис. 5.26.Б). Ще на початку 2000-х років водойма була повноводною. Сьогодні гребля ставка частково зруйнована, водойма сильно обміліла, заросла, перетворюючись на болото (рис. 5.26.А).



А



Б

Рис. 5.26. Озеро у мікрорайоні Ямна (м. Яремче) (А) та природне водне джерело, що його живить (Б) (фото 30.01.2025, автор – Р.Л. Кравчинський)

Сьогодні поблизу м. Яремче, с. Микуличин, с. Татарів, селища Ворохта знаходиться низка штучних водойм (ставів), що використовуються для вирощування риб.

Загати-кляузи. Лісове господарство було основним видом господарської діяльності у Карпатському регіоні. Часто деревину транспортували водними шляхами, у Східних Карпатах – це р. Прут та її притоки.

Спочатку сплавлення лісу проводилося лише під час проходження весняного водопілля, спричиненого таненням снігу.

У XVIII ст. для забезпечення транспортування деревини протягом більшої частини року почали створювати спеціальні інженерні споруди (загати), так звані, кляузи (кляузи) [102]. Вище кляузи утворювалося водосховище, на якому формували плоти. До сьогоднішнього часу ці споруди не збереглися.

У місцях, прилеглих до сучасної території Карпатського НПП у басейні р. Черемошу функціонували 5 загат-кляуз: дві – на р. Шибенка; одна – на р. Дземброня, одна – на р. Бистрець [102] та одна – у верхній течії р. Прутець Чемигівський (рис. 5.27).

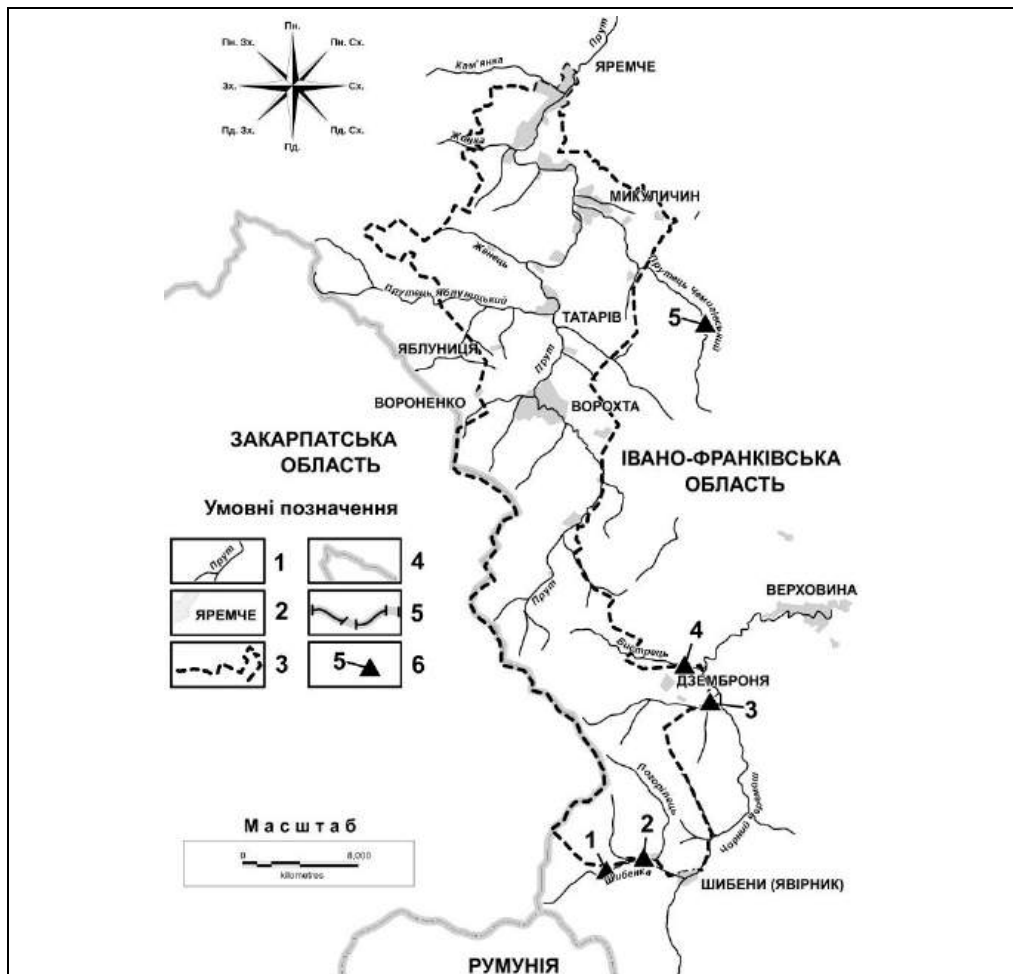


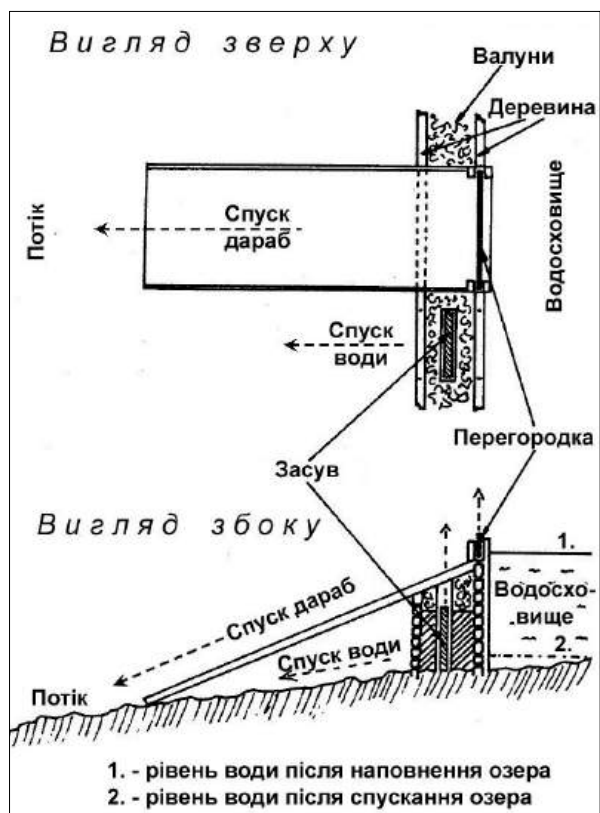
Рис. 5.27. Схема розташування загат-кляуз на прилеглих до Карпатського НПП територіях:

1 – річка та її назва; 2 – населений пункт; 3 – межі Карпатського НПП; 4 – межі адміністративних областей України; 5 – державний кордон України; 6 – місця розташування кляуз: 1 – кляуза Шибене II на р. Шибенка; 2 – кляуза Шибене I на р. Шибенка; 3 – кляуза на р. Бистрець; 4 – кляуза на р. Дземброня; 5 – кляуза на р. Прутець Чемигівський

Кляуза Шибене I (номер 2 на картосхемі) – наскрізне, що закриває найбільше водосховище Східних Карпат, у тому числі природне зсувне озеро на р. Шибенка місткістю 420 тис. м³; висота греблі сягала 25 м, а довжина 80 м.

Кляуза Шибене II (номер 1 на картосхемі) – також називається Раґешик або Ізвір від назв приток р. Шибенки.

Кляузи, зазвичай, мали вигляд подвійної дерев'яної стіни, заповненої камінням і належним чином укріплені. Розміщувалася поперек русла гірського потоку спричиняючи його перегородження та створення водосховища. Кляуза мала два отвори (шлюзи), один нижній – проходження через греблю, закриту на потужний дерев'яний засув. Другий – верхній на греблі – широкі ворота трохи нижче найвищого рівня води (рис. 5.28) [97].



А



Б



В

Рис. 5.28. Принцип роботи кляузи на р. Шибенка, її вигляд у перші роки створення (А) (фото 1937 р., автор – невідомий); вигляд у 90-х роках (Б) (автор – Andrzej Ruszczak, 1993) та сучасний вигляд (В) (фото 2017)

Кляузи діяли періодично. Заповнення водою займало тривалий час, залежно від погоди, тобто посухи чи дощу. Тим часом підготовлену деревину, призначену для водного транспортування, перевозили кіньми до водойми. Коли вода у водосховищі сягала достатнього рівня – будували плоті, які називалися дарабами. Коли водойма наповнювалась у достатній мірі, відкривали шлюзи і плоті з плотогонами водним потоком транспортувались далі по руслу річки.

При цьому нижній отвір поступово відкривався, що викликало значне підвищення рівня води і бурхливу течію, яка швидко несла воду. Так тривало до повного виснаження обсягу водосховища. Цього достатньо, щоб плоти з деревиною зайшли далеко «в глибші води річок» [97].

Окрім кляуз для сплавлення деревини на р. Прут і р. Піги (права притока р. Прут, с. Татарів) до 1876 р. було побудовано водосховища. На Пруті для сплаву зв'язували по 8-10 стовбурів довжиною 6-8 м [33].

В сучасній Україні лісосплав на водних об'єктах заборонено Водним кодексом України (стаття 54). Останній пліт з лісом по р. Черемош пройшов у 1979 р. На інших карпатських річках лісосплав припинився ще раніше.

Поперечні штучні споруди в руслі річки можуть порушувати неперервність потоку води та руху наносів, міграції риб та інших гідробіонтів. Тому за цим критерієм ризику недосагнення екологічних цілей оцінюються за трьома рангами [57]:

- *без ризику* – відсутність поперечних штучних бар'єрів в руслі або є бар'єри, які обладнані рибоходом, що функціонує та забезпечує міграцію риби;

- *можливо під ризиком* – відсутня достовірна інформація щодо функціонування рибоходу

- *під ризиком* – один або декілька поперечних штучних бар'єрів в руслі без рибоходів.

Наявність водосховищ та ставків тим чи іншим чином впливають на регулювання стоку річки тому ризику недосагнення екологічних цілей оцінюються за градацією [57]:

- *без ризику* – довжина зони підпору менше 1000 м або сумарна довжина декількох підпорів менше 10% загальної довжини масиву поверхневих вод;

- *можливо під ризиком* – немає достовірної інформації щодо довжини зони підпору або сумарна довжина декількох підпорів 10-30% загальної довжини масиву поверхневих вод;

- *під ризиком* – довжина зони підпору понад 1000 м або сумарна довжина декількох підпорів більше 30% від загальної довжини МПВ.

Коливання рівнів води нижче поперечних штучних споруд у руслі можуть впливати наступним чином [57]:

- *без ризику* – добові коливання рівнів води відсутні або не перевищують 0,5 м протягом більшої частини року;

- *можливо під ризиком* – немає достовірної інформації про коливання рівнів води;

- *під ризиком* – добові коливання рівнів води перевищують 0,5 м протягом більшої частини року. Межами масиву поверхневих вод є нижній б'єф споруди та місце нижче за течією, де величина коливання зменшується щонайменше на 70%.

5.6. Природні водні джерела

Водне джерело – природний вихід підземних вод на денну поверхню або під водою (підводне джерело). Джерела разом із підземними водами є важливою складовою водного фонду України.

Значення джерел у житті людини визначається низкою умов:

особливостями формування, походженням, розташуванням, фізико-хімічними та динамічними властивостями води тощо.

Дослідження природних водних джерел є актуальним, а у деяких випадках і критично важливим з огляду на низку їх особливостей. На практиці водні джерела розглядають як індикатор гідрогеологічний, геолого-тектонічний, кліматичний, екологічний [39], як гідрологічний фактор, бальнеологічний, туристично-рекреаційний, використовується для забезпечення господарсько-питних потреб і часто є об'єктом охорони.

У зв'язку з активізацією небезпечних природних явищ у Карпатах 23 червня 2020 р. (через інтенсивне випадання атмосферних опадів) дослідження джерел проводиться для вивчення ризиків зсувних процесів.

Вихід підземних вод на поверхню обумовлений трьома пов'язаними між собою чинниками:

1) розчленованістю місцевості, тобто перетином водоносних горизонтів ерозійними та іншими негативними формами сучасного рельєфу – річковими долинами, балками, ярами озерними улоговинами тощо;

2) структурно-геологічною будовою місцевості, тобто наявністю плікативних та диз'юнктивних дислокацій (відкритих тектонічних тріщин, зон тектонічних порушень, антиклінальних складок з порушеними склепіннями, крилами тощо);

3) наявністю в районі інтрузій та дачок, у зонах контактів яких з осадовими породами можуть утворюватись відкриті тріщини, що відводять на поверхню підземні води. Крім того, в осадових породах, у самих інтрузіях та дайках по тріщинах також можуть виходити на поверхню підземні води.

Сукупність геолого-гідрогеологічних, кліматичних та ландшафтно-геоморфологічних особливостей на території Карпатського НПП створили умови для поширення тут виходів підземних вод на поверхню та формування джерел.

Майже всі природні водні джерела на території Карпатського НПП є прісними (мінералізація води – до 1000 мг/дм^3), з незначними та досить мінливими під впливом гідрометеорологічних умов дебітами (від $0,12\text{--}0,3 \text{ дм}^3/\text{хв}$ до $2,4\text{--}4,8 \text{ дм}^3/\text{хв}$), «холодними» – за температурним режимом води ($4,6\text{--}19,5^\circ\text{C}$).

За мінералізацію води більшість природних джерел на території Карпатського НПП (близько 90 %) знаходиться у діапазоні «дуже прісні» та «нормально прісні» ($30\text{--}500 \text{ мг/дм}^3$).

Зустрічаються джерела й з дуже низьким вмістом солей – «найпрісніші» ($10\text{--}30 \text{ мг/дм}^3$), а подекуди й «надпрісні» з мінералізацією менше 10 мг/дм^3 . Такий низький рівень мінералізації джерельної води відповідає нормам регіонального природного фону вмісту солей в незабруднених атмосферних опадах, який в планетарному масштабі відслідковується Глобальною службою атмосфери ВМО (WMO/GAW).

Деякі з досліджених природних джерел за мінералізацією води належать до «пріснуватих» ($500\text{--}1000 \text{ мг/дм}^3$), ще рідше – до «слабкосолонуватих» ($1000\text{--}3000 \text{ мг/дм}^3$). Зустрічаються природні джерела зі специфічними показниками хімічного складу води (із запахом сірководню, підвищеним вмістом заліза, значенням рН, мінералізації води тощо), гідрологічного режиму (сезонні, тимчасові, пересихаючі) та ін.

Біля санаторію-профілакторію «Яремче» є джерело мінеральної води, хімічний склад якої близький до «Моршинської», поблизу туристично-

оздоровчого комплексу «Водограй» (м. Яремче) знаходиться природне джерело сірководневої мінеральної води. Такого ж типу джерела є у м. Яремче (на вул. Дачна), у с. Татарів, селищі Ворохта, с. Вороненко.

У цілому, природні водні джерела, що розташовані на території Карпатського НПП, мають добрі характеристики з якості води. Проте на ділянках без вилучення (території населених пунктів) подекуди у джерельній воді відзначається підвищений вміст органічних речовин.

Історія вивчення джерел на нинішній території Карпатського НПП.

Дослідження особливостей поширення джерел у регіоні сягає понад сотню років і пов'язані з розвитком рекреаційно-туристичного комплексу, який швидкими темпами розвивався наприкінці XIX початку XX ст. (ця територія входила до складу Австро-Угорщини – до 1918 р., Польщі – 1921-1939 рр., з 1939 р. – України).

Перші наукові дослідження джерел проводилися в межах масиву Чорногора та пов'язані з іменами австрійських геологів (К. Пауль, Е. Тітце, 1877), польських учених (М. Ломницький, 1879, С. Вейгель, 1885, С. Павловський, 1915; Гассіоровські, 1906; Л. Савицький, 1911; Г. Запалович, 1912, Б. Свидерські, 1938 та ін., 1961 та ін.).

Привертає увагу монографія «Геоморфологія Чорногори» (ориг. – «Geomorfologia Czarnohory») (1937) польського вченого Б. Свидерські (B. Swiderski) з картою поширення джерел (рис. 5.29).

Значна кількість продуктів вивітрювання, морен та уламкових відкладень навколо північно-західних схилів Чорногорського масиву визначає характер місцевого дренажу, чим свідчить розподіл джерел. Круті схили та стіни вихідних котлів та нижніх амфітеатрів, як правило, позбавлені постійної дегідратації поверхні та, як наслідок, безперервних лінійних ерозійних явищ. У цій зоні вона виникає лише періодично під час снігопадів та особливо рясних атмосферних опадів. Виходи природних водних джерел на поверхню пов'язані:

1) з грубими уламками вивітрювання на доделювальних височинах, серед реліктів пліоценових долин і на не еродованих льодовиком схилах;

2) з підніжжям конусу виносу і скидання на днищах карів та амфітеатрів;

3) з відкладами стадіальних морен;

4) з зсувними районами.

У першому випадку джерела особливо часто виходять на верхній межі напівзруйнованого підрізу схилів або вище за цю зону, без чіткого зв'язку з глибокою скельною структурою.

У другому – зоною виходу водоносних горизонтів на денну поверхню є основи амфітеатрів та карових долин у нижній частині конусів виносу та накопичення на рівні плоских заторфованих ділянок. Головним чином, у цих місцях бере початок постійний поверхневий дренаж верхніх частин Чорногорських долин та посилення впливу лінійної ерозії. Частина води, що накопичується на цих ділянках або льодовикових заглибленнях, просочується крізь морену вздовж долин і знаходить гирло серед стадіальних морен.

Третій тип – особливо рясні джерела – це ділянки зсувів, де відбувається вихід води на денну поверхню біля підніжжя мас, які вже зсунулись. У межах сідловин і сильноспадиистих схилів, складеними тонкоритмічним пісковиком-аргілітовим флішем виходять джерела підземних вод мочажинного типу які дають початок р. Прут і її притокам.

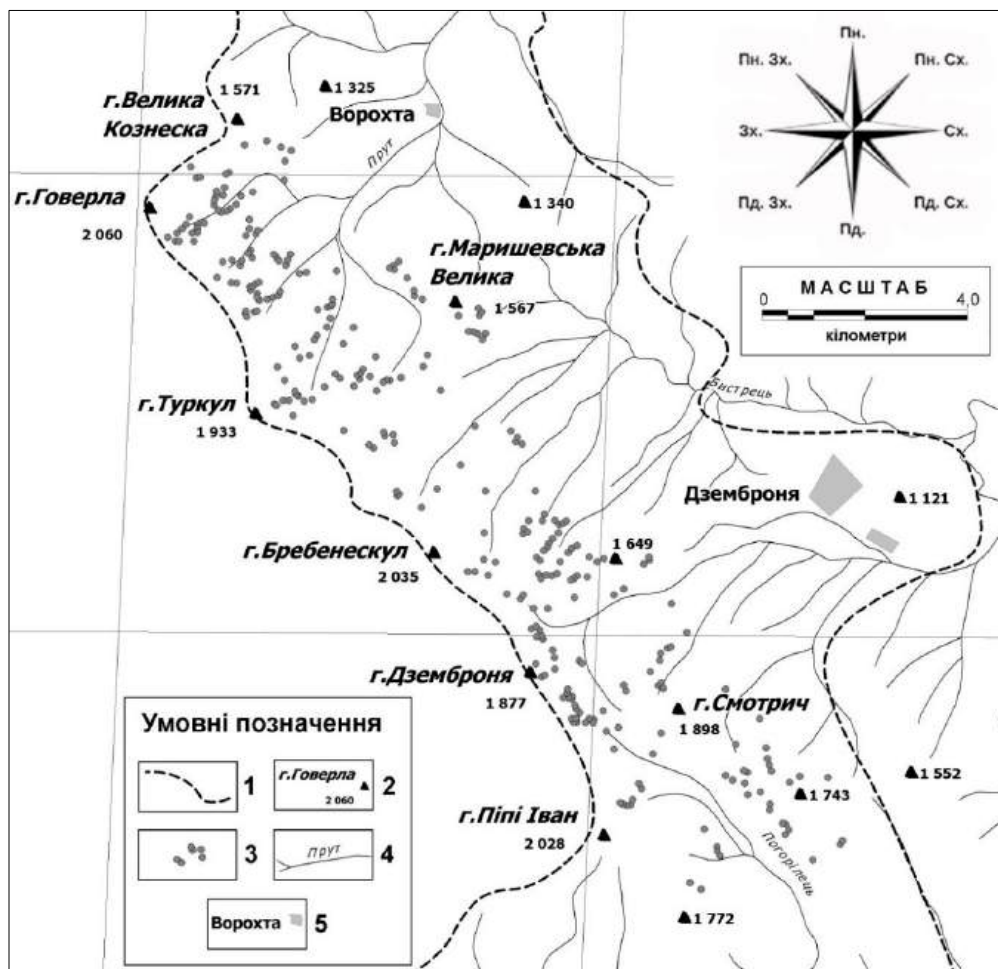


Рис. 5.29. Схема розташування водних джерел на території Карпатського НПП у межах Чорногірського масиву:

1 – межі Карпатського НПП; **2** – гірська вершина, її назва та абсолютна висота; **3** – водні джерела; **4** – гідрографічна мережа; **5** – населений пункт та його назва

Робота з інвентаризації джерел на території Карпатського НПП набула нового імпульсу у 80-х роках ХХ ст. за участю працівників тоді нещодавно створеного Карпатського державного природного національного парку М.Б. Шпільчака, М.М. Клапчука та ін. Було встановлено кількість джерел за лісництвами (нинішні природоохоронні науково-дослідні відділення – ПНДВ): Яремчанське – 34 шт.; Ямнянське – 73 шт.; Підліснівське – 87 шт.; Женецьке – 37 шт.; Татарівське – 24 шт.; Яблуницьке – 35 шт.; Ворохтянське – 126 шт.; Вороненківське – 65 шт.; Говерлянське – 36 шт.; Бистрецьке – 38 шт.; Високогірне – 37 шт.; Чорногірське – 60 шт. [49].

У 1991-1993 рр. у районі м. Яремче гідрогеологічними дослідженнями (у тому числі вивченням джерел) займалися фахівці Львівської геологорозвідувальної експедиції «Західукргеологія» (керівник – М.Б. Охитва).

У період 2005-2006 рр. співробітники Івано-Франківського державного медичного університету та Карпатського НПП проводили спільні дослідження фізико-хімічного складу води деяких місцевих джерел.

У 2011 р. вивченням хімічного складу деяких джерел (зокрема у селищі Ворохта та мікрорайоні Ямна у м. Яремче) займалися фахівці Інституту геологічних наук НАН України, а також Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України. У цей же період співробітниками Карпатського НПП було розпочато детальніші роботи з комплексного обстеження (інвентаризації та обліку) основних джерел, розташованих на території Парку та прилеглих ділянок.

Важливим науковим узагальненням стала видана в 2019 р. монографія «Моніторингові дослідження джерел на території Карпатського національного природного парку» (Р.Л. Кравчинський, В.К. Хільчевський, М.В. Корчемлюк, О.М. Стефурак), в якій зроблено акцент на методичні засади моніторингу джерел [41].

За період 2011-2019 рр. проведено близько 40 експедицій з дослідження джерел, розташованих у трьох основних природних комплексах на території Карпатського НПП: Скибові Горгани (Горґани), Ясинсько-Верховинська міжгірська улоговина та масив Чорногора. У гідрологічному аспекті – це басейн р. Прут.

Моніторинговими обстеженнями було охоплено близько 300 джерел за наступними ПНДВ: Яремчанське – 28 шт.; Ямнянське – 37 шт.; Підліснівське – 18 шт.; Женецьке – 14 шт.; Татарівське – 23 шт.; Ворохтянське – 26 шт.; Вороненківське – 12 шт.; Говерлянське – 142 шт.

Методичні основи дослідження природних водних джерел. Вивчення природних водних джерел відноситься до комплексу гідрологічних досліджень, що проводяться у заповідниках та національних природних парках України.

Відповідно до програми Літопису природи за наявності виходів ґрунтових вод на денну поверхню фахівці подають схему розташування джерел, характеризують геоморфологічні умови цієї ділянки території, склад гірських порід, характеризують рослинні угруповання, в яких знаходяться відповідні об'єкти досліджень.

У різних країнах світу дослідження природних водних джерел мають свою програму з чітко визначеною ієрархічною структурою. Методологічні принципи зводяться до реалізації основної мети, якою є визначення: загального стану джерела (ресурсний потенціал, хімічний склад та якість води); його зв'язки з компонентами навколишнього природного середовища; перспективи існування джерела (визначення основних ризиків, які можуть спричинити його стан).

Основні методичні аспекти моніторингу джерел за етапами такі (рис. 5.30):

- 1) збір наявної інформації про джерела;
- 2) польові обстеження першого рівня (опис джерел та картографування);
- 3) польові обстеження другого рівня (вимірювання дебітів та відбір проб води на хімічний аналіз);
- 4) регулярні спостереження на еталонних джерелах (базовий моніторинг).

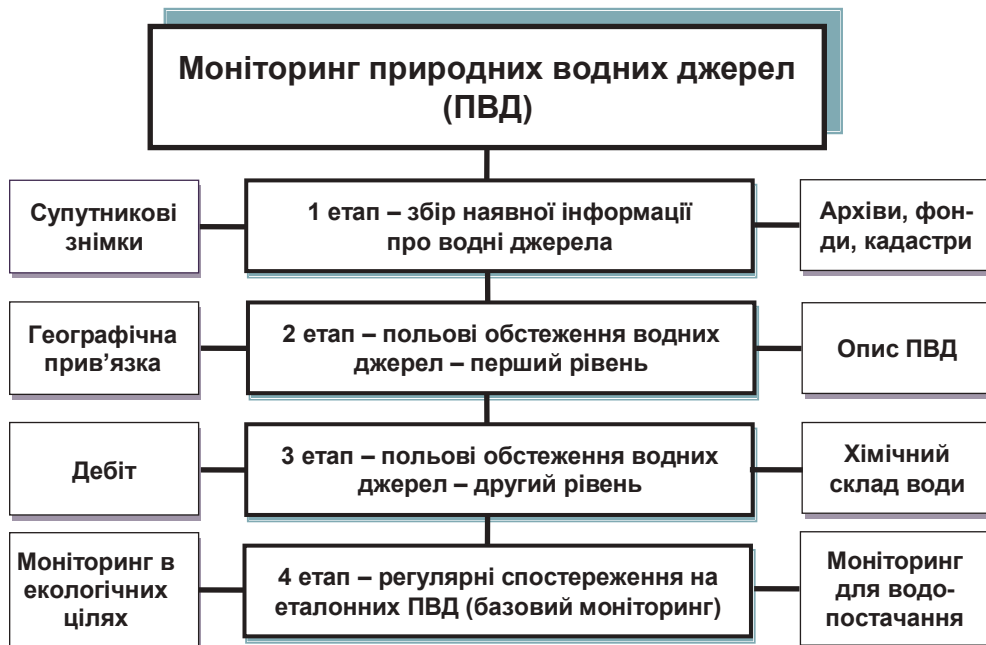


Рис. 5.30. Блок-схема основних етапів та послідовність моніторингу природних водних джерел на території Карпатського НПП

1 етап моніторингу – збір наявної інформації – передбачає формування єдиної бази даних щодо поширення природних водних джерел на основі аналізу усіх доступних матеріалів (кадастрових, архівних, картографічних, опублікованих, космічних знімків та інших).

При дослідженні водних джерел у Карпатському НПП використовувався регіональний підхід – у межах природоохоронних науково-дослідних відділень. Систематизувалися дані, надані інспекторами відповідних лісових обходів у межах природоохоронних науково-дослідних відділень.

При цьому складалися відповідні таблиці із зазначенням номера природного джерела та його орієнтовного місця розташування. Описово-рекогносцерувальні дослідження рекомендується супроводжувати фотофіксацією водних джерел та прилеглої території (рис. 5.31).

2 етап моніторингу – польові обстеження другого рівня – має на меті здійснення географічної прив'язки (визначення точних координат об'єкта на місцевості) та нанесення на картографічні носії (планшети, картосхеми, плани місцевості тощо) безпосереднього місцезнаходження основних природних водних джерел і проведення описово-рекогносцерувальних робіт на локальних ділянках.

Для дослідження фізико-географічних характеристик джерела (положення, географічні координати, абсолютні відмітки тощо) використовуються як класичні засоби – картографічні матеріали (дрібномасштабні топографічні карти, картосхеми тощо), так і сучасні системи глобального позиціонування (GPS).



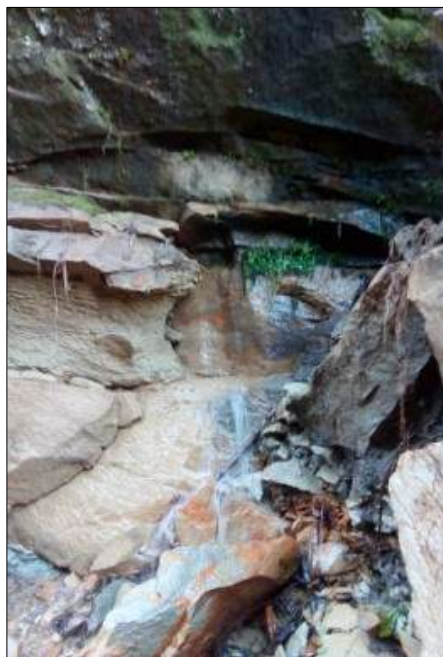
А



Б



В



Г

Рис. 5.31. Фотофіксація різних типів водних джерел на території Карпатського НПП та прилеглих територій: А – у лісовому масиві (Говерлянське ПНДВ); Б – на луках (с. Микуличин, місцевість Кісний); В – прирічкове джерело (лівий берег струмка Кісний); Г – джерело скельного типу (лівий берег струмка Пічний)

У загальному описі вказується положення джерела по відношенню до найближчого населеного пункту, струмка, річки, озера. Зазначається елемент рельєфу, на якому зафіксовано вихід джерела (гора, пагорб, луг, полонина, берег річки чи озера).

При проведенні польового обстеження першого рівня первинна база даних, що формується на початковому етапі моніторингових досліджень, часто корегується і доповнюється. При цьому проводяться дослідження окремих водних джерел, що знаходяться як на території парку так і на суміжних земельних ділянках.

3 етап моніторингу – польові обстеження другого рівня – має завданням *визначення дебіту природних водних джерел та фізико-хімічних показників води*, що стануть базовими для майбутніх досліджень. Часто другий етап польових обстежень поєднується з третім.

Визначення дебіту водних джерел. Дебіт (англ. spring discharges, spring yield) або витрата ($Q_{дж.}$) є основною характеристикою, що визначає продуктивність або потенціал водного джерела і визначається як кількість води ($V_{дж.}$), що витікає з підземних горизонтів на денну поверхню за одиницю часу (T).

Математично дебіт водного джерела виражається як і витрата води водотоку за формулою:

$$Q_{дж.} = \frac{V_{дж.}}{T} \quad (5.7)$$

Потенціал точкового стоку (джерела) у порівнянні з витратами води річок незначні. Тому за одиницю об'єму прийнято брати квадратні дециметри ($дм^3$), інколи – літри (л) або мілілітри (мл), рідше – квадратні метри ($м^3$), а величина самого дебіту виражається у $дм^3/с$, $дм^3/год$, $м^3/добу$ тощо.

Існує низка методів для визначення $Q_{дж.}$. Найбільш популярний і простий спосіб дослідження точкового стоку – *об'ємний*. Суть його полягає в акумуляції усієї води, що виходить із джерела у мірній посудині (відро, контейнер, пляшка, мірна посудина тощо) і фіксуванні часу її наповнення. Такий вид робіт необхідно проводити удвох: одна людина слідкує за наповненням посудини, інша – фіксує час події (рис. 5.32).

Вимірювання слід проводити щонайменше двічі, а при значній різниці отриманих результатів – більше; за характеристику $Q_{дж.}$ беруть середнє арифметичне значення.

Існують й інші методи визначення дебіту водних джерел – метод геометричного аналізу водного потоку, рекуперативного тестування безстічного водного джерела, використання водозливів, метод поплавка, водобалансовий метод, а також візуальна оцінка. Проте вони менш використовуються на практиці і детально описані у праці [41].

Визначення фізико-хімічних показників води. Оцінювання фізичних параметрів і хімічного складу води джерел проводиться так як і масивів поверхневих вод (річкових та озерних) та детально описано у розділі 6 та у праці [41].



Природне джерело Яремчанського природоохоронного науково- дослідного відділення

Вода джерела за йонно-хімічним складом відноситься до сульфатно-гідрокарбонатної кальцієво-магнієвого типу. За ступенем мінералізації вода відноситься до слабо мінералізованих і містить біля 2 г солей у літрі води, має лужну реакцію ($\text{pH} \approx 10$). За кількістю розчинених мінеральних речовин та вмістом біологічних компонентів вона відноситься до лікувально-столової.

Наявність гідрокарбонатних йонів сприяє кращому засвоєнню макро- і мікроелементів. Потрапляючи в шлунок, гідрокарбонати стимулюють секреторну діяльність шлунку. Окрім того, маючи лужний ефект, вона є помічною при хронічному гастриті з підвищеною кислотністю, виразковій хворобі шлунку і дванадцятипалої кишки. Вона очищає шлунок і сечові шляхи, знімає запалення при хворобах печінки і жовчовивідних шляхів.

Наявність сульфатного йону має здатність стимулювати моторику кишківника і жовчного міхура. Така вода сприяє активації процесів окислення в організмі, поліпшує відтік жовчі, перешкоджає утворенню каменів в жовчному міхурі. Вода містить необхідні для організму біогенні елементи та мікроелементи, має хороші органолептичні властивості.

Для застосування з ціллю профілактики і лікування потребує індивідуальної консультації лікаря.

Рис. 5.32. Дослідження природного водного джерела на території Яремчанського ПНДВ

4 етап моніторингу – базовий моніторинг – передбачає організацію і проведення на постійній основі регулярних спостережень на обраних еталонних природних водних джерелах для екологічних цілей. Кількість замірів і відбору проб води при екологічному моніторингу прив'язується до гідрологічних фаз (весняна повінь, літньо-осіння межень, зимова межень).

Моніторинг для практичних цілей – епізодичного обстеження природних водних джерел при польових дослідженнях буває недостатньо для виявлення його продуктивності, наприклад, для водопостачання. Адже дебіт води, температура та якість води можуть змінюватися упродовж року особливо для джерел, що живляться ґрунтовими водами, а інколи й упродовж низки років (сухіших або ж вологіших).

У цьому випадку треба виконати стаціонарні спостереження за природними водними джерелами з періодичністю 1-2 рази на місяць або через 2-3 місяці, залежно від обставин. У кожному випадку необхідно дослідити параметри джерела, що схильні до змін: дебіт, температура, хімічний склад води.

Досвід вивчення водних джерел у Польщі відмічає оптимальну періодичність вимірювання фізико-хімічних параметрів природного об'єкта 1 раз на тиждень – у понеділок о 8 годині ранку.

Дані стаціонарних спостережень потрібно співставляти з метеорологічними матеріалами, а також з гідрологічними даними по стоку річки, що живиться за рахунок водних джерел даного району. Аналіз усіх цих даних з геологічною будовою місцевості та з областю живлення даного водоносного горизонту може прояснити умови стабільності або мінливості дебіту та хімічного складу води досліджуваного джерела (рис. 5.33).

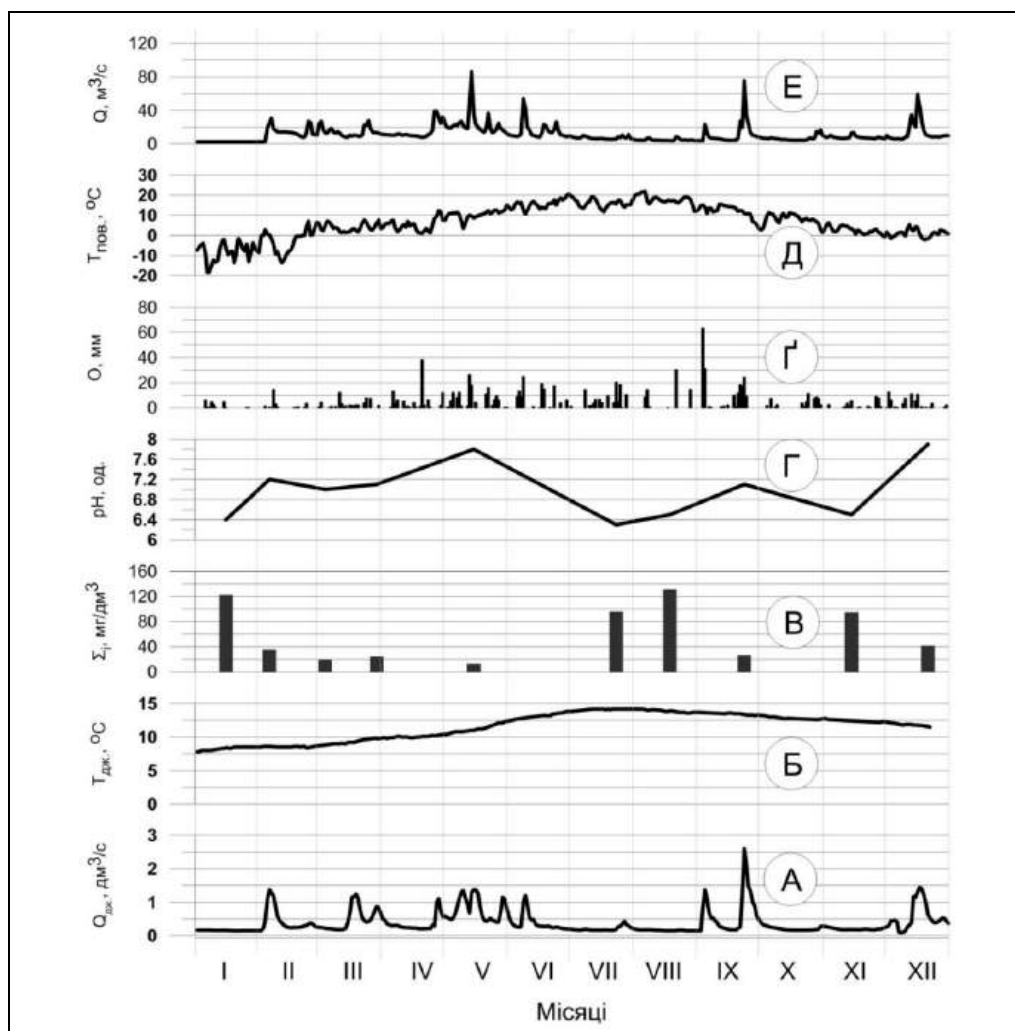


Рис. 5.33. Комплексний графік режиму водного джерела у с. Микуличин (2017 р.): А – дебіт водного джерела ($Q_{дж.}$, $дм^3/с$); Б – температура води (T , $^{\circ}C$); В – загальна мінералізація води (Σi , $мг/дм^3$); Г – величина водневого показника (рН); Г, Д – кількість опадів (О, мм) та температура повітря ($T_{пов.}$, $^{\circ}C$); у м. Яремче; Е – витрати води р. Прут у м. Яремче (Q , $м^3/с$)

При рекомендації природного водного джерела для постійного водопостачання того чи іншого об'єкта (домогосподарства, рекреаційного об'єкта) експлуатаційний дебіт джерела обґрунтовується за даними коливань його за кілька років, а при відсутності таких даних приймається мінімальний дебіт, встановлений за сезонний (літній і зимовий) або річний періоди спостережень.

Джерела досить чутливі до змін, що відбуваються у навколишньому природному середовищі. На тлі глобальних кліматичних змін виникають реальні ризики зміни режиму джерел або їх повне пересихання.

Крім того, за останні десятиліття людство значно розширило видобуток підземних вод у всьому світі. Рівень води в більшості товщах гірських порід, що містять підземні води, відомих як водоносні горизонти, різко знизився майже скрізь у світі з 1980 р. А з 2000 р. це скорочення запасів підземних вод прискорилося. Наслідки найбільш виражені у водоносних горизонтах у посушливих регіонах світу, включаючи Каліфорнію та Високі рівнини в США, а також Іспанію, Іран та Австралію (S. Jasechko et. al., 2024).

Зменшення джерельного стоку спостерігається починаючи з 60-70-х рр. XX ст. у різних куточках світу – Китаї (джерело Нянзігуан), США (джерела Бокс Каньйон, штат Айдахо), у Польщі (с. Ваволниця, Пулавський повіт, Люблінське воєводство) і т.д. У межах Карпатського НПП така тенденція рідко, але все ж таки відзначається з другої половини 90-х років. XX ст [41].

5.7. Болота. Водно-болотні угіддя

Болота – це специфічні утворення, які містять воду. Як вже відзначалося в розд. 5.1, згідно з Водним кодексом України, болота не належать до водних об'єктів.

Болотами називають надмірно зволожені ділянки земної поверхні, на яких зростає специфічна вологолюбна рослинність, розвивається болотний тип ґрунтоутворення, і зазвичай присутній шар торфу потужністю понад 30 см. Залежно від умов водно-мінерального живлення, типу торфового покладу і характеру рослинності, розрізняють низинні (евтрофні), верхові (оліготрофні) та перехідні (мезотрофні) болота [8].

Болота, як компоненти природи, завжди привертали до себе увагу широке коло вчених-натуралістів – біологів, геологів, гідрологів, ґрунтознавців та ін.

Історія досліджень боліт Східних Карпат сягає близько 100 років. Вивченням цих природних об'єктів займались низка польських та українських науковців (Lublinerowna, 1928; Kozij, 1932, 1934; Pawlowski, 1937).

Систематичніші дослідження почалися після Другої світової війни, за участі української науковиці-геоботаніка Є.М. Брадїс (1951), а згодом її учнів і колег (Т.Л. Андрієнко, 1968, 1969, 1971; М.І. Лихобабіна, 1969). Окремі болота було описано В.І. Комендаром та С.З. Федором (1960),

Ю.Р. Шеляг-Сосонко (1965) [2].

Сьогодні важливу роль у вивченні карпатських боліт здійснюють фахівці Ужгородського національного університету, Полтавського державного педагогічного університету, Львівського національного університету імені Івана Франка, Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України, Інституту екології Карпат НАН України та Карпатського НПП.

За останні роки у науковій літературі зустрічаються результати детальних досліджень торфового болота Гропа, мінеротрофного болота у с. Явірник (с. Шибере) біля р. Шибенка, болота в урочищі Кізі-Улоги та ін.

Болота та водно-болотні угіддя виконують низку важливих геоecологічних функцій [8]:

1) *Збереження біорізноманіття* – на болотах гніздяться і харчуються значна кількість птахів. Продуктивність болотних екосистем визначається найвищою ефективністю фотосинтетичної активності рослин, коли утворена біомаса служить кормом для багатьох водних і наземних організмів.

2) *Підтримувальна* – болота підтримують водний режим в суміжних біоценозах. Малі річки, струмки і притоки великих річок часто беруть свій початок у верхових болотах.

3) *Протиерозійна* – болота сповільнюють поверхневий стік і таким чином запобігають водній ерозії. Болотяна рослинність убезпечує ґрунти від берегової ерозії декількома шляхами: кореневими системами рослин, що укріплюють берег, зниженням впливу паводкових потоків і зниженням швидкості течії.

4) *Акумулятивна* – болота є резервуарами, які запасують і поступово віддають воду, коли у цьому виникає потреба. Так вони сприяють високій продуктивності лісів, урожайності сіна і очерету.

5) *Противаводкова* – уловлюючи надлишки паводкових вод і сповільнюючи потоки води, болота віддають затриману воду поступово і таким чином здійснюють паводковий контроль, оскільки піки паводку з приток не досягають основного водотоку одночасно.

6) *Очисна* – болота відбирають з води біогенні речовини, особливо азот і фосфор, підтримуючи їхній рівень у нормі. Ефективне вилучення біогенних речовин з води убезпечує болотні екосистеми від евтрофікації.

7) *Кліматична* – болота є важливими осередками депонування парникових газів через акумуляцію вуглецю. Торф, як губка, вбирає воду в кількості до 90% свого об'єму і більш ніж на половину складається з органічного вуглецю.

8) *Ресурсна* – у болотах нагромаджується велика кількість торфу, який можна використовувати як добриво, на підстилку худобі, як паливо, у хімічній та харчовій промисловості, медицині тощо.

В Українських Карпатах болота трапляються у всіх геоморфологічних областях і представлені невеликими ділянками різних еколого-генетичних типів. Болотний фонд території Карпатського НПП [92] займає близько 0,03-0,04% території (11-16 га).

Наявність болотистих місцевостей проявляється у назвах місцевих природних об'єктів. Так, у селищі Ворохта є річка Болотиста (інша назва

– Ардзялужа) – права притока р. Прут, довжиною 5 км; тут же є потік Млачки (права притока р. Мариш, басейн р. Прут), назва якого походить від «млака», що значить «болотиста місцевість». У с. Микуличин є потік Багнишора, що дослівно перекладається як «багнувата» [7].

Опис низки боліт на північно-східному схилі Чорногори зробив видатний український вчений-біолог та ґрунтознавець Г.В. Козій (Kozij, 1932, 1934). Хоча основну увагу ним приділено пилковому аналізу, але разом з цим подана коротка характеристика рослинного покриву і будови покладу. Ці високогірні болота мають дуже малу площу і належать як до оліготрофного, так і до мезотрофного та евтрофного типів. Практичного значення вони не мають, але цікаві для дослідників своєрідністю.

Болота високогір'я Українських Карпат, в основному, зобов'язані своїм походженням ерозійній діяльності льодовика і зосереджені переважно в льодовикових цирках [2].

Невеликі за площею і глибиною залягання торфу болітця утворюються на дні западин. Їх живлення відбувається за рахунок затримання в низинах великих мас снігу протягом тривалого часу (іноді до червня-липня), стіканню в низини дощової води, а також за рахунок фільтрації ґрунтових й озерних вод крізь ґрунт вниз по схилах і поступленню води з русел потоків і струмків. Інший шлях утворення високогірних боліт - заростання сплавиною льодовикових озер і накопичення товстого шару озерних відкладів [5].

Типи боліт в Українських Карпатах. Т.Л. Андрієнко (1974 р.) виділила 4 типи боліт в Українських Карпатах:

1) *улоговинні (котловинні) болота льодовикового походження – у субальпійському поясі;*

2) *улоговинні болота лісового поясу;*

3) *висячі болота схилів;*

4) *присхилові болота.*

Улоговинні болота субальпійського поясу. Іноді опускаються в смугу рідколісся, пов'язані з льодовиковими озерами. Розташовані серед скупчень морени в льодовикових цирках і репрезентують собою сліди стародавнього заледеніння і часто розташовані амфітеатром. Характерними рисами боліт даного типу є рівна поверхня, переважання у рослинному покриві безлісних трав'яно-мохових угруповань, іноді з кущами гірської сосни – жерепа (*Pinus mughus*) наявність товщ гіпнового або сфагново-гіпнового торфів на дні покладів. Глибина покладів сильно варіює – від 1 до 6-8 м, площа боліт невелика – зазвичай близько кількох сотень квадратних метрів.

Серед котловинних боліт найбільшим є Цибульник (Чорногірський масив), яке розташоване у котлі на східних схилах г. Пожижевська і г. Брескул. Його довжина із заходу на схід сягає 280 м, із півдня на північ – 340 м. Висоти болота коливаються в межах 1370–1387 м н.р.м. Площа сягає близько 7,5 га.

Менша частина болота заросла сосною гірською, вільхою і вербами. Тіло болота оминає з південного боку Брескульський потік, посередині тече безіменний потік, декілька струмків стікають із лісистій частини г. Брескул. Глибина сфагнових торфів до озерного мулу найбільшою є у південній частині болота і сягає до 2,9 м.

Торфи у товщі болота Цибульник залягають до 3,1 м, від цього профілю й до 9,0 м – прошарок озерного мулу, від 9,0 й до 9,3 м залягає мул з гравієм. У північно-східній частині болота розташоване термальне джерело, яке не замерзає упродовж року. Температура води у ньому цілорічно становить 3–5°C [58].

Улоговинні болота верхнього та нижнього лісових поясів. Відзначені найчастіше у Ґорґанах, значно рідше – в інших частинах Карпат (на Полонинському хребті, у вулканічних Карпатах). Ці болота пов'язані з долинами гірських річок і знаходяться в улоговинах на схилах річкових терас. Характерними рисами боліт даного типу є їх опукла поверхня, наявність ярусу пригноблених дерев та шару деревного торфу на дні покладів. Всі ці болота оліготрофні чи мезотрофні. Глибина їх зазвичай 2-4 м, рідше до 6 м, площа найбільша серед боліт Карпат – зазвичай кілька га.

Висячі болота схилів. Ця група об'єднує болота, пов'язані з виходом природних водних джерел та струмками на гірських схилах, похил яких досягає 10-15°. Це наймолодші болота Карпат; всі вони знаходяться у евтрофній стадії. Кількість їх значна, але площа дуже мала – до кількох сотень м².

Присхиліві болота. Зустрічаються в Українських Карпатах долинам річок. Болота ці не ключові, вони займають вирівняні ділянки підніжжя схилів і розвиваються в умовах бідного мінерального живлення. Площа їх невелика. Замість гіпнового покриву на болотах такого типу часто зустрічається сфагновий. Однією з початкових стадій розвитку цих боліт є хвощово-сфагнова. Надалі ці угруповання змінюються осоково-сфагновими та пухово-сфагновими.

На одному з присхилівих боліт були сфагнові горби з рослинністю, близькою до мезотрофної. Сфагнові ділянки зазвичай розташовані безпосередньо біля схилів гір. На віддалених від схилів ділянках переважають осоково-пушицево-гіпнові ценози. Іноді на таких болотах зустрічаються окремі кущі вільхи сірої (*Alnus incana*). Шар торфу на болотах такого типу неглибокий (0,9 м) або зовсім відсутній [2].

Болото Рудяк. Природний об'єкт знаходиться у межах Ворохтянського ПНДВ, на лівому березі долини р. Прут в 4 км вище за течією від селища Ворохта. Живлення його відбувається здебільшого за рахунок атмосферних опадів, тому його найчастіше характеризують як верхове оліготрофне. За географічним та геоморфологічним принципом Рудяк відноситься до улоговинних боліт верхнього та нижнього лісових поясів.

Існують різні підходи до визначення його території: за одними даними площа болота становить близько 100 га, з урахуванням розмірів лісового виділу, де знаходиться болото; за іншими – лише близько 5 га, якщо виокремлювати лише так звану «туристичну» або «рекреаційну» частину, що знаходиться неподалік автомобільної дороги.

Глибина торф'яного покладу болота сягає 2,5-2,6 м (за деякими даними – 3 м). На усій протяжності поклад складений із оліготрофно-сфагнового торфу. Болото вкрите пригніченим ялиновим деревостаном V бонітету висотою 1-4 м [2] (рис. 5.34).



А



Б

Рис. 5.34. **Болото Рудяк:** **А** – відображення на космознімку Google Earth (знімок 2025); **Б** – загальний вигляд (фото 18.07.2023)

За рік Рудяк здатен увібрати у сім разів більше CO₂, ніж аналогічна площа лісу. Важлива гідрологічна функція болота полягає у водорегулюючій здатності: під час інтенсивних дощів чи відлиг воно здатне утримувати понад 1 млн тонн води, яка згодом поступово просочується у р. Прут, підживлюючи у меженний період.

Вивченням даного природного об'єкта займалися як польські науковці (B. Szafran, 1929) так і вітчизняні вчені (Г. Козій, 1934; О.І. Прядко, Л.О. Якушина, 1990; Т.Л. Андрієнко та ін., 1991).

Сьогодні періодичні ботанічні та ґрунтознавчі дослідження на болоті Рудяк проводять фахівці наукового відділу Карпатського НПП.

Рослинність болота представлена раритетними синтаксонами, що мають характер унікальних для Карпат угруповань північно-тайгового типу: асоціацією смеречини сфагнової – *Piceetum sphagnosum* та формацією сфагну рудого – *Sphagneta fusci* (асоціації: *Sphagnetum (fusci) andromedosum*, *S.(f.) ledosum*, *S.(f.) callunosum*, *S.(f.) empetrosom (nigrae)*, *S.(f.) oxycoccosum*, *S.(f.) caricosum*, *S.(f.) eriophorosum (vaginatii)*). що утворює з'єднані мохові бугри. У складі угруповань панують раритетні види рослин, у тому числі, занесені до Червоної книги України.

Ценотично стабільна асоціація *Piceetum sphagnosum* сформована в основному оліготрофними видами мохів: *Sphagnum fuscum*, *S. rubellum*, *S. magellanicum*. Лісова рослинність периферійних зон болота представлена 100-річним смерековим деревостаном (10См) з зімкненістю крон 0,3 та середньою висотою деревостану 10 м. У трав'яному ярусі, крім сфагнових мохів, спостерігаються бореальні оліготрофи-ацидофіли: *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Oxycoccus palustris*. *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia*,

Eriophorum vaginatum, місцями трапляється аркто-альпійський вид *Empetrum nigrum*. Раритетна компонента представлена аркто-альпійськими та монтанно-бореальними видами, що занесені до ЧКУ: *Huperzia selago*, *Carex pauciflora*, *Dactylorhiza majalis*, *Corallorhiza trifida*.

Тут також росте рідкісна у лісовому поясі водяника чорна, є куртини пальчатокорінника Фукса. На периферії болота Рудяк у березово-ялинковому заболоченому лісі на хвощеві-сфагновій ділянці з хвощем лісовим була виявлена куртина надзвичайно рідкісної орхідеї – коральковця тричі надрізаного [2].

Ряд асоціацій, що формують формацію *Sphagneta fusci* також займають мікроландшафти з наявністю суцільного потужної товщі торфу. У моховому ярусі панує *Sphagnum fuscum*, локально *S. rubellum* з домішкою *S. girgensohnii*, *S. magellanicum*, *S. recurvum*.

Таким чином, флористичне ядро утворене бореальними видами:

1-й ярус утворюють *Picea excelsa* (хвойні дерева, зокрема ялина звичайна) та *Betula pendula* (береза повисла);

2-й – *Andromeda polifolia* (андромеда ряснолиста), *Calluna vulgaris* (верес звичайний), іноді *Carex limosa* (осока багнова), *Eriophorum vaginatum* (пухівка піхвяста), *Vaccinium myrtillus* (чорниця звичайна);

3-й – *Drosera rotundifolia* (росичка круглолиста), *Empetrum nigrum* (водянка чорна), *Oxycoccus microcarpus* (журавлина дрібноплода), *O. palustris* (зозулинець болотний), *Vaccinium vitis-idaea* (брусниця);

4-й ярус – сфагнові мохи (100%).

На думку деяких вчених [2] раніше поблизу Рудяка існувало ще одне болото такого ж типу, але у зв'язку із розширенням селища воно було освоєне людиною і, як природний компонент, взагалі зникло.

У рамках реалізації проекту «Без кордонів: мережа природних маршрутів у Східних Карпатах» на болоті Рудяк встановлено навісний пішохідний місток, який убезпечує болото від витоптування (див. рис. 5.33).

Враховуючи унікальність цього болота як за утворенням, так і за рослинним покривом науковці Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України [70] відзначають доцільність включити даний природний об'єкт до зони абсолютної заповідності як пам'ятку природи.

Водно-болотні угіддя (ВБУ) міжнародного значення. «Водно-болотні угіддя є ресурсом, який має велике економічне, культурне, наукове та рекреаційне значення, втрата якого була б непоправною» – так понад 40 років тому було відзначено у «Рамсарській конвенції...» (1971 р.).

Особливості природних умов Карпатського НПП обумовила виділення тут низки унікальних і цінних об'єктів. У 2019 р. двом водно-болотним угіддям («Витоки р. Прут» та «Витоки р. Погорілець») надано міжнародного статусу та включення їх до списку територій, що охороняються Рамсарською конвенцією (рис. 5.35).

Рамсарська конвенція є першою глобальною угодою з охорони та збереження природних ресурсів. Її назва відображає початкову мету угоди – збереження водно-болотних угідь, як середовища для водоплавних птахів. Поступово мету Конвенції було розширено і зараз вона охоплює всі аспекти збереження та збалансованого використання водно-болотних екосистем, цінних для збереження біологічного різноманіття та забезпечення існування людини.

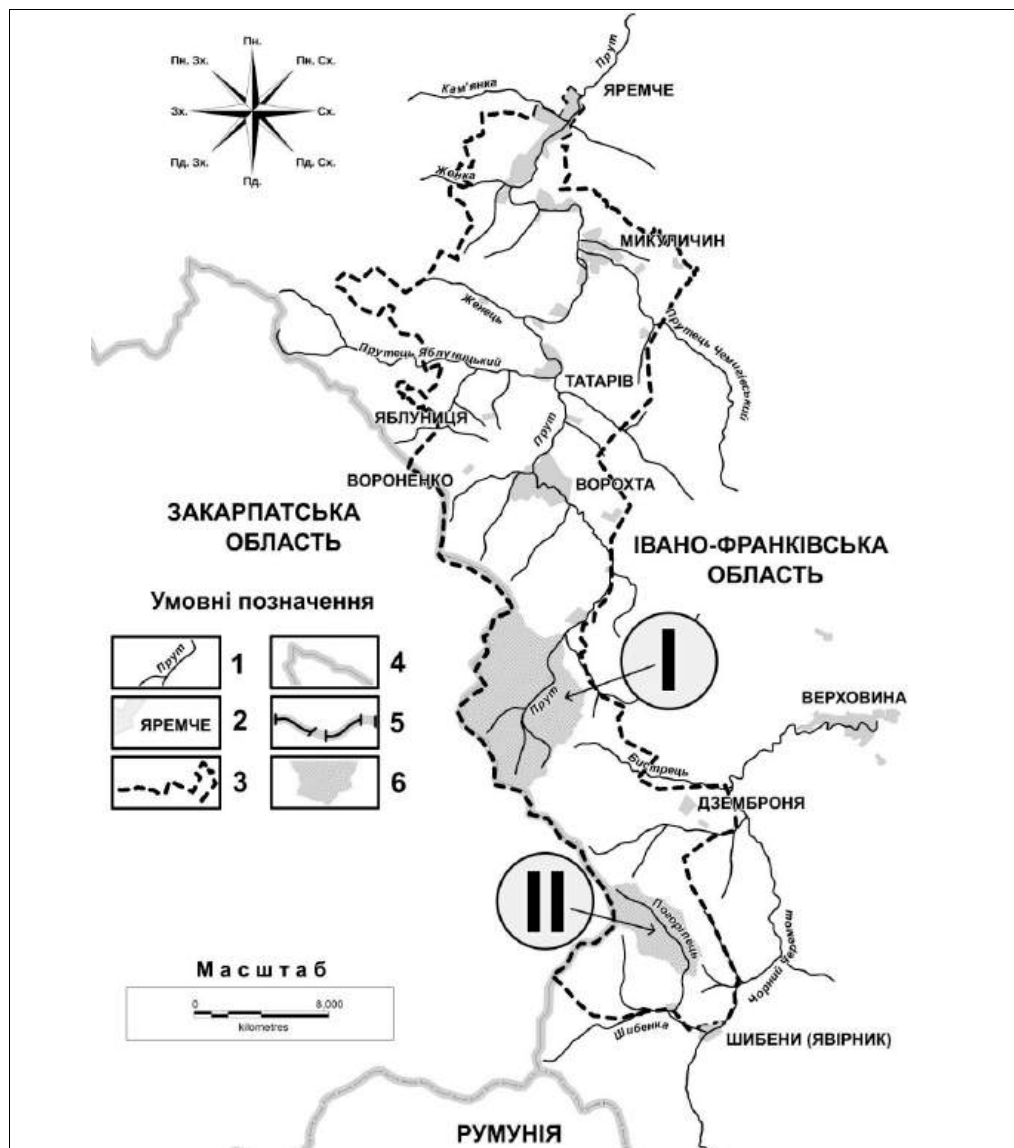


Рис. 5.35. Схема розташування водно-болотних угідь міжнародного значення:

1 – річка та її назва; **2** – населений пункт; **3** – межі Карпатського НПП; **4** – межі адміністративних областей України; **5** – державний кордон України; **6** – водно-болотні угіддя міжнародного значення (I – «Витоки річки Прут»; II – «Витоки річки Погорілець»)

Відповідно до ст. 1 Рамсарської конвенції «водно-болотне угіддя», на відміну від «болота» є ширшим екологічним терміном, який включає райони маршів, боліт, драговин, торфовищ або водойм – природних або штучних, постійних або тимчасових, стоячих або проточних, прісних, солонкуватих або солоних, – зокрема, морські акваторії, глибина яких під час відпливу не перевищує шести метрів.

Кожне водно-болотне угіддя, визнане таким, що відповідає критеріям Рамсарської конвенції, після офіційного внесення до Списку водно-болотних угідь міжнародного значення отримує відповідний сертифікат (рис. 5.36).



А

Б

Рис. 5.36. Сертифікати про міжнародний статус водно-болотних угідь Карпатського НПП, видані секретаріатом Конвенції про водно-болотні угіддя у 2019 р.: А – «Витоки р. Прут»; Б – «Витоки р. Погорілець»

Цей документ засвідчує міжнародне визнання екологічної цінності угіддя та підтверджує зобов'язання держави-учасниці забезпечувати його ефективну охорону, сталу експлуатацію та моніторинг. Документ містить інформацію про дату внесення території до Рамсарського списку. Наявність такого сертифіката сприяє підвищенню екологічного статусу території та залученню міжнародної підтримки для збереження її природного середовища.

Рамсарська конвенція була підписана 2 лютого 1971 р. в м. Рамсар, яке розташоване на північному заході Ірану, на узбережжі Каспійського моря в провінції Мазендеран. Щорічно у цей день відзначають Всесвітній день водно-болотних угідь, метою якого є інформування громадськості про значення цих екосистем і необхідність їх збереження.

ВБУ міжнародного значення «Витоки річки Прут» (Prut River Headwaters) – площа становить 4935 га, знаходиться на території Івано-Франківської області. Являє собою сукупність торфових боліт, озер, струмків, водотоків, прибережних зон та багатовікових лісів у гірському масиві Чорногори Українських Карпат.

Рамсарські критерії цього угіддя: 1, 2 та 3. Критерій 1 означає, що угіддя є рідкісним або унікальним прикладом природного або майже природного водно-болотного типу в біогеографічному регіоні.

Критерій 2 свідчить, що угіддя підтримує вразливі, зникаючі або перебуваючі під загрозою зникнення види рослин і/або тварин, або місця їхнього існування. Критерій 3 вказує, що угіддя підтримує популяції видів рослин і/або тварин, важливі для збереження біорізноманіття певного біогеографічного регіону.

Водно-болотне угіддя забезпечує ареал проживання для 35 видів, що знаходяться під загрозою знищення.

Це водно-болотне угіддя слугує місцем розмноження деяким видам

земноводних. Угіддя знаходиться під управлінням Карпатського НПП, в межах якого воно розташоване.

ВБУ міжнародного значення «Витоки річки Погорілець» (Pohorilets River Headwaters) – площа становить 1625 га, розташоване в межах Івано-Франківської області. Угіддя складається з мережі потоків, струмків, боліт та озер у верхній частині басейну р. Погорілець, недалеко від гірського хребта Чорногора в Українських Карпатах.

Рамсарські критерії: 1, 2 та 3. Він являє собою точку біорізноманіття, в межах якої виявлено 500 видів судинних рослин та 90 видів хребетних. Багато з них знаходиться під загрозою зникнення, тому занесені до Червоної книги України, більшість з них є ендемічними¹⁰ для регіону Східних Карпат.

Окрім цього, водно-болотне угіддя діє як великий резервуар під час сильних дощів або періодів танення снігу, значно знижуючи ризик сильних паводків вниз за течією.

Оскільки воно є частиною Карпатського НПП, має правовий захист, що забезпечує контроль за використанням природних ресурсів. Основною загрозою є вплив рекреаційної діяльності у цій місцевості.

5.8. Основи екологічного оцінювання стану масивів поверхневих вод

Екологічна оцінка стану масивів поверхневих вод є ключовим елементом впровадження Водної рамкової директиви (ВРД) Європейського Союзу (2000/60/EC), що спрямована на досягнення «доброго екологічного стану» усіх водних об'єктів.

Відповідно до положень ВРД, оцінювання стану поверхневих вод базується на визначенні їх екологічного статусу / екологічного потенціалу та їх хімічного статусу.

Екологічний стан масивів поверхневих вод встановлюється на підставі класифікації, в основу якої покладено референційні (природні, не порушені) умови, які визначені для кожного типу масивів поверхневих вод. Класифікація екологічного стану включає чотири основні групи елементів якості (табл. 5.18):

- біологічні;
- гідроморфологічні;
- фізико-хімічні;
- хімічні.

У даному контексті екологічний стан водного об'єкта (річки, озера) визначається як узагальнена характеристика, що показує, наскільки він збережений або змінений внаслідок людської діяльності, оцінюється за 5-бальною шкалою і відображається відповідною кольоровою системою (табл. 5.19).

¹⁰ **Ендеміки** (грецьк. endemos – місцевий) – це види, роди, родини чи інші таксони рослин або тварин, поширення яких обмежено певною територією, ізольованого географічно, екологічно від інших середовищ існування. Розвитку ендемізму сприяють географічна ізоляція, кліматичні особливості та едафічні (грунтові) умови, біотичні фактори (паразитизм, конкуренція та ін.). Ендемізм є важливим показником унікальності флори. Найчастіше ендеміки трапляються на океанських островах, у гірських системах, ізольованих водоймах.

Таблиця 5.18. Перелік біологічних, гідроморфологічних, хімічних та фізико-хімічних показників для визначення екологічного стану річок та озер

Річки	Озера
Біологічні показники	
Склад та середні кількісні показники: фітобентосу; макрофітів; фітопланктону. Склад та середні кількісні показники донних безхребетних. Склад, середні кількісні показники та вікова структура риб.	Склад та середні кількісні показники: фітобентосу; макрофітів; фітопланктону. Склад та середні кількісні показники донних безхребетних. Склад, середні кількісні показники та вікова структура риб.
Гідроморфологічні показники	
Гідрологічний режим: кількісні показники водного стоку та динаміки стоку води; ідравлічний зв'язок з ґрунтовими водами. Довжина річки. Морфологічні умови: варіабельність глибини та ширини річки; структура та субстрат річкового ложа; структура прибережної зони.	Гідрологічний режим: кількісні показники об'єму води та динаміки наповнення водойми; водообмін; гідравлічний зв'язок з ґрунтовими водами. Морфологічні умови: варіабельність глибини озера; якість, структура та субстрат озерного ложа; структура озерних берегів.
Хімічні та фізико-хімічні показники	
Загальні фізико-хімічні показники: температура води; водневий показник pH; розчинений кисень; вміст розчинених солей (мінералізація, електропровідність); біологічне споживання кисню; хімічне споживання кисню; біогенні елементи ($N_{\text{заг}}$, $N\text{-NH}_4^+$, $N\text{-NO}_3^-$, $N\text{-NO}_2^-$, $P_{\text{заг}}$, $P\text{-PO}_4^{3-}$). Специфічні забруднюючі речовини: синтетичні та несинтетичні забруднюючі речовини, що надходять у водний об'єкт.	Загальні фізико-хімічні показники: прозорість; температура води; водневий показник pH; розчинений кисень; вміст розчинених солей (мінералізація, електропровідність); біологічне споживання кисню; хімічне споживання кисню; біогенні елементи ($N_{\text{заг}}$, $N\text{-NH}_4^+$, $N\text{-NO}_3^-$, $N\text{-NO}_2^-$, $P_{\text{заг}}$, $P\text{-PO}_4^{3-}$). Специфічні забруднюючі речовини: синтетичні та несинтетичні забруднюючі речовини, що надходять у водний об'єкт.

Таблиця 5.19. Класифікація екологічного стану масивів поверхневих вод

Клас екологічного стану	Екологічний стан	Колір
I	відмінний	синій
II	добрий	зелений
III	задовільний	жовтий
IV	поганий	помаранчевий
V	дуже поганий	червоний

Біологічні елементи якості. Це головний компонент екологічного оцінювання стану масивів поверхневих вод. Він відображає вплив усіх чинників (включно з антропогенними) на водні екосистеми. При цьому біоіндикаторними групами можуть виступати:

1. *Фітопланктон* – аналізується біомаса, видовий склад, індекси трофії та сапробності.

2. *Макрофіти* – охоплюють вищу водяну рослинність (очерет, мохи та ін), за якою оцінюється трофічний статус.

3. *Фітобентос* – водорості на субстраті дна, камінні, індикатори органічного забруднення.

4. *Зообентос* – донні безхребетні (особливо ЕРТ-групи), чутливі до органічного та фізичного забруднення.

5. *Іхтіофауна* – склад, видовий баланс, трофічна структура рибних угруповань.

Збір біологічних даних проводиться у польових експедиційних умовах з використанням пасток, сачків та інших методів відбу зразків.

Обробка результатів проводиться за відповідними індексами якості вод (наприклад, BMWP, ASPT, ICM, MIR) та перетворюються у значення інтегрального екологічного індексу (EQR), яке зіставляється з умовами референтної ділянки водотоку. Таким чином клас екологічного стану масивів поверхневих вод може змінюватися від «відмінного» до «дуже поганого».

Методологічні основи, етапи проведення та оцінювання екологічного стану водотоків на території Карпатського НПП методами біоіндикації детально описано у розд. 7.

Фізико-хімічні елементи якості. Цей блок доповнює результати біоіндикаторного аналізу і включає дослідження показників, які впливають на життєдіяльність водяних організмів. Вимірювання показників може проводитися приладами безпосередньо біля об'єкта досліджень у польових умовах або в лабораторії. Величини визначених фізико-хімічних елементів якості порівнюються з референтними показниками для даного типу річки.

Якщо всі фізико-хімічні показники знаходяться в межах норми – клас якості води оцінюється не нижче від доброго. Якщо хоча б один із цих елементів якості виходить за межі допустимого рівня – екологічний стан масиву поверхневих вод не може бути оцінений як «добрий», навіть за добрих біологічних критеріїв.

Хімічні показники (пріоритетні забруднювальні речовини). Цей блок включає визначення у воді вміст важких металів (свинець, кадмій, ртуть, мідь тощо), органічних речовин (нафтопродукти, феноли, пестициди), пріоритетних речовин відповідно до директив ЄС (наприклад, 2013/39/EU).

Наказом № 45 від 06.02.17 р. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України затвердило перелік забруднювальних речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або суттєво зміненого масиву поверхневих вод.

Оцінювання здійснюється шляхом порівняння концентрацій у пробах води з гранично допустимими концентраціями (ГДК). Якщо хоча б один показник перевищує ГДК, то екологічний стан автоматично знижується до «поганого» або «дуже поганого», незалежно від інших блоків (табл. 5.20).

Це є вимогою ВРД, яка передбачає використання принципу «найслабшої ланки».

Основні аспекти визначення фізико-хімічних та хімічних показників на території Карпатського НПП наведено у розд. 6.

Таблиця 5.20. Класифікація хімічного стану МПВ

Клас хімічного стану	Хімічний стан	Колір
I	відмінний	синій
V	дуже поганий	червоний

Гідроморфологічні умови. Хоч гідроморфологія не входить до прямих критеріїв класифікації екологічного стану водотоків (якщо немає видимих ознак значних змін), вона оцінюється обов'язково для підтвердження «добрих» біологічних, фізико-хімічних та хімічних умов.

Гідроморфологічне оцінювання проводиться відповідно до «Методичних рекомендацій з гідроморфологічного моніторингу масивів поверхневих вод категорії «Річки», розроблених Українським гідрометінститутом ДСНС України та НАН України, що відповідає вимогам ВРД.

Під час проведених польових та аналітичних досліджень моніторингу підлягають наступні гідроморфологічні елементи річки:

- кількість і динаміка водного стоку;
- зв'язок з підземними водами;
- неперервність вільної течії;
- змінність глибини та ширини річки;
- склад донних відкладів русла річки;
- стан прибережної зони та заплави.

Обстеження місцевості включає польовий збір даних та фотофіксацію для кожної ділянки, гідроморфологічну оцінку репрезентативного відрізка річки, оцифрування матеріалів, зібраних на місцях, і звітність про результати за допомогою картографічних матеріалів, тексту тощо.

Для оцінки кожної гідроморфологічної ознаки використовується п'ятибальна градація. Відповідно до цієї шкали оцінювані МПВ можна віднести до одного з класів (табл. 5.21).

Таблиця 5.21. Оцінка зміни морфології річки (5 класів, група балів А)

Оцінка	Клас	Опис	Колір
Від 1 до < 1,5	1	майже незмінений	блакитний
Від 1,5 до < 2,5	2	слабо змінений	зелений
Від 2,5 до < 3,5	3	помірно змінений	жовтий
Від 3,5 до < 4,5	4	відчутно змінений	помаранчевий
Від 4,5 до 5,0	5	дуже змінений	червоний

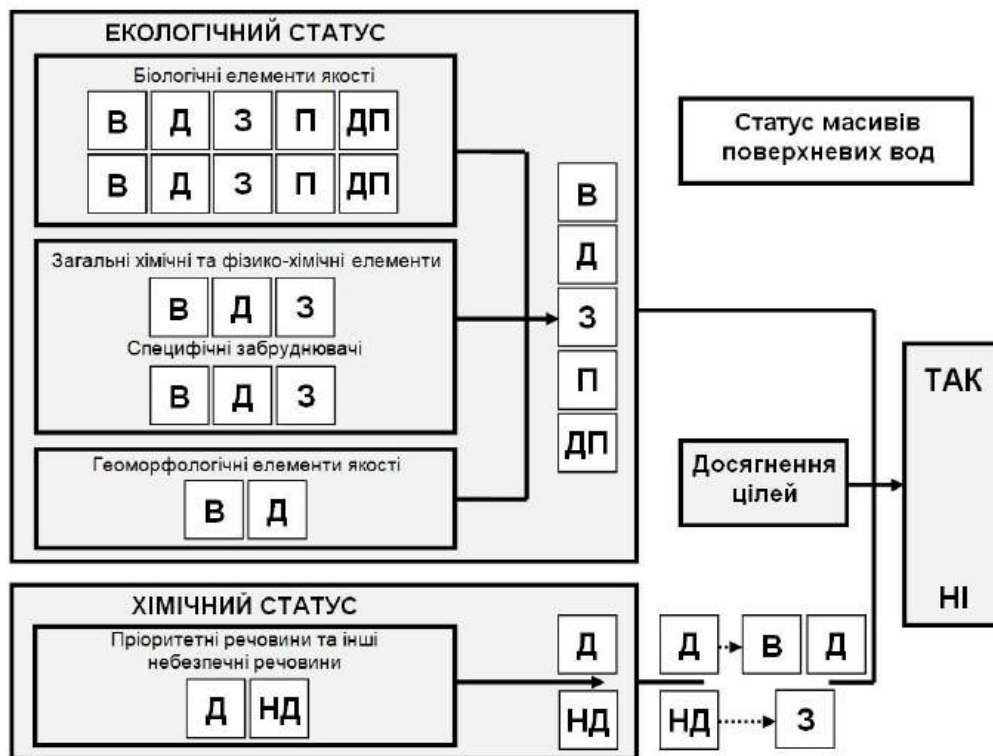
У випадку, коли для опису гідроморфологічної зміни стану масивів поверхневих вод категорії «Річки» використовуються три класи, застосовуються визначення відповідно табл. 5.22.

Таблиця 5.22. Оцінка зміни морфології річки (3 класи)

Оцінка	Клас	Опис	Колір
Від 1 до < 2,5	1	від близького до природного до слабо зміненого	блакитний
Від 2,5 до < 3,5	3	від слабо до середньо зміненого	жовтий
Від 3,5 до 5,0	5	від сильно зміненого до дуже сильно зміненого	червоний

Окремі показники, які входять до блоку гідроморфологічної оцінки якості МПВ відображені у розд. 3 та 5.3.

Підсумкова оцінка екологічного стану МПВ. Кожен блок має визначальне значення в оцінюванні, а підсумковий результат визначається за найгіршим з отриманих класів якості (принцип «одного з найгірших») (рис. 5.37)



Примітки. Екологічний стан: В – відмінний; Д – добрий; З – задовільний; П – поганий; ДП – дуже поганий. Статус: Д – досягнуто; НД – не досягнуто

Рис. 5.37. Схема оцінювання стану та статусу масиву поверхневих вод

Принцип «один вийшов – усі вийшли» (one out, all out) є ключовим у Водній рамковій директиві для визначення екологічного стану масивів поверхневих вод. Згідно з цим принципом, загальний екологічний стан водного об'єкта визначається за найгіршим класом серед усіх оцінених елементів якості.

Таким чином, якщо хоча б один з елементів (біологічний, або фізико-хімічний) отримує оцінку нижчу за «добрий», то загальний стан водного об'єкта також вважається нижчим за «добрий».

Цей підхід детально описаний у Керівному документі №13 (Guidance Document No. 13) «Загальний підхід до класифікації екологічного стану та екологічного потенціалу», розробленому в рамках Спільної стратегії впровадження WFD.

Контрольні питання до розд. 5

- 1) Які види водних об'єктів виділяються згідно Водного кодексу України?
- 2) Яку роль відіграють водні об'єкти у функціонуванні Парку?
- 3) Що таке гідрографічна мережа?
- 4) У чому унікальність гідрографічної мережі Карпатського НПП?
- 5) Назвати особливості водного режиму карпатських водотоків.
- 6) Які є типи водойм на території Карпатського НПП? Які основні етапи вивчення гірських озер?
- 7) Що таке водоспад і які їх типи переважають у Карпатах?
- 8) Яка різниця між болотами та водно-болотними угіддями? Які їх геоекологічні функції?
- 9) Які основні аспекти екологічного оцінювання стану масивів поверхневих вод?

6. МОНІТОРИНГ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У МЕЖАХ КАРПАТСЬКОГО НПП

Якість води визначається як міра фізичних, хімічних, біологічних та мікробіологічних характеристик. Основою об'єктивної оцінки стану водного середовища є **моніторинг**, під яким розуміють систему спостереження за антропогенними змінами навколишнього природного середовища, оцінювання та прогнозування його стану на тлі природних його змін.

Моніторинг вирішує наступні завдання:

1) спостереження за змінами стану біосфери, виділення змін, обумовлених діяльністю людини і узагальнення результатів спостережень;

2) визначення тенденцій і прогноз можливих змін стану біосфери;

3) оцінювання змін і тенденцій змін стану біосфери шляхом порівняння з критеріями (гранично допустима концентрація і гранично допустиме навантаження), що встановлюють межу можливого екологічного збитку [82].

Програма Літопису природи передбачає вивчення антропогенного впливу на природно-заповідні природно-територіальні комплекси. Окрім низки показників, що характеризують результат господарської діяльності необхідно навести рівень забруднення водного середовища та помістити картосхему їх вогнищ.

Відповідно до Водної рамкової директиви ЄС моніторинг поверхневих водних масивів включає визначення гідроморфологічних, біологічних, фізико-хімічних та хімічних характеристик. У цьому розділі основний акцент зроблено на фізико-хімічних та хімічних показниках.

6.1. Умови формування хімічного складу та якості поверхневих вод на території Карпатського НПП

Загальні положення. *Чинники, які визначають формування хімічного складу та якості води*, поділяються на 5 основних груп:

1) фізико-географічні (рельєф, клімат, вивітрювання, ґрунтовий покрив);

2) геологічні (склад гірських порід, тектонічна будова, гідрогеологічні умови);

3) фізико-хімічні (хімічні властивості елементів, кислотно-лужні та окисно-відновні умови, змішування вод і катіонний обмін);

4) біологічні (життєдіяльність живих організмів і рослин);

5) антропогенні (штучні) – всі чинники, пов'язані з діяльністю людини, які впливають на якість води.

Умови формування хімічного складу річкових вод залежать від співвідношення та послідовності прояву вказаних чинників, що також впливає і на якість води.

Враховуючи умови надходження та специфіку методів хіміко-аналітичного визначення, хімічні компоненти в природних водах при дослідженні умовно *поділяють на сім груп*:

1) *головні йони* (макрокомпоненти) – HCO_3^- , SO_4^{2-} ; Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ ;

2) *розчинені гази* – кисень (O_2), азот (N_2), діоксид вуглецю (CO_2), сірководень (H_2S) тощо;

3) *біогенні елементи* – сполуки азоту, фосфору, кремнію і заліза;

4) *органічна речовина* (інтегральне поняття) – різноманітні органічні сполуки, які належать до органічних кислот, складних ефірів, гумусових речовин, азотовмісних сполук (білки, амінокислоти, аміни) тощо;

5) *мікроелементи* – всі метали, без головних йонів (без K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+});

6) *радіоактивні елементи* – виділені з групи мікроелементів, враховуючи специфіку походження та впливу на життєдіяльність організмів (В.К. Хільчевський, 1997 р.);

7) *специфічні забруднювальні речовини* (пестициди, синтетичні поверхнево-активні речовини, феноли, нафтопродукти тощо).

Особливе значення мають *йони водню* H^+ , які містяться в природних водах у надзвичайно малих кількостях, проте дуже важливі для хімічних і біологічних процесів. Їх виражають відносним показником – *pH*.

Виділення цих груп носить умовний характер, оскільки деякі елементи, наприклад, кальцій і калій засвоюються й необхідні організмам, як і біогенні, а концентрації деяких з останніх часто менші, ніж мікроелементів.

Крім наведених, до якісних характеристик складу природної води належать *твердість* (жорсткість), *лужність*, *окиснюваність*, які зумовлені сукупністю кількох компонентів складу води.

Важливим також є поняття *мінералізація води* – сума всіх визначених при аналізі мінеральних речовин у мг/дм^3 (або г/кг – ‰, якщо сума більша за 1000 мг/дм^3), які містяться у даній воді. В океанологічній практиці замість мінералізації використовують поняття *солоність води* (визначають у проміле – ‰).

Сума йонів (Σ_i) – близьке до мінералізації поняття – сума всіх видів йонів у мг/дм^3 або г/дм^3 , концентрація яких більша за $0,1 \text{ мг/дм}^3$.

Сухий залишок – загальна маса речовини, отримана після випаровування фільтрованої води і подальшого висушування осаду при температурі 105°C до постійної маси (мг/дм^3 , ‰). Використовується в практиці водопостачання.

Формування хімічного складу води р. Прут на території Карпатського НПП має свої особливості, пов'язані в першу чергу з природними умовами на різних його ділянках.

Гірська ділянка. У високогірній ділянці (витоки р. Прут та притоки р. Чорний Черемош) хімічний склад поверхневих вод в основному формується під впливом атмосферних опадів. Тут випадає близько 1500 мм опадів на рік, прохолодніший клімат і довша тривалість сніготанення (інколи до червня). Тому тут сформувалась густа річкова мережа, є багато струмків і природних водних джерел, які упродовж усього року живлять р. Прут.

Часті і рясні дощі швидко проникають крізь гірські породи, бідні на розчинні мінеральні речовини, виклинюються на денну поверхню у вигляді «найпрісніших» (10-30 мг/дм³), а подекуди й «надпрісних» (10 мг/дм³) вод, формуючи дуже слабомінералізовані (20-30 мг/дм³) поверхневі води.

Переважаючим йоном тут є SO_4^{2-} , частка якого сягає близько 50% від суми усіх головних йонів. Разом із опадами до поверхневих вод у незначних концентраціях (0,2 і 4,7 мг/дм³ відповідно) можуть потрапляти NH_4^+ та NO_3^- .

Величина рН води на цій території варіюється у значних діапазонах – від 5,6 (слабо кисла вода) у меженний період до 7,4 (слабо лужна вода) у період танення снігового покриву, який може інколи спостерігатись до липня-серпня місяця. У формуванні хімічного складу гірських озер на даній території (наприклад, озера Марічейка) окрім опадів бере участь і низка внутрішньоводойменних процесів.

Вниз за течією до селища Ворохта мінералізація води р. Прут збільшується до 75-150 мг/дм³ і характеризується як хлоридно-гідрокарбонатна кальцієва. Величини фізико-хімічних показників та біогенних речовин тут мало змінюються.

Середня та нижня ділянки. На ділянці р. Прут, нижче селища Ворохта (вище та нижче скидів стічних вод санаторію «Гірське повітря») мінералізація води дещо підвищується до 140-170 мг/дм³ і характеризується як хлоридно-гідрокарбонатна натрієво-кальцієва, а у м. Яремче – гідрокарбонатна магнієво-кальцієва. При цьому зростає концентрація у воді усіх хімічних компонентів.

У цьому районі до замикаючого створу (мкр-н Дора) серед природних чинників важливу роль відіграє підземне живлення річок. Зона дренажу річок не перевищує 80 м, тому переважна більшість підземних вод – «дуже прісні» та «нормально прісні» (30-500 мг/дм³). Інколи зустрічаються підземні води зі специфічним хімічним складом, які не впливають помітно на хімічний склад поверхневих вод.

Найбільший вплив на цій ділянці має туристично-рекреаційний комплекс, який розвинений у населених пунктах с. Поляниця (гірськолижний курорт «Буковель»), селище Ворохта, с. Татарів, с. Микуличин та м. Яремче.

Наявність скидів стічних вод та полігонів твердих відходів. Ще у перші роки створення Карпатського НПП особлива увага приділялася попередженню забруднення водних об'єктів в результаті впливу різних джерел – скидів господарсько-побутових стічних вод, полігонів твердих побутових відходів тощо [49].

В сучасних умовах основними забруднювачами Прутської екосистеми є скиди неочищених і не облікованих стічних вод та дифузні джерела забруднення. Неканалізована місцевість також спричинює емісію органічних та біогенних сполук в річковий басейн [98].

Схема розташування основних облікованих водокористувачів в межах Карпатського НПП та суміжних територій наведена на рис. 6.1.

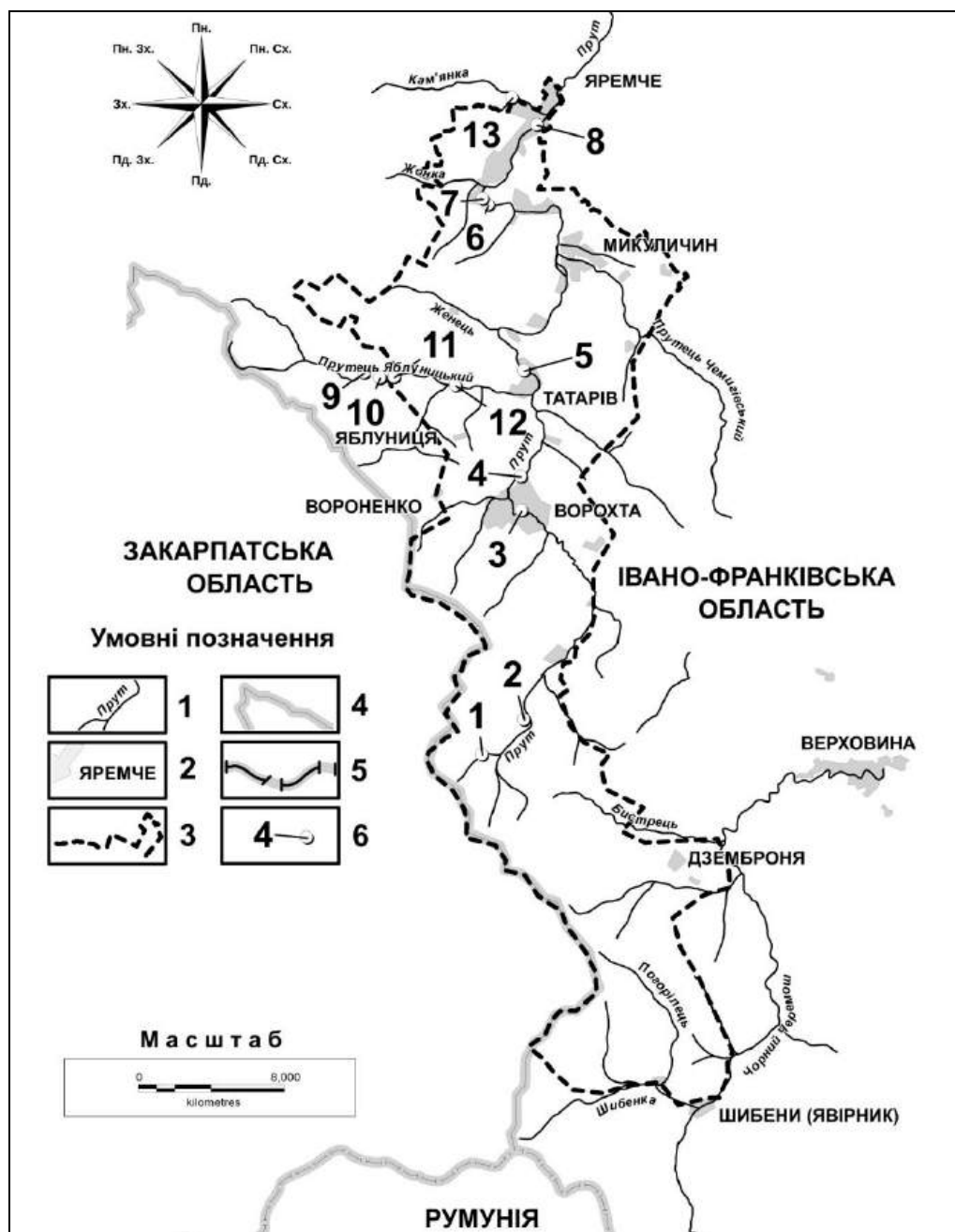


Рис. 6.1. Схема розташування основних облікованих водокористувачів в межах Карпатського НПП та суміжних територій:
 1 – річка та її назва; 2 – населений пункт; 3 – межі Карпатського НПП; 4 – межі адміністративних областей України; 5 – державний кордон України; 6 – місце розташування основних водокористувачів

Перелік основних водокористувачів

1) ДП *Ворохтянська високогірська навчально-спортивна база «Заросляк»*, селище *Ворохта*; **2)** *Форельне господарство*, селище *Ворохта*; **3)** ФОП *Вацик В.Я.*, селище *Ворохта*; **4)** КП *«Селищне комунальне підприємство»*, селище *Ворохта*; **5)** *Медичний реабілітаційний центр МВС України «Кремінці»*, с. *Татарів*; **6)** *Навчально-оздоровчий центр будівельної монтажної фірми «Укргазпромбуд» АТ «Укртрансгаз»*, м. *Яремче*; **7)** ТОВ *«Капітальні інвестиції»*, м. *Яремче*; **8)** *Виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства (ВУВКГ)*, м. *Яремче*; **9)** ТОВ *«БУКОВЕЛЬ»*, с. *Поляниця*; **10)** ФОП *Гуменюк І.М.*; **11)** *Карпатський національний природний парк*, м. *Яремче*; **12)** *Благодійна установа «Дитяче селище» релігійної місії «КАРІТАС-СПЕС»*, с. *Татарів*; **13)** *Акціонерне товариство «ДТЕК ЗАХІДЕНЕРО» (База відпочинку «Легенда» ДТЕК Бурштинська ТЕС АТ «ДТЕК ЗАХІДЕНЕРГО»)*, м. *Яремче*.

У 80-х роках ХХ ст. розвиток каналізаційної мережі на території Парку знаходився в початковому стані. Споруди з очищення стічних вод в м. Яремче мали навантаження в два рази вище від допустимого. Це призводило до порушення їхньої роботи і скидання неочищених стічних вод у р. Прут. Наявні можливості очисних споруд в с. Татарів і селищі Ворохта через відсутність загальної каналізаційної системи використовувалися приблизно на 50-60%. Тому їхні споруди з біологічного очищення стічних вод працювали неефективно. Багато рекреаційних закладів, підприємств громадського харчування та інші об'єкти мали власні, часто примітивні, очисні споруди, а деякі взагалі скидали неочищені стічні води безпосередньо у р. Прут та її притоки. У більшості випадків очисні споруди не працювали [49]. У 1984 р. було зафіксовано 8 випадків порушення водного законодавства, у 1985 – 6 випадків, а в 1986 – 39 [49].

На сьогоднішній день загальна протяжність водопровідно-каналізаційних мереж в м. Яремче становить 23,3 км, з яких 11,7 км припадає на систему водопостачання та 11,6 – на водовідведення. Існуючі мережі водопостачання, водовідведення та очищення господарсько-побутових стічних вод м. Яремче застарілі і потребують капітального ремонту або заміни. Система централізованого водопостачання та водовідведення облаштована лише центральній частині міста [54].

Водозабезпечення понад 500 садиб зеленого туризму Яремчанщини проводиться із природних водних джерел та свердловин; відсутність підключення домогосподарств до центральної каналізаційної мережі обумовлює забруднення питної води в колодязях, локальні підтоплення територій тощо [54]. Для забезпечення водою населення селища Ворохта функціонує водогін протяжністю 1200 м та система водовідведення протяжністю 800 м з потужністю очищення стічних вод 100 м³ на добу. Однак стан мереж є незадовільним і потребує реконструкції та будівництва очисних споруд з більшою пропускною здатністю.

В населених пунктах Микуличин, Татарів та Яблуниця, в яких розміщено понад 400 туристичних закладів вздовж дороги на всесезонний курорт «Буковель», каналізаційна система відсутня. Проблема водовідведення тут частково вирішується за рахунок облаштування локальних споруд біологічного очищення [54].

Наприкінці 2019 р. у с. Поляниця введено в експлуатацію очисні споруди

потужністю 4000 м³ на добу, що дає змогу окрім закладів курорту «Буковель» місцевому населенню підключитися до загальної системи водовідведення. За рахунок розташування очисних споруд гіпсометрично вище від більшості потенційних водокористувачів лише 15 % домогосподарств під'єднано до мережі станції очищення, можливості якої станом на грудень 2020 р. задіяно лише на 50% [54].

У річкових водах середньої та північної частини Карпатського НПП постійно фіксується (хоча і в малих концентраціях) вміст амонійного азоту (0,1-0,5 мг/дм³), нітратів (1,8-12,5 мг/дм³), нітритів (0,02-0,07 мг/дм³) та фосфатів (0,02-0,08 мг/дм³). Під час дощових паводків концентрація цих показників зменшується. Проте, спостерігається збільшення величини рН (8,5-8,9, інколи 9,0-9,2) та потрапляння до річкової мережі з поверхнево-схильним стоком нафтопродуктів та інших специфічних забруднювальних речовин.

Характерно, що у мкр-н Дора у воді р. Прут (крайня південна точка спостережень) часто відзначається зменшення концентрації деяких хімічних показників, зокрема, мінералізації води. Це, ймовірно, обумовлено притоком до головної водної артерії на ділянці с. Микуличин – м. Яремче чистіших і менш мінералізованих (55-140 мг/дм³) вод річок Прутець Чемигівський, Кісний, Нересний та Жонка.

За обсягом забору води виділяють три критерії ризиків недосягнення екологічних цілей масивів поверхневих вод [57]:

- *без ризику* – обсяг забору води менший середньорічної витрати 75 % забезпеченості для малих та середніх річок та 90 % забезпеченості для великих та дуже великих річок;

- *можливо під ризиком* – немає достовірної інформації;

- *під ризиком* – обсяг забору з поверхневих вод більший середньорічної витрати 75 % забезпеченості для малих та середніх річок та 90% забезпеченості для великих та дуже великих річок

Окрім того, часто береги р. Прут, у випадках близькості до річки окремих рекреаційних споруд та інших об'єктів, були засмічені твердими побутовими відходами. Не відповідало екологічним та санітарним вимогам сміттєзвалище у м. Яремче, розміщене безпосередньо на березі р. Прут. У 80-х роках функціонування цього звалища було офіційно заборонено, але відведення нового полігону для складування твердих побутових відходів не було вирішене. Не було полігону для складування твердих побутових відходів і у селищі Ворохта та с. Татарів [49]. Сьогодні по усіх населених пунктах та місцях відпочинку ефективно функціонує система збору, вивезення твердих побутових відходів та здійснюються заходи по популяризації їх сортування.

6.2. Загальні положення державного моніторингу вод

З 2019 р. в Україні запроваджено європейські підходи щодо здійснення моніторингу вод відповідно до вимог Водної рамкової директиви ЄС. Порядок здійснення державного моніторингу вод затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 року № 758.

Відповідно до спільної стратегії впровадження Водної рамкової директиви ЄС моніторинг якості води річок у загальному включає вивчення 12 базових фізико-хімічних показників, об'єднаних у 6 груп (5 – основних і 1 додаткову) [112], які характеризують:

- 1) *Термічні умови* – температура води (t);
- 2) *Кисневий режим* – розчинений кисень (O_2);
- 3) *Мінералізація води* (питома провідність, електропровідність) - M ;
- 4) *Статус кислотності* – водневий показник (pH);
- 5) *Трофічні умови*:
 - 5.1) фосфор загальний ($P_{\text{заг.}}$);
 - 5.2) фосфор ортофосфатів (PO_4^{3-});
 - 5.3) азот загальний ($N_{\text{заг.}}$);
 - 5.4) нітрати (NO_3^-);
 - 5.5) нітрити (NO_2^-);
 - 5.6) амоній (NH_4^+);
- 6) *Інші показники*:
 - 6.1) завислі речовини;
 - 6.2) каламутність.

Державний моніторинг вод. Відповідно до Водної рамкової директиви ЄС (2000/60/ЄС), моніторинг водних об'єктів поділяється на три основні типи: діагностичний (оглядовий), оперативний та дослідницький.

Діагностичний моніторинг здійснюється для масивів поверхневих та підземних вод з метою:

- доповнення та підтвердження результатів визначення основних антропогенних впливів на кількісний і якісний стан поверхневих та підземних вод, у тому числі від точкових і дифузних джерел;
- розроблення програми державного моніторингу вод;
- встановлення референційних умов та оцінки їх довгострокових змін;
- оцінки довгострокових змін, спричинених антропогенним впливом на кількісний і якісний стан поверхневих та підземних вод, у тому числі від точкових і дифузних джерел;
- оцінки довгострокових тенденцій зміни рівня та концентрації забруднювальних речовин у підземних водах внаслідок природних змін та антропогенного впливу на їх стан.

Для масивів поверхневих вод діагностичний моніторинг здійснюється протягом першого року здійснення державного моніторингу вод. Для масивів поверхневих вод, у яких відсутній ризик недосягнення екологічних цілей, діагностичний моніторинг здійснюється додатково протягом четвертого року виконання державного моніторингу вод.

Операційний моніторинг здійснюється для масивів поверхневих та підземних вод, у яких існує ризик недосягнення екологічних цілей, а також масивів поверхневих та підземних вод, забір води з яких для задоволення питних і побутових потреб населення в середньому протягом року становить більше ніж 100 м^3 на добу, з метою:

- визначення екологічного і хімічного стану масивів поверхневих вод та кількісного і хімічного станів масивів підземних вод;
- оцінки змін в екологічному і хімічному стані масивів поверхневих вод (в екологічному потенціалі штучних або істотно змінених масивів

поверхневих вод), а також в кількісному і хімічному стані масивів підземних вод, що є результатом виконання плану управління річковим басейном;

- виявлення довгострокових тенденцій збільшення концентрацій забруднювальних речовин у масивах підземних вод, зумовлених антропогенним впливом на їх стан.

Операційний моніторинг здійснюється щороку в період між роками здійснення діагностичного моніторингу.

Показники, за якими здійснюється операційний моніторинг, та періодичність їх вимірювання встановлюються з урахуванням результатів діагностичного та дослідницького моніторингу, даних, одержаних в результаті здійснення заходів державного нагляду (контролю) та державного соціально-гігієнічного моніторингу, даних передбаченої законодавством звітності (включаючи державну статистичну звітність), а також даних та інформації щодо об'єктів та видів діяльності, що підлягають оцінюванню впливу на довкілля згідно із Законом України «Про оцінку впливу на довкілля».

Для водозаборів підземних вод з обсягом видобутку більше ніж 100 м³ на добу в межах зон санітарної охорони та на прилеглих територіях водокористувачі облаштовують локальну мережу спостережних свердловин з метою визначення кількості води та хімічних і фізико-хімічних показників та надання даних спостережень Державній службі геології та надр України.

Дослідницький моніторинг здійснюється для масивів поверхневих вод з метою:

- встановлення причин відхилення від екологічних цілей;
- з'ясування масштабу та наслідків аварійного забруднення вод;
- встановлення причин наявності ризику недосягнення екологічних цілей, виявленого в процесі здійснення діагностичного моніторингу, до початку виконання операційного моніторингу.

Дослідницький моніторинг здійснюється суб'єктами державного моніторингу вод, які самостійно визначають пункти моніторингу, перелік показників та періодичність їх вимірювання.

6.3. Моніторинг екологічного стану поверхневих вод у межах Карпатського НПП

Щороку Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України затверджується Програма державного моніторингу вод (у частині діагностичного, операційного та дослідницького моніторингу масивів поверхневих вод).

Таким чином у межах Карпатського НПП та прилеглих територій визначено три створи системи державного моніторингу, у яких вивчаються біологічні, фізико-хімічні та гідроморфологічні показники якості води (рис. 6.2).

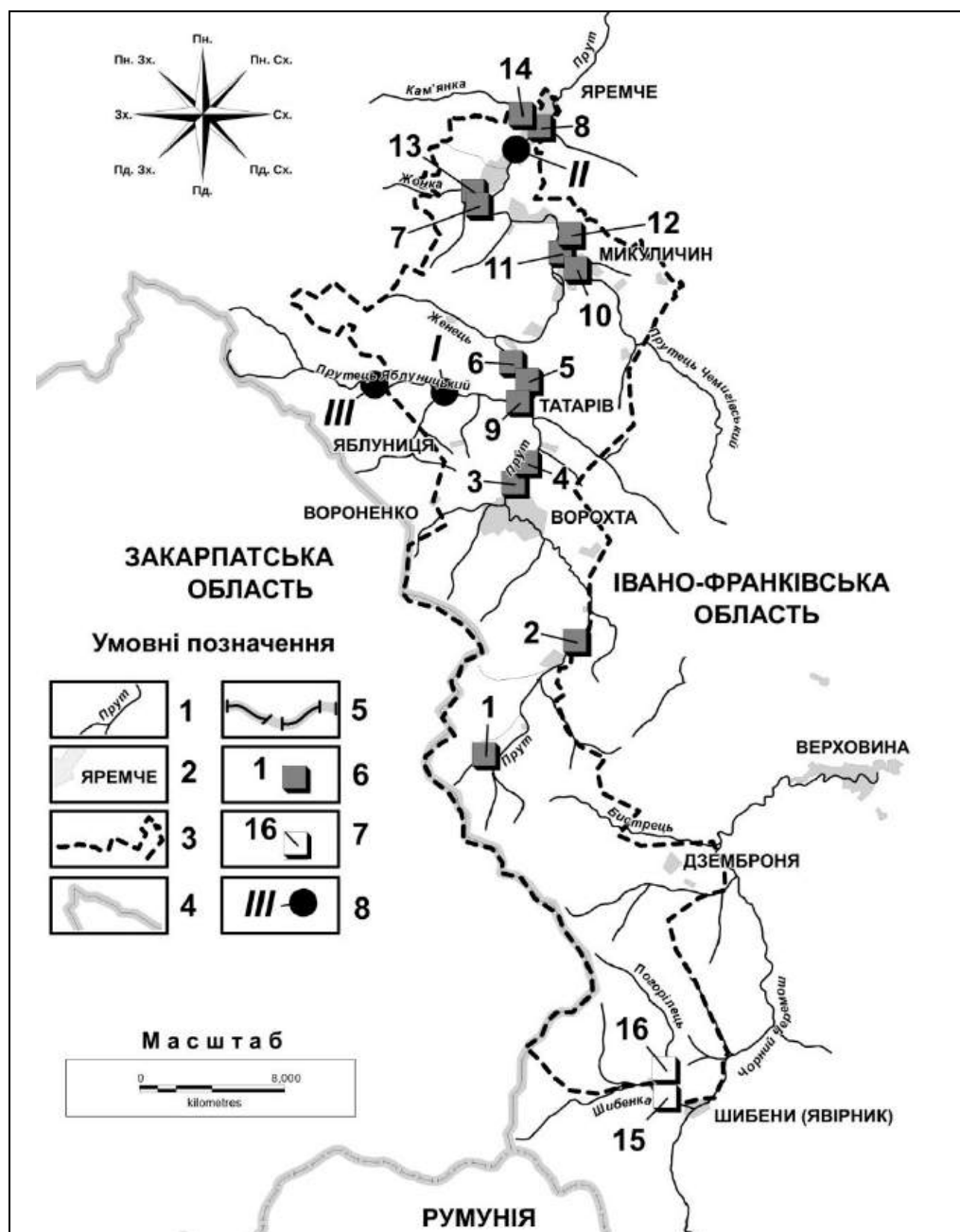


Рис. 6.2. Схема моніторингу хімічного стану поверхневих вод на території Карпатського НПП:

1 – річка та її назва; **2** – населений пункт; **3** – межі Карпатського НПП; **4** – межі адміністративних областей України; **5** – державний кордон України; **6-7** – пункти моніторингу мережі Карпатського НПП (**6** – постійно діючі; **7** – періодичні); **8** – пункти державного моніторингу

Перелік пунктів моніторингу хімічного стану поверхневих вод у межах Карпатського НПП

Пункти моніторингу вод, які підвідомчі Карпатському НПП

- 1) р. Прут, ДП Ворохтянська високогірська навчально-спортивна база «Заросляк».
- 2) р. Прут, контрольно-пропускний пункт Говерляньського ПНДВ.
- 3) р. Прут, селище Ворохта, вище скидів стічних вод КП «Селищне комунальне підприємство».
- 4) р. Прут, селище Ворохта, 100 м. нижче скидів стічних вод КП «Селищне комунальне підприємство».
- 5) р. Прут, с. Татарів, вище скидів стічних вод медичного реабілітаційного центру МВС України «Кремінці».
- 6) р. Прут, с. Татарів, нижче скидів стічних вод медичного реабілітаційного центру МВС України «Кремінці».
- 7) р. Прут, м. Яремче, гуцульський ринок, нижче водоспаду Пробій.
- 8) р. Прут, м. Яремче, мкр-н Дора, біля автомобільного моста, замикаючий створ.
- 9) р. Прутець Яблуницький, с. Татарів, біля автомобільного моста.
- 10) р. Прутець Чемигівський, с. Микуличин, біля автомобільного моста.
- 11) р. Нересний, с. Микуличин, вул. Шкільна, біля автомобільного моста.
- 12) р. Кісний, с. Микуличин, 70 м. вище гирла.
- 13) р. Жонка, м. Яремче, 100 м. вище гирла.
- 14) р. Кам'янка, м. Яремче, мкр-н Дора, гирло.
- 15) р. Шибенка, с. Явірник (с. Шибени), 700 м. вище гирла.
- 16) р. Погорілець, с. Явірник (с. Шибени), гирло.

Пункти державного моніторингу вод

- I – Діагностичний моніторинг (р. Прутець Яблуницький, 4,0 км, с. Татарів).
- II – Дослідницький моніторинг (р. Прут, 896 км, м. Яремче).
- III – Операційний моніторинг (р. Прутець Яблуницький, 10 км, с. Поляниця, скид зворотних вод готельно-відпочинкових комплексів с. Поляниця).

Пункт діагностичного моніторингу знаходиться у с. Татарів на р. Прутець Яблуницький (4 км від гирла). Суб'єктами моніторингу визначено структурні підрозділи ДСНС України (Карпатська селестоксова станція Івано-Франківського ЦГМ, Хмельницький ЦГМ) та Держводагентства України (Дністровське БУВР). Відповідно до Програми моніторингу 12 разів на рік проводиться відбір проб води та визначення 13 фізико-хімічних, 35 хімічних пріоритетних та 11 хімічних басейнових специфічних показників.

Пункт операційного моніторингу знаходиться на р. Прут у м. Яремче (896 км від гирла). Визначення 23 фізико-хімічних, 35 хімічних пріоритетних та 11 басейнових специфічних хімічних показників у воді покладено на Дністровське БУВР (Держводагентство). Періодичність проведення – 12 разів на рік.

Результати моніторингу води р. Прут у м. Яремче за 2024 р. наведено у табл. 6.1.

Таблиця 6.1. Результати операційного моніторингу хімічного складу води р. Прут, м. Яремче, лівий берег у 2024 р.

Дата	Показник									
	$N_{\text{заг.}}$, мг/дм ³	NH_4^+ , мг/дм ³	$БСК_5$, мгО ₂ /дм ³	Завислі речовини, мг/дм ³	O_2 , мг/дм ³	NO_3^- , мг/дм ³	NO_2^- , мг/дм ³	SO_4^{3-} , мг/дм ³	PO_4^{3-} , мг/дм ³	Cl^- , мг/дм ³
22.01.2024	0,64	0,14	1,40	9,0	15,8	0,89	0,02	55,0	0,02	14,0
22.02.2024	0,65	0,10	1,60	7,0	13,0	1,00	0,03	49,0	0,02	11,0
04.03.2024	0,43	0,13	1,50	8,0	13,2	1,00	0,02	34,0	0,02	12,0
09.04.2024	0,34	0,11	1,70	7,0	9,70	0,62	0,02	32,0	0,02	6,0
15.05.2024	2,30	1,10	1,90	6,0	11,1	1,50	0,07	45,0	0,02	9,0
04.06.2024	0,82	0,22	1,50	10,0	9,80	1,90	0,02	38,0	0,02	12,0
02.07.2024	1,80	0,72	1,60	8,0	8,30	2,10	0,29	58,0	0,06	16,0
12.08.2024	0,68	0,19	1,80	10,0	10,5	1,70	0,04	47,0	0,02	11,0
24.09.2024	0,99	0,21	1,60	8,0	8,90	3,40	0,03	54,0	0,02	18,0
22.10.2024	1,70	0,43	1,50	8,0	11,3	5,80	0,03	52,0	0,02	86,0
12.11.2024	0,73	0,35	1,40	7,0	13,0	1,70	0,01	55,0	0,02	13,0
03.12.2024	0,68	0,24	1,50	10,0	12,5	1,90	0,02	63,0	0,02	16,0

До 2019 р. моніторинг якості води проводився на р. Жонка у межах питного водозабору виробничого управління водопровідно-каналізаційного господарства (ВУВКГ) м. Яремче (табл. 6.2).

Таблиця 6.2. Результати моніторингу хімічного складу води р. Жонка, 3 км, питний водозабір ВУВКГ м. Яремче (17.12.2019)

Характеристика	Показник									
	$N_{\text{заг.}}$, мг/дм ³	NH_4^+ , мг/дм ³	$БСК_5$, мгО ₂ /дм ³	Завислі речовини, мг/дм ³	O_2 , мгО ₂ /дм ³	NO_3^- , мг/дм ³	NO_2^- , мг/дм ³	SO_4^{3-} , мг/дм ³	PO_4^{3-} , мг/дм ³	Cl^- , мг/дм ³
Фактичне значення	–	0,39	1,8	–	11,2	1,8	0,03	12	0,099	10
ГДК (ОБУВ)*	–	0,5	3	15	4	40	0,08	100	–	300

* – гранично-допустима концентрація (ГДК) об'єднаних безпечних умов впливу (ОБУВ).

Дослідницький моніторинг проводиться у с. Поляниця на р. Прутець Яблуницький (10 км від гирла), нижче скидів зворотних вод готельно-відпочинкових комплексів с. Поляниця. При цьому вміст у воді фізико-хімічних показників проводять структурні підрозділи ДСНС України (Карпатська селестокова станція Івано-Франківського ЦГМ та Хмельницький ЦГМ); визначення 35 пріоритетних та 11 басейнових специфічних хімічних показників покладено на Держводагентство (Дністровське БУВР). Відбір проб

відбувається 12 разів на рік.

Основні хімічні та фізико-хімічних показники:

- 1) температура води (t , °C);
- 2) розчинений кисень (O_2)
- 3) мінералізація води (питома провідність, електропровідність) (М)
- 4) водневий показник (рН)
- 5) біологічне споживання кисню (БСК)
- 6) хімічне споживання кисню (ХСК)
- 7) азот загальний ($N_{\text{заг.}}$)
- 8) азот амонійний ($N-NH_4^+$)
- 9) азот нітритний ($N-NO_2^-$)
- 10) азот нітратний ($N-NO_3^-$)
- 11) фосфор загальний ($P_{\text{заг.}}$)
- 12) фосфор ортофосфатів ($P-PO_4^{3-}$)

Для визначення переліку специфічних синтетичних та несинтетичних забруднювальних речовин здійснюється скринінг проб вод та донних відкладень один раз на шість років.

6.4. Моніторинг фізико-хімічних показників якості поверхневих вод на пунктах, підвідомчих Карпатському НПП

Система моніторингу хімічного складу поверхневих вод, що проводиться фахівцями Карпатського НПП включає 16 пунктів спостережень (див. рис. 6.2). Розташування пунктів та частота відбору проб обумовлені низкою чинників, з врахуванням ризиків антропогенного навантаження на водні екосистеми, особливостей господарської діяльності, природоохоронного статусу територій, географічного розташування водних об'єктів.

Система державного моніторингу та відомчого моніторингу поверхневих вод, що проводиться фахівцями Карпатського НПП, мають значні відмінності, як у підходах, цілях, частоті відбору проб, методах хімічного аналізу, виборі фізико-хімічних показників тощо.

Основні фізико-хімічні показники поверхневих водних масивів, що визначаються фахівцями Карпатського НПП:

- 1) температура води (t , °C);
- 2) мінералізація води (питома провідність, електропровідність) – М;
- 3) кисневий режим (розчинений кисень - O_2 , відсоток насичення та біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК₅);
- 4) водневий показник (рН);
- 5) азот амонійний ($N-NH_4^+$);
- 6) азот нітритний ($N-NO_2^-$);
- 7) азот нітратний ($N-NO_3^-$);
- 8) фосфати (PO_4^{3-}).

Рідше проводиться визначення у воді вмісту азоту загального ($N_{\text{заг.}}$), сульфатів (SO_4^{2-}), хлоридів (Cl^-), загальної твердості (CaO , $CaCO_3$) та каламутності.

Температура води, мінералізація, величина водневого показника, інколи

розчинений у воді кисень – визначаються безпосередньо на водному об'єкті з використанням портативних приладів, вміст решти елементів – у лабораторних умовах.

Нижче наведено характеристики основних фізико-хімічних показників якості води, що визначаються в системі державного моніторингу та фахівцями Карпатського НПП.

6.4.1. Температура води, каламутність, завислі речовини

Температура води – величина, що характеризує тепловий стан води. Основною її властивістю є те, що вона є однаковою для всіх водних мас, що утворюють замкнену систему, якщо система знаходиться в тепловій рівновазі. Якщо температура води в різних частинах системи неоднакова, відбувається перехід енергії (теплопередача) від тепліших водних мас до прохолодніших.

У водотоках і водоймах температура води – результат кількох процесів, що відбуваються одночасно: сонячної радіації, випаровування, турбулентного теплообміну з атмосферою, переносу тепла течіями, турбулентного перемішування водних мас тощо.

Температура води впливає на фізичні, хімічні та біологічні процеси, що відбуваються у водних об'єктах, від яких значною мірою залежить формування хімічного і біологічного складу води, кисневий режим, інтенсивність біологічних процесів, процесів самоочищення водних об'єктів тощо.

Прогрівання води, зазвичай, відбувається зверху вниз. Річний і добовий хід температури води на поверхні і глибині визначається кількістю тепла, що надходить на поверхню, інтенсивністю і глибиною перемішування. На глибині декількох десятків см добові коливання можуть становити декілька градусів. На мілководдях амплітуда температури води близька до амплітуди температури повітря. Показник температури води використовують для обчислення насичення води киснем, лужності, стану карбонатно-кальцієвої системи, при гідрохімічних, гідробіологічних дослідженнях, вивченні забруднення теплом тощо [82].

Температура води є показником, який вимірюється у Карпатському НПП при проведенні гідрологічних досліджень і вивченні антропогенного впливу на водні об'єкти.

Дані періодичних температурних вимірювань мають обмежене, але важливе значення при проведенні біоіндикації водних об'єктів, аналізу взаємозв'язків та генезису гідрохімічних показників. Для широкого використання доцільно опиратися на результати безперервного моніторингу, що проводиться на мережі Українського гідрометцентру ДСНС України (див. розд. 5.4).

Каламутність води – фізична властивість води, обумовлена наявністю у ній найдрібніших завислих мінеральних і органічних частинок, яка призводить до зменшення прозорості води. У гідрології виражається в г/м^3 , мг/дм^3 [82], інколи у JTU (Jackson Turbidity Units).

Каламутність – це міра відносної прозорості води. Каламутна вода

зумовлена завислими та колоїдними частинками, такими як глина, мул, органічні та неорганічні речовини, а також мікроскопічні організми. Каламутність не слід плутати з кольором, оскільки темнозabarвлена вода може залишатися прозорою і не бути каламутною [105].

Каламутність води може бути спричинена ерозією ґрунтів, скидами стічних вод, цвітінням водоростей та збуренням донних відкладень, яке може виникати через рух суден або активність придонних риб, що живляться донним осадоком.

Тест для вимірювання каламутності води. Цей тест має обмежену корисність у чистих, прозорих водах. Однак отримані дані дозволяють оцінити ці води у глобальному масштабі. Для точнішого вимірювання каламутності у стоячих водоймах (озерах, водосховищах, естуаріях) можна використовувати диск Секкі. Крім того, для точнішого вимірювання каламутності проточних вод (струмків і річок) можна використовувати трубки для визначення прозорості. Для проведення тесту на каламутність використовується біла циліндрична посудина. Наліпку із зображенням диска Секкі слід приклеїти на банку за 8-24 години до використання, щоб клей повністю висох.

Процедура вимірювання каламутності включає послідовну реалізацію чотирьох простих етапів (рис. 6.3) [105].

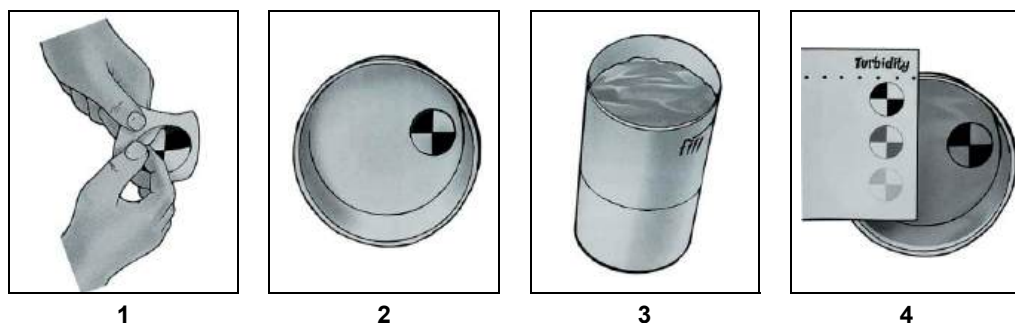


Рис. 6.3. Вимірювання каламутності поверхневих вод

1. Зніміть захисну плівку з наліпки з іконкою диска Секкі.
2. Приклейте наліпку на внутрішнє дно великої білої посудини. Розташуйте наліпку трохи зміщено від центру.
3. Наповніть банку до лінії каламутності, зазначеної на етикетці.
4. Тримайте таблицю каламутності біля верхнього краю банки. Дивлячись зверху вниз у банку, порівняйте вигляд іконки диска Секкі у воді з таблицею [105].

Завислі речовини – це частинки мінерального і органічного походження, що мають більші розміри, ніж колоїдні частинки і знаходяться у воді у завислому стані. Походження завислих речовин різне: теригенне (продукти розмиву ґрунтів, гірських порід), біогенне (фрагменти тіл і екскременти організмів), вулканогенне (уламковий матеріал вулканічних вивержень), хемогенне (продукти хімічних реакцій), космогенне (космічний пил), антропогенне (стічні води). Завислі речовини – початковий матеріал при утворенні донних відкладів. Концентрація їх у

воді коливається в широких межах. Від вмісту і властивостей завислих речовин залежать прозорість і колір природних вод [82].

6.4.2. Водневий показник, вміст кисню, БСК, ХСК

Водневий показник (pH) характеризує активність або концентрацію йонів водню в розчинах. Водневий показник відіграє важливу роль у визначенні якості води. У річкових водах його значення зазвичай коливається в межах 6,5-8,5, в атмосферних опадах – 4,6-6,1, в болотних водах – 5,5-6,0, у воді океану від 7,9-8,3, в шахтних і рудникових водах іноді досягає 1,0, а у воді содових озер і термальних джерел – 10,0.

Концентрація йонів водню схильна до сезонних коливань – взимку водневий показник для більшості річкових вод становить 6,8-7,4, влітку – 7,4-8,2. Концентрація йонів водню має велике значення для хімічних і біологічних процесів, що протікають в природних водах: від водневого показника залежить розвиток і життєдіяльність водяних рослин, сталість різноманітних форм міграції елементів, ступінь агресивності води по відношенню до металів і бетону та ін.

Природні води залежно від pH поділяються на сім груп: сильнокислі – $\text{pH} < 3$, кислі – 3-5, слабокислі – 5-6,5, нейтральні – 6,5-7,5, слаболужні – 7,5-8,5, лужні – 8,5-9,5, сильнолужні – $\text{pH} > 9,5$.

Кисень (O_2), розчинений у воді – один з найважливіших газів, постійно присутніх у природних водах. Його режим значною мірою визначає хіміко-біологічний стан водного об'єкта.

Джерела надходження кисню у природні води:

- процеси абсорбції з атмосфери. Зниження температури, підвищення атмосферного тиску, вітрове хвилеутворення і перемішування водних мас збільшує абсорбцію і розчинення кисню у воді;
- продукування кисню при фотосинтезі, яке відбувається у верхньому шарі води товщиною від десятків см до десятків м залежно від прозорості води;
- надходження кисню з дощовими і сніговими водами, як правило, пересиченими киснем.

Зі збільшенням глибини водної товщі водних об'єктах концентрація кисню зменшується внаслідок ослаблення фотосинтезу і за рахунок його витрат на окиснення органічних речовин і дихання водних організмів. Розчинений кисень проникає в глибинні шари в результаті перемішування водних мас, обумовленого течіями і вітровим впливом, і вертикальної циркуляції за рахунок конвективного і турбулентного перемішування і динамічного опускання і підйому водних мас.

Швидкість споживання кисню на окиснення органічних і мінеральних речовин, на дихання водних організмів збільшується з підвищенням температури, кількості бактерій та інших організмів і речовин, що зазнають хімічного і біохімічного окиснення.

Концентрація розчиненого кисню в поверхневих водах змінюється від нуля до 14 мг/дм^3 і схильна до значних сезонних і добових коливань, які в основному залежать від співвідношення інтенсивності процесів його продукування і споживання.

У річкових водах найвищі концентрації кисню спостерігаються, зазвичай, в осінній період, найнижчі – взимку, коли в результаті утворення крижаного покриву припиняється надходження кисню з атмосфери. Дефіцит кисню частіше спостерігається у водних об'єктах з високими концентраціями забруднювальних органічних речовин та в евтрофних водоймах. Розподіл кисню по вертикалі за відсутності інтенсивного перемішування водних мас може бути досить нерівномірним. Стратифікація його концентрацій, як і температурна стратифікація, найзначніша в літній і зимовий періоди. Режим розчиненого кисню сильно впливає на життя водного об'єкта. Мінімальна концентрація розчиненого кисню, необхідна для нормального розвитку риб, становить близько 5 мг/дм³, зниження її до 2 мг/дм³ викликає їх масову загибель. Неприятливим є і перенасичення води киснем. Концентрацію кисню виражають в міліграмах в 1 дм³, в мілілітрах в 1 дм³, або в процентах насичення [82].

Вплив водоспаду Пробій на вміст кисню у воді р. Прут. У листопаді 2021 р. було проведено дослідження із визначення впливу водоспаду Пробій (м. Яремче) на температурний і кисневий режим р. Прут. Якщо вище водоспаду температура води у річці становила 5,9°C, вміст розчиненого у воді кисню – 7,15 мг/дм³, а насичення води киснем – 62,7 %, то через 260 м нижче водоспаду показники у воді р. Прут були наступні: температура води підвищилась до 6,0-6,2°C, вміст розчиненого у воді кисню – 8,62 мг/дм³, а насичення води киснем – 73,3 %.

Апаратний комплекс для визначення температури та мінералізації води, вмісту кисню, а також водневого показника наведено на рис. 6.4.

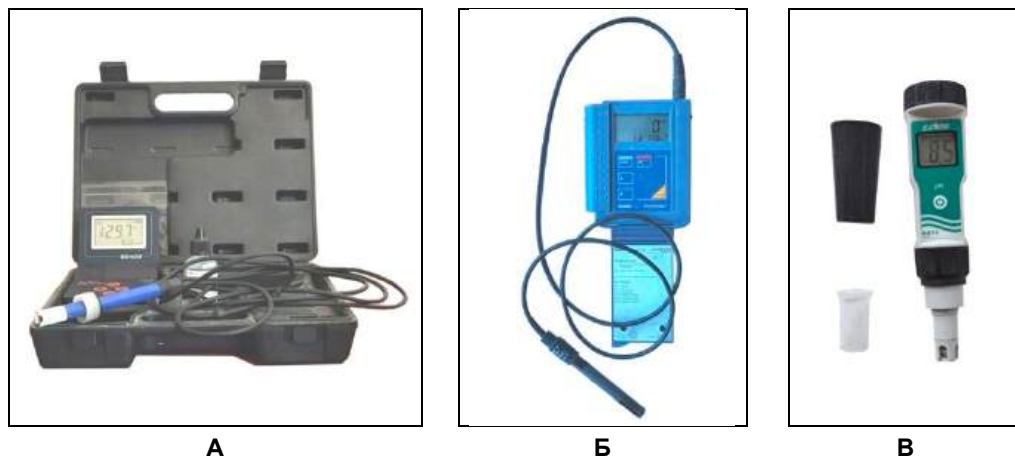


Рис. 6.4. Апаратний комплекс для проведення моніторингу фізико-хімічного стану поверхневих вод Карпатського НПП та прилеглих територій:
А – оксиметр; Б – солемір; В – рН-метр

Біохімічне споживання кисню (БСК) – це кількість кисню, який споживається за певний час при біохімічному окисненні речовин, що містяться у воді в аеробних умовах; виражається в мг/дм³ молекулярного кисню (O₂). Найчастіше використовується значення БСК₅ – біохімічне

споживання кисню протягом 5 діб або БСК_{пов} – повне біохімічне споживання кисню, закінчення якого визначається початком процесу нітрифікації (зазвичай 15-20 діб).

Значення БСК використовуються для оцінки ступеня забрудненості водного об'єкта і вмісту легкоокиснюваних органічних речовин. Встановлено, що зменшення вмісту кисню і окиснення легкоокиснюваних органічних речовин в склянках протікає зі спадаючою швидкістю, пропорційною їх концентрації.

У природних водах, що мають значення рН 6-8, не містять токсичних речовин і розведені до такої міри, щоб процес у склянках протікав в аеробних умовах, за 5 діб при температурі 20 °С окиснюється близько 70 % легкоокиснюваних органічних речовин, а за 10 та 20 діб – відповідно 90 і 99 %.

У поверхневих водах значення БСК₅ коливаються зазвичай від 0,5 до 4,0 мг/дм³ молекулярного кисню (O₂) і схильні до сезонних і добових змін. Сезонні зміни в основному залежать від зміни температури і від початкової концентрації розчиненого кисню, добові зміни – головним чином від початкової концентрації розчиненого кисню, яка може протягом доби змінюватися на 2,5 мг/дм³ в залежності від співвідношення інтенсивності процесів продукування (фотосинтез) і споживання (дихання тваринних і рослинних організмів і деструкція органічних речовин). В практиці гідрохімічних досліджень розмірність БСК часто записують у формі – мгO₂/дм³.

Хімічне споживання кисню (ХСК) – кількість кисню, який споживається при хімічному окисненні органічних і мінеральних речовин, що містяться у воді за дії окиснювача; виражається в мг/дм³ атомарного кисню (O).

ХСК ототожнюється з перманганатною та біхроматною окиснюваністю, значення якої визначаються за дії на воду сильного окиснювача (перманганат калію KMnO₄ або біхромат калію K₂Cr₂O₇) в кислому середовищі. За значеннями ХСК_{Mn} і ХСК_{Cr} (перманганатною та біхроматною окиснюваністю) судять про вміст у воді легкоокиснюваних органічних речовин та про загальний вміст органічних речовин.

Для обчислення концентрації вуглецю, що міститься в органічних речовинах, треба значення хімічного споживання кисню помножити на 0,375 (коефіцієнт, що дорівнює відношенню кількості речовини еквівалента вуглецю до кількості речовини еквівалента кисню), а для обчислення концентрації органічних речовин – на 0,75 [82].

6.4.3. Сполуки біогенних елементів – азоту та фосфору

Сполуки азоту та фосфору у воді (нітрати, нітроти, амонійний азот, фосфати) визначаються, як правило, у лабораторії Карпатського НПП колориметричним методом (визначення базується на зміні кольору реагенту) з використанням тест-систем (рис. 6.5).



Рис. 6.5. Тест-системи для визначення вмісту у воді фосфатів, нітратів, нітритів та амонійного азоту

Фосфор (P) – один з головних біогенних елементів, що визначають продуктивність водного об'єкта. Концентрація загального розчиненого фосфору (мінерального і органічного) у незабруднених природних водах змінюється від 5 до 200 мкг/дм³ і залежить від багатьох чинників: процесів вивітрювання порід, розпаду органічних речовин тощо.

Сполуки фосфору надходять до природних вод у результаті процесів життєдіяльності і посмертного розпаду водяних організмів, вивітрювання і розчинення порід, що містять ортофосфати, обміну з донними відкладами, надходження з поверхні водозбору. Важливий чинник підвищення вмісту фосфору в природних водах, який часто призводить до значного евтрофування водних об'єктів – господарська діяльність людини. Забрудненню природних вод фосфором сприяє широке застосування фосфорних добрив, поліфосфатів як миючих засобів, флотореагентів і пом'якшувачів води [82].

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України № 575 від 2 червня 2021 року («Про внесення змін до Технічного регламенту мийних засобів») з 31 грудня 2023 р. запроваджено обмеження щодо вмісту фосфатів та інших сполук фосфору в мийних засобах.

Органічні і мінеральні сполуки фосфору утворюються при біологічній переробці залишків тваринних і рослинних організмів, а також в процесах біологічного очищення господарсько-побутових і промислових стічних вод.

У природних водах сполуки фосфору знаходяться в розчиненому, колоїдному і завислому стані. Під впливом фізичних, хімічних і біологічних чинників відносно легко здійснюються переходи з однієї форми в іншу. Концентрація мінерального фосфору (фосфатів) в природних водах становить, зазвичай, соті і тисячні частки міліграма в 1 дм³, в забруднених водах вона може досягати декількох міліграмів у 1 дм³.

Вміст сполук фосфору схильний до значних сезонних коливань, оскільки він залежить від співвідношення інтенсивності процесів фотосинтезу і біохімічного окиснення органічних речовин. Мінімальні концентрації фосфатів у

поверхневих водах спостерігаються, зазвичай, навесні і влітку, максимальні – восени і взимку [82].

Концентрація фосфатів у воді може бути виражена як масова концентрація йону (PO_4^{3-}) у міліграмах на дециметр кубічний (мг/дм^3) або у перерахунку на масу фосфору (P), що міститься в PO_4^{3-} (мг P/дм^3).

Для переходу від концентрації PO_4^{3-} у мг/дм^3 до еквівалентної концентрації у мг P/дм^3 використовується співвідношення молярних мас:

$$\text{мг P/дм}^3 = \frac{\text{мг PO}_4^{3-}/\text{дм}^3}{3,07}$$

де 3,07 – це відношення молярної маси PO_4^{3-} (94,97 г/моль) до молярної маси атома фосфору (30,97 г/моль). Наприклад, $1 \text{ мг/дм}^3 \text{ PO}_4^{3-} = 1/3,07 \approx 0,326 \text{ мг P/дм}^3$.

Азот (N) – хімічний елемент 15-ї групи 2-го періоду періодичної системи елементів. Загальний вміст в земній корі 0,04 % за масою. За звичайних умов азот – газ без кольору і запаху, малорозчинний у воді. Азот – головна складова частина атмосфери (75,6 % за масою і 78,1 % за об'ємом). У зв'язаному стані азот зустрічається в повітрі, природних водах, атмосферних опадах, ґрунті. В повітрі зв'язаний азот міститься у вигляді слідів аміаку, який утворюється при розкладанні азотовмісних органічних сполук, а також у вигляді слідів кисневих сполук, що виникають за рахунок фотохімічного окиснення аміаку і при безпосередньому синтезі з азоту і кисню оксиду азоту (NO) в електричних розрядах.

У природних водах азот знаходиться в вигляді розчинених вільних молекул N_2 , розчинених газоподібних сполук NH_3 , йонів мінеральних сполук: амонійних (NH_4^+), нітритних (NO_2^-) і нітратних (NO_3^-), а також численних органічних речовин в молекулярному та колоїдному стані. Належить до числа найважливіших біогенних елементів, концентрація його сполук значною мірою визначає біологічну продуктивність водного об'єкта. Тому загальний вміст азоту може служити одним з головних показників потенційного евтрофування водних об'єктів. Динаміка складу, співвідношення концентрацій мінеральних і органічних форм азоту вказують на напрям домінуючих біологічних і біохімічних процесів, в тому числі і процесів самоочищення водотоків і водойм. Крім оцінювання якості води, інформація про вміст і розподіл у воді водних об'єктів різних форм азоту являє інтерес при складанні балансу біогенних елементів, аналізі взаємозв'язку між процесами життєдіяльності водяних організмів і хімічним складом води та ін.

Азот загальний – сума мінерального й органічного азоту в природних водах. У поверхневих водах міститься у вигляді низки мінеральних і органічних сполук. Різні форми азоту загального можна згрупувати наступним чином: мінеральні форми – азот нітратний (NO_3^-), нітритний (NO_2^-) і амонійний (NH_4^+); органічні сполуки, як високомолекулярні (протеїни, протеїди, поліпептиди та ін.), так і простіші низькомолекулярні (амінокислоти, аміни, аміді, сечовина та ін.). Азотовмісні сполуки знаходяться в поверхневих водах у розчиненому, колоїдному і завислому стані і можуть під впливом багатьох фізико-хімічних і біохімічних чинників переходити з одного стану в інший. Середня концентрація азоту загального в природних водах коливається в значних межах і залежить

від трофності водного об'єкта: для оліготрофних змінюється зазвичай в межах 0,3-0,7 мг/дм³, для мезотрофних – 0,7-1,3 мг/дм³, для евтрофних – 0,8-2,0 мг/дм³.

Амоній (NH₄⁺) – одна з важливих форм мінерального азоту. У сполуках відіграє роль одновалентного металу. Кількісне співвідношення йонів амонію (NH₄⁺) і недисоційованих молекул гідроксиду амонію (NH₄OH) має важливе екологічне значення і зумовлюється значеннями рН і деякою мірою температурою води.

У незабруднених поверхневих водах, що характеризуються високим вмістом кисню і великими значеннями рН, концентрація йонів амонію досягає $n \times 10^{-3}$ – $n \times 10^{-2}$ мг/дм³. При переході від оліготрофного до мезотрофного і евтрофного станів водних об'єктів концентрація і частка амонію в балансі зв'язаного азоту зростає.

У воді багатьох річок і водосховищ концентрація амонію може досягати $n \times 10^{-1}$ мг/дм³. У морських водах концентрація його коливається зазвичай в межах 0,01-0,20 мг/дм³, досягаючи іноді 1,0 мг/дм³ і більше; в підземних водах закритих структур, де сильно пригнічена діяльність нітрифікаторів, може перевищувати 100 мг/дм³.

Сезонні коливання концентрації амонію характеризуються зазвичай зниженням її навесні і в період інтенсивної фотосинтетичної діяльності фітопланктону і підвищенням влітку, при посиленні процесів бактеріального розкладання органічних речовин. В осінньо-зимовий період підвищений вміст амонію пов'язаний з триваючим розпадом органічних речовин в умовах слабкого або повної відсутності споживання його фітопланктоном, а також за дефіциту O₂ і формування анаеробних умов. Підвищений вміст амонію вказує на погіршення санітарного стану водного об'єкта.

Крім цілей оцінювання якості води, інформація про розподіл і зміни концентрацій амонію являє інтерес для гідробіологічних та мікробіологічних досліджень.

Для переходу від концентрації NH₄⁺ у мг/дм³ до еквівалентної концентрації у мг N/дм³ використовується коефіцієнт 1,29, який виражає відношення молярної маси йона амонію (18,04 г/моль) до молярної маси атома азоту (14,01 г/моль). Тобто, $1 \text{ мг/дм}^3 \text{ NH}_4^+ = 1/1,29 \approx 0,775 \text{ мг N/дм}^3$.

Нітрати (NO₃⁻) – сполуки азотної кислоти. Присутність нітратних йонів у природних водах пов'язана з внутрішньоводойменними процесами нітрифікації амонійних йонів за участі кисню під дією нітрифікуючих бактерій. Тому збільшення концентрації нітратів спостерігається в літній час в періоди масового відмирання фітопланктону і високої активності нітрифікаторів. Можливо, в поверхневих водах при інтенсивному впливі ультрафіолетових променів окиснення амонійного йона відбувається хімічним шляхом.

Інше важливе джерело збагачення поверхневих вод нітратами – атмосферні опади, які поглинають оксиди азоту, що утворюються при атмосферних електричних розрядах, які потім перетворюються в азотну або азотисту кислоти. Концентрація нітратів в атмосферних опадах досягає 0,9-1,0 мг/дм³.

Велика кількість нітратів може надходити до водних об'єктів з промисловими і господарсько-побутовими стічними водами, зокрема після біологічного очищення, коли їхня концентрація досягає 50 мг/дм³.

Крім того, нітрати потрапляють в поверхневі води зі стоком з

сільськогосподарських угідь і з дренажними водами зі зрошуваних полів, на яких застосовуються азотні добрива.

Головними процесами, спрямованими на зниження концентрації нітратів, є споживання їх фітопланктоном і денітрифікуючими бактеріями, які за нестачі кисню використовують кисень нітратів на окиснення органічних речовин.

У поверхневих водах нітрати знаходяться в розчиненій формі. У незабруднених поверхневих водах концентрація нітратів становить $n \times 10^{-3}$ – $n \times 10^{-2}$ мг/дм³.

При переході від оліготрофних до мезо- і евтрофних водойм абсолютна концентрація нітратного азоту зростає, досягаючи $n \times 10^{-1}$ мг/дм³.

Концентрація нітратів в поверхневих водах схильна до сезонних коливань: мінімальна у вегетаційний період (соті частки міліграма в 1 дм³, іноді нітрати зникають повністю), вона збільшується восени і досягає максимуму взимку, коли за мінімального споживання азоту відбувається розкладання органічних речовин і перехід азоту з органічних форм в мінеральні. Підвищений вміст нітратів вказує на погіршення санітарного стану водного об'єкта.

Амплітуда сезонних коливань концентрацій може служити одним з показників евтрофування водного об'єкта і ступеня його забруднення органічними азотовмісними речовинами, які надходять з господарсько-побутовими і сільськогосподарськими стічними водами.

Концентрація нітратів у воді може бути виражена як масова концентрація нітрат-йону (NO_3^-) у міліграмах на дециметр кубічний (мг/дм³) або у перерахунку на масу азоту (N), що міститься в нітратах (мгN/дм³).

Для переходу від концентрації NO_3^- у мг/дм³ до еквівалентної концентрації у мг N/дм³ використовується коефіцієнт 4,43 – відношення молярних мас NO_3^- (62 г/моль) до N (14,01 г/моль). Наприклад, 1 мг/дм³ NO_3^- = $1/4,43 \approx 0,23$ мг N/дм³.

Нітрити (NO_2^-) – солі азотистої кислоти. Присутність у незабруднених природних водах нітритів пов'язана головним чином з процесами розкладання органічних речовин і нітрифікації.

Амонійні йони за дії особливого виду бактерій окиснюються до нітритних йонів. За достатньої концентрації кисню процес окиснення йде далі за дії інших бактерій і нітрити окиснюються до нітратів. Тому нітрити в помітних концентраціях виявляються за дефіциту кисню.

Інший процес утворення нітритів у водних об'єктах – денітрифікація. Поява нітритів в підвищених концентраціях можлива в районах скидання у водні об'єкти стічних вод підприємств, що використовують в технологічному процесі нітритні солі.

У поверхневих водах нітрити знаходяться в розчиненому вигляді. У кислих водах можуть бути присутні незначні концентрації азотистої кислоти (HNO_2) (не дисоційованої на йони). Підвищений вміст нітритів вказує на посилення процесів розкладання органічних речовин в умовах більш повільного окиснення NO_2^- в NO_3^- , що вказує на забруднення водного об'єкта, тобто є важливим санітарним показником.

Крім того, інформація про розподіл та зміни нітритів представляє інтерес при вивченні процесів самоочищення природних вод, а також в гідробіологічних та мікробіологічних дослідженнях.

Нітрити – нестійкі компоненти природних вод. Тому за сприятливих для їхнього окиснення умов, характерних для поверхневих вод, вони зустрічаються

в незначних концентраціях (соті і навіть тисячні частки міліграма в 1 дм³).

В підземних водах вміст нітритів значно вищий, особливо в верхніх водоносних горизонтах (соті і десяті частки міліграма в 1 дм³). У незабруднених водних об'єктах нітрити іноді виявляються в невеликих концентраціях. Найбільша їхня концентрація (до 10-20 мг/м³ азоту) спостерігається під час літньої стагнації і їхню присутність зазвичай пов'язують або з відновленням нітратів, або з активністю фітопланктону, оскільки встановлено здатність діатомових і зелених водоростей відновлювати нітрати до нітритів.

Однією з особливостей розподілу нітритів за глибиною водного об'єкта є добре виражені максимуми, зазвичай, поблизу нижньої межі термоклину або у верхній частині гіполімніону, де концентрація кисню знижується найбільш різко. Нерідко дещо підвищена концентрація нітритів, як проміжної стадії відновлення нітратів спостерігається у придонному шарі водного об'єкта.

Сезонні коливання вмісту нітритів характеризуються відсутністю їх взимку і появою навесні при розкладанні нової неживої органічної речовини. Максимальний вміст спостерігається в кінці літа, коли інтенсивно йде процес розпаду органічних речовин, що утворилися за літо. Восени вміст нітритів зменшується.

Підвищений вміст нітритів вказує на посилення процесів розкладання органічних залишків в умовах більш повільного окиснювання нітритних йонів в нітратні, що вказує на забруднення водного об'єкта, тобто є важливим санітарним показником.

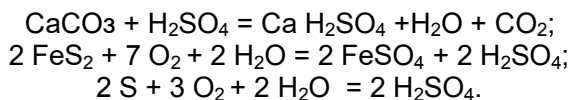
Як і у попередньому випадку концентрація нітритів у воді може бути виражена як масова концентрація нітрит-йону (NO₂⁻) у мг/дм³ або у перерахунок на масу азоту (N), що міститься в нітритах (мг N/дм³).

Для переходу від концентрації NO₂⁻ у мг/дм³ до еквівалентної концентрації у мг N/дм³ використовується коефіцієнт 3,29, що визначається як відношення молекулярної маси NO₂⁻ (46,005 г/моль) до атомної маси N (14,01 г/моль). Наприклад, 1 мг/дм³ NO₂⁻ = 1/3,29 ≈ 0,304 мг N/дм³ NO₂⁻.

6.4.4. Сульфати та мінералізація води

Сульфати (SO₄²⁻) – солі сірчаної кислоти (H₂SO₄), які утворюють два ряди – середні, або нормальні, солі – сульфати (з аніоном SO₄²⁻) і кислі, або гідросульфати (з аніоном HSO₄⁻).

Сульфатні йони є одним з головних аніонів, який присутній практично у всіх природних водах. У поверхневій воді сульфати надходять головним чином за рахунок процесів хімічного вивітрювання і розчинення сірковмісних мінералів, в основному гіпсу, а також окиснення сульфідів і сірки:



Значні кількості сульфатів надходять у водні об'єкти в процесі відмирання організмів і окиснення наземних і водяних речовин рослинного і тваринного походження і з підземним стоком. Сульфати виносяться також зі

стічними водами промислових підприємств, комунального господарства та сільськогосподарського виробництва.

З пересичених розчинів сульфати можуть виділитися у вигляді кристалів, головним чином сульфату кальцію або мірабіліту (глауберова сіль $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).

Іонна форма сульфатів характерна тільки для мало мінералізованих вод. При збільшенні мінералізації сульфатні йони схильні до утворення стійких асоційованих нейтральних йонних пар типу CaSO_4° , MgSO_4° , що утворюються в результаті електростатичної взаємодії протилежно заряджених йонів. Вміст С. у воді обмежується порівняно малою розчинністю сульфату кальцію (добуток розчинності L_{CaSO_4} дорівнює $6,1 \cdot 10^{-5}$).

Сульфати активно беруть участь в складному кругообігу сірки. За відсутності кисню під дією сульфатредуючих бактерій вони відновлюються до сірководню і сульфідів, які при появі в природній воді кисню знову окиснюються до сульфатів.

Рослини та інші автотрофні організми вилучають розчинені у воді сульфати для побудови білкової речовини. Після відмирання живих клітин гетеротрофні бактерії звільняють сірку протеїнів у вигляді сірководню, що легко окиснюється до сульфатів в присутності кисню. Підвищений вміст сульфатів погіршує органолептичні властивості води і здійснює фізіологічний вплив на організм людини.

Досить жорсткі умови висуваються до води, що живить парові установки, оскільки в присутності кальцію сульфатів утворюють значний накип.

У річкових водах і у воді прісних озер концентрація сульфатів коливається від 5 до 60 мг/дм³, у дощових – від 1 до 10 мг/дм³, у підземних водах концентрація їхня нерідко досягає декількох десятків г/дм³. Сульфати в основному переважають в природних водах з підвищеною мінералізацією (до 4-5 г/дм³), що відносяться до сульфатного класу.

Концентрація сульфатів у поверхневих водах схильна до сезонних коливань і зазвичай корелює зі зміною мінералізації води. Найважливішим чинником, що визначає режим сульфатів є мінливі співвідношення між поверхневим і підземним стоком. Помітний вплив мають окиснювально-відновні процеси, біологічна обстановка у водному об'єкті і господарська діяльність людини [82].

Мінералізація води (Σ_i) – сумарний вміст усіх знайдених при хімічному аналізі води мінеральних речовин; зазвичай виражається в мг/дм³ (до 1000 мг/дм³) і г/дм³, або ‰ (понад 1000 мг/дм³). Ця кількісна характеристика хімічного складу води носить умовний характер внаслідок різної повноти хімічного аналізу води, так само як і форма вираження його результатів (особливо для важких металів). В океанологічній практиці замість терміну «мінералізація» вживається термін солоність морської води [82].

Навіть незначна кількість розчинених солей у воді робить її провідником. Якщо побудувати калібрувальну криву, що відображає залежність між мінералізацією та електропровідністю, то, вимірявши електропровідність, можна розрахувати рівень мінералізації. Цей принцип лежить в основі роботи солемірів (TDS-метрів), які відображають результат у ppm (parts per million) - 1ppm = 1 мг/дм³.

Деякі результати дослідження фізико-хімічних показників води р. Прут на території Карпатського НПП. У табл. 6.3 наведено значення фізико-хімічних показників у воді р. Прут та її приток, визначені фахівцями Карпатського НПП за 2024 р.

Таблиця 6.3. Середі річні значення температури та деяких показників хімічного складу води р. Прут та її приток, визначені фахівцями Карпатського НПП за 2024 р.

Створи *	Показники									
	Мінералізація, мг/дм ³	Температура, °C	Водневий показник, рН	O ₂ , мг/дм ³	O ₂ , % насичення	БСК ₅ , мгO ₂ /дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³
1	40,5	8,3	7,5	9,1	89	0,01	1,0	0,0	0,04	0,0
2	70,5	8,6	7,0	9,0	86	0,02	1,0	0,0	0,0	0,0
3	99	11,7	7,5	7,3	69	0,20	1,0	0,0	0,01	0,15
4	98	11,9	7,5	7,4	72	0,30	1,0	0,1	0,02	0,15
5	124	11,2	7,9	7,4	69	1,24	2,0	0,1	0,04	0,15
6	124	9,6	8,0	7,3	71	1,40	2,0	0,1	0,04	0,15
7	119	11,0	7,5	7,2	70	1,00	2,0	0,1	0,03	0,20
8	118	11,3	7,6	7,3	73	1,40	1,5	0,2	0,03	0,20
9	185	6,0	7,6	7,9	74	1,80	1,5	0,1	0,04	0,20
10	118	10,6	7,7	8,5	79	0,80	1,0	0,1	0,02	0,15
11	127	9,5	7,6	8,0	77	0,50	1,5	0,0	0,01	0,0
12	135	7,3	7,6	8,9	86	0,80	1,0	0,0	0,01	0,0
13	68	9,8	7,4	8,4	82	0,20	0,5	0,0	0,0	0,0
14	153	10,7	7,6	8,0	83	0,55	1,0	0,1	0,05	0,1

* Пункти моніторингу (створи) Карпатського НПП: 1) р. Прут, ДП Ворохтянська високогірська навчально-спортивна база «Заросляк»; 2) р. Прут, контрольно-пропускний пункт Говерляньського ПНДВ; 3) р. Прут, селище Ворохта, вище скидів стічних вод КП «Селищне комунальне підприємство»; 4) р. Прут, селище Ворохта, 100 м. нижче скидів стічних вод КП «Селищне комунальне підприємство»; 5) р. Прут, с. Татарів, вище скидів стічних вод медичного реабілітаційного центру МВС України «Кремінці»; 6) р. Прут, с. Татарів, нижче скидів стічних вод медичного реабілітаційного центру МВС України «Кремінці»; 7) р. Прут, м. Яремче, гуцульський ринок, нижче водоспаду Пробій; 8) р. Прут, м. Яремче, мкр-н Дора, біля автомобільного моста, замикаючий створ; 9) р. Прутець Яблуницький, с. Татарів, біля автомобільного моста; 10) р. Прутець Чемигівський, с. Микуличин, біля автомобільного моста; 11) р. Нересний, с. Микуличин, вул. Шкільна, біля автомобільного моста; 12) р. Кісний, с. Микуличин, 70 м. вище гирла; 13) р. Жонка, м. Яремче, 100 м. вище гирла; 14) р. Кам'янка, м. Яремче, мкр-н Дора, гирло.

Для детальнішого і точнішого визначення фізико-хімічних характеристик поверхневих вод Карпатського НПП та прилеглих територій окремі відібрані зразки час від часу направляються на аналіз до сертифікованих лабораторій інших організацій, зокрема, лабораторії моніторингу вод Західного регіону Дністровського басейнового управління водних ресурсів (БУВР) Держводагентства України в м. Івано-Франківськ (табл. 6.4).

Таблиця 6.4. Значення фізико-хімічних показників води р. Прут у м. Яремче (мікрорайон Дора), отримані в лабораторії Західного регіону Дністровського БУВР Держводагентства України, 09.08.2023 р.

Найменування показника	Одиниці вимірювання	Результати вимірювання	Нижня межа кількісного визначення
Водневий показник (рН)	од. рН	8,5	3,0
Кольоровість	в градусах	<5,0	5,0
Завислі тверді частинки	мг/дм ³	<5,0	5,0
Питома електропровідність	мкСм/см	260	від 0
Сухий залишок (мінералізація)	мг/дм ³	151	від 0
Розчинений кисень	мг/дм ³	11,0	0,2
Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	мгО ₂ /дм ³	<0,5	0,5
Хімічне споживання кисню (ХСК)	мгО/дм ³	<10	10
Амоній	мг/дм ³	0,14	0,1
Нітрити	мг/дм ³	0,089	0,01
Нітрати	мг/дм ³	1,3	0,5
Ортофосфат	мг/дм ³	0,065	0,04
Фосфор загальний	мг/дм ³	0,050	0,005
Аніонні поверхнево-активні речовини	мг/дм ³	<0,1	0,1
Кальцій + магній (твердість води)	мг-екв/дм ³	2,7	0,05
Кальцій	мг/дм ³	38	10
Магній	мг/дм ³	<10	10
Хлориди	мг/дм ³	14	5,0
Сульфати	мг/дм ³	35	15
Ззалізо	мг/дм ³	0,057	0,01
Марганець	мг/дм ³	<0,005	0,005
Хром загальний	мг/дм ³	<0,01	0,01
Мідь	мг/дм ³	<0,03	0,03

Відповідно до Директиви 98/83/ЄС Ради ЄС від 3 листопада 1998 р. про якість води, призначеної для споживання людиною, гранично допустима концентрація для нітратів у воді становить 50 мг/дм³, для нітритів – 0,5 мг/дм³, а для сульфатів – 250 мг/дм³.

В Україні, згідно з ДСанПІН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», ГДК нітратів також становить 50 мг/дм³, нітритів – 0,5 мг/дм³, а для амонію – 0,5 мг/дм³.

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) у своїх рекомендаціях щодо якості питної води встановлює ГДК нітратів на рівні 50 мг/дм³, нітритів – 0,5 мг/дм³, амонію – 1,5 мг/дм³, сульфатів – 500 мг/дм³.

Контрольні питання до розд. 6

- 1) *Що таке якість води?*
- 2) *Що таке моніторинг вод?*
- 3) *Які бувають види моніторингу вод?*
- 4) *Що передбачає система державного моніторингу поверхневих вод? Які його основні суб'єкти?*
- 5) *Які є основні фізико-хімічні показники якості води відповідно до Водної рамкової директиви ЄС?*
- 6) *Які джерела забруднення найбільше можуть впливати на якість поверхневих вод Карпатського НПП та прилеглих територій?*
- 7) *Чим відрізняється система державного моніторингу поверхневих вод від моніторингу, який проводиться фахівцями Карпатського НПП?*

7. БІОІНДИКАЦІЯ ТА БІОМОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

7.1. Загальні положення

Відповідно до Водної рамкової директиви ЄС (ВРД ЄС) біологічний метод оцінювання стану водних об'єктів разом з хімічним та гідроморфологічним моніторингом є невід'ємною складовою визначення екологічного статусу поверхневих водних масивів.

Біоіндикація як метод екологічного контролю та моніторингу дозволяє оцінювати стан водних екосистем на основі аналізу біологічного різноманіття і функціонального стану організмів-індикаторів.

Біологічні методи оцінювання якості води мають численні переваги в порівнянні з хімічними та фізичними, оскільки угруповання організмів є інтегрованим індикатором змін водного середовища. Ці методи здатні одночасно відображати вплив різноманітних природних та антропогенних чинників, включаючи забруднювальні речовини, що потрапляють до води.

Оцінювання ступеня забруднення водного об'єкта на основі біотичного складу дає можливість оперативно визначити його санітарний стан, трофічний статус, рівень і характер забруднення, а також розкрити шляхи його поширення у водному середовищі.

Метод біоіндикації дозволяє ефективно оцінювати наслідки як постійного, так і залпового (миттєвого або тимчасового) забруднення, оскільки біотичні реакції мають здатність усереднювати «ефект забруднення» в часі, що дає змогу оцінити історію змін. Крім того, біологічні методи забезпечують можливість аналізу здатності водної екосистеми до самоочищення, а також інтенсивність і ефективність процесів відновлення екосистеми після впливу забруднювальних речовин [53].

Відповідно до європейських норм, класифікація екологічного стану поверхневих вод базується на визначенні коефіцієнта екологічної якості, який встановлюється за біологічними показниками.

Коефіцієнт екологічної якості (КЕЯ або EQR – від англ. Ecological Quality Ratio) – це коефіцієнт, що виражає співвідношення між вимірними значеннями біологічних параметрів (B_{means}) та референційними (еталонними) значеннями (B_{ref}) обраного поверхневого водного об'єкта:

$$КЕЯ (EQR) = \frac{B_{means}}{B_{ref}} \text{ або } \frac{B_{ref}}{B_{means}} \quad (7.1)$$

Вибір операндаторів математичної дії – діленого та дільника (B_{means} чи B_{ref}) здійснюється за принципом «менше ділимо на більше». У результаті отримуємо величину КЕЯ, що виражається числовим значенням від 0 до 1, де відмінний екологічний стан характеризується значенням, близьким до одиниці, а поганий – показником, близьким до нуля.

Відповідно до вимог ВРД ЄС референційні показники або умови визначаються у так званих *еталонних створах (reference sites)*, що

характеризують стан систем, близький до природного (непорушеного або слабо порушеного людиною).

Еталонні створи бувають *специфічні* та *регіональні*. У гідроекологічному аспекті, коли розглядають біологічні, гідроморфологічні, фізико-хімічні умови на непорушених, відносно однорідних ділянках річки – мова йде про регіональні еталонні створи [3].

Класифікація екологічного стану річкових систем за біологічними критеріями може проводитися відповідно до основних трьох напрямів: 1) за складом і різноманіттям водної флори (*моніторинг макрофітів та фітопланктону*); 2) за складом, різноманіттям та віковою структурою фауни риб; 3) за складом та різноманіттям донних безхребетних (*моніторинг макробезхребетних*).

Моніторинг макрофітів. *Макрофіти* – це багатоклітинні водорості, мохи, папороті та квіткові рослини, які живуть у воді або на вологих берегах. Вони зручні для спостереження і добре реагують на зміни довкілля, тому їх використовують як індикатори екологічного стану водойм. Деякі види здатні існувати лише в чистій воді, інші — витримують значні забруднення і навіть накопичують токсиканти, завдяки чому застосовуються у біофільтрації. На очисних спорудах макрофіти сприяють зниженню концентрацій шкідливих речовин у стоках. Проте візуальна біоіндикація не дозволяє визначити конкретний забруднювач — для цього потрібні лабораторні аналізи. Макрофіти повільно реагують на зміни середовища, тому менш чутливі до короткочасних коливань, ніж, наприклад, фітопланктон. Біоіндикація за макрофітами ефективна переважно в озерах, ставках і рівнинних річках зі спокійною течією, але менш придатна для гірських потоків [53].

Моніторинг фітопланктону. *Фітопланктон* – частина планктону, яка представлена рослинними організмами, що мають пристосування для переміщення у товщі водної маси, зокрема, одноклітинні мікроскопічні водорості. Бентосні водорості наразі мають обмежене використання як індикатори якості води в європейських країнах, але є цінними за певних обставин. Найефективніше для цієї мети використовуються діатомові та нитчасті водорості. Види та чисельність річкового фітопланктону є важливими індикаторами евтрофікації водного об'єкта. Для великих річок з повільною течією їхнє використання має обмежений характер.

Моніторинг риб. За період існування Парку тут достовірно відзначено наступне видове різноманіття надкласу риби: лососеподібні (*Salmoniformes*) – 3 види; коропоподібні (*Cypriniformes*) – 9 видів; окунеподібні (*Perciformes*) – 1 вид.

Варто зазначити, що риби, як індикатори впливу на якість вод річкових систем, використовуються відносно мало в Європі. По-перше, їх важко відбирати для зразків без спеціалізованого обладнання. По-друге, результати моніторингу складно інтерпретувати через їхню мобільність у межах річкових систем, наявність бар'єрів у річкових системах, вплив рибальства та зариблення тощо. Необхідно уважно підходити до вибору найбільш відповідних індикаторів місцевих умов та впливів, особливо у випадку мігруючих лососевих. В цілому ж, використання риб як індикаторів випадкового забруднення є важливим аспектом при розробленні схем моніторингу.

Моніторинг макробезхребетних. Макробезхребетні – це безхребетні тварини, які мають розміри достатньо великі, щоб їх можна було побачити неозброєним оком. До цієї групи відносяться різноманітні організми, такі як комахи, молюски, черв'яки, ракоподібні та інші безхребетні.

Використання макробезхребетних для оцінювання впливу органічного забруднення на якість води річок є найпоширенішим елементом біоіндикації в Європі.

Нещодавно були розроблені і удосконалюються методи використання макробезхребетних як індикаторів інших чинників впливу, включаючи токсичні хімічні речовини та зміни у річкових потоках і морфології русел. Чутливість макробезхребетних до широкого спектра впливів робить їх дуже корисним інструментом для оцінювання стану річок. Вони є менш корисними для застосування методу на глибоких річках, де їх важко відбирати для зразків.

У всіх водних об'єктах Карпатського НПП розвивається специфічна гідрофлора і гідрофауна, яка часто притаманна лише гірським районам. Таким чином, будь-яка гірська територія, від масивів до окремих локальних ділянок, заселена різноманітними водними тваринами, з яких найрізноманітнішими є безхребетні.

На основі тривалого досвіду проведення гідробіологічних досліджень фахівцями зоологічної лабораторії Карпатського НПП було виготовлено інтерактивний визначник: «Біомоніторинг: індикатори-гідробіонти Карпатського національного природного парку» (автор: Марія Тороус), який включає первинний аналіз екологічного стану водних об'єктів за макрофітами (рис. 7.1.А) та макробезхребетними (рис. 7.1.Б, табл. 7.1).

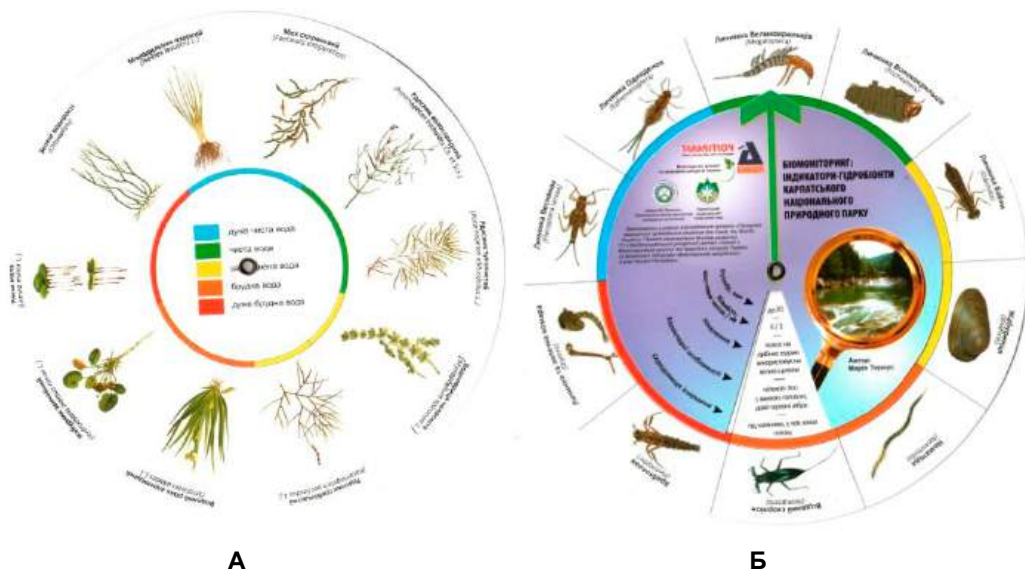


Рис. 7.1. Інтерактивний визначник для оцінювання екологічного стану поверхневих водних масивів Карпатського НПП за біологічними критеріями: А – за макрофітами; Б – за макробезхребетними

Таблиця 7.1. Характеристика індикаторів-гідробіонтів у системі біоіндикації та біомоніторингу поверхневих водних масивів на території Карпатського НПП

Вид	Розмір, мм	Кількість хвостових ниток / ніг	Живлення	Характерні особливості	Середовище існування
Личинка веснянок (<i>Plecoptera larvae</i>)	7-12	6/2	дрібні тварини	2 тонкі хвостові нитки і трахейні зябра на черевних сегментах	між камінням або серед рослин у річках зі швидкою течією
Личинка одноденок (<i>Ephemeroptera</i>)	до 15	6/3	дєндрит і планктон	3 довгі хвостові нитки, трахейні зябра вздовж боків	між камінням або серед рослин у річках зі швидкою течією
Личинка великокрильців (<i>Megaloptera</i>)	до 20	6/1	полює на дрібних тварин, використовуючи великі щелепи	м'ясисте тіло з важкою головою, довгі черевні зябра	під камінням у всіх зонах потоку
Личинка волохокрильців (<i>Trichoptera</i>)	до 20	6/10	всеїдні	знаходяться в будиночках з камінців, шовку або рослинного матеріалу	серед осаду і каміння у струмках, ставах та озерах
Личинка бабки (<i>Odonata</i>)	15-20	3/6	хижаки	виражена нижня губа, відсутні зовнішні трахейні зябра	серед осаду і каміння, придонна рослинність
Жабурниця (<i>Bivalvia</i>)	до 150	1/0	бактерії, водорості, найпростіші	наявність мушлі (черепашки) із 2-х стулок та м'ясистого тіла між ними	ховається в підстилку
Нематода (<i>Nematoda</i>)	до 50	1/6	сапротрофи ¹¹ та паразити	тонкі, часто напівпрозорі, круглі несегментовані черви	ховається у підстилку
Водяний скорпіон (<i>Hemiptera</i>)	До 50	1/6	ракоподібні та личинки комах	перша пара ніг хапальна, на черевці є дихальна трубка	зарості водних рослин
Хребтоплав (<i>Hemipter</i>)	до 11	0/6	хижак (комахи, мальки риб)	остання пара ніг опушена щетинами, довша за інші; плаває на спині	придонні рослини
Личинка та лялечка комара (<i>Diptera</i>)	до 25	3/6	дєндрит і планктон	висять донизу з поверхні води, використовуючи сифон	прикріплюється до сміття своїми крихітними ногами там, де є вода

¹¹ **Сапротрофи** – це організми, які харчуються мертвою органічною речовиною, тобто залишками рослин, тварин або інших організмів. Вони розкладають ці рештки на простіші речовини, які можуть використовувати інші живі істоти.

Визначник було розроблено у 2019 р. у рамках «Програми екологічних громадських ініціатив для Сходу та Заходу України», який реалізувався Фондом розвитку ГО «Західноукраїнський ресурсний центр» спільно з Міністерством екології та природних ресурсів України (тепер – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України) за фінансової підтримки Міністерства закордонних справ Чеської Республіки.

Визначник активно використовується фахівцями Парку у навчально-освітніх цілях, а також для популяризації роботи у природоохоронній галузі, при проходженні виробничих практик студентами, уроків для учнів шкіл, гімназій та ліцеїв, при проведенні екскурсій тощо.

7.2. Біоіндикація та біомоніторинг якості поверхневих вод за макробезхребетними

Макробезхребетні є ключовими індикаторами екологічного стану річок з огляду на низку їхніх особливостей, перерахованих нижче.

- 1) Висока чутливість до типів забруднення та рівнів забруднення.
- 2) Швидка реакція на різного роду стреси.
- 3) Широке поширення в межах річкового континууму.
- 4) Легкість у відборі зразків.
- 5) Відносна легкість ідентифікації в порівнянні з іншими групами.
- 6) Репрезентативність для локальних умов через відносно осілий характер існування.
- 7) Достатня тривалість життя (від кількох місяців до кількох років).
- 8) Наявність кількох видів у спільнотах макробезхребетних через їхню гетерогенність.

Біотичний індекс. Одним з найпоширеніших, апробованих у країнах Європи та світі загалом методів біоіндикації поверхневих вод за макрзообентосом є *біотичний індекс* TBI (Trent Biotic Index), відомий також під назвою індекс Вудівісса. Обрахунок показника базується на виявленні у водоймі організмів, що належать до індикаторних груп та загальній кількості груп водяних макробезхребетних за спеціальною табличною формою. За умови підвищення ступеня забруднення водойми представники індикаторних груп зникають з угруповання в певній послідовності (табл. 7.2).

Методика відбору проб макробезхребетних. Точки для відбору проб доцільно визначати з урахуванням завдань досліджень (пошукові, контрольні дослідження тощо, протяжність ділянки, яку потрібно дослідити) та особливостей водного об'єкта і ландшафту. Якщо відоме розташування точкових джерел забруднення, доцільно дослідити дві точки – до місця впливу забруднювального чинника та після. Можуть бути досліджені різні біотопи (ділянки з піщаним або замуленим дном, зарослі та не зарослі вищою водною рослинністю тощо). Найінформативнішими з точки зору дослідження екологічного стану річок вважаються переكاتи¹² чи ділянки з найбільшою швидкістю течії, де глибини не перевищують 0,3 м. Площа, яку

¹² **Переكات** – це мілководна ділянка русла річки, яка має вигляд валу, що перетинає русло річки під кутом 20-30°, з пологим схилом, оберненим проти течії, та крутим – за течією. Утворюється в результаті нерівномірного розмивання русла водним потоком і акумуляції наносів.

варто «перемити» – 1 м² [58]. Обов'язковим елементом є складання схеми розташування точок відбору проб та біотопів і детальний їх опис.

Угрупування макробезхребетних найкраще досліджувати у червні-вересні, коли вони розвинуті найкраще, а самоочисні процеси у водоймах відбуваються найінтенсивніше.

Таблиця 7.2. Таблиця для розрахунку біотичного індексу (ТБІ)

Наявність видів-індикаторів	Кількість видів індикаторів	Загальна кількість груп організмів у пробі*				
		0-1	2-5	6-10	11-15	16 і більше
Личинки веснянок (<i>Plecoptera</i>)	більше 1 1 вид	– –	7 6	8 7	9 8	10 9
Личинки одноденок (<i>Ephemeroptera</i>)	більше 1 ** 1 вид **	– –	6 5	7 6	8 7	9 8
Личинки волохокрильців (<i>Trichoptera</i>)	більше 1 *** 1 вид ***	– 4	5 4	6 5	7 6	8 7
Бокоплави (<i>Gammaridae</i>)	усі вище зазначені види відсутні	3	4	5	6	7
Водяний ослик (<i>Asellus aquaticus</i>)	усі вище зазначені види відсутні	2	3	4	5	6
Малощетинкові черви + комарі-дзвінці (хірономуси) <i>Oligochaeta</i> + <i>Chironomidae</i>	усі вище зазначені види відсутні	1	2	3	4	–
Усі вищезазначені групи відсутні	можуть бути присутні види, невибагливі до вмісту кисню у воді	0	1	2	–	–

Примітки: * – групи організмів які підлягають підрахунку: 1) усі види плоских червів, 2) усі види п'явок, 3) усі види водяних кліщів, 4) усі види молюсків, 5) усі види ракоподібних, 6) усі види личинок веснянок, 7) усі види личинок одноденок, 8) усі види личинок двокрилих, 9) усі види личинок жуків, 10) личинки *Baetis rhodani* (одноденка), 11) личинки *Chironomus thummi* (хірономіда), 12) личинки волохокрильців, 13) личинки всіх інших хірономід, 14) личинки симулід, 15) усі види личинок сітчастокрилих;

** – виключаючи личинку одноденки *Baetis rhodani*;

*** – *Baetis rhodani* включена в цей розділ.

Прилади та матеріали. Відбір зразків проводиться з використанням спеціальної підсаки з капронового сита. Для первинного очищення проб від решток водяних рослин, сміття та надлишку мулу слід взяти пластикове відро або миску бажано білого кольору. Гідробіонти поміщають у спеціальний посуд з широким горлом (250-500 мл, скляні або пластикові банки), який герметично закривається кришками та стікерується (підписується). За фіксуєчий розчин

найбезпечніше застосовувати рідини з високим вмістом спирту. Для відмивання проб від фіксуєчого розчину використовують промивальне сито. Визначення таксонів проводиться з використанням бінокулярної лупи або мікроскопа.

Для проведення досліджень також використовують чашку Петрі, тонкий пінцет, препарувальну голку, польовий (для описів ділянок і місць відбору проб) та лабораторний (для обробки здобутих проб) щоденники, олівець простий, олівець по склу, кулькова ручка, круглий фільтрувальний папір.

Порядок відбору, фіксування та етикетування проб

1. Вибрати біотоп, типовий для ділянки річки, що вивчається.

2. Зайти у воду і здійснити облов організмів у межах вибраного біотопу, виконавши 10-20 подвійних помахів підсакою. Бажано досягти деякого «змучення» верхньої товщі донних відкладів, а також обловити пагони вищої водної рослинності, якщо вона є. Необхідно, щоб кількість помахів була приблизно однаковою на різних точках відбору проб для того, щоб отримані величини індексу можна було більш коректно порівнювати.

3. Вивернувши підсаку, змити її вміст у пластикове відро, до половини наповнене річковою водою. Бажано уникати втрат вмісту підсаки, а також вручну (пінцетом) зняти зі стінок підсаки організми, які у ній заплуталися.

4. Ретельно змити вручну організми, прикріплені до пагонів рослин, каміння або інших твердих предметів, які потрапили до проби, не виймаючи їх з відра, а також подрібнити грудки донних відкладів.

5. Вилучити з відра пагони рослин та їхні фрагменти, тверді субстрати, сміття тощо, впевнившись, що більшість організмів змито з них у відро.

6. Повільно помішуючи воду у відрі, вилити його вміст у промивальне сито. Після чого знову наповнити відро водою, уникаючи втрат. Процедуру повторити 5-6 разів, поки вода у відрі перестане бути каламутною, а на його дні залишаться лише важкі фракції ґрунту (пісок, каміння тощо).

7. Ретельно промити вміст промивального сита від мулу (протягом 2-3 хв.). Бажано, щоб у підсумку об'єм промитої проби не перевищував 1/3 об'єму підготовленого посуду.

8. Налити на дно банки невелику кількість води і перенести в неї вміст промивального сита, уникаючи великих втрат. Слідкувати за тим, щоб організми, які прикріпилися до стінок сита, також потрапили до банки.

9. Якнайшвидше зафіксувати пробу, заливши її фіксуєчим розчином (не менше 1/3 об'єму посуду). Фіксування проб застосовується не лише для забезпечення можливості їх тривалого зберігання, а, перш за все, тому, що значна кількість організмів у пробі є хижими, і в умовах значного скупчення вони активно полюють один на одного. Не рекомендується працювати з «живими» (незафіксованими) пробами. Значна кількість організмів (особливо хижаки) своєю рухливістю утруднить визначення їхньої таксономічної належності. Під час тривалого зберігання розчини, які містять спирт, знебарвлюють покриття

організмів та руйнують їхні тканини.

10. Герметично закрити банку з пробою та наклеїти на неї відповідну етикетку (дата, назва водного об'єкту, тип та номер досліджуваного біотопу, згідно з планом досліджень, вказати для чого відібрано пробу).

11. Здійснити детальний опис точки відбору проби у щоденнику. Це може знадобитися для подальшої інтерпретації результатів обробки.

Порядок розрахунку біотичного індексу ТВІ. Для того, щоб оцінити якість води, необхідно здійснити наступні дії, описані нижче.

1) Визначити, які індикаторні групи організмів зустрічаються у водному об'єкті, що досліджується. Пошук розпочинають з найчутливіших до забруднення організмів – веснянок, далі – однокореневих, волохокрильців і т. д., тобто у тому порядку, як вони розташовані у таблиці зверху донизу (див. табл. 7.2). Якщо у водоймі є личинки веснянок, то визначення ведеться за першим чи другим рядком таблиці, решта, ж рядків не береться до уваги. Якщо у пробі знайдено кілька видів веснянок, працюють з першим рядком таблиці, якщо ж лише один – з другим. За відсутності веснянок у вашому списку, шукайте види із наступних індикаторних груп та працюйте з найвищим відповідним рядком, нехтуючи рештою нижчих.

2) Наступним кроком є оцінювання різноманітності макробезхребетних організмів у водоймі (пробі), для чого визначають загальну кількість груп макробезхребетних.

3) На перетині визначених рядка та стовпчика знаходиться значення ТВІ за яким можна визначити якість води (табл. 7.3).

Таблиця 7.3. Класифікація якості води за біотичним індексом ТВІ (індексом Вудівіса)

Бал ТВІ	Клас якості води		Категорія	Тип водойми	Колір картографування
9-10	1	Дуже чиста	Дуже чиста	олігосапробний	Блакитний
8	2	Чиста	Чиста	олігосапробний	Зелений
7			Достатньо чиста	β-мезосапробний	
6	3	Забруднена	Слабо забруднена	β-мезосапробний	Жовтий
5			Помірно забруднена	α-мезосапробний	
3-4	4	Брудна	Брудна	α-мезосапробний	Помаранчевий
0-2	5	Дуже брудна	Дуже брудна	полісапробний	Червоний

Крім визначення індикаторних таксонів бентосу (рис. 7.2), важливим є ідентифікація інших груп гідробіонтів (рис. 7.3-7.4). Коловертки, тихоходи, нематоди, більшість малощетинкових черв'яків є малопомітними через дрібні розміри, тому їх виявлення вимагає використання спеціальних оптичних приладів (бінокляри, мікроскопи, зоологічні лупи) [58].

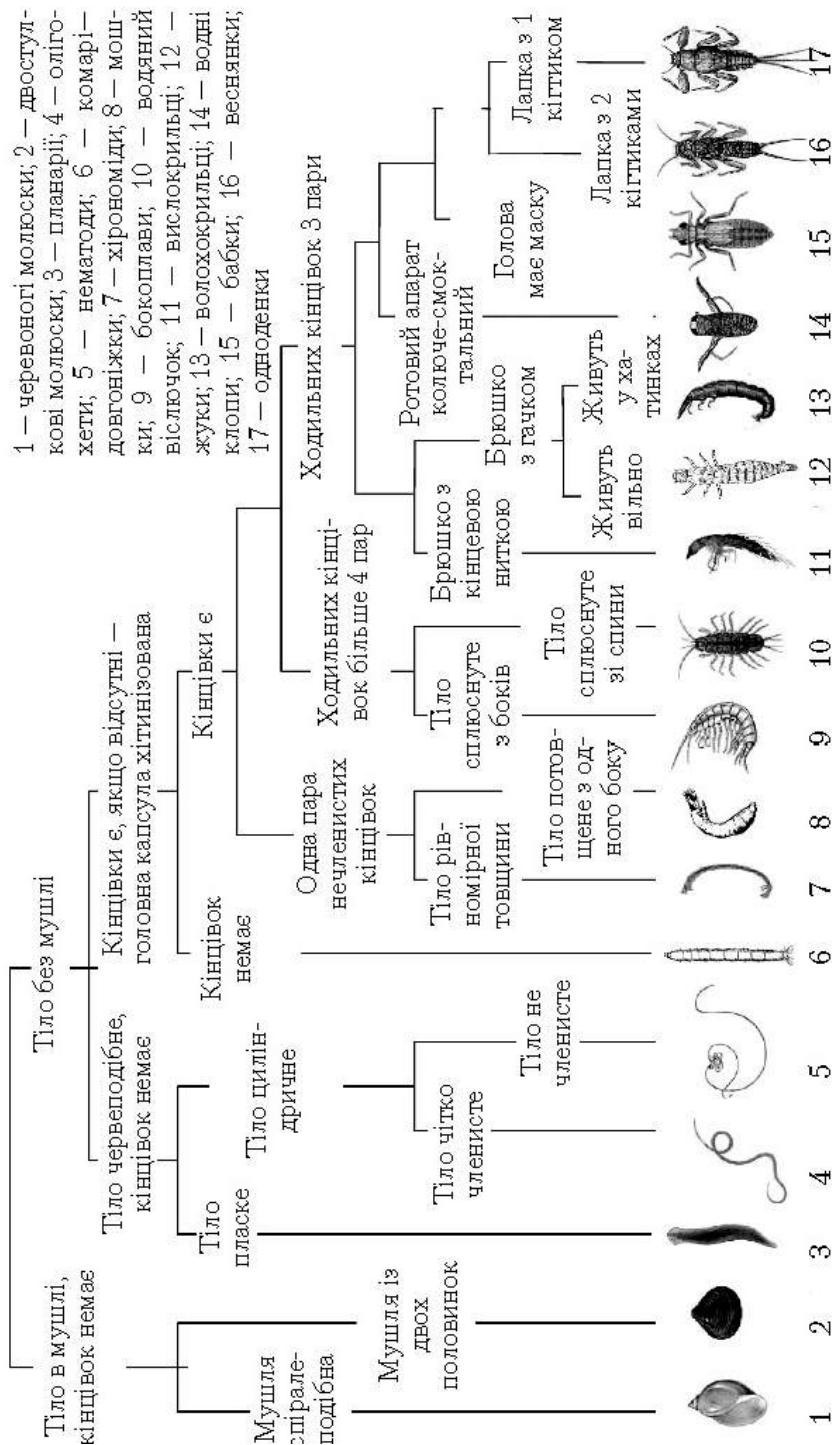
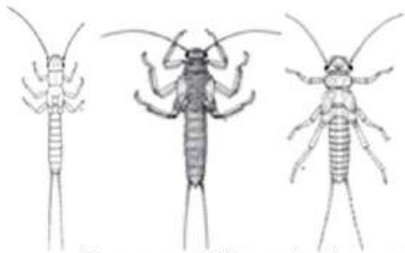
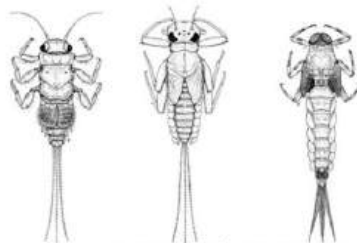


Рис. 7.2. Піктографічний ключ для визначення основних груп водних безхребетних (В.І. Мальцев, Г.О. Карпова, Л.М. Зуб, 2011)



Веснянки (*Plecoptera*)

На відміну від одноденок мають тільки дві хвостові нитки (церки)



Одноденки (*Ephemeroptera*)

Мають три хвостові нитки, у деяких середня сильно редукована. На черевних сегментах є зябра.



Волохокрильці (*Trichoptera*)

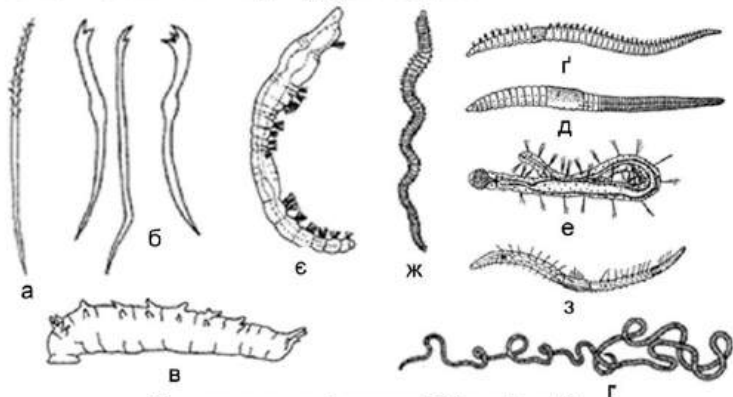
Мають м'яке червоподібне черевце, три пари справжніх ніг і хітиновані перші три сегменти, більшість видів будують будиночки



Бокоплави (*Gammaridae*)



Водяний вісліючок (*Asellus aquaticus*)



Малощетинкові черви (*Oligochaeta*)

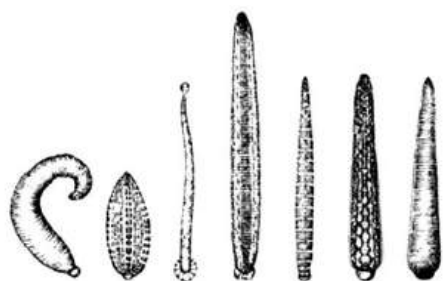
Серед них а-г, е – мікроскопічні малощетинкові, г' – люмбрикуліди (*Lumbriculidae*), д – люмбрициди (*Lumbricidae*), е – наїди (*Naididae*), ж – трубочники (*Tubificidae*), з – енхитриїди (*Enchytreidae*)



Комарі-дзвінці (*Chironomidae*)

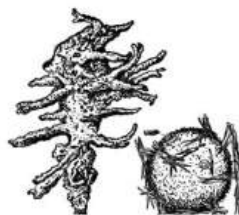
Мають чітко виражену головну капсулу (темно пігментовану), біля неї на сегментах є псевдоніжки, на протилежному кінці тіла є зябра й ще одна пара псевдоніжок

Рис. 7.3. Основні індикаторні групи за шкалою індексу Вудівісса



П'явки (*Hirudinea*)

Мають постійну кількість сегментів тіла, наявність присосок та відсутність щетинок на тілі



Губка-бодяга (*Spongilla*)

Прісноводна гідра (*Hydra*)



Черевоні молюски (*Gastropoda*)

Мають спіральню закручену черепашку, на голові - одна або дві пари довгих м'яких щупалець і пара очей

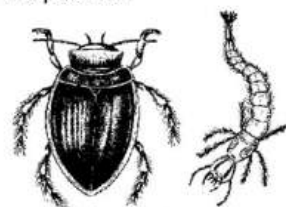


Водяні кліщі (*Hydroacarina*)

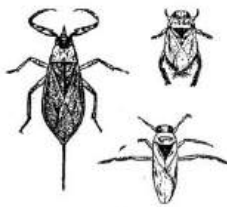


Двостулкові молюски (*Bivalvia*)

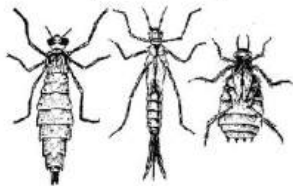
Наявні мушлі з двох ступок, практично повна редукція голови і всіх пов'язаних з нею утворень



Водяні жуки (*Coleoptera*)



Водяні клопи (*Nepomorpha*)



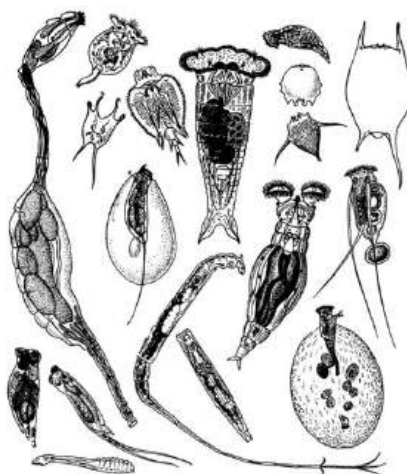
Бабки (*Odonata*)



Веслоногі (*Copepoda*)



Нематоди (*Nematoda*)



Коловертки (*Rotifera*)

Мають малі розміри (до 2 мм), живляться і рухаються за допомогою війкової формації на передньому кінці тіла

Рис. 7.4. Інші групи водяних організмів за шкалою індексу Вудівісса (адаптовано для навчальних цілей)

7.3. Застосування методу біоіндикації стану поверхневих вод на території Карпатського НПП

Дослідження проводилися у п'яти створах окремих річок і струмків, які співпадають з місцями проведення гідрохімічного моніторингу: 1) р. Прут – с. Татарів (1,5 км нижче скидів господарсько-побутових стічних вод медичного реабілітаційного центру МВС України «Кремінці»); 2) р. Прут – м.Яремче, мкр-н Дора (біля автомобільного моста); 3) р. Прутець Чемигівський – с. Микуличин (300 м вище гирла); 4) р. Нересний – с. Микуличин (біля автомобільного моста); 5) р. Жонка – м. Яремче (100 м вище гирла) (рис. 7.5).

Відбір проб здійснювався у літньо-осінній меженний період 2024 р. За результатами проведеного комплексу польових та лабораторних досліджень у різних створах р. Прут та її притоках виявлено широкий спектр таксонів макрзообентосу, включаючи комах (одноденки, веснянки, волохокрильці), черевоногих молюсків, кліщів, нематод та інших (табл. 7.4).

Таблиця 7.4. Видовий склад макрзообентосу у водотоках Карпатського НПП, 2024 р.

Види-індикатори	Створ*				
	1	2	3	4	5
Личинки веснянок (<i>Plecoptera</i>)	+	+	+	+	+
Личинки одноденок (<i>Ephemeroptera</i>)	+	+	+	+	+
Личинки волохокрильців (<i>Trichoptera</i>)	+	+	+	+	+
Вислокрильці (<i>Megaloptera</i>)			+		
Бокоплави (<i>Gammaridae</i>)					
Водяний віслучок (<i>Asellus aquaticus</i>)					
Малощетинкові черви (<i>Oligochaeta</i>)	+				
Комарі-дзвінці (хірономіди) (<i>Chironomidae</i>)	+	+		+	+
Комарі-довгоніжки (<i>Tipulidae</i>)		+	+		+
Личинка родини ґедзів (<i>Tabanidae</i>)			+	+	
Водобродки (<i>Coleoptera: Hydraenidae</i>)			+	+	
Водяні жуки (<i>Coleoptera: Dryopidae</i>)			+	+	+
П'явки (<i>Hirudinea</i>)	+	+		+	+
Нематоди (<i>Nematoda</i>)	+		+		+
Черевоногі молюски (<i>Gastropoda</i>)	+	+	+	+	
Водяні кліщі (<i>Hydracarina</i>)	+	+			

Примітка. * - назву створу за номером див. на початку розд. 7.3.

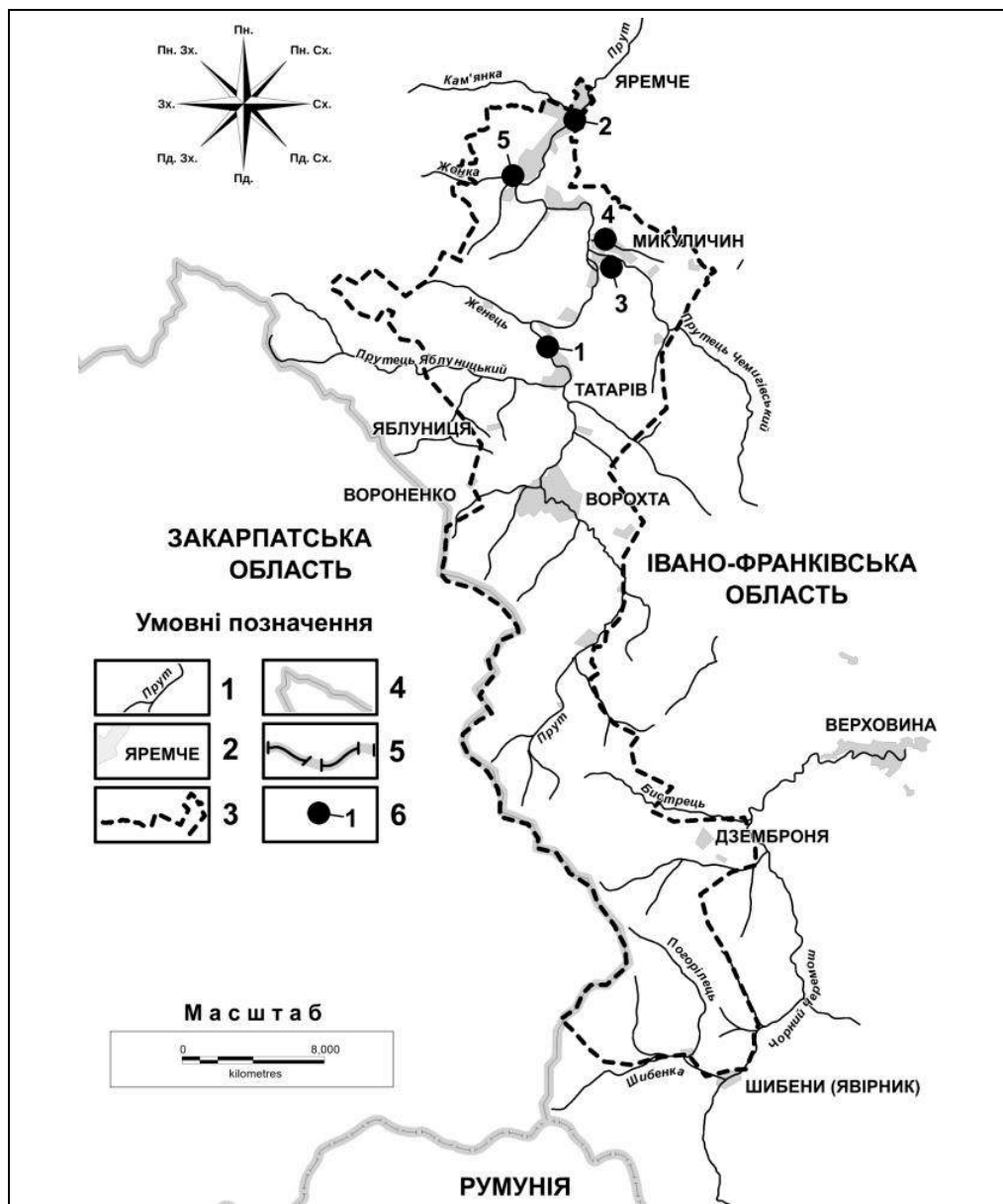


Рис. 7.5. Схема розташування місць відбору проб макрозообентосу у водотоках північної частини території Карпатського НПП:

1 – річка та її назва; 2 – населений пункт; 3 – межі Карпатського НПП; 4 – межі адміністративних областей України; 5 – державний кордон України; 6 – місця відбору гідробіологічних проб [1 – р. Прут – с. Татарів (1,5 км нижче скидів господарсько-побутових стічних вод медичного реабілітаційного центру МВС України «Кремінці»); 2 – р. Прут – м. Яремче (мкр-н Дора, біля автомобільного моста, замикаючий створ); 3 – р. Прутець Чепигівський – с. Микуличин (300 м вище гирла); 4 – р. Нересний – с. Микуличин (біля автомобільного моста); 5 – р. Жонка – м. Яремче (50 м вище гирла)]

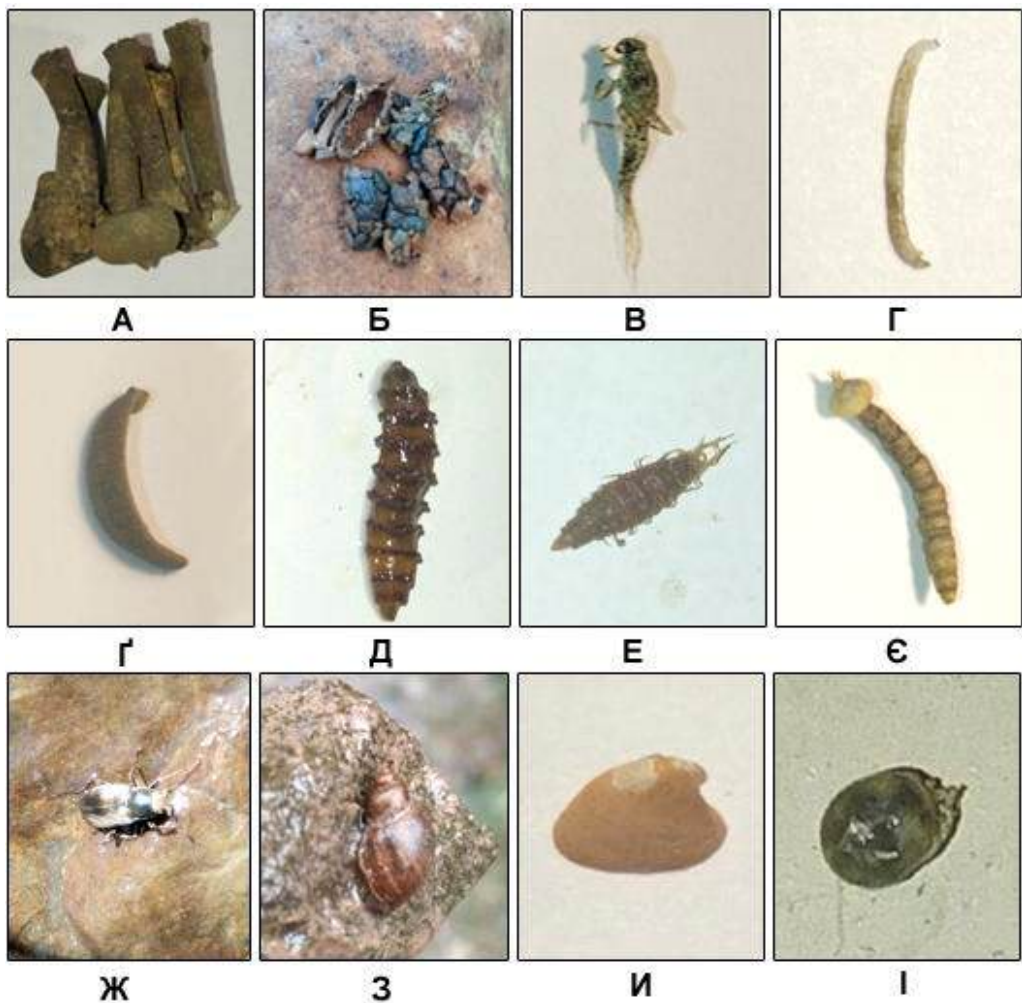


Рис. 7.6. Фотофіксація окремих представників макрзообентосу у водоймах Карпатського НПП: А, Б – «будиночки» личинок волохокрильців (*Trichoptera*); В – личинка одноденок (*Ephemeroptera*); Г – личинка комарів-дзвінців (*Chironomidae*); Ґ – п'явки (*Hirudinea*); Д – личинка оводів, двокрилі (*Oestridae, Diptera*); Е – личинка водяних жуків (*Coleoptera*); Є – личинка болотниці, двокрилі (*Limoniidae, Diptera*); Ж – водяний жук (*Coleoptera*); З, И – черевоногі молюски (*Gastropoda*); І – водяний кліщ (*Hydracarina*)

Найбільш поширеними є одноденки, веснянки і волохокрильці. Вони присутні у всіх досліджуваних створах і свідчать про хорошу якість води. Проте, у кожному створі є і специфічні угруповання, що додає локального різноманіття. Тому такі таксони, як нематоди, олігокети та личинки хірономід, свідчать про наявність місць із ймовірним потенційним антропогенним впливом.

У верхньому створі р. Прут – с. Татарів (1,5 км нижче скидів) відзначено більшу кількість таксонів, порівняно із замикаючим створом, включаючи черевоногих молюсків, нематод та личинок водяних двокрилих.

У притоках Прута (р. Прутець Чемигівський, р. Нересний, р. Жонка) спостерігається дещо вищий рівень локального різноманіття завдяки присутності, наприклад, личинок *Tabanidae*, водобродок та дріапід.

За даними попередніх досліджень твердокрилі – водобродки (*Hydraenidae*) та дріапід (*Dryopidae*) зустрічаються у водоймах Чорногори, де антропогенний вплив на водні об'єкти мінімальний, тому можуть бути індикаторами референційних умов і якості води.

Дріапід мають відносно низьку толерантність до забруднення та змін у природному середовищі, тому їхня наявність може свідчити про чисту воду та здорову екосистему. Разом з тим, їхній життєвий цикл тісно пов'язаний із лісистими прибережними зонами. Знищення таких зон або забруднення води може негативно впливати на їхні популяції.

У замикаючому створі (мкр-н Дора) відзначено збереження основного видового складу, але присутність водяних кліщів та більшого різноманіття комарів-дзвінців може свідчити про зміну умов на локальному рівні.

Личинки *Tabanidae* (родина гедзів) зафіксовано у р. Прутець Чемигівський та р. Нересний, що є цікавим фактом з точки зору екологічного аналізу. Як відомо, личинки *Tabanidae* переважно бентичні та хижі або детритофаги, живляться органічними рештками чи дрібними безхребетними. Вони живуть у піщаних, мулистих чи ґрунтових осадах водних об'єктів. Зміна їх чисельності чи повна відсутність може вказувати на деградацію субстрату через надмірне замулення або хімічне забруднення. Разом з тим, личинки гедзів зазвичай зустрічаються в середовищах із помірним рівнем кисню. Вони менш стійкі до значної дефіцитності кисню, яка характерна для водойм із сильним органічним забрудненням. Їх присутність може свідчити як про помірну забрудненість, так і про достатньо добре насичену киснем воду.

Черевоногі молюски виявлені в усіх локаціях, крім р. Жонка, що може бути пов'язано з гідрологічними особливостями останньої.

Черевоногі молюски можуть бути ефективними індикаторами якості річкових вод завдяки своїй екологічній пластичності, чутливості до змін у фізико-хімічних умовах середовища та здатності накопичувати забруднювальні речовини у своїх тканинах. Їхній видовий склад, чисельність і біомаса часто відображають стан екосистеми, в якій вони проживають.

Деякі види черевоногих молюсків є стійкими до забруднення органічними речовинами або важкими металами, що дозволяє їм заселяти водойми із низькою якістю води. Наприклад, види роду *Lymnaea* можуть виживати в умовах помірного забруднення, тоді як види роду *Theodoxus* потребують чистої, добре насиченої киснем води, характерної для незабруднених річок. Крім того, черевоногі молюски відіграють важливу роль у трофічних ланцюгах водойм, що робить їх важливими показниками екологічного балансу. Аналіз їхньої чисельності та складу дозволяє оцінювати рівень органічного забруднення, евтрофікацію та

наявність токсичних речовин у воді. Таким чином, червононогі молюски є надійними біоіндикаторами, які допомагають визначати якість води та прогнозувати можливі зміни екосистеми.

Загалом, у досліджуваних водотоках Карпатського НПП виявлено у середньому 6-10 присутніх груп бентосних організмів, що відповідає індексу Вудівіса (TBI) рівним 7-8. Таким чином, досліджувані води відносились до 2 класу якості (чисті води), 2-3 категорії забрудненості (чисті та достатньо чисті води).

Контрольні питання до розд. 7

- 1) У чому відмінність між біоіндикацією та біомоніторингом поверхневих вод?
- 2) Які існують основні біологічні критерії оцінювання екологічного стану поверхневих водних масивів?
- 3) Що включає оцінювання біологічного статусу поверхневих вод відповідно до Водної рамкової директиви ЄС?
- 4) Яку з груп гідробіонтів використовують найбільше як індикатора екологічної якості води річок і чому?
- 5) Який з методів біоіндикації є найбільш поширеним та апробованим у країнах Європи та світі?
- 6) Що таке індекс TBI і як його визначити?

8. МЕТОДИ ЗБОРУ, СИСТЕМАТИЗАЦІЇ, ОБРОБКИ ТА АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЇ

8.1. Загальні положення

Дослідження, що проводяться у Карпатському НПП, охоплюють різні напрями наук про Землю (геонаук), зокрема географію, геологію, гідрологію, кліматологію та екологію, спрямовані на вивчення природних процесів, ландшафтного різноманіття та змін довкілля.

При цьому, важливим є чітке визначення об'єкта і предмета дослідження, оптимальне застосування методів, принципів і законів науково-пізнавальної діяльності, які становлять її методологію. Методи є центральним елементом усієї системи методології, оскільки виражають систему правил і прийомів підходу до вивчення явищ, законів і закономірностей природи, суспільства і мислення, а також шлях, спосіб досягнення певних результатів у пізнанні та практиці. Обґрунтування методів іноді характеризується за класичною схемою (методи спостереження, методи узагальнення на емпіричному і теоретичному рівнях), або за іншими ознаками, наприклад, часткові, загальнонаукові тощо [89].

При проведенні наукових досліджень і вивченні абіотичних компонентів на території Карпатського НПП варто використовувати різноманітні методи: *експедиційні, стаціонарні, порівняльно-описові, експериментальні, математико-статистичні, картографічні, геофізичні, геохімічні, ґрунтознавчі* та інші.

Експедиційний метод є основним для одержання фактичних даних про певну територію, її природні об'єкти і процеси. Нині експедиційні дослідження досить часто поєднують зі стаціонарними. У багатьох країнах світу створено мережі метеорологічних і гідрологічних станцій, а також стаціонарні спеціалізовані станції або пости, на яких здійснюють спостереження за вулканами, землетрусами, рухом льодовиків, снігових лавин тощо.

Порівняльно-описовий метод належить до традиційних, що застосовується в географічних дослідженнях. Порівняння природних особливостей різних районів дозволяє виявити специфічні риси їх будови. Використовуючи цей метод можна здійснювати аналіз процесів формування відповідних географічних ландшафтів.

Математичні методи застосовуються для опрацювання кількісних характеристик природних явищ і процесів.

Статистичний метод застосовується для визначення різних показників, які змінюються в часі або просторі і можуть бути охарактеризовані кількісно: температура повітря, атмосферний тиск, мінералізація води, величина біомаси тощо.

Балансовий метод використовується для визначення кількості речовин і енергії, яка надходить у географічну оболонку. Цим методом можна обчислювати радіаційний і тепловий баланс, водний баланс земної поверхні. Балансовий метод дає можливість визначити динаміку процесів, їх інтенсивність.

Картографічні методи дозволяють повніше і значно доступніше отримати характеристики різних компонентів природи і процесів, які в них протікають. Карти є важливим джерелом для одержання якісних і кількісних характеристик. З їх допомогою можна визначити довжини водотоків, площі зображених територій, вертикальне розчленування земної поверхні тощо. За топографічними картами, складеними в різні роки, можна виявити динаміку змін рельєфу, гідрографічної мережі, берегової лінії гірських озер, простежити трансформацію лісових угідь тощо.

Геофізичні методи застосовуються для вивчення фізики природних процесів, в першу чергу для дослідження геологічної будови. Так, радіометричні методи дозволяють визначити величину випромінювання гірських порід, які містять радіоактивні елементи. Ці методи використовувалися при вивченні умов всихання ялинових деревостанів на території Карпатського НПП. Гравіметричні методи використовуються для дослідження геологічної будови літосфери та визначення форми Землі, а магнітометричні – для вивчення її внутрішньої будови.

Геохімічні методи застосовуються для вивчення хімічного складу літосфери, гідросфери, атмосфери і біосфери, з їх допомогою досліджують міграцію хімічних елементів у довкіллі.

Експериментальні методи застосовуються для виявлення ролі певних чинників у розвитку природних явищ. Експерименти здійснюють найчастіше шляхом моделювання природних процесів. За допомогою моделювання вивчають суть атмосферних явищ, дію водних потоків, ґрунтові процеси. Експериментальні спостереження проводять на стаціонарних станціях, в заповідниках, спеціальних лабораторіях.

Аерокосмічні методи полягають у використанні матеріалів аерофотозйомки земної поверхні, яка дає великий обсяг оперативної географічної інформації, дозволяє вести моніторинг за станом географічної оболонки, вивчати глобальні процеси, які в ній відбуваються.

Весь різноманітний комплекс методів дослідження географічної оболонки значно просунув знання людей про процеси, що протікають в ній, сприяв розвитку теорії географічної науки, дозволив виявити загальні закономірності будови і динаміки оболонки. Це дало можливість географічній науці піднятися на нову, більш високу ступінь розвитку. Вона вже може ставити перед собою завдання щодо прогнозування змін географічних ландшафтів і раціонального управління природними процесами [23].

Вибір методу або комплексу методів для обробки та аналізу отриманої інформації залежить від мети, об'єкта та предмета досліджень.

Мета дослідження – це загальна ціль, яку прагне досягти дослідник. Вона формулюється як відповідь на запитання: «Для чого проводиться дослідження?» і визначає його основний напрям.

Об'єкт дослідження – це сукупність зв'язків, відносин і якостей досліджуваного явища або загальна сфера пошуку, що перебуває в полі зору дослідника.

Предмет дослідження – конкретніший та охоплює аспект обраної проблематики, що підлягає безпосередньому вивченню в зазначеній роботі, установлюючи межі наукового пошуку в об'єкті.

Якщо, наприклад, взяти *зсув ґрунту*, який трапився на території Карпатського НПП як *об'єкт дослідження*, то при цьому *мета дослідження*

може включати два аспекти: проведення дослідження: відповідно до «Програми Літопису природи» або ширший – для поглиблених наукових узагальнень. При цьому, у першому випадку *предметом* досліджень буде місцезнаходження зсуву, його розміри, час інтенсивного руху, причини утворення та заподіяна ним шкода. У другому визначаються додаткові показники: детальні метеорологічні умови, фаза місяця, геодинамічні процеси, геолого-тектонічні та гідрогеологічні особливості, місцеві геоботанічні характеристики тощо.

8.2. Систематизація даних

З метою ефективного аналізу та подальшого використання даних попередньо потрібно їх систематизувати, тобто впорядкувати за певними критеріями і створити базу даних.

База даних (англ. database) – сукупність даних, організованих відповідно до концепції, яка описує характеристики цих даних і взаємозв'язки між їх елементами. Ця сукупність підтримує щонайменше одну з областей застосування (за стандартом ISO/IEC 2382:2015) [6]. В цілому, база даних містить схеми, таблиці, подання, збережені процедури та інші об'єкти. Дані у базі організовують відповідно до моделі організації даних. Таким чином, сучасна база даних, крім самих даних, містить їх опис та може містити засоби для їх обробки.

Одним із найпростіших інструментів для зберігання та обробки даних є **Microsoft Excel**. Microsoft Excel (повна назва Microsoft Office Excel) – табличний процесор, програма для роботи з електронними таблицями, створена корпорацією Microsoft для Microsoft Windows, Windows NT і macOS. Програма входить до складу офісного пакета Microsoft Office.

Таблична база даних – це впорядкований набір даних. Зазвичай база даних робочого аркуша складається із рядка заголовків (опису даних) і рядків даних, які можуть бути числовими або текстовими (рис. 8.1).

Стовбці бази даних робочого аркуша часто називають полями, а рядки – записами. Розмір табличної бази даних обмежений розмірами одного робочого аркуша.

В Excel є декілька засобів, призначених для роботи із табличними базами даних. Найуживанішими операціями для роботи із табличними базами даних є наступні.

1. Введення даних у базу.
2. Фільтрування бази даних для вибіркового відображення рядків (за певним критерієм).
3. Сортуння бази даних.
4. Вставка формул для підбиття проміжних підсумків.
5. Створення формул для обчислення результатів у базі даних, яка відфільтрована за певними критеріями.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	№ з/п	Річка	Дата	Мінералізація води, мг/дм³	Температура води, °C	pH, од	O₂, мг/дм³	O₂% насичення	БСК₅, мг/дм³	NO₃-, мг/дм³	Фаза водного режиму	час відбору	час аналізу
1													
4	3	Жюнка	11.01.2023	81	3,1	7,9	7,8	62,3			межень	9:28	9:49
5	4	Жюнка	19.01.2023	61	4	6,6	9,77	80,3			паводок	8:47	9:00
6	5	Жюнка	24.01.2023	65	2,9	7,4	10,96	84,2			межень	9:01	9:15
7	6	Жюнка	09.02.2023	57	0	7,9	10,82	85,1	1,52	5,7	межень	10:23	11:15
8	7	Жюнка	28.02.2023	70	2,4		9,05	84,4		0		9:44	10:06
9	8	Жюнка	01.03.2023	59	3,4	8	9,5	72,2	0,78		межень		9:22
10	9	Жюнка	09.03.2023	56	6,4	8	8,52	74,2	2,26	0,2	паводок	8:52	9:18
11	10	Жюнка	16.03.2023	45	3,7	7,8	9,9	84,9	1,98	0	паводок	9:14	9:43
12	11	Жюнка	20.03.2023	63	7,5	7,6	7,94	66,2	0,5		межень		
13	12	Жюнка	13.04.2023	43	6,1	7,4	7,69	63,1	0,46		паводок	9:15	9:53
14	13	Жюнка	19.04.2023	51	5,2	8	7,19	59,8	0,46		паводок	8:50	9:03
15	14	Жюнка	28.04.2023	54	4,7	7,7	8,26	69,5	1,07		паводок	9:06	10:15
16	15	Жюнка	05.05.2023	66	8	7,9	7,96	71,9	1,16		межень	8:58	9:32
17	16	Жюнка	09.05.2023	47	6,7	7,6	7,29	66,3	0,05		паводок	11:51	13:22
18	17	Жюнка	19.05.2023	66		7,6	7,53	70,7	1,35		паводок	10:32	11:08

Рис. 8.1. Фрагмент табличної бази даних результатів моніторингу фізико-хімічних показників поверхневих водних масивів на території Карпатського НПП у 2023 р.

Основні рекомендації, яких варто дотримуватися створюючи табличні бази даних.

1. Розміщувати заголовки (по одному для кожного стовбця) в першому рядку табличної бази даних, який має назву рядок заголовків. Якщо заголовки є довгими, використовувати текстовий формат з перенесенням слів, – тоді не доведеться розширювати стовбці.

2. Слідкувати, щоб у кожному стовбці містилася однотипна інформація. Наприклад, не слід змішувати в одному стовбці дати та звичайний текст.

3. Можна застосовувати формули, які використовують значення з інших полів цього ж запису. Якщо формула посилається на комірку, розташовану поза списком, потрібно зробити посилання на цю комірку абсолютним, по-іншому результати сортування списку можуть бути непередбачуваними.

4. Не використовувати порожніх рядків у табличній базі даних. При проведенні операцій над табличною базою даних Excel визначає її межі автоматично, при цьому порожній рядок означає кінець табличної бази даних.

5. Послугуватися командою Закріпити області/Freeze Panes на вкладці Подання/View, щоб заголовки було завжди видно під час прокручування аркуша табличної бази даних.

6. Завжди намагатися попередньо форматувати весь стовбець, щоб дані мали один і той самий формат. Наприклад, якщо стовбець містить дати, вибирають необхідний формат для відображення дат у цьому стовбці [6].

Використання системи SMART. SMART (Spatial Monitoring and Reporting Tool) – це інтегрована платформа для управління природоохоронними територіями, яка включає три складові: мобільні

(SMART Mobile), настільні (SMART Desktop) та хмарні компоненти. Вона дозволяє природоохоронцям ефективно збирати, візуалізувати, зберігати, аналізувати дані та оперативно звітувати, що сприяє покращенню заходів зі збереження навколишнього природного середовища.

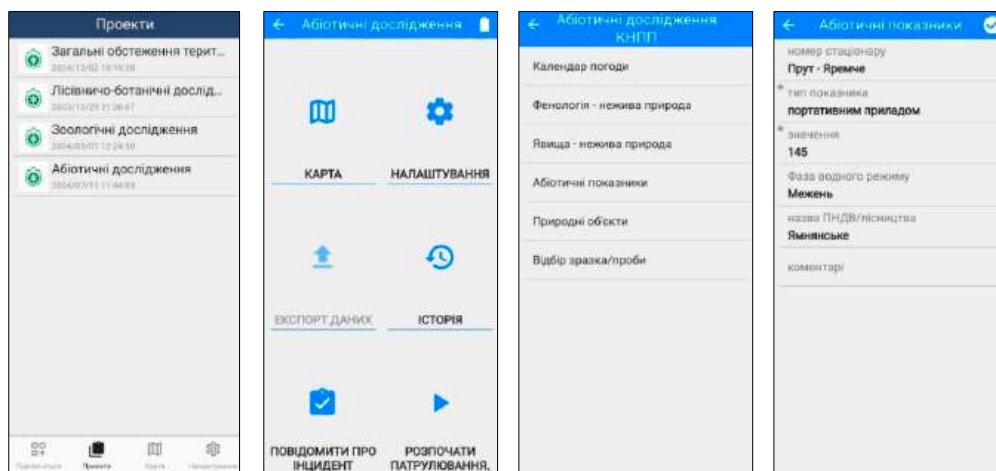
SMART Mobile – це мобільний додаток для смартфонів та планшетів, який використовується для збору даних під час патрулювань, проведення наукових досліджень у польових умовах або фіксації випадкових явищ, подій тощо. При проведенні патрулювання відбуваються GPS-трекінг – запис маршрутів патрулів у реальному часі.

SMART застосовується у різних аспектах природоохоронної діяльності. Наприклад, під час патрулювань система дозволяє фіксувати випадки браконьєрства, незаконної вирубки лісу або інших правопорушень, що дає змогу природоохоронним службам швидко реагувати на загрози. Вона також широко використовується у наукових дослідженнях, зокрема для моніторингу популяцій видів, вивчення змін в екосистемах та збору екологічних даних. Крім того, SMART допомагає реєструвати випадкові події, такі як природні катастрофи або виявлення інвазивних видів, що сприяє їхньому подальшому аналізу та розробці заходів для зменшення негативного впливу.

Внутрішня складова системи SMART формується з врахуванням конкретних потреб, природних умов, задач, цілей і очікуваного результату для окремої природоохоронної території.

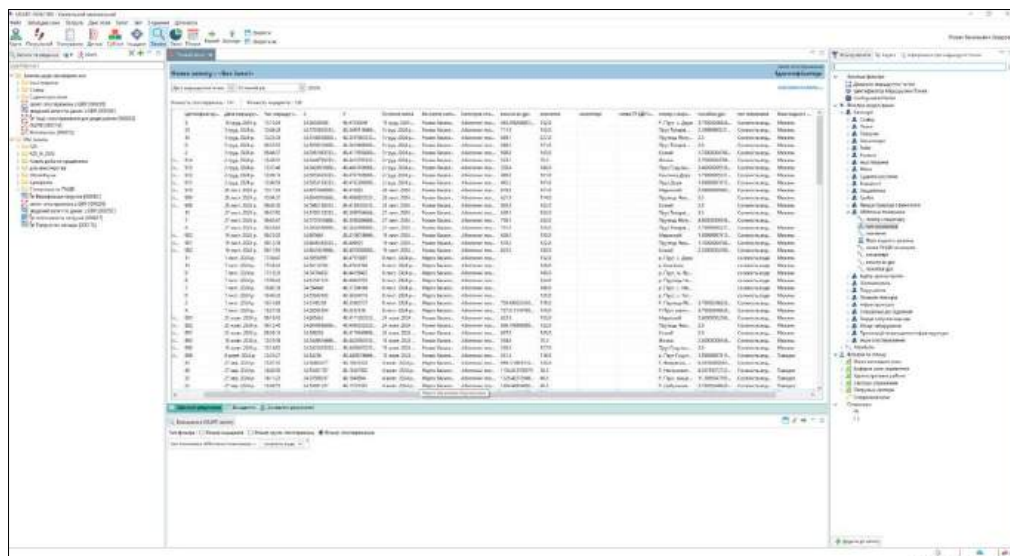
Однією з головних переваг є її гнучкість – стандартизовані звіти можна легко адаптувати під специфічні потреби кожної організації, забезпечуючи своєчасне надання ключової інформації для прийняття рішень. Це робить її зручною та ефективною для використання в реальних умовах.

У Карпатському НПП система SMART структурована на чотири основні блоки: загальні обстеження території, лісівничо-ботанічні, зоологічні та абіотичні дослідження (рис. 8.2.А), кожен із яких включає ряд спеціалізованих напрямів (рис. 8.2.Б).

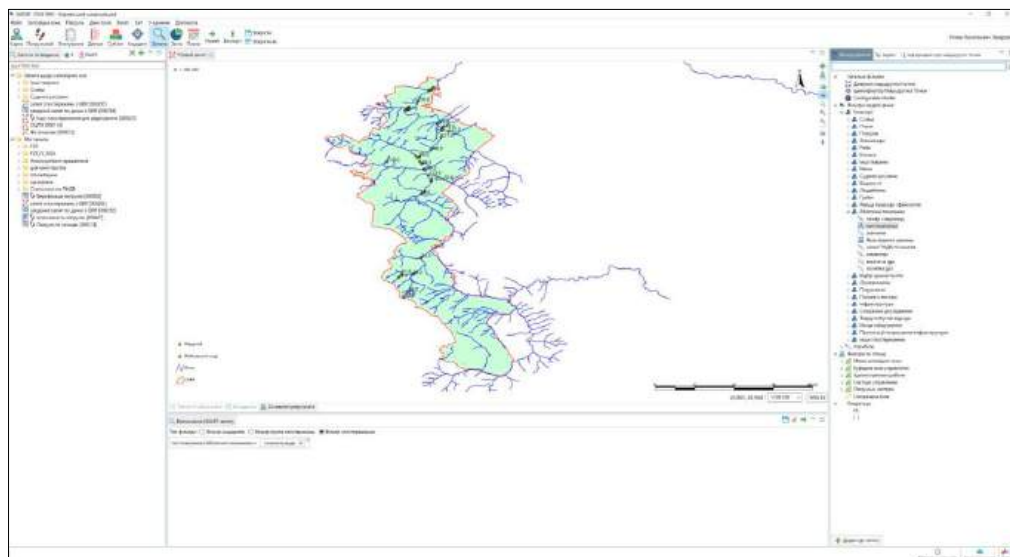


А **Б** **В** **Г**
Рис. 8.2. Приклад послідовності використання SMART Mobile у процесі проведення моніторингу фізико-хімічного стану масивів поверхневих вод у польових умовах

Зібрана інформація передається в SMART Desktop – версію платформи, що забезпечує детальний аналіз та звітність з використанням портативного комп'ютера (рис. 8.3). Вона дозволяє швидко аналізувати дані, візуалізувати їх, наносити на карту та приймати рішення щодо подальших природоохоронних дій.



A



B

Рис. 8.3. Приклад табличного (А) та графічного (Б) звіту на настільному компоненті (SMART Desktop)

З десктопної платформи просторового моніторингу та звітності отримані у польових умовах дані можна експортувати в інші формати для подальшого проведення поглибленого математико-статистичного аналізу, картографування тощо.

Хмарні компоненти SMART додатково забезпечують централізоване зберігання даних та доступ до них з різних пристроїв, що спрощує обмін інформацією та співпрацю між командами та структурними підрозділами.

Система SMART розроблена за підходом «знизу вгору», це коли функціонал формується відповідно до потреб фахівців, які безпосередньо працюють у польових умовах. Така просторово-аналітична система моніторингу вже впроваджена у понад 140 місцях по всьому світу, що підтверджує її надійність та ефективність.

8.3. Математико-статистичний аналіз

Для задоволення інформаційних потреб у різних сферах людської діяльності часто проводять спланований, систематичний і науково організований збір певних даних про різноманітні природні явища, процеси і величини. Такі дослідження називаються статистичними спостереженнями, а їх метою є збір статистичних даних або статистичної інформації [20].

Базовими поняттями і показниками при проведенні математико-статистичного аналізу даних є:

1. міри центральної тенденції;
2. міри розсіювання;
3. міри форми розподілу;
4. кореляційні показники;
5. показники автокореляції та фрактальної структури часових рядів;
6. статистичні гіпотези та критерії;
7. імовірнісна оцінка;
8. регресійний аналіз;
9. групування та класифікація.

Міри центральної тенденції показують загальні характеристики розподілу даних за певною змінною і включають три основні показники – *середнє арифметичне значення, мода та медіана*.

Середнє арифметичне значення – це інтегральна узагальнена оцінка генеральної сукупності даних або вибірки і визначається як сума всіх значень змінної (x) у вибірці, поділена на їх кількість (n).

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (8.1)$$

Вона усуває і згладжує випадкові і не випадкові коливання, індивідуальні особливості і дозволяє в одному значенні представити характеристику, загальну для усіх вимірів одночасно. Приклад такої характеристики – середня за добу, декаду, місяць, рік температура повітря, кількість опадів, витрата води тощо.

Однак, цей показник має недолік: згладжуючи індивідуальні відмінності, він може суттєво викривляти реальну картину, тому що ступінь розкиду значень у різних змінних може бути різним. При малому розкиді значень середнє арифметичне буде добре репрезентувати центральну

тенденцію, а при великому – погано. Тому аналіз центральної тенденції обов'язково доповнюється аналізом варіації значень (дисперсії або стандартного відхилення) [72].

Мода – це значення ознаки, події чи величини, яке найчастіше зустрічається у статистичному ряді. Вона є інформативним показником, що використовується, зокрема, для характеристики переважаючих швидкостей вітру впродовж року або в окремі сезони, витрат води річки за певний період тощо.

За певних умов мода може бути відсутньою (наприклад, під час стійкої межні на річці, тривалої відсутності атмосферних опадів або безвітряної погоди) чи набувати багатомодального характеру (тобто мати кілька однаково частотних значень).

Медіана – це значення варіюючої ознаки, яке поділяє впорядкований ряд даних на дві рівні частини: 50% одиниць досліджуваної сукупності матимуть значення ознаки менше, ніж медіана, а 50% – більше. Це серединне (центральне) значення. За незгрупованими даними, попередньо розташувавши їх за зростанням, можна визначити «позицію» медіани за формулою:

$$NMe = \frac{n + 1}{2} \quad (8.2)$$

де n – число одиниць сукупності.

Медіана є стійкішою до викидів (аномалій) і краще підходить для оцінки «типового» стану при несиметричних розподілах.

У регіонах з різкими коливаннями швидкостей вітру медіана може краще характеризувати переважні умови, ніж середнє арифметичне.

Міри розсіювання (або варіативності) показують, наскільки величини досліджуваного параметра відхиляються від середнього його значення і включають чотири основні показники – *розмах, дисперсія, середнє квадратичне відхилення та коефіцієнт варіації*. Міри розсіювання дозволяють оцінити ступінь неоднорідності, мінливості, коливань у ряді.

Розмах – це найпростіша міра варіативності, яка показує діапазон числових змін у наборі даних (вибірці) і визначається як різниця між найбільшим (X_{max}) і найменшим (X_{min}) значеннями:

$$R = X_{max} - X_{min} \quad (8.3)$$

Дисперсія – показник, який відображає наскільки значення випадкової величини (x_i) відхиляються від її середнього арифметичного ($\bar{x}$) і обчислюється за різними формулами відповідно до типу вибірки.

Для незгрупованих даних:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (8.4)$$

Для згрупованих даних:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 f}{\sum_{i=1}^n f} \quad (8.5)$$

Середнє квадратичне (стандартне) відхилення (σ) – (або стандартне відхилення) – це міра розсіювання, яка показує, наскільки в середньому значення показника відхиляються від середнього арифметичного значення і визначається як квадратний корінь від величини дисперсії:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (8.6)$$

На практиці цей показник може вказувати на стабільність (при високих значеннях σ) або мінливість (при низьких значеннях σ) низки абіотичних показників, наприклад, температури повітря, атмосферних опадів, хімічного складу води тощо.

Коефіцієнт варіації (C_v) – це відносна міра розсіювання, яка показує процентне відношення середнього квадратичного відхилення (σ) до середньої арифметичної величини ($\bar{x}$) ознаки і обчислюється за формулою:

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad (8.7)$$

Якщо $C_v \leq 33\%$, вважається, що сукупність є досить однорідною, тобто спостереження не сильно відрізняються від середнього значення, і середнє арифметичне – надійна та репрезентативна характеристика.

Якщо $C_v > 33\%$ – варіація вважається значною і середнє значення вже не так добре описує вибірку або генеральну сукупність, яка, можливо, є гетерогенною, має аномальні значення або кілька модальних центрів.

Міри форми розподілу – це статистичні показники, які описують форму графіка розподілу даних, тобто як розташовані значення навколо середнього. Вони допомагають зрозуміти, чи дані симетричні чи ні (чи однаково розташовані навколо середнього) та чи мають «гостру» чи «плоску» вершину. Основними показниками міри розподілу є *коефіцієнт асиметрії (скошеності)* та *коефіцієнт ексцесу (ексцес)*.

Коефіцієнт асиметрії (C_s) – це статистична величина, яка описує ступінь симетрії або асиметрії розподілу показників відносно середнього значення ряду. Він показує, у який бік зміщена крива розподілу. Якщо $C_s = 0$ – розподіл симетричний (типу нормального), якщо $C_s > 0$ – права асиметрія (довгий «хвіст» праворуч), якщо $C_s < 0$ – ліва асиметрія (довгий «хвіст» ліворуч).

Коефіцієнт асиметрії визначається за формулою:

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{(N - 1) \cdot \sigma^3} \quad (8.8)$$

де N – кількість членів ряду.

Коефіцієнт ексцесу (E_x) – це показник, який описує ступінь «плоскуватості» або «гостровершинності» розподілу даних порівняно з нормальним розподілом:

$$E_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \right)^4 - 3 \quad (8.9)$$

де n – кількість елементів у вибірці.

Для визначення ексцесу у середовищі Microsoft Excel використовуються функції «=ЕКСЦЕС($x_1: x_n$)» або «=KURT($x_1: x_n$)».

На практиці показник E_x може бути використано для гідрологічної характеристики водотоку без графічного аналізу. Якщо E_x більший нуля (розподіл має «гостру вершину») – для річки характерним є низькі витрати або рівні води упродовж певного періоду, але іноді трапляються значні паводки. Якщо він менший нуля (розподіл «пловий») – коливання рівнів і витрат води більш рівномірні, екстремальні стани рідші.

Для прикладу приведено характеристику водного режиму р. Прут у селищі Ворохта за 2024 р. (табл. 8.1) за показником ексцесу.

Таблиця 8.1. Щоденні рівні води р. Прут у селищі Ворохта у 2024 р.

День / місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	174	173	175	175	183	179	174	175	175	194	175	177
2	175	173	175	175	182	177	175	175	175	182	175	177
3	175	174	175	182	181	177	210	176	175	176	175	177
4	180	176	175	179	179	176	207	178	175	175	175	177
5	178	176	175	155	179	176	194	176	175	177	175	177
6	176	180	175	175	178	175	182	180	175	176	175	177
7	176	179	182	175	178	175	176	177	175	175	175	177
8	176	–	178	175	180	175	175	175	175	175	175	177
9	175	190	175	175	190	175	175	175	175	175	175	177
10	175	227	175	175	184	175	175	177	174	175	175	177
11	175	204	175	175	180	176	175	175	176	174	175	177
12	177	195	175	175	180	192	175	175	175	176	175	176
13	176	197	177	175	179	192	175	175	175	175	175	176
14	175	200	178	175	179	194	175	175	178	175	175	175
15	175	190	177	175	179	184	175	175	178	175	175	175
16	174	182	176	201	177	178	175	174	202	175	175	175
17	174	179	176	220	177	175	175	175	193	175	175	176
18	177	179	178	236	176	175	176	175	184	175	174	177
19	204	178	178	219	176	175	175	176	181	175	174	176
20	180	178	180	208	176	175	175	176	176	175	176	176
21	176	178	183	202	176	175	177	175	175	175	179	176
22	175	177	179	195	177	175	177	175	175	175	176	174
23	175	177	178	199	163	200	175	175	175	175	176	174
24	175	178	180	203	179	181	175	175	175	175	175	175
25	175	177	178	200	178	176	176	175	175	175	175	175
26	175	176	178	200	177	175	175	175	180	175	177	175
27	175	175	176	195	177	175	175	175	175	175	178	175
28	175	175	174	190	175	176	175	175	175	175	179	175
29	175	175	179	186	174	174	175	175	177	175	179	175
30	174		177	182	175	174	175	175	199	175	177	175
31	174		175		182	1	175	175		175		175

Аналізуючи дані щоденних рівнів води визначено, що показник E_x становив 14,2. Такий високий коефіцієнт ексцесу свідчить про гостроверхий (пікоподібний) розподіл з дуже високою концентрацією значень навколо величини середнього рівня води і наявністю декількох сплесків. Таким чином, можна сказати, що водний режим р. Прут у селищі Ворохта у 2024 р. був стабільним з незначними коливаннями. Окремі періоди характеризувалися раптовими підйомами рівня води (формування паводків), що різко вирізнялися від основного фону. Такий режим типовий для гірських річок, чутливих до випадання атмосферних опадів чи танення снігу.

При аналізі розподілу метеорологічних показників, наприклад, температур повітря високе значення ексцесу може вказувати на часті температурні «піки», наприклад, хвилі спеки або холоду, низький ексцес – на м'який клімат.

Кореляційні показники – це статистичні величини, які показують ступінь (тісноту) взаємозв'язку між двома або більше змінними. До даного блоку можна віднести дві основні характеристики – *коефіцієнт кореляції* та *коефіцієнт детермінації*.

Коефіцієнт кореляції (r) – числова міра напрямку і сили статистичного зв'язку між двома змінними. Існує кілька типів коефіцієнтів кореляції, кожен з власним визначенням, межами застосовності й характеристиками. Найбільш вживаним є коефіцієнт кореляції Пірсона (коефіцієнт лінійної парної кореляції), який розраховується на основі парної вибірки значень величин X та Y за формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{(x^2 - \bar{x}^2)(y^2 - \bar{y}^2)}} \quad (8.10)$$

де N – об'єм вибірки; y_i, x_i – значення i -того елемента вибірок x та y відповідно; $\bar{x}, \bar{y}$ – вибіркові середні x та y відповідно; $\overline{xy}$ – середнє

значення добутку x_i і y_i ; $\overline{y^2}, \overline{x^2}$ – середнє значення квадратів ознак y та x .

Величина r змінюється у діапазоні від -1 до $+1$, де ± 1 вказує на найсильнішу можливу кореляцію, а 0 – на її відсутність.

Є різні підходи до оцінки сили кореляційного зв'язку. Одна із детальних і науково-обґрунтованих градацій належить американському вченому Джеймс Д. Евансу (табл. 8.2).

Таблиця 8.2. Значення коефіцієнта кореляції (r) (James D. Evans, 1996)

Коефіцієнт кореляції (r)	Сила зв'язку
0,0 – 0,19	Дуже слабкий зв'язок (Very Weak)
0,2 – 0,39	Слабкий зв'язок (Weak)
0,4 – 0,59	Посередній зв'язок (Moderate)
0,6 – 0,79	Сильний зв'язок (Strong)
0,8 – 1,00	Дуже сильний зв'язок (Very Strong)

При коефіцієнті кореляції рівному нулю зв'язок між змінними вважається відсутнім, а при 1 – повним.

Для комплексного аналізу масиву даних (більше двох змінних) часто використовують кореляційну матрицю, яка має вигляд таблиці з кореляційними коефіцієнтами між відповідними характеристиками (параметрами).

Для прикладу наведено кореляційну матрицю зв'язків між ґрунтово-кліматичними показниками у місцях висихання ялинових деревостанів на території Карпатського НПП (табл. 8.3).

Таблиця 8.3. Кореляційна матриця взаємозв'язків ґрунтово-кліматичних показників у зоні масового висихання *Picea abies* [L.] Karst (с. Микуличин, Івано-Франківська обл., лівий берег р. Прут, липень 2018 р.)

Показники	Показник стану дерев (I)	Температура ґрунту (t_p), °C	Водневий показник ґрунту (рН), одиниць	Вологість ґрунту (М), %	Освітленість ґрунту (L), ум. од.
Показник стану дерев (I)*	1,00				
Температура ґрунту (t_p), °C	0,96	1,00			
Водневий показник ґрунту (рН), одиниць	-0,64	-0,54	1,00		
Вологість ґрунту (М), %	0,54	0,41	-0,81	1,00	
Освітленість ґрунту (L), умовних одиниць	0,54	0,48	-0,27	0,24	1,00

Аналіз таблиці показав наявність дуже сильного зв'язку (0,96) між показником стану дерев та температурою ґрунту і сильну обернену залежність ($r = -0,64$) величини рН ґрунту від I . Таким чином виявлено, що ґрунт у місцях висихання ялинових деревостанів прогрівається більше і має менше значення рН порівняно з залісненими ділянками.

Коефіцієнт детермінації (R^2) – це міра якості регресійної моделі, що показує який відсоток варіації змінної Y пояснюється поведінкою X і обчислюється за формулою:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (8.11)$$

де $\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$ – сума квадратів відхилень, обумовлена регресією; $\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ – залишкова сума квадратів

У випадку лінійної регресії з однією змінною коефіцієнт детермінації обраховується за формулою:

$$R^2 = r^2 \quad (8.12)$$

де r – коефіцієнт кореляції.

При вивченні абіотичних чинників (гідрологічних, гідрохімічних, кліматичних та ін.) коефіцієнт детермінації використовують для оцінки сили зв'язку між параметрами, наприклад, між витратою води та концентрацією йонів або опадами та рівнями води у річці. Високе значення R^2 (близьке до 1) вказує на надійність використаної при дослідженні моделі.

Автокореляція та фрактальна структура часових рядів відображають внутрішні властивості динамічних процесів і вказують на наявність нелінійних та довготривалих залежностей між спостереженнями. У сучасному аналізі ці властивості об'єднуються у поняття довготривалої пам'яті (long-range dependence) або самоподібності. Одним із основних показників, що кількісно відображає фрактальну структуру та автокореляцію часових рядів є коефіцієнт *Херста* (H), який обчислюється на основі R/S аналізу за формулою:

$$\frac{R}{S} = (aT)^H \quad (8.13)$$

звідки

$$H = \frac{\log (R/S)}{\log (aT)} \quad (8.14)$$

де R – розмах вибірки; S – середнє квадратичне відхилення ряду спостережень; a – константа Херста (може бути 0,5, 0,7 або 1); T – кількість періодів спостережень.

Результат обчислень інтерпретується наступним чином: при $H = 0,5$ – випадковий (броунівський) процес; $H < 0,5$ – антиперсистентний; $H > 0,5$ – персистентний.

Створений ще у середині ХХ ст. як засіб вирішення суто гідрологічних завдань даний метод отримав широке застосування при аналізі динамічних рядів різного генезису (у тому метеорологічних та кліматичних). Він дозволяє при мінімумі вихідних гіпотез про характер досліджуваного процесу оцінити таку важливу у практичному плані характеристику як стійкість та напрям тенденції зміни (персистентність).

Для прикладу наведено результати аналізу багаторічних метеоспостережень на сніголавинній станції (СЛС) Пожижевська та метеостанції (МС) у м. Яремче, що характеризують процеси і явища які відбуваються у гірському (середньогірському, субальпійському) та передгірському висотних поясах Карпатського НПП.

За графіками динаміки атмосферних опадів СЛС Пожижевська та МС Яремче (рис. 8.4) важко визначити синхронність і спрогнозувати зміни.

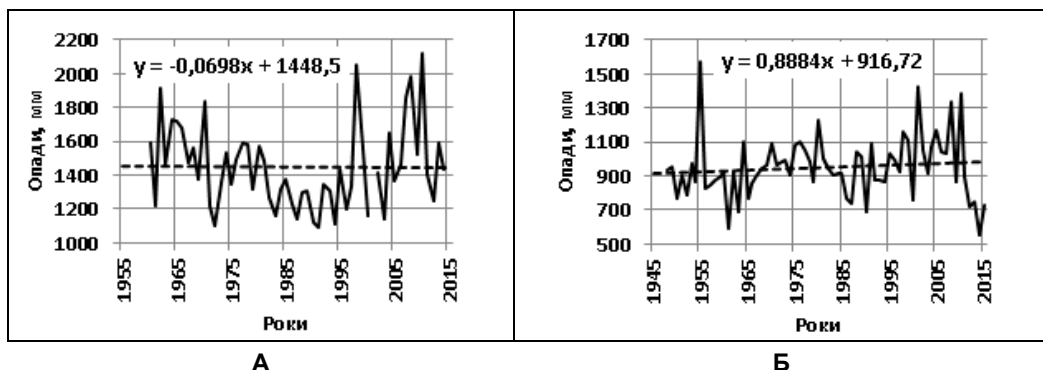


Рис. 8.4. Хронологічний графік зміни річної кількості опадів у гірській ділянці (А) та передгірній частині (Б) Карпатського НПП

Тому для вирішення цього завдання було досліджено персистентність (трендостійкість) часових рядів за коефіцієнтом Херста, використовуючи наведені вище формули (табл. 8.4).

Таблиця 8.4. Оцінка персистентності часових рядів річних атмосферних опадів на території Карпатського НПП

Метеостанція	Період спостережень	Середня багаторічна кількість опадів, мм	$\log(R/S)$	$\log(a/\Gamma)$	Показник Херста (H)	Характеристика ряду
Пожижевська	1960-2015	1430	0,72	1,43	0,50	стохастичний
Яремче	1948-2015	958	0,90	1,54	0,58	персистентний

Примітка: за константу Херста було взято $a = 0,7$ (найбільш підходить за результатами експериментальних та аналітичних досліджень)

Обрахунки показали, що у передгірній частині Карпатського НПП (м. Яремче) багаторічна зміна атмосферних опадів має персистентний (трендостійкий) характер ($H = 0,58$). Це характеризує ефект довготривалої пам'яті: якщо ряд почав зростати, то слід чекати його зростання і у майбутньому; якщо він спадає – така тенденція буде спостерігатись і надалі. З наближенням показника H до 1 трендостійкість ряду збільшується. У даному випадку визначені показники H є близькими до 0,5, тому тенденції ліній тренду слабо виражені.

Багаторічна динаміка річних атмосферних опадів у гірській частині Карпатського НПП носить стохастичний характер ($H = 0,50$). Тому тенденцію зміни досліджуваної характеристики виявити вкрай складно. Такі ряди не мають довготривалої «пам'яті» (носять випадковий характер) і розвиваються в часі відповідно до законів теорії ймовірності.

Статистичні гіпотези та критерії значущості – це припущення щодо параметрів або розподілу генеральної сукупності даних (метеорологічних, кліматичних, гідрологічних та ін.), які перевіряються на основі вибірових даних. У процесі перевірки гіпотез визначають, чи є досліджувані величини достатньо переконливими для прийняття або відхилення певного припущення.

Для розуміння даного блоку понять базової статистики змоделюємо ситуацію, коли вивчається вплив динаміки залісненості території на річковий стік. Припустимо, що до 1980 р. (до створення Карпатського НПП) у верхів'ї басейну р. Прут проводились інтенсивні лісогосподарські заходи (вирубання лісів), які могли вплинути на величину витрат (у нашому випадку середньорічних – $Q_{ср.р\dot{ч}}$) та рівнів води річки в сторону їх збільшення або різких змін. Після надання території природоохоронного статусу основна діяльність Парку націлена на збереження та відтворення природи, що у свою чергу сприяло стабілізації водного режиму місцевих водотоків.

Для перевірки гіпотези весь вибіровий простір (1950-2023 рр.) поділено на дві області (1950-1979 рр. та 1980-2023 рр.) і сформовано нульову та альтернативну гіпотези (табл. 8.5).

Таблиця 8.5. Середньорічні витрати води р. Прут у м. Яремче за багаторічний період

Масив 1		
№ з/п	Рік	Q ₁ , м ³ /с
1	1950	8,45
2	1951	10,5
3	1952	9,60
4	1953	9,54
5	1954	8,43
6	1955	21,8
7	1956	10,0
8	1957	11,5
9	1958	10,3
10	1959	8,85
11	1960	8,73
12	1961	5,62
13	1962	10,5
14	1963	5,66
15	1964	14,3
16	1965	11,4
17	1966	10,7
18	1967	10,6
19	1968	11,0
20	1969	16,6
21	1970	16,7
22	1971	12,4
23	1972	11,4
24	1973	14,7
25	1974	15,9
26	1975	16,4
27	1976	15,1
28	1977	17,9
29	1978	18,4
30	1979	13,8

$$\bar{Q}_1 = 12,2$$

$$\sigma_1^2 = 14,8$$

$$N_1 = 30$$

Масив 2		
№ з/п	Рік	Q ₂ , м ³ /с
1	1980	17,1
2	1981	15,2
3	1982	14,8
4	1983	11,2
5	1984	9,56
6	1985	12,1
7	1986	9,17
8	1987	7,34
9	1988	13,1
10	1989	14,9
11	1990	5,85
12	1991	15,3
13	1992	11,6
14	1993	10,4
15	1994	10,9
16	1995	15,8
17	1996	13,2
18	1997	13,7
19	1998	15,2
20	1999	14,9
21	2000	9,76
22	2001	16,6
23	2002	20,2
24	2003	11,4
25	2004	14,6
26	2005	12,9
27	2006	13,2
28	2007	13,0
29	2008	17,9
30	2009	9,69
31	2010	17,1
32	2011	17,9
33	2012	6,74
34	2013	9,00
35	2014	9,24
36	2015	9,28
37	2016	9,21
38	2017	11,2
39	2018	11,6
40	2019	11,5
41	2020	15,8
42	2021	10,5
43	2022	15,8
44	2023	11,9

$$\bar{Q}_2 = 12,7$$

$$\sigma_2^2 = 10,6$$

$$N_2 = 44$$

Нульова гіпотеза (H_0) – це початкова теорія, яка передбачає, що між параметрами генеральних сукупностей немає очікуваних розбіжностей. Тобто середньорічний стік р. Прут до 1980 р. ($\bar{Q}_1$) і після 1980 р. ($\bar{Q}_2$) – близькі за величиною:

$$H_0: \bar{Q}_1 = \bar{Q}_2$$

Іншими словами, припускаємо, що інтенсивне вирубування дерев не вплинуло на середньорічний стік річки.

Альтернативна гіпотеза (H_1) – твердження, сформульоване як антитеза до нульової гіпотези і припускає, що інтенсивні лісогосподарські заходи значно вплинули на величину річкового стоку р. Прут у м. Яремче після 1980 р.:

$$H_1: \bar{Q}_1 \neq \bar{Q}_2$$

Для перевірки однорідності рядів за середніми арифметичними показниками вибірок використано *критерій Стьюдента (t-критерій)*, який визначається за формулою:

$$t = \frac{\bar{Q}_1 - \bar{Q}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}} \quad (8.15)$$

де $\bar{Q}_1$, $\bar{Q}_2$ – середні значення витрат води р. Прут за відповідні періоди (1950-1979 рр. та 1980-2023 рр.); σ_1^2 , σ_2^2 – величини дисперсій у масивах 1 та 2; N_1 , N_2 – кількість спостережень у кожній групі.

Відповідно до обчислень величина t-критерія становила -0,514.

Для оцінки гіпотез використовують *рівень значущості (α)* та *p-значення*. Перший критерій (α) показує імовірність помилково відхилити H_0 , якщо вона істинна; цей показник, як правило, дорівнює 0,05 (5%).

p-значення – це ймовірність того, що ми отримаємо таку саму або ще екстремальнішу різницю між середніми значеннями, якщо нульова гіпотеза насправді вірна. Показник *p* визначається за спеціальними таблицями Стьюдента (при обчислених критеріях $t=0,514$ та $\alpha=0,05$), з використанням калькулятора або в середовищі Excel за функцією: «=ТТЕСТ(масив 1; масив 2; критерії (tails); тип t-тесту)». При цьому використано двосторонній критерій (tails = 2) і тип t-тесту – 2 (для двох незалежних вибірок з рівними дисперсіями).

Інтерпретація даних проводиться наступним чином: при $p < 0,01$ маємо дуже сильну відмінність між масивами, при $p < 0,05$ – існує статистично значуща різниця; коли $p > 0,05$ – різниця незначна.

За обрахунками ($p = 0,609$) > ($\alpha = 0,05$), тобто немає підстав вважати, що середньорічний стік р. Прут до і після 1980 р. суттєво відрізняється; гіпотеза про однорідність ряду 1950-2023 рр. приймається.

Критерій Фішера (F-критерій) – це статистичний тест, який використовується для порівняння дисперсій двох вибірок (масивів) і визначається за формулою:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \quad (8.16)$$

Відповідно до обрахунків емпіричне значення статистики $F \approx 1,4$. За спеціальними таблицями розподілу Фішера (F-розподіл) з відповідними ступенями свободи ($df_1 = N_1 - 1 = 29$, $df_2 = N_2 - 1 = 43$) знаходимо критичне аналітичне значення F_k для заданого рівня значущості $\alpha = 0,05$; $F_k \approx 1,8$.

Інтерпретація результатів полягає у наступному: при $F \leq F_k$ немає підстав відкидати нульову гіпотезу – дисперсії можна вважати однаковими; якщо $F > F_k$, то відкидаємо нульову гіпотезу – дисперсії значно відрізняються.

У даному випадку емпіричне значення статистики ($F \approx 1,4$) < ($F_k \approx 1,8$), тому гіпотеза про однорідність рядів приймається.

Імовірнісна оцінка даних – це метод аналізу, який дозволяє враховувати невизначеність, варіацію або неповноту інформації шляхом представлення результатів у вигляді ймовірностей, а не фіксованих значень.

У гідрології, метеорології та інших галузях науки для характеристики певних показників часто застосовують поняття «забезпеченості» – тобто ймовірності того, що певна величина у визначений період (рік, сезон, місяць) досягне або перевищить задане значення. Забезпеченість виражається у відсотках і відображає частоту, з якою спостерігалось це значення або вище за нього протягом багаторічного періоду спостережень.

Забезпеченість обчислюється за формулою:

$$P_m = \frac{m}{n+1} \cdot 100\% \quad (8.17)$$

де m – порядковий номер члена ряду гідрологічних характеристик, розташованих в спадному порядку; n – кількість членів ряду.

Алгоритм визначення забезпеченості змінних, наприклад, середнього річного стоку у найпростішому варіанті включає послідовне виконання кількох не складних дій. На першому етапі формується база даних за формою: порядковий номер змінної (графа 1), рік (графа 2) і величина показника (графа 3). Далі проводиться ранжування ряду даних від найбільшого до найменшого (графа 4). Для кожного ранжованого значення $Q_{c.p.}$ забезпеченість P_m обраховується за вище наведеною формулою і вноситься у відповідну комірку (графа 5) (табл. 8.6).

У гідрологічній практиці цікавим є три показники забезпеченості: 5 % – багатоводний рік; 50 % – середній за водністю рік; 95 % – маловодний рік.

Забезпеченість 5 % означає, що таке значення річкового стоку (витрат води) спостерігається лише в 5 % спостережуваних випадків, тобто це дуже рідкісне явище. Стік, який відповідає забезпеченості 5 %, є надзвичайно великим і трапляється приблизно один раз на 20 років або рідше. Такі високі значення стоку зазвичай пов'язані з визначними паводками. Відомості про стік із забезпеченістю 5 % важливе для проектування і будівництва водогосподарських і протипаводкових споруд, транспортної інфраструктури біля річок тощо оскільки допомагає врахувати ймовірність настання екстремальних подій для запобігання негативних наслідків.

Таблиця 8.6. Визначення забезпеченості середньорічного стоку ($Q_{с.р.}$, м³/с) р. Прут у м. Яремче за період 1950-2008 рр.

№ з/п	Рік	$Q_{с.р.}$	$Q_{с.р.}$ (ранж.)	P, %
1	2	3	4	5
1	1950	8,45	21,8	1,7
2	1951	10,5	20,2	3,3
3	1952	9,60	18,4	5,0
4	1953	9,54	17,9	6,7
5	1954	8,43	17,9	8,3
6	1955	21,8	17,1	10,0
7	1956	10,0	16,7	11,7
8	1957	11,5	16,6	13,3
9	1958	10,3	16,6	15,0
10	1959	8,85	16,4	16,7
11	1960	8,73	15,9	18,3
12	1961	5,62	15,8	20,0
13	1962	10,5	15,3	21,7
14	1963	5,66	15,2	23,3
15	1964	14,3	15,2	25,0
16	1965	11,4	15,1	26,7
17	1966	10,7	14,9	28,3
18	1967	10,6	14,9	30,0
19	1968	11,0	14,8	31,7
20	1969	16,6	14,7	33,3

№ з/п	Рік	$Q_{с.р.}$	$Q_{с.р.}$ (ранж.)	P, %
1	2	3	4	5
21	1970	16,7	14,6	35,0
22	1971	12,4	14,3	36,7
23	1972	11,4	13,8	38,3
24	1973	14,7	13,7	40,0
25	1974	15,9	13,2	41,7
26	1975	16,4	13,2	43,3
27	1976	15,1	13,1	45,0
28	1977	17,9	13,0	46,7
29	1978	18,4	12,9	48,3
30	1979	13,8	12,4	50,0
31	1980	17,1	12,1	51,7
32	1981	15,2	11,6	53,3
33	1982	14,8	11,5	55,0
34	1983	11,2	11,4	56,7
35	1984	9,56	11,4	58,3
36	1985	12,1	11,4	60,0
37	1986	9,17	11,2	61,7
38	1987	7,34	11,0	63,3
39	1988	13,1	10,9	65,0
40	1989	14,9	10,7	66,7

№ з/п	Рік	$Q_{с.р.}$	$Q_{с.р.}$ (ранж.)	P, %
1	2	3	4	5
41	1990	5,85	10,6	68,3
42	1991	15,3	10,5	70,0
43	1992	11,6	10,5	71,7
44	1993	10,4	10,4	73,3
45	1994	10,9	10,3	75,0
46	1995	15,8	10,0	76,7
47	1996	13,2	9,76	78,3
48	1997	13,7	9,60	80,0
49	1998	15,2	9,56	81,7
50	1999	14,9	9,54	83,3
51	2000	9,76	9,17	85,0
52	2001	16,6	8,85	86,7
53	2002	20,2	8,73	88,3
54	2003	11,4	8,45	90,0
55	2004	14,6	8,43	91,7
56	2005	12,9	7,34	93,3
57	2006	13,2	5,85	95,0
58	2007	13,0	5,66	96,7
59	2008	17,9	5,62	98,3

Забезпеченість 50 % відповідає середньому багаторічному значенню (нормі стоку) і означає, що в половині спостережуваних років стік буде не нижчим за розраховане значення.

Забезпеченість 95 % характеризує рік із мінімальним річковим стоком і означає, що у 95 зі 100 випадків річковий стік досягатиме або перевищуватиме це значення, що важливо для прогнозування в умовах низьких рівнів. Цей показник важливий при проектуванні питних водозаборів, вивчення екологічно допустимого (санітарного) стоку, при плануванні виборозведення тощо.

Емпіричні криві розподілу щорічних імовірностей перевищення будуються на спеціальних клітчатках ймовірностей.

Регресійний аналіз – один з найпоширеніших статистичних методів, який дозволяє вивчати зв'язок між однією або кількома змінними. Базовими поняттями при проведенні регресійного аналізу є модель (рівняння) регресії та коефіцієнти регресії.

Ознаки, які вивчаються у регресійному аналізі, можна поділити на факторні (або незалежні змінні) та результуючі (залежні змінні). Факторною називають ознаку, мінливість якої є причиною мінливості результуючої ознаки. Результуючою називають ознаку, мінливість якої є наслідком мінливості факторної ознаки [18].

У ході регресійного аналізу вирішуються дві основні задачі:

1) побудова рівняння регресії, тобто знаходження виду залежності між результуючим показником і незалежними факторами $X_1, X_2, \dots, X_n$.

2) оцінка значимості отриманого рівняння, тобто визначення того,

наскільки вибрані факторні ознаки пояснюють варіацію ознаки Y .

Якщо незалежна змінна одна – це простий регресійний аналіз. Якщо ж їх декілька, то такий аналіз називається багатофакторним.

Прикладом простого регресійного аналізу може бути вплив атмосферних опадів (незалежна змінна) на початок набухання бруньок (залежна) у бука лісового (табл. 8.7., рис. 8.5).

Таблиця 8.7. Дати початку набухання бруньок у виду *Fagus sylvatica* та кількість атмосферних опадів у березні ($P_{(III)}$) у м. Яремче

№ з/п	Рік	Початок набухання бруньок, день року	Кількість атмосферних опадів у березні, мм
1	2000	106	82,5
2	2001	101	109,9
3	2002	99	110,2
4	2003	120	47,2
5	2004	119	22,1
6	2005	118	34,2
7	2006	101	126,3
8	2007	112	47,2
9	2008	113	85,4
10	2009	115	80,6
11	2010	113	59,2
12	2011	114	35,8
13	2014	114	30,2
14	2016	114	38,7
15	2017	116	54,7
16	2018	110	73,1
17	2019	112	29,0
18	2020	110	83,2
19	2021	106	84,4
20	2022	107	21,6

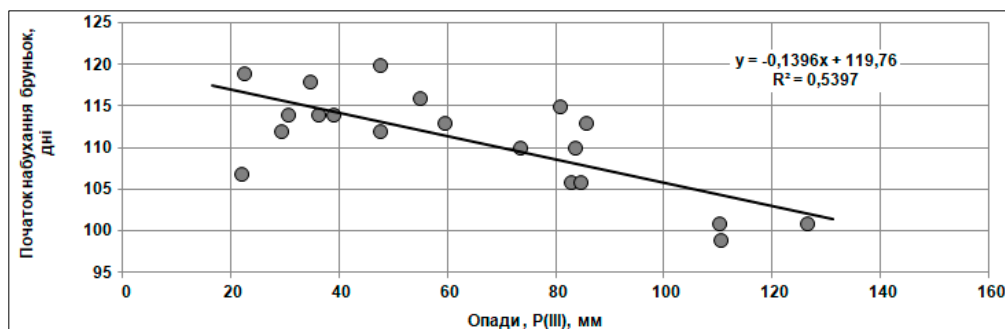


Рис. 8.5. Залежність дат початку набухання бруньок у виду *Fagus sylvatica* від кількості атмосферних опадів у березні ($P_{(III)}$) у помірно-кліматичному поясі Карпатського НПП

У результаті проведеного регресійного аналізу встановлено наявність статистично значущого зв'язку між кількістю атмосферних опадів у березні та датою початку набухання бруньок у виду *Fagus sylvatica* в околицях м. Яремче. За даними спостережень 2000-2022 рр. побудовано рівняння простої лінійної регресії:

$$y = -0,1396x + 119,76$$

де:

y – дата набухання бруньок (у днях від початку року),

x – кількість опадів у березні (мм).

Від'ємне значення коефіцієнта при змінній свідчить про обернений характер залежності: зі збільшенням кількості опадів у березні дата набухання бруньок настає раніше. Зокрема, збільшення кількості опадів на 10 мм призводить до зрушення фенологічної фази в середньому на 1,4 дня у бік більш ранніх строків.

Коефіцієнт детермінації $R^2=0,5397$ вказує на те, що 53,97% варіації дати набухання бруньок пояснюється змінами в кількості березневих опадів. Це свідчить про помірну силу зв'язку між досліджуваними змінними.

Таким чином, атмосферні опади в березні є важливим абіотичним чинником, який впливає на початок весняних фенологічних процесів у бука лісового. Врахування цієї залежності може бути корисним для прогнозування змін фенологічних фаз у контексті сучасних кліматичних змін.

Прикладом багатофакторного аналізу може бути дослідження впливу зміни лісистості на ерозійні процеси. При цьому незалежними змінними або факторними ознаками є площа лісів, експозиція та похил ділянки, кількість атмосферних опадів, а результуючою ознакою (залежною змінною) – показники ерозії (наприклад, швидкість розмивання ґрунту).

Таким чином, рівняння регресії показує, як у середньому змінюється Y при зміні будь-якого з X_i , і має вигляд:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (8.18)$$

де Y – залежна змінна (вона завжди одна), X_i – незалежні змінні (фактори) (їх може бути декілька)

На відміну від кореляційного аналізу, який тільки відповідає на питання, чи існує зв'язок між аналізованими ознаками, регресійний аналіз дає і її формалізоване вираження. Крім того, якщо кореляційний аналіз вивчає будь-який взаємозв'язок факторів, то регресійний – односторонню залежність, тобто зв'язок, що показує, яким чином зміна факторних ознак впливає на ознаку результативний.

Для реалізації регресійного аналізу необхідно виконання низки спеціальних вимог (зокрема, $X_1, X_2, \dots, X_n$; Y повинні бути незалежними, нормально розподіленими випадковими величинами з постійними дисперсіями). Регресійна модель може бути побудована за наявності будь-якої залежності, проте в багатофакторному аналізі часто використовують лінійні моделі виду:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + \varepsilon \quad (8.19)$$

де a – вільний член (константа); b_1, b_2, b_n – коефіцієнти регресії; ε – похибка моделі.

Між факторною та результуючою ознаками можуть спостерігатися функціональна та статистична залежності. Залежність називається функціональною, якщо одному значенню факторної ознаки відповідає єдине значення результуючої ознаки.

Залежність називається статистичною, якщо одному значенню факторної ознаки може відповідати кілька значень результуючої ознаки. Для виявлення статистичної залежності між кількісними ознаками використовують такі методи: аналітичне групування, побудова точкового графіка, кореляційний аналіз, дисперсійний аналіз та інші.

За напрямком статистичні залежності поділяють на прямі і обернені. У випадку прямої статистичної залежності, при зростанні факторної ознаки, результуюча ознака в середньому теж зростає.

У випадку оберненої статистичної залежності, при зростанні факторної ознаки, результуюча ознака в середньому спадає. За формою статистичні залежності бувають лінійними та нелінійними. За змістом статистичні залежності бувають компонентні і балансові. Для вивчення статистичних залежностей використовують рівняння регресії. Рівняння регресії – це така функціональна залежність, яка наближено, але максимально точно описує реальної статистичну залежність між ознаками [18].

Групування та класифікація. У складних екологічних, гідрологічних, біологічних чи кліматичних системах нерідко виникає потреба у виявленні прихованих структур у великих обсягах даних. Методи групування та класифікації, зокрема факторний і кластерний аналізи дозволяють виявити подібності або відмінності між об'єктами чи змінними (характеристиками, показниками), зменшити розмірність даних, виділити головні чинники, що визначають їх варіацію, та створити логічно обґрунтовані групи. Застосування цих методів є важливим етапом при аналізі багатовимірних даних, оскільки вони забезпечують глибше розуміння закономірностей у природних процесах, дозволяють будувати більш точні моделі, провести прогнозування тощо.

Факторний аналіз. Даний вид аналізу є методом скорочення розмірності простору і дослідження взаємозв'язків між параметрами різних об'єктів чи явищ (у нашому випадку географічних). Його ідея ґрунтується на уявленні про те, що всі визначені показники відображають вплив певних гіпотетичних загальних факторів, які неможливо заміряти або визначити безпосередньо на об'єктах. Тоді сукупність вихідних характеристик можна замінити значно меншою кількістю факторів, а їх семантику визначити шляхом об'єднання параметрів за принципом сили зв'язку і інтерпретації отриманих асоціацій.

В математичному відношенні це означає виділення, наприклад, в матриці парних коефіцієнтів кореляції чи матриці коваріації блоків з високими абсолютними значеннями показників зв'язку. Для посилення ефекту асоціювання параметрів, мінімізації кількості параметрів з високими факторними навантаженнями або зменшення кількості факторів, що пояснюють мінливість параметрів, використовуються процедури ортогонального або косокутного обертання факторів, що полегшує змістовну інтерпретацію останніх (Немець К. А., Немець Л. М., 2014).

Простішими словами, суть факторного аналізу полягає в тому, що фактори, які «лежать на поверхні» у випадку значної кореляції між собою можуть бути замінені іншими «внутрішніми» факторами, які важко, або неможливо виміряти, але які визначають поведінку поверхневих факторів і, тим самим, результуючої змінної. Факторний аналіз є джерелом виникнення різноманітних гіпотез, які намагаються перевірити в ході експериментів [19].

У загальному вигляді факторна структура i -ї ознаки відображається у вигляді $\sum_j a_{ij} \cdot F_j$, куди включаються лише значимі навантаження. Ознакова структура кожного із факторів у загальному вигляді відображається як

$\sum_i a_{ij} \cdot F_j$, до якої включаються лише значимі навантаження. Використовуючи матрицю факторних навантажень обчислення значень усіх факторів для кожного спостереження вихідної вибіркової сукупності проводиться за формулою:

$$F_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^k a_{ij} \cdot X_{it}^{U,H}}{\lambda_j} \quad (8.20)$$

де F_{jt} – значення j -ого фактору у t -ого спостереження, $X_{it}^{U,H}$ – нормоване (i центроване) значення i -ї ознаки у t -ого спостереження вихідної вибірки; a_{ij} – факторне навантаження, λ_j – власне значення, що відповідає фактору j .

Дані обчислення значення F_{jt} широко використовуються для графічного представлення результатів факторного аналізу.

Факторний аналіз добре реалізується у програмних засобах *SPSS* (IBM SPSS Statistics), *R* (безкоштовна мова програмування для статистики і візуалізації даних), *Python* (універсальна мова програмування, також популярна в аналізі даних), *Microsoft Office Excel* (із наборами додаткових інструментів, наприклад XLSTAT), *STATISTICA* (Statistica) та *MATLAB*. Вибір залежить від рівня підготовки та зручності.

Приклад застосування факторного аналізу. Апробація факторного структурування проводилась для вивчення основних закономірностей та особливостей поширення гірських озер на території Карпатського НПП з використанням інструментів програмного забезпечення Statistica.

За оцінювальні параметри було використано наступні характеристики: широта ($Ш$) та довгота ($Д$), віддаленість водойм від найвищої точки гірської системи – г. Говерли ($L_{Гов.}$), абсолютна висота озера над рівнем моря ($H_{абс.}$), лісистість території ($K_{ліс.}$) та крутизна (I) схилу гори, де знаходиться об'єкт дослідження.

Більша кількість оцінювальних ознак предмета чи явища забезпечує значущість отриманих результатів. Проте деякі дуже важливі показники і явища не мають прямої числової характеристики або вимагають спеціальних підходів для їх кількісного вираження. Це, наприклад, особливості геологічної будови ($G_{eol.}$), ґрунтового покриття ($G_{runt.}$), експозиції схилу гори ($E_{xp.}$), де розташована водойма тощо.

Промовистою є думка, висловлена В. Томсоном (лордом Кельвіном) в 1883 р. «...коли ви можете виміряти те, про що говорите і виразити це в числах, ви щось про це знаєте; але коли ви не можете виміряти це, коли не можете виразити це в числах, ваше знання мізерне й незадовільне; це може бути початком знання, але ви навряд чи в своїх думках просунулися до стадії науки, незалежно від предмета».

Тому, експозицію схилу, де знаходиться гірське озеро (північ, південь, захід, схід) можна виражати азимутальним кутом в градусах, рахуючи від півночі за годинниковою стрілкою. Так, озеро Несамовите має азимутальний кут 170° , а Марічейка – 80° .

Ґрунтовий покрив та геологічні особливості можна виразити за категоріальними шкалами. Наприклад, озера, що знаходяться у районі поширення відкладів сенонського ярусу верхнього відділу крейдової системи

можна позначити цифрою 1, туринського ярусу – 2, інших геологічних відкладів – відповідно 3, 4...n. Так само і з ґрунтовим покривом. Таким чином усього для факторного моделювання використано 19 предикторів.

Обчислені величини факторних навантажень, власні значення факторів та їх вага представлені у табл. 8.8.

Таблиця 8.8. Факторні навантаження, власні значення та ваги факторів для виявлення особливостей поширення гірських озер на території Карпатського НПП

Ознаки	Факторні навантаження, a_{ij}			
	F_1	F_2	F_3	F_4
Довгота (D)	-0,31	-0,93	-0,08	-0,04
Широта ($Ш$)	0,14	0,98	0,05	0,01
Висота над рівнем моря ($H_{абс.}$)	-0,37	-0,40	0,64	0,05
Довжина берегової лінії озера ($L_{б.л.}$)	0,98	0,05	0,11	-0,04
Довжина озера ($L_{с.м.}$)	0,95	0,11	0,17	-0,06
Ширина озера ($B_{с.}$)	0,95	0,14	0,04	0,20
Площа водного дзеркала ($S_{с.}$)	0,97	0,05	0,20	0,07
Максимальна глибина озера ($h_{макс.}$)	0,91	0,35	0,02	0,04
Коефіцієнт форми озера ($K_{ф.}$)	-0,17	0,01	0,02	-0,81
Коефіцієнт звивистості берегової лінії ($K_{зв.}$)	0,01	-0,22	-0,66	-0,61
Водневий показник (pH)	0,03	-0,05	-0,01	-0,74
Коефіцієнт залісненості території ($K_{ліс.}$)	0,40	0,62	-0,54	0,12
Крутизна схилу (I)	0,62	0,51	-0,08	-0,09
Показник ґрунтового покриву ($G_{гнт.}$)	0,91	0,20	-0,23	0,02
Показник геологічної будови ($G_{еол.}$)	-0,41	0,70	0,48	0,09
Експозиція схилу ($E_{хр.}$)	0,20	0,16	0,94	-0,03
Коефіцієнт озерності ($K_{оз.}$)	0,90	0,23	-0,30	0,01
Густота озер ($N_{оз.}$)	-0,32	-0,50	-0,70	-0,06
Віддаль від Говерли ($L_{Гов.}$)	0,23	0,96	0,08	0,03
Власні значення факторів, λ_j	7,34	4,60	2,99	1,67
Вага факторів, %	39	24	16	9

За результатами проведеного математико-статистичного аналізу було виділено чотири основні чинники, що визначають місце високогірних озер у ландшафтно-геоморфологічній системі Карпатського НПП.

Перший фактор (F_1) – найбільш значимий; він носить 39% інформації і вказує на значний вплив ландшафтно-геоморфологічних умов (ґрунтового покриву і крутизни схилів) на величину коефіцієнта озерності та окремі морфометричні характеристики водойм – довжину берегової лінії, довжину, ширину, площу водного дзеркала та максимальну глибину. Додатні власні значення даного фактора об'єднують у собі два найбільших озера Карпатського НПП – оз. Несамовите та оз. Марічейку.

Другий фактор (F_2) є інформативним на 24%, відображає геологічний фактор, сила дії якого (у комплексі із лісистістю території) збільшується з віддаленням від г. Говерли і впливає на густоту озер. За величиною власних значень даного фактору об'єднуються чотири водойми – Марічейка, Нявчин Перстень та Хвощове.

Третій фактор (F_3), вага якого становить 16%, підсилює дію попереднього чинника і показує, що найбільша кількість озер на одиницю площі території приурочена до густо залісених районів і підпорядковується вертикальній зональності. За результатами кореляційного аналізу прослідковується наявність тісного взаємозв'язку $N_{оз.}$ з $K_{зв.}$ ($r=0,67$) та оберненим з показником експозиції схилу ($r= -0,77$). Даний фактор найбільш проявився на озерах Несамовите, Веснянки, Нявчин Перстень та Хвощове.

Четвертий фактор (F_4) – має лише 9% інформації – характеризує чинник, що вплинув на особливості хімічного складу води, берегової лінії і характеризується наявністю тісного зв'язку між коефіцієнтами $K_{ф.}$ та $K_{зв.}$. Даний фактор характеризує процес евтрофування (заростання) водойм. Дія даного фактору найбільш відобразилась на формі озер Несамовите, Гаджинка, Заховане та Туманне.

Кластерний аналіз. Класичними непараметричними методами розпізнавання образів без навчання є методи кластерного аналізу (таксономії). З їх допомогою вирішують проблему такого розбиття (класифікації, кластеризації) множини об'єктів, за якого всі об'єкти, що належать до одного класу, є більш подібними один до одного, ніж до об'єктів інших класів. З формального погляду основне завдання методів кластерного аналізу можна сформулювати, як визначення класів еквівалентності та рознесення за ними досліджуваних об'єктів.

Під класом, як правило, розуміють генеральну сукупність, що описується одномодальною функцією щільності імовірності $f(X)$ або, у випадку дискретних ознак, – одномодальним полігоном імовірностей. Номери класів не мають змістовного значення й використовуються лише для того, щоб відрізнити їх один від одного. Для формування кластерів застосовують міри подібності та відмінності даних, які можуть бути поділені на три основних види:

1) міри подібності (відмінності) типу «відстань» (при їх застосуванні об'єкти вважають тим більше подібними один до одного, чим меншою є відстань між ними);

2) міри подібності типу «зв'язок» (у цьому разі об'єкти вважають тим більше подібними, чим сильнішим є зв'язок між ними);

3) інформаційна статистика [19].

У простій інтерпретації суть кластерного аналізу полягає у вимірюванні схожості або відстані між об'єктами (найчастіше – за допомогою евклідової відстані). Об'єкти, які мають схожі характеристики, об'єднуються у кластери (групи). Результати найчастіше подаються у вигляді дендрограм (дерев) або карти кластерів.

Один із найбільш поширених методів кластеризації – метод k -середніх (k -means), який поділяє сукупність даних, ознак, об'єктів тощо на задану кількість кластерів (k), шукаючи центри, навколо яких формуються групи.

Приклад класифікації гірських водойм за методом к-середніх наведено нижче. Міра схожості використаних ознак об'єднує льодовикові озера Карпатського НПП у 3 групи.

Водойми першої групи (оз. Несамовите, оз. Веснянки, оз. Нявчин Перстень) розташовані на південно-західних і північно-західних схилах гір; ці озера мають незначні коефіцієнти звивистості, найменшу лісистість водозбору і порівняно підвищені значення рН (у середньому 6,8).

До другої групи відноситься лише 2 озера (оз. Туманне і оз. Марічейка), які досить віддалені від Говерли (13-18 км) і відрізняються значними середніми морфометричними характеристиками, мають найменші величини коефіцієнтів форми (1,6); та значну лісистість водозбору; розташовані ці водойми на крутих схилах східної і південно-східної експозиції та мають незначні величин рН (у середньому – 6,35).

Водойми третьої групи включають 7 об'єктів (оз. Чугайстрів, оз. Гаджинка, оз. Заховане, оз. Плоске, оз. Жерепове, оз. Холодне та оз. Хвощове), що характеризуються найменшими морфометричними показниками; мають найбільший коефіцієнт форми та коефіцієнт звивистості; територіально вони розташовані на незначних абсолютних висотах, недалеко (за винятком оз. Хвощове) віддалені від Говерли (близько 7,5 км). Експозиція схилів, де розташовані озера – північно-східні з незначною крутизною (12,5°). У ґрунтовому покриві переважають гірсько-лужні легко суглинисті в комплексі (10%) з кам'яними розсипами.

Для візуалізації кластерної структури гірських озер на території Карпатського НПП, згрупованих за комплексом морфометричних, географічних і фізико-хімічних параметрів, використано дендрограму (рис. 8.6).

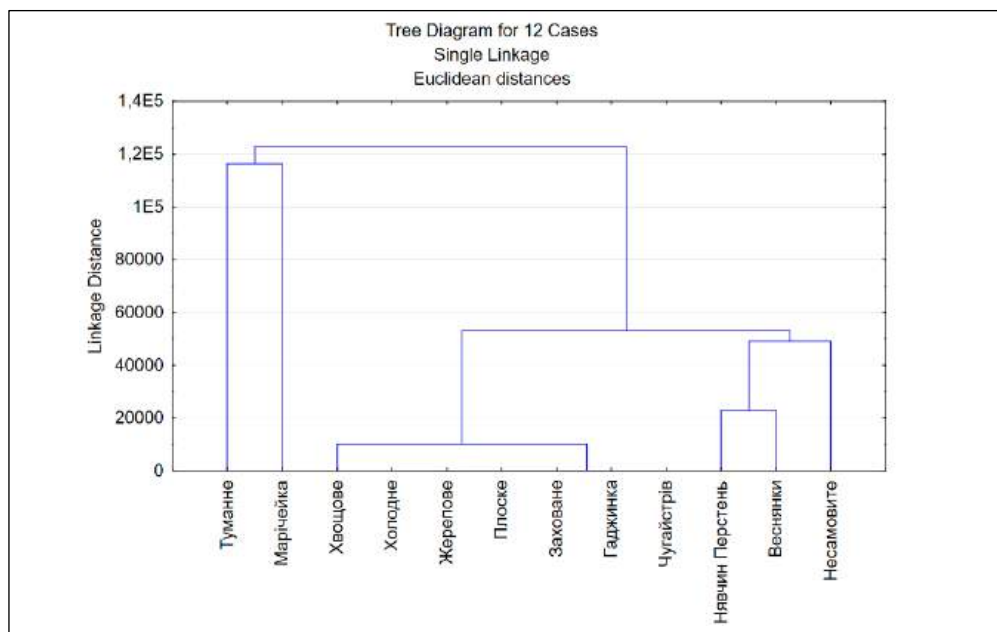


Рис. 8.6. Дендрограма подібності льодовикових озер на території Карпатського НПП

Таким чином застосування методів факторного та кластерного аналізів дозволяє виявити структурні закономірності у сукупності гірських озер Карпатського НПП. Факторний аналіз дозволив звести багатовимірні дані до чотирьох провідних чинників, що пояснюють 88% загальної варіації. Кластерний аналіз, у свою чергу, забезпечив поділ озер на однорідні групи за геоморфологічними, хімічними та просторовими характеристиками. Обидва методи у комплексі дали змогу провести обґрунтовану типологію водних об'єктів, що важливо для подальших екологічних оцінок і моніторингу.

Кластерний і факторний аналізи можна широко застосувати при дослідженні абіотичних аспектів природних умов Карпатського НПП: для групування кліматичних зон за показниками температури, вологості та опадів, що допомагає виділити схожі кліматичні регіони; класифікації водних об'єктів за якістю води, умовами формування, величиною річкового стоку, хімічним складом тощо.

При дослідженні ґрунтів кластерний аналіз допомагає розподілити типи ґрунтів за фізико-хімічними властивостями, а факторний – визначити ключові фактори, що формують їх характеристики. У сфері екологічного моніторингу повітря ці методи дозволяють ідентифікувати зони забруднення та виявити джерела забруднення. Крім того, вони корисні для аналізу абіотичних умов в різних висотних поясах, узагальнення змін кліматичних параметрів у часі, а також для створення інтегрованих індексів природних змін, що сприяє кращому розумінню комплексних взаємозв'язків у природній системі Карпатського НПП.

8.4. Графічне відображення та аналіз даних. Картографування

Графічне відображення та аналіз даних є важливим інструментом, який дозволяє краще зрозуміти структуру, динаміку та взаємозв'язки певних ознак явищ чи характеристик. Тип візуалізації слід обирати відповідно до характеру даних і цілей аналізу. Найбільш поширеними способами відображення результатів досліджень є графіки, діаграми і картографічні матеріали (карти, схеми). Слід зазначити, що у низці програмного забезпечення графіки і діаграми часто ототожнюються, але в статистиці і при наукових дослідженнях (зокрема природничих науках) вони мають різні значення та функції.

Графіки та діаграми. Завдяки використанню графіків і діаграм можна швидко виявити та проілюструвати тенденції, аномалії, сезонні коливання та особливості розподілу значень.

Для аналізу безперервних, часових рядів даних – таких як багаторічні спостереження за рівнями води, температурою повітря, опадами, витратами води в річках тощо – найдоцільніше застосовувати **лінійчаті діаграми** (графіки). Вони дають змогу наочно відстежувати зміну показника в часі, виявляти тренди (тенденцію до зростання або зниження), циклічність чи нестабільність процесів тощо. Наприклад, хронологічний графік середньорічних витрат води, температури повітря та

опадів дозволяє оцінити водність річки у контексті змін клімату. Лінійчаті діаграми будуються з метою аналізу та загальної характеристики водного режиму р. Прут за кожен гідрологічний рік для написання відповідного розділу чергового тому Літопису природи (рис. 8.7).

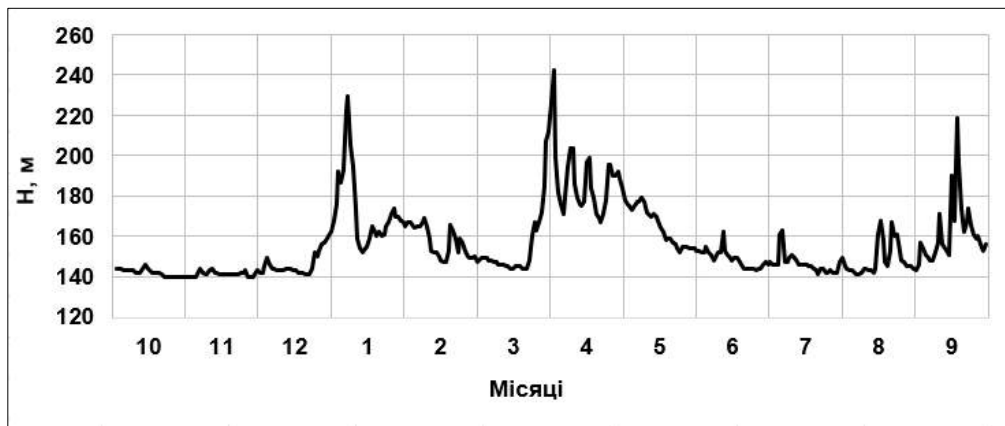


Рис. 8.7. Динаміка рівнів води р. Прут у м. Яремче за 2021-2022 гідрологічний рік

Аналіз зображення показує, що упродовж 2021-2022 гідрологічного року рівень води у р. Прут демонстрував чітко виражену сезонну мінливість. Найнижчі рівні (140-144 см) спостерігалися восени 2021 р. та влітку 2022 р., що відповідає фазам межені.

Взимку, починаючи з другої половини грудня відбулося різке підвищення рівнів води до 230 см. Весняне водопілля розпочалося у другій половині березня; максимальний рівень води (понад 240 см) відзначено на початку квітня, що стало найвищим за рік. Після цього рівень поступово знижувався, зберігаючи середні значення упродовж травня-червня.

У літні місяці переважала межень, але в серпні зафіксовано короточасні підйоми рівнів води за позначку трохи вище 160 см. У вересні, ймовірно, через випадання інтенсивних атмосферних опадів відбулося раптове зростання рівнів води до 220 см,. Загалом рік характеризується двома основними паводками – зимовим і весняним – та періодами низької водності влітку і на початку осені.

При порівнянні значення певного показника в різні періоди або між окремими об'єктами доцільно використовувати **звичайні стовпчикові діаграми** (вертикальні) або **гістограми** (горизонтальні). Вони зручні для представлення періодичних вимірювань, зокрема концентрацій хімічних речовин у воді, рівнів забруднення в різних пунктах спостережень, сезонних змін індексів забруднення середовища тощо.

Наприклад, діаграма динаміки концентрації нітратів за місяцями дозволяє виявити сезонні піки вмісту NO_3^- у воді р. Прут в осінні місяці, коли при зменшеному споживанні азоту відбувається розкладання органічних речовин і перехід азоту з органічних форм в мінеральні (рис. 8.8).

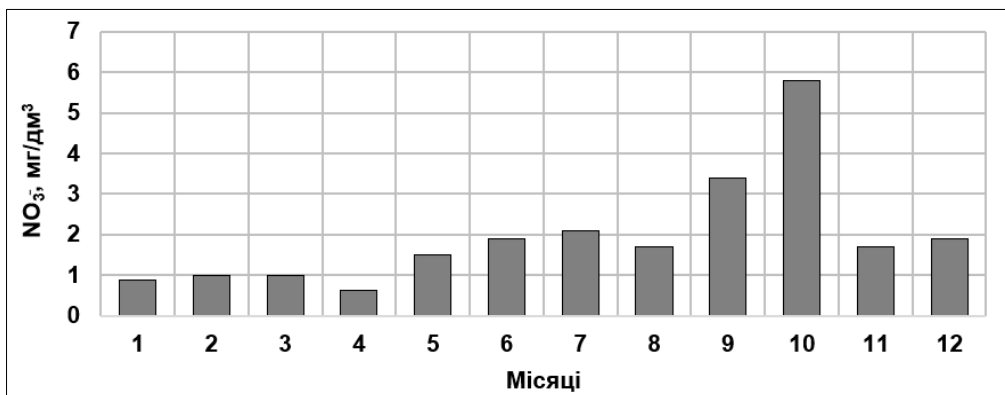


Рис. 8.8. Діаграма зміни концентрації NO₃⁻ у воді р. Прут (м. Яремче) у 2024 р.

Для відображення структури суцільної характеристики, наприклад, йонного складу води, типів забруднювачів або співвідношення категорій ландшафтів часто використовують **кругові (секторні) діаграми**. У них кожен сектор відповідає певній частці елемента в загальному обсязі. Наприклад, кругова діаграма йонного складу води дозволяє швидко оцінити, які катіони чи аніони переважають у зразку, що має важливе значення для гідрохімічної класифікації природних вод (рис. 8.9).

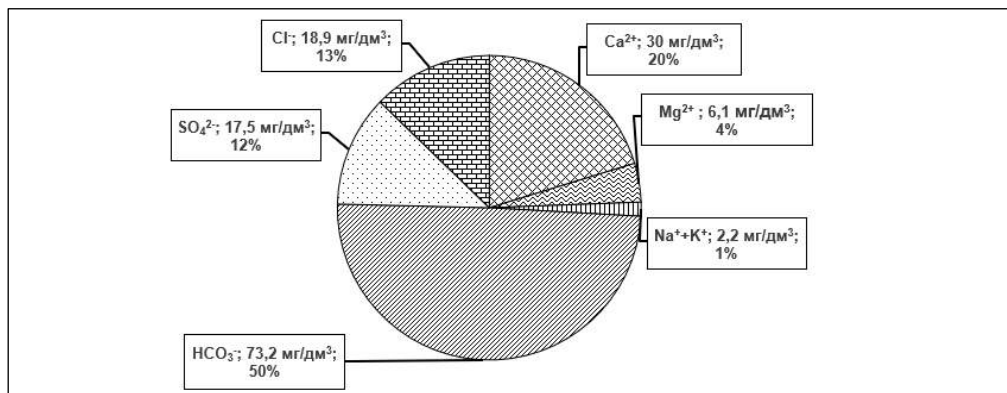


Рис. 8.9. Хімічний склад води р.Прут у створі 10 км вище селища Ворохта (літо 1975 р.) (за Полишук В.В., 1986)

Таким чином, за даними діаграми, у літній період 1975 р. вода верхньої течії р. Прут вище селища Ворохта мала слабомінералізований, гідрокарбонатно-кальцієвий склад з помітними домішками сульфатних і хлоридних йонів. Такий склад типовий для гірських лісових районів з малим антропогенним навантаженням.

Коли виникає потреба проаналізувати взаємозв'язок між двома кількісними показниками (наприклад, між температурою повітря та концентрацією розчиненого у воді кисню, або між кількістю атмосферних опадів і витратою води у річці) використовують **точкові діаграми** (графіки, діаграми розсіювання). Для прикладу наведемо графік зв'язку між річною

кількістю атмосферних опадів та середньорічною витратою води р. Прут (м. Яремче), де кожна точка відповідає певному спостереженню з парою значень (рис. 8.10).

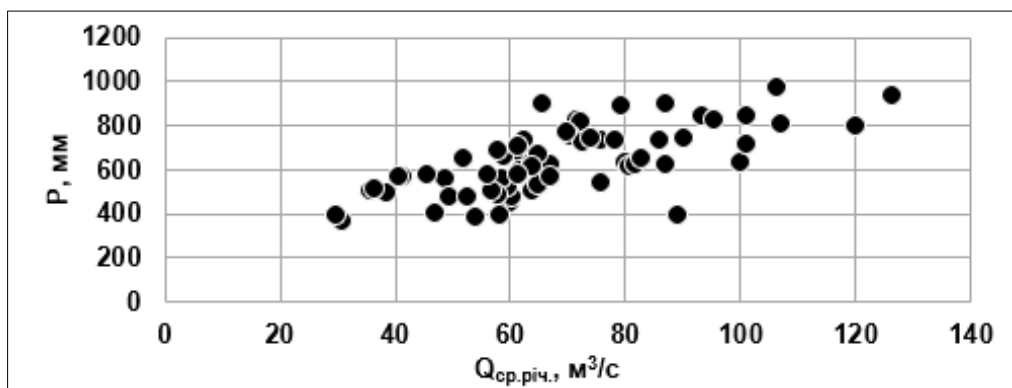


Рис. 8.10. Графік зв'язку між річною кількістю атмосферних опадів (P , мм) та середньорічною витратою води ($Q_{\text{ср.річ.}}$, $\text{м}^3/\text{с}$) р. Прут (м. Яремче) 1945-2010 рр.

Такий спосіб візуалізації є основою для регресійного аналізу і дозволяє оцінити силу та форму зв'язку між змінними (див розділ 8.2).

Особливий тип графічного відображення результатів вивчення природних компонентів на території Карпатського НПП є **пелюсткові діаграми**, які показують дані у круговому форматі з осями, що розходяться від центру. Такі діаграми застосовують, коли важливо відобразити напрямок і частоту або інтенсивність явища. Найвідоміший приклад – роза вітрів, яка показує розподіл напрямків і сили вітру за певний період (див. розділ 4.2).

Сучасні цифрові інструменти (Excel, R, Python, спеціалізоване програмне забезпечення ГІС) значно спрощують побудову вище згаданих діаграм і дозволяють створювати інтерактивні візуалізації з можливістю фільтрації, масштабування та порівняння великих обсягів даних. У правильному використанні даний метод візуалізації стає не просто ілюстраціями, а потужним аналітичним засобом у наукових і прикладних дослідженнях.

Картографування є досить ефективним та інформативним способом візуалізації результатів вивчення природних умов Карпатського НПП. Картографування – компактний спосіб відображення та узагальнення просторового розподілу досліджуваних характеристик, отриманих у польових умовах або за результатами камеральної обробки матеріалів.

У даному аспекті слід розрізняти два поняття – *карта* і *картосхема*. *Карта* – це зменшене, узагальнене зображення поверхні Землі, інших небесних тіл або небесної сфери, побудоване за математичним законом на площині, яке за допомогою умовних знаків, показує розміщення і властивості об'єктів, що пов'язані з цими поверхнями. Під поняттям «*картосхема*» слід розуміти спрощений варіант карти, на якій немає картографічної сітки (системи меридіанів і паралелей) і дає загальне (менш точне) уявлення про зображуваний процес, явище, характеристику тощо. На практиці картосхема є прийнятнішою формою візуалізації результатів наукових досліджень; набула

поширення у навчальному процесі, оскільки не потребує значної точності, використання спеціальних засобів, навичок, водночас є інформативною і корисною.

У процесі свого використання карти (і, відповідно, картосхеми) виконують низку функцій [10]:

1. Комунікативна – полягає у збереженні та передачі просторової інформації про навколишній світ.

2. Пізнавальна – полягає у вивченні об'єктів природи та суспільства, а також у здобутті нових знань про них.

3. Оперативна – пов'язана з вирішенням різноманітних практичних завдань.

4. Конструктивна – проявляється під час розробки та реалізації господарських і соціальних проектів.

5. Прогностична – є продовженням пізнавальної функції та дає змогу передбачати просторові й часові зміни у поширенні об'єктів, а також зміни їхнього стану.

Для створення цифрових картографічних матеріалів використовується низка ГІС технологій, як, наприклад, повнофункціональні геоінформаційні системи Mapinfo Professional, ArcGis, ArcView та ін.

Кожна картосхема як і карта повинна мати елементи-складники, які забезпечують її інформативність і зручність у користуванні. До таких елементів належать: *основне зображення*, що містить тематичну інформацію (рельєф місцевості, річкову мережу, адміністративні та державні кордони, об'єкти спостереження); *умовні позначення* (легенда), які пояснюють символи, кольори та лінії; *назва картосхеми*, що точно відображає її зміст; *напрямок сторін світу* для орієнтації на місцевості; *масштаб* (бажано лінійний), який дає уявлення про відстані (або згадка про його відсутність); *джерела даних*, з яких отримано інформацію для створення картосхеми (супутникові знімки, карти, польові спостереження); а також за потреби і можливості – координатна сітка, вставка (оглядова карта), коротке пояснення або анотація, дата створення та автор або установа, яка розробила картосхему. Усі елементи картосхем мають бути взаємно узгодженими, логічно організованими і візуально збалансованими.

У процесі вивчення абіотичних компонентів природи Карпатського НПП доцільно використовувати два основні підходи до картографічного відображення:

1. Адміністративно-функціональний підхід, при якому основою просторового аналізу є межі науково-дослідних відділень Парку. Такий підхід дозволяє здійснювати територіальне узагальнення даних за структурними одиницями управління установи. Він зручний для потреб внутрішнього моніторингу, адміністративного планування, формування звітної документації, а також оцінки просторового розподілу ресурсів (наприклад, кількості водних об'єктів, зсувних ділянок, площ всихання тощо) у межах окремих структурних підрозділів.

2. Природно-географічний (ландшафтний або басейновий) підхід, заснований на виділенні однорідних природних одиниць (водозборів, геоморфологічних комплексів, ландшафтних районів). Такий підхід адекватніше відображає системні зв'язки між абіотичними чинниками (рельєф, геологія, гідрографія, мікроклімат) і процесами, які формують довкілля. Його

доцільно застосовувати при екологічних дослідженнях, аналізі просторових закономірностей або для побудови науково обґрунтованих прогнозів змін природного середовища.

Особливістю природно-географічного підходу до картографування абіотичних умов території Карпатського НПП є те, що в межах аналізу можуть частково охоплюватись території за адміністративною межею Парку. Це пов'язано з тим, що багато природних об'єктів та процесів мають ширші просторові межі, ніж структура функціонального зонування установи.

Наприклад, у випадку басейнового підходу враховуємо, що р. Прут з низкою приток (р. Прутець Яблуницький, р. Прутець Чемигівський, р. Жонка та ін.) лише частково протікають територією Парку, а їхній режим, якість води та гідроморфологічні особливості залежать від умов усього водозбору, включаючи верхів'я, які розташовані (у випадку згаданих приток) за межами природоохоронної організації – на вилучених землях або ділянках лісових господарств ДП «Ліси України».

Аналогічно, ландшафтні комплекси чи території з поширенням небезпечних екзогенних процесів можуть мати морфогенетичну і гідрологічну цілісність, що виходить за межі природоохоронної зони.

Тому природно-географічний підхід передбачає системний аналіз природного середовища незалежно від адміністративних кордонів, із урахуванням екосистемної цілісності, просторових взаємозв'язків та чинників формування довкілля. Такий підхід є особливо важливим для наукових досліджень, довгострокового моніторингу стану довкілля, а також для моделювання природних ризиків та прогнозування екологічних змін.

Вибір підходу залежить від мети дослідження: адміністративно-функціональний більше придатний для управлінських і моніторингових завдань, тоді як природно-географічний забезпечує глибше наукове розуміння природних процесів.

Існує 6 основних способів картографічного зображення [10]:

1. Значків (локалізованих значків);
2. Картограма (картодіаграма);
3. Локалізовані діаграми;
4. Точковий спосіб;
5. Знаки рухів;
6. Ізолінії.

Менш популярним у сучасній картографії, але важливим для дослідження різних частин парку з огляду на його територіальний поділ є спосіб кількісного фону.

Спосіб значків (локалізованих значків). Цей спосіб застосовують для характеристики об'єктів, локалізованих в пунктах, які, як правило, не виражаються в масштабі карти. В значках можна використовувати три елементи – форму, розмір, колір. Форму і колір значка застосовують для якісної характеристики об'єктів, а розмір – кількісної. Спосіб значків використовується для відображення на картах населених пунктів, родовищ корисних копалин (рис. 8.11).

Локалізовані значки підходять для позначення різних типів абіотичних об'єктів або явищ, наприклад, типів ґрунтів, джерел забруднення, зон з різною інтенсивністю вітру або сонячної радіації.

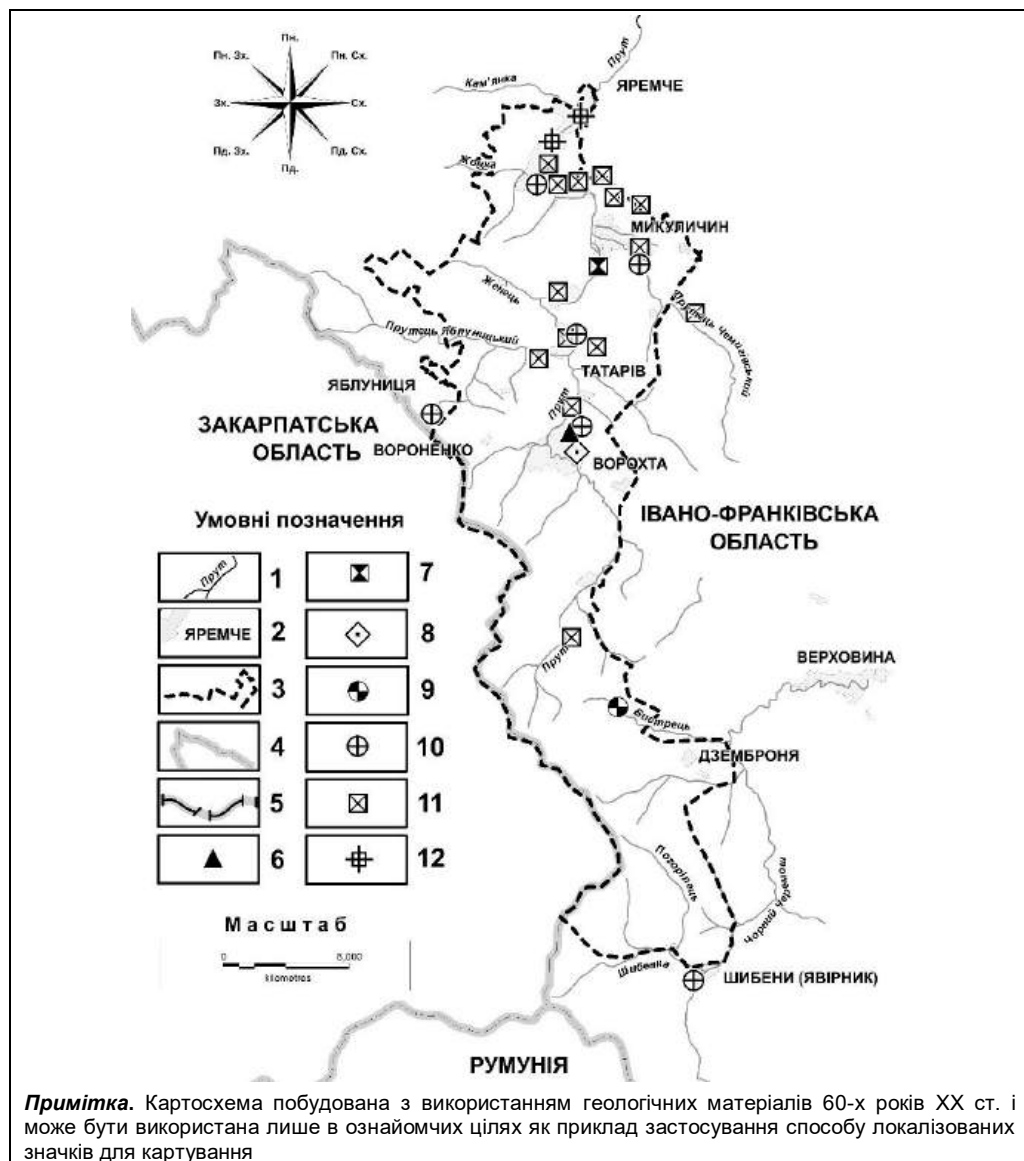


Рис. 8.11. Картошхема поширення корисних копалин на території Карпатського НПП:

1 – річка та її назва; 2 – населений пункт; 3 – межі Карпатського НПП; 4 – межі адміністративних областей України; 5 – державний кордон України; 6-12 – родовища і прояви корисних копалин [6 – прояви нафти; 7 – мале родовище будівельного піску; 8 – мале родовище озокериту; 9 – прояви нікелю; 10 – прояви гематитових і сидеритових руд; 11 – мале родовище пісковиків; 12 – мале родовище гальки і гравію]

Значки мають найрізноманітніші графічні вирази, що залежить від теми і призначення карти, і поділяються на геометричні, буквені, символічні, художні.

Спосіб картодіаграм використовується для відображення сумарних характеристик певного явища в межах окремих територіальних одиниць,

найчастіше адміністративних (наприклад, громад, районів, водозборів). Цей спосіб дозволяє наочно показати розподіл абіотичних чинників у просторі через систему діаграм, які розміщуються безпосередньо на карті у межах відповідних одиниць обліку. Картодіаграми є ефективним способом візуалізації статистичних даних природного походження, таких як середньорічна кількість опадів по районах, середня температура повітря, кількість днів із сніговим покривом, об'єми річкового стоку, розподіл типів ґрунтів або гірських порід, середнє значення кислотності ґрунтів чи вод тощо.

Найчастіше використовуються лінійні діаграми (у вигляді вертикальних або горизонтальних стовпчиків, смуг), довжина яких пропорційна величині показника; площинні фігури (круги, квадрати), площа яких відповідає значенню величини; а також об'ємні фігури (кулі, куби), об'єм яких передає масштаби явища. Якщо картодіаграмна фігура поділяється на частини відповідно до структури явища, вона називається структурною – наприклад, кругова діаграма, де показано співвідношення кислотності, твердості (жорсткості) та мінералізації вод у межах басейну.

Для побудови картодіаграм потрібно здійснити низку кроків: зібрати, вивчити та опрацювати статистичні дані, обрати оптимальний тип діаграми, враховуючи амплітуду коливань значень, розрахувати відповідні розміри фігур, визначити масштабність зображення, підготувати картографічну основу, а також нанести діаграми та оформити картосхему (рис. 8.12).

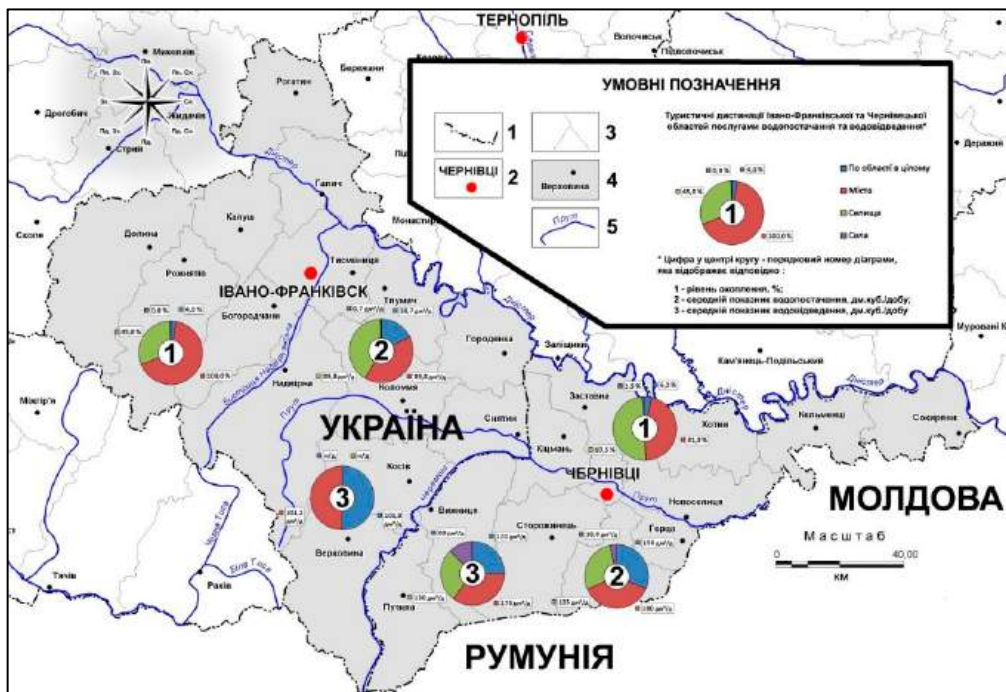


Рис. 8.12. Забезпечення туристичних дестинацій Івано-Франківської та Чернівецької областей послугами водопостачання та водовідведення (за [98]):

1 – межі адміністративних областей; **2** – обласний адміністративний центр та його назва; **3** – межі адміністративних районів; **4** – районний центр та його назва; **5** – річка та її назва

Завдяки своїй виразності, спосіб картодіаграм є зручним для зіставлення величин і структури абіотичних процесів у межах різних ділянок Карпатського НПП та є корисним інструментом при аналізі просторових відмінностей і взаємозв'язків між фізико-географічними умовами.

Спосіб картограм. Спосіб картограм застосовується для відображення середньої інтенсивності розвитку того чи іншого явища в межах окремих територіальних одиниць, зокрема адміністративних або природно-географічних. На відміну від картодіаграм, які ґрунтуються переважно на абсолютних показниках, картограми відображають відносні значення (наприклад, щільність, частку, співвідношення), що дозволяє порівнювати території незалежно від їх площі чи чисельності об'єктів.

У картограмі інтенсивність прояву певного явища показується через ступінчасту шкалу, де кожен ступінь оформлюється зафарбовуванням, штрихуванням або насиченням тону. Кожна територіальна одиниця (наприклад, територіальна громада, ландшафтна ділянка, водозбір) зафарбовується відповідно до попередньо встановлених градацій значень, що забезпечує високу наочність і швидке зорове сприйняття просторових закономірностей.

У дослідженнях абіотичних чинників Карпатського НПП спосіб картограм особливо доречний для зображення таких показників, як густина річкової мережі, питома водність території (витрата річкового стоку на 1 км²), середньорічна кількість опадів на 100 м висоти, відносна лісистість схилів, частка кам'янистих ґрунтів у межах окремих площ, відсоток територій з крутизною понад 20°, інтенсивність ерозійних процесів тощо.

Для прикладу наведено картосхему просторового розподілу частки земель зайнятих поверхневими водними об'єктами у межах природоохоронних науково-дослідних відділень (рис. 8.13)

Такі карти дозволяють визначати природні контрасти, просторову мінливість абіотичних умов, а також допомагають у виявленні зон ризику або вразливості природного середовища. Завдяки простоті і виразності спосіб картограм широко використовується у фізико-географічному, гідрологічному, ґрунтознавчому та ландшафтному аналізі, зокрема при узагальненні матеріалів польових обстежень або екологічного моніторингу території Парку.

Локалізовані діаграми застосовуються для порівняння показників в конкретних точках, наприклад, співвідношення основних хімічних елементів у воді, співвідношення типів ґрунтів тощо.

Спосіб локалізованих діаграм полягає у розміщенні графіків, кругових або стовпчикових діаграм у певних точках простору, що дозволяє наочно зобразити кількісні або якісні зміни абіотичних показників у часі або за структурою. Цей спосіб особливо ефективний для характеристики сезонних, періодичних або змінних у часі явищ, таких як річний хід температури повітря; напрямок і сила вітру (наприклад, у вигляді рози вітрів); місячна або сезонна кількість опадів; висота снігового покриву; значення хімічних і фізико-хімічних показників якості поверхневих вод (рис. 8.14); динаміка рівнів води річок чи річкового стоку по місяцях.

У межах Карпатського НПП цей спосіб є важливим для відображення даних спостережень на метеостанціях, гідрологічних постах, пунктах екологічного моніторингу, особливо коли потрібно зіставити сезонні зміни в різних частинах Парку.

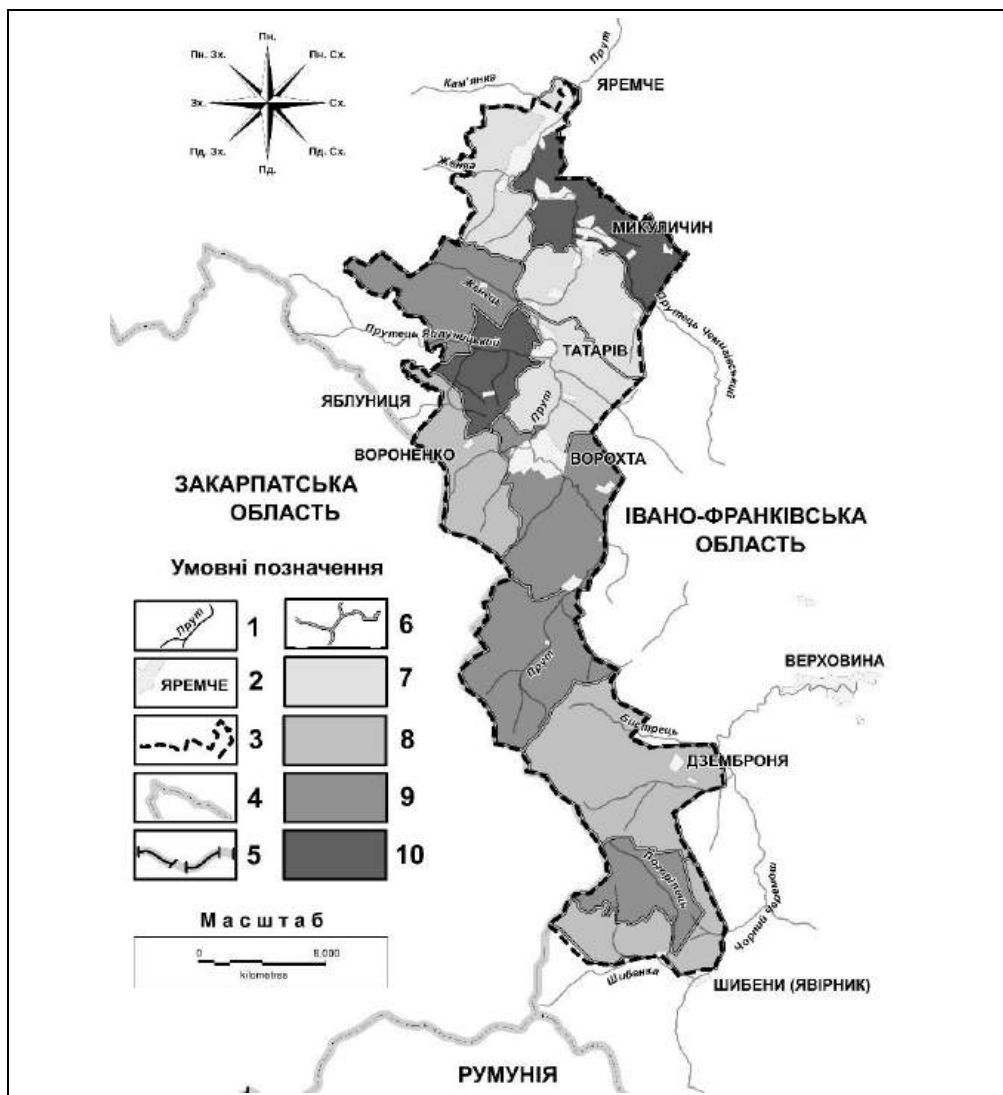


Рис. 8.13. Частка земель, зайнятих поверхневими водними об'єктами по територіях ПНДВ Карпатського НПП:

1 – річка та її назва; **2** – населений пункт; **3** – межі Карпатського НПП; **4** – межі адміністративних областей України; **5** – державний кордон України; **6** – межі природоохоронних науково-дослідних відділень; **7-10** – частка площі, зайнята водами, у % [**7** – 0,28-0,40 %; **8** – 0,41-0,49 %; **9** – 0,50-0,60 %; **10** – 0,60-0,85 %]

Завдяки поєднанню просторової й часової інформації, спосіб локалізованих діаграм дозволяє порівнювати динаміку абіотичних показників у різних частинах території Парку, виявляти просторові закономірності у сезонних коливаннях, формувати уявлення про інтенсивність і характер змін природних процесів тощо. Цей метод відзначається високою інформативністю та виразністю, однак вимагає обережного підходу до масштабування діаграм та щільності їх розміщення, щоб не перевантажити картографічне поле.

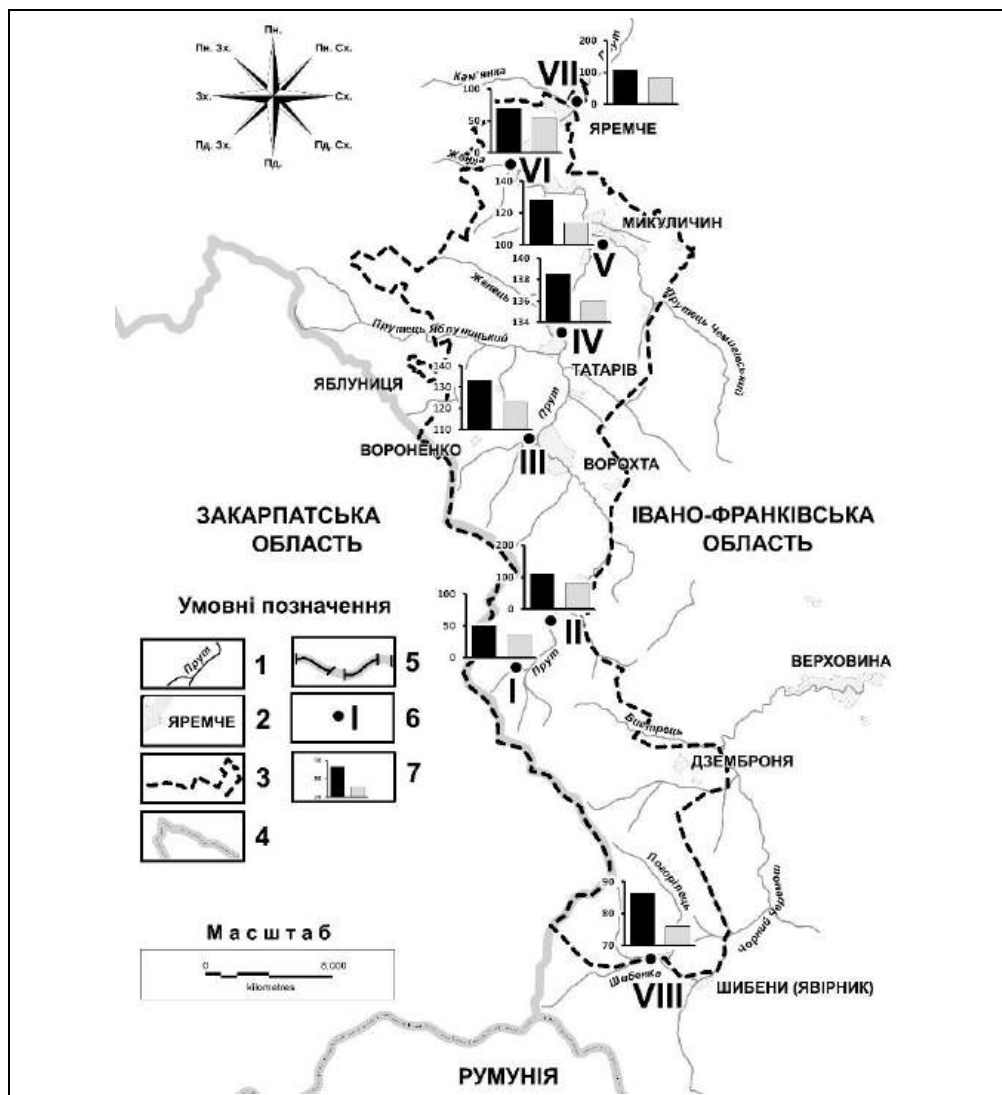


Рис. 8.14. Картосхема просторового розподілу середньорічних та мінімальних значень мінералізації води масивів поверхневих вод на території Карпатського НПП у 2019 р.:

1 – річка та її назва; 2 – населений пункт; 3 – межі Карпатського НПП; 4 – межі адміністративних областей України; 5 – державний кордон України; 6 – гідрохімічний створ та його номер [I. р. Прут – вище ДП Ворохтянська високогірська НСБ «Заросляк»; II. р. Прут – контрольно-пропускний пункт Говерляньського ПНДВ; III. р. Прут – селище Ворохта, вище скидів стічних вод державного закладу «Спеціалізований санаторій «Гірське повітря»; IV. р. Прут – нижче скидів стічних вод медичного реабілітаційного центру МВС України «Кремінці»; V. р. Прутець Чемигівський – с. Микуличин; VI. р. Жонка – м. Яремче, 30 м. вище гирла; VII. р. Прут – м. Яремче, мкр-н Дора; VIII. р. Шибенка – с. Шибени, біля адміністративного корпусу Чорногірського ПНДВ]; 7 – діаграма зміни мінералізації води у мг/дм^3 (чорний колір – середньорічний показник, сірий – мінімальне річне значення)

Точковий спосіб застосовується для відображення однорідних абіотичних явищ, які розсіяні на великій території і мають чітко фіксовані місця спостереження або виникнення. При цьому кожен об'єкт чи явище зображується умовною точкою однакової форми і розміру (зазвичай це кружок, але можуть також використовуватись рисочки, квадратики тощо), що позначає певну кількість одиниць.

Застосування цього способу є доцільним, зокрема, при картографуванні місць розташування природних водних джерел (див. розділ 5.4), розташування основних водокористувачів (див. розділ 6.1), скидання стічних вод (зокрема, господарсько-побутових) у річкову мережу, створів гідрохімічного моніторингу (див. розділ 6.3), пунктів гідрологічних (див. розділ 5.4) та метеорологічних спостережень (див. розділ 4.1), поширення зсувних процесів (див. розділ 3.2.2), селів (див. розділ 3.2.4), лавинних осередків (див. розділ 3.2.5), закладання ґрунтових профілів, відбір атмосферних опадів тощо.

Крім просторового розміщення, точковий спосіб дозволяє також передати:

- якісні характеристики явищ (через використання різних форм або кольорів точок – наприклад, тип джерела: мінеральне, термальне, карстове);

- динаміку змін у часі (через накладання точок різного кольору, що відповідають різним рокам спостереження або сезонам).

Сильними сторонами точкового способу є простота, наочність і універсальність, однак для досягнення картографічної виразності основу карти слід максимально спростити, щоб не перевантажити фон і чітко передати локалізацію точок.

Спосіб знаків руху є одним із ефективних засобів картографування просторових переміщень природних явищ і процесів, що особливо актуально для вивчення абіотичних умов Карпатського НПП. Цей спосіб дозволяє відображати напрям, інтенсивність, швидкість та якісні характеристики руху, а також просторові зв'язки між окремими природними елементами.

У межах абіотичного середовища Карпатського НПП знаки руху з успіхом застосовуються для зображення повітряних потоків і вітрового режиму в міжгірних улоговинах та на гірських хребтах, напрямків перенесення вологи або тепла, шляхів переміщення атмосферних фронтів, руху поверхневого стоку у водозборах, а також для демонстрації розповсюдження забруднювальних речовин у повітрі, воді або ґрунті.

Основним графічним елементом цього способу виступає стрілка, стрічка або епюра, які відрізняються за напрямом, розміром, кольором та внутрішньою структурою. Напрямок стрілки позначає напрям руху або переносу явища; розмір стрілки (довжина або товщина) символізує його інтенсивність або обсяг (наприклад, об'єм стоку чи швидкість вітру); колір передає якісні характеристики (наприклад, теплі або холодні повітряні маси, чиста чи забруднена вода); внутрішня структура стрілки – наприклад, розподіл на сегменти – відображає складові структури явища, що картографується (наприклад, типи забруднення чи частки витоку вод).

У практиці картографування природних умов Парку спосіб знаків руху доцільно використовувати на аналітичних і прогностичних картах, що моделюють просторову динаміку лавин (див. розділ 3.2.5., рис. 3.18), ерозійних процесів, вивітрювання порід, переміщення снігових мас, дренажні напрями та акумуляцію вологи на гірських схилах.

Цей спосіб робить картографічне зображення динамічним, підкреслює взаємозв'язки між елементами природного середовища та дає змогу наочно представити складні природні процеси, які важко відобразити традиційними засобами. Для забезпечення чіткості сприйняття стрілки мають бути масштабованими відповідно до змісту карти та розміщеними таким чином, щоб не перевантажувати картографічне поле.

Спосіб ізоліній – один із найефективніших засобів відображення просторової диференціації абіотичних явищ, що мають безперервний характер змін на картографованій території (наприклад, атмосферних опадів, температури та вологості повітря, значення річкового стоку, концентрації забруднювальних речовин, висоти рельєфу тощо).

Ізолінії – це плавні криві, які з'єднують на карті точки з однаковими значеннями певної величини, і тим самим відображають хід її зміни в просторі.

Ізолінії мають різну назву залежно від того, яке явище ними зображується:

ізогіпси – лінії рівних висот над рівнем моря, що формують основу топографічних і гіпсометричних карт;

ізотерми – лінії однакових температур повітря або ґрунту;

ізогієти – лінії рівної кількості атмосферних опадів;

ізобати – лінії однакової глибини на дні водойм (наприклад, озера Марічейка);

ізохрони – лінії однакового часу досягнення певного явища (наприклад, поширення паводку або сходження снігу).

Ізолінії підписуються числовими значеннями, зазвичай на їх кінцях або в розривах ліній.

Важливо зазначити, що характеристики абіотичного середовища вивчаються не окремими ізолініями, а їх системою, яка дозволяє виявити градієнти, контрасти, осередки накопичення або дефіциту певного ресурсу (вологи, тепла, висоти тощо).

У межах Карпатського НПП спосіб ізоліній широко застосовується для картографування:

абсолютних висот та форм рельєфу (ізогіпси);

середніх або екстремальних температур повітря (ізотерми);

просторового розподілу річної чи сезонної кількості опадів (ізогієти) (рис. 8.15);

глибини залягання ґрунтових вод або товщі снігового покриву (ізобати, ізонівеліти);

швидкості та напрямку водного або повітряного потоку, у вигляді ізоліній векторного типу (ізоплети). Такий спосіб дозволяє здійснювати глибокий просторовий аналіз фізико-географічних закономірностей, будувати прогностні моделі та виявляти взаємозв'язки між абіотичними чинниками у складних гірських умовах Парку.

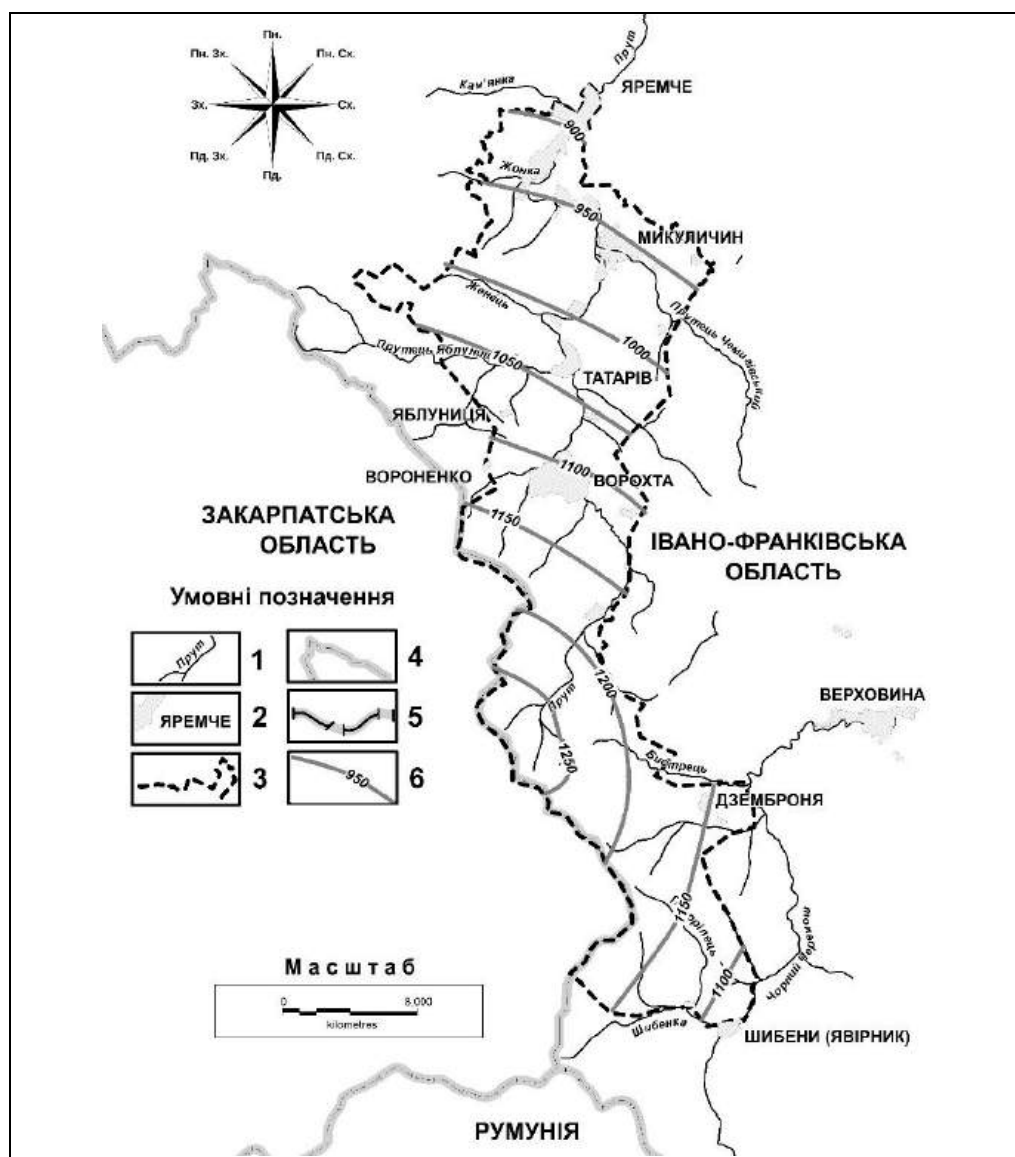


Рис. 8.15. Картохема просторового розподілу річних значень атмосферних опадів на території Карпатського НПП:

1 – річка та її назва; **2** – населений пункт; **3** – межі Карпатського НПП; **4** – межі адміністративних областей України; **5** – державний кордон України; **6** – ізогіети

Комплексне використання різних способів картографічного зображення. На практиці часто виникає потреба поєднання кількох способів картографування для комплексного і наочного відображення природних умов, явищ, характеристик, показників. Це особливо важливо при відображенні комплексних абіотичних характеристик території, де одночасно відображаються як просторова структура, так і динаміка чи інтенсивність процесів.

Спільне застосування різних способів картографування може здійснюватися за двома напрямками. У першому випадку – для зображення одного і того ж явища з різних сторін (наприклад, поєднання ізоліній з точками спостережень температури повітря). Інший аспект охоплює одночасне відображення кількох різнорідних явищ (наприклад, поєднання розподілу температури повітря, напрямків вітру і розташування природних водних джерел).

Вибір комбінації способів залежить від мети та призначення картографічних матеріалів, характеру розміщення і поширення явищ, форми подання вихідних даних, необхідної графічної виразності та читабельності тощо.

З метою зорової диференціації елементів змісту рекомендується використовувати різні типи умовних знаків, кольори, насиченість ліній і площ, для полегшення сприйняття інформації.

Найбільш вдало поєднуються значковий спосіб із знаками руху, ареалами, якісним фоном. Часто спосіб ізоліній використовують із значковими позначеннями, ареалами, лініями руху. Точковий спосіб вдало застосовують із ареальними або світлими значками, щоб не втрачати деталізації. Значковий спосіб з картограмою використовують для поєднання локальної інформації та узагальнення по території.

Натомість не рекомендується поєднувати спосіб локалізованих значків з картодіаграмами, оскільки вони можуть одночасно мати подібну форму і різний картографічний зміст. Побудова ізоліній не дуже добре поєднується із розташуванням картограм та картодіаграм, перевантажуючи картосхеми і ускладнюючи сприйняття. Спосіб знаків руху важко сумістити з картограмою або точковим способом, через графічну неузгодженість.

Компетентне і обґрунтоване поєднання способів дозволяє створити багатофункціональні аналітичні карти, що є потужним інструментом для вивчення і прогнозування абіотичних умов території Карпатського НПП.

Контрольні питання до розд. 8

1) Які основні методи збору, систематизації, обробки та аналізу даних застосовуються у дослідженнях на території Карпатського НПП? Навести приклади.

2) Що таке система SMART? Які її складові та як вона використовується для моніторингу природоохоронних територій?

3) Назвати базові поняття і показники при проведенні математико-статистичного аналізу даних?

4) Яке значення має графічне представлення даних у наукових дослідженнях?

5) Які типи графіків застосовують для аналізу змін у часі?

6) У чому полягає суть картографічного методу дослідження?

7) Які дані можна отримати з карт та як їх використовують у природничих науках?

9. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

Техніка безпеки є важливим елементом ефективного проведення навчального процесу та отримання досвіду студентами на підприємстві чи установі, включає комплекс заходів, унормованих законодавством і роботодавцем, які мають запобігати небезпекам чи ушкодженню здоров'я майбутнього фахівця під час проходження практики.

З моменту розподілу студентів на бази практик на них відповідно до законодавства про охорону праці поширюються права та обов'язки щодо виконання правил охорони праці, техніки безпеки, виробничої санітарії та безпеки життєдіяльності, правил внутрішнього трудового розпорядку та інших правил і норм, що діють на підприємстві (установі), з відповідних професій, спеціальностей і рівнів кваліфікації робітників та службовців.

Обов'язковою умовою допущення студентів до виконання практичних завдань є проходження ними вступного інструктажу з охорони праці під час трудового і професійного навчання та оформлення його у бланку реєстрації з підписами особи, яка проводила інструктаж та особи, яку інструктували.

Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці або особа, на яку наказом по підприємству (рішенням правління) покладено ці обов'язки.

Керівник підприємства несе відповідальність за забезпечення належних умов та дотримання правил охорони праці, техніки безпеки, виробничої санітарії та безпеки життєдіяльності в період проходження студентами виробничої практики.

Процес організації та проходження практики з вивчення природних умов Карпатського національного природного парку включає три основні блоки: залучення студента до участі у польових (експедиційних) дослідженнях, робота в лабораторних умовах; аналітична обробка даних з використанням комп'ютерної техніки.

Кожна із цих складових вимагає детального роз'яснення для майбутніх фахівців основних заходів техніки безпеки у межах їхньої діяльності, обов'язків та повноважень.

9.1. Робота в польових гірських умовах

Гірська місцевість, на відміну від рівнинної території – зона підвищеного ризику. Тут завжди присутня небезпека каменепадів, селів, сходу лавини, раптового і різкого погіршення погодних умов, падіння працівників при підйомах і спусках по крутих схилах тощо [41]. На основі власного досвіду участі в польових дослідженнях на території Карпатського НПП та з врахуванням нормативно-правових актів і рекомендацій (настанов) у загальному вигляді викладено правила роботи у гірських умовах.

Основними нормативними документами, якими необхідно керуватися під час польових досліджень з вивчення природних умов на території Карпатського національного природного парку, є нормативно-правові акти про охорону праці (НПАОП):

- Правила безпеки при геологорозвідувальних роботах. НПАОП 74.2-1.02-90. М.: Мінгеології СРСР, 1990.

- Правила охорони праці для працівників лісового господарства та лісової промисловості. НПАОП 02.0-1.04-05. К.: Держнагляд охорони праці, 2005.

Правила поведінки і заходи безпеки переплітаються з фізико-географічними особливостями території (гірська фізико-географічна країна), її статусом (природоохоронне значення) та специфікою самої роботи (інвентаризація, облік чи моніторинг природних об'єктів).

Однією з найважливіших вимог щодо роботи в гірській місцевості є залучення до польових робіт фізично здорових працівників, які не мають протипоказань за станом здоров'я (за медичними висновками або поганим тимчасовим самопочуттям).

Робота в маршруті. Виходити в маршрути поодиночі заборонено. Роботи обов'язково повинні виконуватися у супроводі досвідченого провідника (працівника природоохоронного науково-дослідного відділення, інспектора, лісника, лісничого, гίδα тощо). За наявності хижих звірів польові дослідження відкладаються, в окремих випадках (коли робота невідкладна і термінова) провідник повинен мати при собі вогнепальну зброю. У високогірних районах роботи повинні виконуватися групою в складі не менш 4-х осіб.

Робота в маршруті повинна виконуватися виключно у світлий період доби і закінчуватися з таким розрахунком, щоб усі працівники змогли повернутися додому або в табір до настання темряви.

Незнайомою місцевістю необхідно рухатися виключно за провідником; забороняється самовільно відходити далеко від групи – існує загроза потрапити до браконьєрських пасток, поставлених на диких звірів.

Протяжність піших маршрутів не повинна перевищувати 20 км на день.

Польові підрозділи повинні бути забезпечені:

а) польовим спорядженням, засобами зв'язку (мобільні телефони, рації), індивідуальними засобами захисту та медикаментами;

б) топографічними картами або планами території (бажано крупномасштабними) і засобами орієнтування на місцевості (GPS-навігаторами або компасами).

Польові дослідження природних об'єктів (крім стаціонарних досліджень) бажано проводити у літньо-осінній бездощовий період або за необхідності узимку при від'ємних температурах повітря та за відсутності снігу (або незначним сніговим покривом). Проте, і у цей період року бувають небезпечні природні явища. Тому у гірській місцевості заборонено пересування під час несприятливих погодних умов – бурі, в суцільному тумані, при сильному вітрі, під час грози.

Під час сильних вітрів слід уникати навітряних (вітроударних) схилів, а також звужених гірських долин і сідловин хребтів, де помітно зростає швидкість вітру [26].

Від дощу під час грози не можна ховатися під високими деревами, особливо під тими, які ростуть на галявинах чи інших відкритих ділянках. Це небезпечно через можливість удару блискавки. Дії працівника під час грози детально описані у п 13.5. НПАОП 02.0-1.04-05

Верхній одяг працівників має бути зручним, не утруднювати рух і, водночас, виконувати функцію захисту від зовнішнього подразнення (гілок кущів та дерев) і укусів комах (кліщів, мошки); взуття – максимально легким та закритим, пристосованим до гірських маршрутів. При роботі в болотистій місцевості або з високим розташуванням ґрунтових вод необхідно використовувати гумові чоботи. Крім зручності взуття має бути захистом від отруйних комах чи змій (наприклад, гадюки звичайної), що водяться на території Карпатського НПП.

Гадюка звичайна (*Vipera berus*) найчастіше зустрічається в поясі криволісся і на полонинах на висоті 1300-1880 м над рівнем моря; заселяє територію досить нерівномірно, іноді щільність сягає до 3-4 особин на 1 га. Площа індивідуальної ділянки гадюки – 1,5-4 га; має мінливе забарвлення - зустрічаються особини сірого, бурого, іноді чорного, червоно-бурого кольору з темною зигзагоподібною смугою вздовж хребта.

У разі укусу гадюки слід забезпечити повний спокій потерпілого, знерухомити кінцівку, викликати екстрену допомогу або транспортувати постраждалого до найближчого медичного пункту. Не слід розрізати місце укусу та висмоктувати отруту.

У разі зустрічі з диким звіром (ведмідь, рись) слід зберігати спокій і не робити різких рухів. За можливості необхідно повільно відступити, не повертаючись спиною до тварини. Не можна наближатися до тварини для фотографування чи спостереження, а також тікати, оскільки це може спровокувати агресію. Обов'язково потрібно повідомити керівника групи та залишити небезпечну ділянку. Якщо тварина починає наближатись — слід гучно вигукувати, використовувати свисток або інші джерела різкого шуму для її відлякування.

Підйом і спуск по крутих схилах і осипах повинен проводитися довгими зигзагами («серпантином»).

Карпатські річки мають швидку течію, переважно тверде кам'янисте слизьке дно. Тому переходити водотік потрібно у взутті та з використанням додаткової опори (жердини).

Забороняється рух поблизу кромки берегового обриву.

Багато карпатських водотоків мають круті обривисті береги. Так, висота лівого берега потоку Шибени у районі нижнього б'єфу колишнього однойменного озера у Чорногірському ПНДВ становить понад 15 м.

При неможливості вчасно виконати намічений осяг роботи слід заночувати у приміщенні відповідного природоохоронного науково-дослідного відділення Карпатського НПП; за необхідності можна облаштувати табір відповідно до вимог і рекомендацій НПАОП 74.2-1.02-90 (пункт 2.2).

При проведенні гідроекологічних вишукувань на місцевості (біомоніторингу, біоіндикації, гідрологічних та ін.) слід дотримуватись наступних рекомендацій [53]:

- Польові гідроекологічні дослідження повинні відбуватися під керівництвом та наглядом досвідчених фахівців.

- Перед початком польових досліджень необхідно провести інструктаж з техніки безпеки та зробити відповідні записи в журналі з охорони праці та техніки безпеки.

- Перед початком роботи на мілководдях чи безпосередньо у водному об'єкті необхідно дослідити особливості течії та рельєфу дна; переконатися, що там немає ям, корчів, бетонних конструкцій для берегоукріплення, захаращення дна металевими предметами тощо. Роботу виконувати лише у водних об'єктах з похилим дном та повільною течією.

- У разі використання плавзасобів (човнів) дотримуватися загальноприйнятих правил техніки безпеки на воді та обов'язково використовувати рятувальні жилети. Виходити на воду лише в безвітряну сонячну погоду. Про місце досліджень на воді із використанням човнів обов'язково повідомити чергового найближчої рятувальної станції.

- Для збору тварин та рослин заходити у водойму не глибше, як по коліно, на ногах мати спеціальне взуття з товстою підошвою (тапочки, кеди), аби уникнути поранення ніг склом або іншими предметами.

- На дуже забруднених водоймах використовуйте гумові рукавички та високі гумові чоботи.

- Про усі травми, погане самопочуття відразу повідомляти дорослого. Пам'ятайте, вчасно надана кваліфікована перша долікарська допомога сприяє уникненню серйозних наслідків поранень.

Для проведення хімічного аналізу води у польових умовах потрібно використовувати сучасні портативні прилади, принцип дії яких базується на використанні фізичних параметрів рідини і які не містять шкідливих, агресивних для людини хімічних речовин, або тест-системи. У разі виключної необхідності реактиви необхідно транспортувати у ручній поклажі (польова лабораторія) у спеціальних щільно закритих ємностях для попередження їх проливання.

При транспортуванні приладів і хімічних речовин у рюкзаках слід забезпечити їх додатковий захист у вигляді окремої коробки з м'яким наповнювачем (ватою, паралоном чи синтапоном) від можливого зовнішнього фізичного впливу (наприклад, падіння рюкзака).

9.2. Робота в хімічній лабораторії

При проведенні аналізу відібраних зразків у хімічній лабораторії необхідно дотримуватися техніки безпеки відповідно ГОСТ 12.1.007-76 «Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки» та з урахуванням вимог НПАОП 73.1-1.06-77 «Основні правила безпечної роботи в хімічних лабораторіях».

При виконанні хімічних аналізів потрібно дбати про чистоту і збереження робочого столу. У лабораторії забороняється ходити у верхньому одязі, класти на столи сумки, портфелі та інші особисті речі.

Категорично забороняється захаращувати коридори і проходи в лабораторіях, а також підходи до засобів пожежогасіння. У хімічній лабораторії забороняється зберігати і вживати їжу.

Дозволяється працювати лише у халатах, які захищають одяг від хімічних забруднень. Під час роботи не допускається зайве ходіння, різкі рухи, сторонні розмови.

Перед проведенням аналізу необхідно спочатку ознайомитися з методикою, а потім підібрати і підготувати посуд, реактиви і зразки води; некомпетентному персоналу проводити аналіз заборонено.

Всі роботи, пов'язані з виділенням шкідливих парів чи газів, повинні проводитися під витяжними шафами. Забороняється проводити такі роботи при несправній або не увімкнутій вентиляції. Категорично забороняється зберігання будь-яких реактивів без етикеток з назвами речовин.

При роботі у вечірній і нічний час в лабораторіях повинні знаходитися не менше двох осіб, при цьому одна з них призначається головною. Співробітники, що приступають до нового виду вогнебезпечної або вибухонебезпечної роботи, повинні отримати попередній інструктаж з техніки безпеки, охорони праці та пожежної безпеки від свого керівника.

Користуючись кислотами і хромовою сумішшю для миття посуду необхідно стежити, щоб бризки не потрапили на шкіру та одяг.

При наливанні реактиву не треба нахилитися над отвором посудини, щоб бризки не потрапили в обличчя.

Забороняється нюхати речовину, особливо невідому, низько нахилиючись над посудиною і сильно вдихаючи. Нюхати необхідно здалеку, направляючи до себе струмінь повітря від посудини або приладу рухом руки.

Скляний посуд вимагає обережного поводження, при недбалому поводженні він розбивається і може заподіяти важкі травми.

Не можна користуватися розбитим або тріснутим посудом. При нагріванні не слід ставити скляний посуд безпосередньо на вогонь. Нагрівання найкраще проводити на азбестових сітках, не рекомендується ставити гарячий посуд на скло.

Кожна хімічна лабораторія зобов'язана розробити та впровадити політику безпеки, яка повинна охоплювати очищення, дезінфекцію та утримання небезпечних речовин.

Загальний запас одночасно розміщених у кожному приміщенні вогнебезпечних рідин не повинен перевищувати одноденної потреби. Основний запас цих речовин має зберігатися на спеціальних складах. Забороняється зберігання горючих рідин у поліетиленовому посуді. Отруйні сильнодіючі речовини такі як миш'як та його сполуки, синильні кислоти, їх солі та інші повинні зберігатися у спеціально відведеному місці в опломбованій шафі або у залізному ящику, що замикається (сейфі).

Посудини з отруйними речовинами повинні мати яскраві етикетки з чітким написом «Отрута!» і назвою речовини. Відповідальність за зберігання, облік і витрачання сильнодіючих отруйних речовин покладається на особу, призначену наказом по підприємству (установі, організації) [41].

Основні засоби безпеки (вогнегасники, захисні окуляри та комплекти першої допомоги) повинні бути розташовані належним чином та легко доступні; вони повинні регулярно перевірятися і весь персонал повинен бути навчений їх використанню.

Всі роботи по виконанню аналізів води необхідно записувати у спеціальний зошит або щоденник.

Після закінчення хімічного аналізу необхідно прибрати робоче місце, злити відпрацьовані реактиви у спеціальну ємність, помити хімічний посуд.

9.3. Робота з комп'ютерними засобами

Використання комп'ютерних засобів є основою для систематизації, обробки та аналізу інформації, отриманої у польових умовах та у результаті проведення лабораторних досліджень. Довготривале використання комп'ютера пов'язують із низкою потенційних загроз для здоров'ям та безпеки. Тому існує низка правил поведінки та експлуатації персональних комп'ютерів.

Основні нормативні документи, які регулюють поведінку із комп'ютерною технікою в Україні є державний нормативний акт з охорони праці (ДНАОП) 5.2.30-1.08-96 («Правила безпеки при роботах на телефонних і телеграфних станціях») та ДСанПІН 3.3.2.007-98 («Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»).

У країнах-членах ЄС (у тому числі колишніх – Великобританії) норми використання комп'ютерної техніки регулюються інструкціями та постановами, що спираються на фундаментальні засади Директиви Європейського Союзу 90/270/ЕЕС («Про мінімальні вимоги безпеки та охорони здоров'я для роботи з екранним обладнанням»).

Серед усього загалу слід відзначити Польщу, де кожна організація, установа чи підприємство на яких використовують комп'ютери мають детальну «Інструкцію з охорони та безпеки при користуванні комп'ютером» (Instrukcja BHP przy obsłudze komputera) або «Інструктаж з охорони праці на робочому місці, обладнаному комп'ютером» (Instrukcja BHP na stanowisku pracy wyposażonym w komputer) тощо, які у більшості випадків загальнодоступні для вільного перегляду в мережі Інтернет.

Загальні положення. До роботи на персональних комп'ютерах допускаються особи від 18 років, що не мають протипоказань за результатами попереднього медичного огляду і пройшли інструктаж, навчання й перевірку знань з охорони праці.

Праця на робочому місці, оснащеному дисплеєм, супроводжується дією наступних небезпечних і шкідливих чинників: напруження зору, гіподинамія, монотонність праці, підвищений рівень статичної електрики, відбиті відблиски екрана дисплея, емоційні перевантаження, можливість враження електричним струмом.

Для зниження та попередження шкідливого впливу вищевказаних чинників необхідно:

- для зниження рівня статичної електрики розташовувати екран дисплея на відстані не ближче 550-700 мм. від очей оператора;
- для зниження відблисків екран дисплея повинен розташовуватися перпендикулярно світловому потоку від віконних прорізів або від електросвітильників;
- для зниження втоми очей освітленість робочого місця повинна бути не менш 300-500 люкс;
- яскравість світіння екрана – не менш 100 кл/кв. м.;
- мінімальний розмір світної точки – не більш 0,6 мм.;
- контрастність зображення знака – не менше 0,8;
- частота регенерації – не менш 72 Гц.;

– для зниження впливу гіподинамії та емоційних перевантажень варто використовувати технологічні перерви і виконувати комплекс фізичних вправ.

Вимоги безпеки перед початком роботи. Залишити в гардеробі вуличний одяг, особисті речі.

Забрати з робочого місця предмети, що не будуть використовуватися в роботі. Забороняється класти на блоки комп'ютера папір, книги, документи та інші предмети.

Для уникнення перевантаження мережі заборонено підключати комп'ютер через трійники разом з іншими електроприладами.

При необхідності слід увімкнути штучне освітлення або настільний світильник.

Зовнішнім оглядом переконатися в справності сполучних проводів, штепсельних роз'ємів, шин заземлення та вимикачів, у надійності кріплення захисних корпусів і кришок блоків комп'ютера.

Перевірити відсутність пилу на екрані дисплея і правильність установки паперу в прийомний лоток принтера. Не допускати забивання пилом і сторонніми предметами вентиляційних отворів для відводу тепла з блоків комп'ютера.

Відрегулювати висоту сидіння стільця й підставки для ніг. Відрегулювати положення екрана монітора щодо свого поля зору.

При виявленні несправностей та інших недоліків, що створюють небезпеку або значні незручності в роботі, заявити про це керівникові практики.

Вимоги безпеки під час роботи. При включенні персонального комп'ютера і освітлення в електромережу, братися тільки за ізольовані частини штепсельних колодок.

Дотримувати зазначену в інструкції з експлуатації послідовність включення блоків комп'ютера.

Щоб уникнути розрядів статичної електрики, забороняється доторкатися до екрана дисплея.

При введенні даних, редагуванні програм, читанні інформації з екрана, безперервна тривалість роботи перед екраном не повинна перевищувати 1 годину з наступними регламентованими перервами по 10 хвилин для відпочинку та виконання комплексу фізичних вправ, релаксаційної гімнастики й аутогенного тренування.

Забороняється при не відключеному електроживленні комп'ютера: розкривати захисні кожухи й кришки блоків комп'ютера, робити регулювання й чищення внутрішніх деталей, змінювати запобіжники; переключати сполучні шнури блоків комп'ютера; змінювати встановлену конфігурацію робочого місця, переставляти блоки комп'ютера; робити вологе прибирання поверхонь комп'ютера; приймати їжу безпосередньо за клавіатурою комп'ютера.

Категорично забороняється на робочому місці оператора комп'ютера: курити, користатися відкритим вогнем; зберігати легкозаймисті, вибухонебезпечні і хімічно активні, що руйнують ізоляцію, продукти.

Дії в аварійних ситуаціях. Ознаками аварійної ситуації на робочому місці користувача комп'ютера є: поява збоїв у роботі комп'ютера, застрягання паперу в принтері, зникнення зображення на екрані дисплея,

коротке замикання, іскріння, поява запаху гару, підвищене нагрівання корпусу, штепсельних роз'ємів, сполучних проводів, зниження або зникнення напруги в електромережі тощо.

В аварійній ситуації необхідно: роботу припинити, комп'ютер відключити від мережі, при загорянні використовувати вуглекислотний або порошковий вогнегасники; вжити заходів по евакуації людей і наданню першої медичної допомоги постраждалим, доповісти про те, що трапилося, керівникові практики. При необхідності викликати швидку допомогу, пожежну команду.

Вимоги безпеки після закінчення роботи. Закінчити працюючі програми, закрити всі каталоги, підготувати комп'ютер до вимикання.

Відключити комп'ютер і місцеве електроосвітлення від мережі.

Упорядкувати робоче місце, забрати документи, що використовувалися. Переконаватися у відсутності пожежної небезпеки.

Доповісти керівникові підрозділу або керівникові практики про закінчення роботи, про виявлені під час роботи несправності або інші недоліки.

Контрольні питання до розд. 9

1) *Які основні правила техніки безпеки під час проведення польових досліджень?*

2) *Якими нормативними документами необхідно керуватися під час проведення польових досліджень?*

3) *Які основні правила поведінки у хімічній лабораторії?*

4) *Які основні правила роботи із персональним комп'ютером?*

5) *Які основні ознаки аварійних ситуацій при роботі з комп'ютером і дії практиканта при цьому?*

ВИСНОВКИ

Вивчення природних умов є фундаментальною основою для розуміння складних екологічних взаємозв'язків у межах Карпатського національного природного парку. Цей навчальний посібник, створений колективом досвідчених науковців-практиків, містить всебічну характеристику абіотичних чинників довкілля, які формують фізичну основу екосистем Карпатського НПП, визначають умови існування біоти, впливають на рівень природних ризиків, а також слугують відправною точкою для моніторингу просторово-часових змін навколишнього природного середовища.

Навчальне видання охоплює широкий спектр тем, що включають дослідження геолого-геоморфологічної будови і рельєфу, особливостей ґрунтового покриву, метеорологічних та кліматичних відмінностей, гідрологічних характеристик річок, озер, природних водних джерел і водно-болотних угідь, а також основи екологічного моніторингу та біоіндикації якості поверхневих вод. Детально описано методи збору, аналізу, візуалізації інформації, що є важливими для забезпечення об'єктивності та достовірності наукових даних.

Посібник висвітлює міждисциплінарний підхід при проведенні наукових досліджень, одночасно поєднуючи в собі теоретичні знання та практичні навички, необхідні для проведення повноцінних польових вишукувань. Подані в ньому методики та рекомендації базуються на багаторічному досвіді працівників Карпатського НПП, зокрема в контексті ведення Літопису природи – основного наукового документа для заповідників та національних природних парків, в якому фіксуються результати спостережень за станом та змінами природних комплексів і явищ.

Окрему цінність становить висвітлення особливостей організаційно-територіальної структури Парку, функціонального зонування, статистичних характеристик землекористування, а також небезпечних природних процесів, які можуть виникати на його території (паводки, зсуви ґрунту, селі, лавини тощо). Це дозволяє студентам краще орієнтуватися у специфіці природоохоронного менеджменту та прийнятті екологічно виважених рішень у гірських умовах.

Розділи посібника, присвячені методам біоіндикації та моніторингу природних вод навчають практичному застосуванню екологічних індикаторів (зокрема макрзообентосу) для оцінювання стану водних екосистем, що особливо актуально в умовах зміни клімату, посилення антропогенного навантаження та необхідності дотримання європейських стандартів оцінки довкілля відповідно до Водної рамкової директиви ЄС.

Зміст посібника повністю відповідає цілям та завданням освітніх програм за спеціальностями «Науки про Землю», «Географія та регіональні студії», «Екологія», «Біологія та біохімія» і спрямований на:

- формування у практикантів цілісного уявлення про структуру та функціонування абіотичного середовища у межах Карпатського НПП;
- розвиток навичок організації й проведення самостійних польових та лабораторних досліджень;

- засвоєння методів збору, статистичної обробки та візуалізації отриманої екологічної інформації;
- формування екологічної свідомості та відповідального ставлення до природи.

Посібник стане цінним ресурсом не лише для студентів, які проходять виробничу практику на базі Карпатського НПП, але й для викладачів, науковців, інспекторів природоохоронних установ, а також усіх, хто цікавиться проблемами збереження гірських екосистем Українських Карпат.

Завдяки системному та науково обґрунтованому підходу до розгляду абіотичних аспектів природного середовища, це видання сприяє не лише професійній підготовці майбутніх фахівців, а й розвитку екологічної культури суспільства в цілому.

БІБЛІОГРАФІЯ

Література

1. Адаменко О. М., Рудько Г. І. Екологічна геологія: підручник. Київ: Манускрипт, 1998. 349 с.
2. Андриенко Т. Л., Каркуциев Г. Н., Прядко Е. И. Гидрофильная растительность верховьев р. Прут. *Гидробиологический журнал*. 1991. Т. 27, № 5. С. 16–22.
3. Афанасьев С. О. Структура біотичних угруповань та оцінка екологічного статусу річок басейну Тиси. Київ: СП «Інтердрук», 2006. 101 с.
4. Боберський Ю. Сліди на пляях : краєзнавчий, етнологічно-історичний нарис лісівника. Коломия: Вік, 2007. 320 с.
5. Болотні екосистеми регіону східних Карпат в межах України / А. А. Ковальчук та ін.; ред. А. А. Ковальчук. Ужгород: Ліра, 2006. 228 с.
6. Буюк Л. М., Мушак А. Я., Хома Н. Г. Працюємо з базами даних в середовищі Microsoft Office: теоретичні аспекти та приклади розв'язування задач: навчальний посібник. Тернопіль: ТНЕУ, 2019. 80 с.
7. Габорах М. М. Гідронімія Івано-Франківщини: словник-довідник. Снятин: Прут. Принт, 2003. 142 с.
8. Гавриленко О. П., Шищенко П. Г. Геоекоекологічні проблеми України: підручник. Київ: ПВТП «LAT&K», 2022. 379 с.
9. Географічна енциклопедія України : в 3 т. / Ред. кол.: О. М. Маринич (відп. ред.) та ін. Київ: Українська радянська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 1990. Т. 2 : 3–О. 480 с.
10. Географічні карти та картографічний метод дослідження (1 том – Географічні карти; 2 том – Картографічний метод дослідження [Електронний ресурс] : посібник / Т. В. Дудун, С. В. Тітова; упоряд. С. В. Тітова. Київ: КНУ Тараса Шевченка, 2017. 150 с. URL: <http://elib.chdtu.edu.ua/e-books/4452>.
11. Генік Я., Дида А., Марутяк С., Хміль І. Ґрунтовий покрив лісових екосистем Карпатського регіону України. *Еколого-економічні та соціальні проблеми, зумовлені неефективним і несталим веденням лісового господарства та незаконними лісозаготівлями в Україні* : Міжнар. наук.-практ. конф., 2-3 грудня 2010 р., м. Львів / за ред. І. Соловія. Львів: Зелений Хрест, Ліга-Прес, 2011. С. 320–328.
12. Геологічні пам'ятки України: у 3 т. / В. П. Безвинний, С. В. Білецький, О. Б. Бобров та ін.; за ред. В. І. Калініна, Д. С. Рурського, І. В. Антакової. Київ: ДІА, 2006. Т. 1. 320 с.
13. Гопченко Є. Д., Лобода Н. С., Овчарук В. А. Гідрологічні розрахунки: підручник. Одеса: ТЕС, 2014. 484 с.
14. Гілецький Й. Р. Водоспади Українських Карпат як об'єкти пізнавального туризму. *Географія та туризм*, 2013. Вип. 26. С. 109–122.
15. Грабченко А. І., Федорович В. О., Гаращенко Я. М. Методи наукових досліджень: навч. посібник. Харків: НТУ "ХПІ", 2009. 142 с.
16. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка-Центр, 2010. 315 с.
17. Гребінь В. В., Бойко В. М., Адаменко Т. І. Гідрологічна посуха 2015 року в Україні: чинники формування, перебіг та можливі наслідки. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2015. Т. 3. С. 44–54.
18. Грицевич В. С. Кореляційний та регресійний аналіз в суспільній географії: тексти лекцій. Львів: Малий видавничий центр, 2016. 24 с.
19. Грицюк П. М., Остапчук О. П. Аналіз даних: навч. Посібник. Рівне: НУВГП, 2008. 218 с.

20. Данілов В. Я. Статистична обробка даних: навч. посіб. [Електронний ресурс]. Київ, 2019. 156 с. URL: <https://www.mechmat.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2020/03/statustushna-obrobka-danilov-2019.pdf>.
21. Державна служба геології та надр України. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу. Київ, 2019. 111 с.
22. Дячук В.Т. До історії Говерляньського заповідного лісництва. *Національні парки, їх багатофункціональне значення і проблеми охорони природи*: тези доп. наук.-практ. конф., м. Яремче, 26-30 вересня 1990 р. / Карпатський державний природний національний парк, Яремче : [б. в.]. 1990. С. 36-37.
23. Загальне землезнавство: методичні рекомендації до вивчення дисципліни для студентів денної форми навчання спеціальності 106 «Географія» ОС «Бакалавр» / укладачі Т.Ю. Лужанська, Н.С. Пятка, Л.І.Медвідь. Мукачево: МДУ, 2020. 56 с.
24. Кадастр снігових лавин України / Український гідрометінститут ДСНС України та НАН України. Київ, 2014. 238 с.
25. Карабінюк М. М., Гнатяк І. С., Буряник О. О., Гостюк З. В., Карабінюк Я. В. Сучасна динаміка рівнів вод та їх паводкових підйомів. *Фізична географія та геоморфологія*. 2021. Вип. 1–3(105–107). С. 7-17. DOI: <https://doi.org/10.17721/phgg.2021.1-3.01>.
26. Карпатский государственный природный парк: методические рекомендации для экскурсоводов, организаторов туризма, инструкторов природоохранной работы / П. Р. Третьак, М. П. Кулешко, Я. П. Базылевич и др.; отв. ред. С. М. Стойко. Львов - Ивано-Франковск: Львовская областная книжная типография, 1984. 112 с.
27. Карпатський заповідник / С. М. Стойко, Д. С. Саїк, К. А. Татаринов та ін. Ужгород: Карпати, 1982. 128 с.
28. Карпатський національний природний парк: монографія / О. І. Киселюк, М. М. Приходько, А. І. Яворський та ін.; за ред. М. М. Приходька, О. І. Киселюка, А. І. Яворського. Івано-Франківськ: Фоліант, 2009. 672 с.
29. Карпова Г., Зуб Л., Мельничук В., Проців Г. Оцінка екологічного стану водойм методами біоіндикації. Перші кроки до оцінки якості води. Бережани : [б. в.], 2010. 32 с.
30. Клапчук В. Гуцульщина та гуцули: економіка і народні промисли (друга половина XIX – перша третина XX ст.) / Інститут українознавства ім. І. Крип'якевича НАН України, Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника. Львів - Івано-Франківськ: Фоліант, 2009. 508 с.
31. Клапчук М. В. Зсувні та обвальньо-осипні процеси у басейні верхнього Пруту. *Фізична географія та геоморфологія*. 2010. Вип. 1 (58). С. 224–234.
32. Клапчук М. В. Сучасні екзогенні геоморфологічні (морфодинамічні) процеси як негативний чинник для розвитку рекреації у басейні гірського Пруту. *Рекреаційний потенціал Прикарпаття : історія, сучасний стан, перспективи*. Матеріали наук.-практ. конф. Івано-Франківськ: Фоліант, 2010. Вип. 2. С. 118–130.
33. Клапчук В. М., Гоцул Л. Ф. Раціональне природокористування та рекреаційне використання території Карпатського НПП. *Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*. 2003. № 2. С. 99–104.
34. Клименко В. Г. Гідрологія України: навч. посібник. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2010. 124 с.
35. Ковальчук І. П., Євсюков Т. О. Актуальність та методичні засади дослідження ярів і формування їх кадастру. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2013. Вип. 77. С. 13–19.

36. Костів Л. Я., Шубер П. М., Буряник О. О., Карабінюк М. М. Клімат як чинник сучасного рельєфотворення північно-східного макросхилу Чорногори. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2023. Вип. 39. С. 16–26.
37. Корчемлюк М., Кравчинський Р., Мотрук М., Савчук Б. Карові озера Карпатського НПП в системі ландшафтно-геоморфологічного різноманіття. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Географія*. 2017. Вип. 3-4 (68-69). С. 47–52.
38. Корчемлюк М. В., Кравчинський Р. Л., Савчук Б. Б. Основні закономірності поширення карових озер на території Українських Карпат. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2017. № 1. С. 81–89.
39. Корчемлюк М.В., Кравчинський Р.Л., Тимчук О.В. Геоботанічний аспект у вивченні водних джерел (на прикладі Карпатського національного природного парку). *Сьогоднішня біологічна науки*. Мат-ли 2-ї Міжнарод. наук. конференції: (9-11 листопада 2018 р., м. Суми). Суми: ФОП Цьома С.П., 2018. С.135-137.
40. Костенюк Л. В. Характеристика морфодинамічних типів русла річки Чорний Черемош. *Географія, геоecologia, геология: досвід наукових досліджень*. Матеріали VI Міжнар. наук. конф. студентів і аспірантів, присвяч. 255-річчю від дня народж. першовідкривача криворіз. руд Василя Зуєва / за ред. Л. І. Зеленської. Київ: ДНВП «Картографія», 2009. Вип. 6. С. 43-45.
41. Кравчинський Р. Л., Хільчевський В. К., Корчемлюк М. В., Стефурак О. М. Моніторинг природних водних джерел Карпатського національного природного парку / За ред. В. К. Хільчевського. Івано-Франківськ: Фоліант, 2019. 124 с.
42. Кравчук Я. С. Геоморфологія Скибових Карпат. Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2005. 232 с.
43. Кузик А. Д., Товарянський В. І. Математичне моделювання процесів кондуктивного і радіаційного теплообміну під час пожежі в соснових лісах. *Пожежна безпека*. 2017. № 30. С. 105–113.
44. Кузьменко Е. Д., Крив'юк І. В., Штогрин М. В. Прогнозування активізації зсувних процесів за геолого-геофізичними дослідженнями. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2007. № 2. С. 104–110.
45. Кузьменко Е. Д., Журавель О. М., Чепурна Т. Б., Чепурний І. В., Штогрин Л. В. Прогнозування екзогенних геологічних процесів. Частина 2. Закономірності розвитку поверхневих проявів карсту та селів. Геоінформаційна система прогнозування екзогенних геологічних процесів. *Геоінформатика*. 2011. № 4. С. 58–77.
46. Куковський А. Г., Кизима В. П., Семчук П. П. Селеві явища на території Українських Карпат і гірського Криму. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. 2017. Вип. 66. С. 155–161.
47. Лагойда М. М., Яремко О. Є., Архипова Л. М. Тенденції часового розподілу кліматичних показників на території Івано-Франківської області. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2019. № 1 (19). С. 34–42.
48. Лєневич О. І. Вплив рекреаційного навантаження на рельєф гірських екосистем: проблеми та шляхи вирішення. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. Мат-ли доповідей 12-го наук.-практ. семінару за міжнародної участі (25–26 листопада 2021 р.). Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2021. С. 86–91.
49. Літопис природи за 1986 р. Карпатський національний природний парк. Том 1. Книга 1. Яремче: Карпатський національний природний парк, 1987. 197 с.
50. Літопис природи за 2021 р. Карпатський національний природний парк. Книга XXXVI. Яремче: Карпатський національний природний парк, 2022. 250 с.

51. Лущик А. В. Оцінка карів басейну р. Прут як геотуристичних об'єктів. *Проблеми геоморфології Українських Карпат і прилеглих територій*. 2016. Вип. 1 (6). С. 149–158.
52. Мала гідроенергетика України. Аналітичний огляд: у 2 т. / В. Вовчак, О. Тесленко, О. Самченко; ред. С. Єрмілов; Ін-т проблем екології та енергозбереження. Київ: [б. в.], 2018. Т. 1. 160 с. URL: <https://energyukraine.org/wp-content/uploads/2018/05/Otchet-MGES1.pdf>
53. Мальцев В. І., Карпова Г. О., Зуб Л. М. Визначення якості води методами біоіндикації: наук.-метод. посібник; НАН України, Наук. центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, Нац. екол. центр України, Недерж. наук. установа Ін-т екол. (ІНЕКО). Київ: [б. в.], 2011. 112 с.
54. Матіїв Х. М., Архипова Л. М. Екопроблеми Яремчанської туристичної дестинації. *Регіональний туризм: сучасний стан та шляхи оптимізації*. Матеріали І Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 2 квітня 2021 р.). Київ: КРОК, 2021. С. 101–103.
55. Мельник А., Шубер П., Шушняк В., Костів Л., Березяк В. Фізико-географічні передумови, динаміка та наслідки катастрофічного липневого паводка 2008 року у верхів'ї річки Прут. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2009. Вип. 37. С. 136–151.
56. Методичні рекомендації з гідроморфологічного моніторингу масивів поверхневих вод категорії «річки» / Є. В. Василенко, О. В. Кошкіна, Ю. Б. Набиванець, О. С. Коноваленко, Т. В. Маслово. Київ: УкрГМІ ДСНС України та НАН України, 2021. 76 с.
57. Методичні рекомендації щодо визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод / Вихрист С., Мудра К., Осійський Е., Скоблей М., Ярошевич О. Київ: [б. в.], 2018. 21 с. URL: <https://davr.gov.ua/fls18/mvod1.pdf>
58. Микітчак Т., Решетило О., Костюк А. [та ін.]. Екосистеми лентичних водойм Чорногори (Українські Карпати). Львів: ЗУКЦ, 2014. 288 с.
59. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці: Книги – XXI, 2004. 400 с.
60. Осадчий В. І., Хільчевський В. К., Манукало В. О. Національна гідрометеорологічна служба в Україні – століття системних спостережень та прогнозів (1921–2021 роки). *Український географічний журнал*. 2021. № 3. С. 3–11.
61. Палюх В. М. Стан охорони геолого-геоморфологічних пам'яток природи в гірській частині басейну річки Черемош. *Роль гірських резерватів і національних парків у збереженні природної спадщини гірських територій*. Матеріали міжнар. наук. конф. (м. Яремче, 21–24 жовт. 2009 р.). Ужгород: Поліграфцентр «Ліра», 2009. С. 196–202.
62. Пастернак П. С. Лісові ґрунти Українських Карпат. Ужгород: Карпати, 1967. 170 с.
63. Пилипович О. В., Ковальчук І. П. Геоекологія річково-басейнової системи верхнього Дністра: монографія. Львів: ТзОВ «Простір-М», 2017. 284 с.
64. Природа Закарпатської області / за ред. К. І. Геренчука. Львів: Вища школа, 1981. 156 с.
65. Природні умови та природні ресурси Українських Карпат / Відп. ред. В. М. Стойко. Київ: Наукова думка, 1968. 302 с.
66. Природні ліси Українських Карпат / ред. А. Смалійчук, У. Гребенер. Львів: Карти і Атласи, 2018. 104 с.
67. Природні умови // *Велика українська енциклопедія* [Електронний ресурс]. URL: https://vue.gov.ua/Природні_умови.

68. Програма літопису природи для заповідників та національних природних парків: метод. посібник / Т. Л. Андрієнко та ін.; ред. Т. Л. Андрієнко. Київ: Академперіодика, 2002. 103 с.
69. Проців О. Р. Організація мисливського та рибальського господарства у Коломийському повіті кінця XIX – початку XX ст. *Український феномен Гуцульщини: національний та Європейський контексти*. Матеріали XXI Міжнародної наук. конференції в рамках XXIV Міжнародного гуцульського фестивалю (м. Коломия, 11 серпня 2017 року). Коломия: Вік, 2017. С. 225–230.
70. Прядко О. І., Якушина Л. А. Унікальне гірське болото Рудяк у Карпатському державному природному національному парку. *Національні парки, їх багатофункціональне значення і проблеми охорони природи*: тези доп. наук.-практ. конф., м. Яремче, 26-30 вересня 1990 р. / Карпатський державний природний національний парк, Яремче: [б. в.]. 1990. С. 57–58.
71. Рожко І. М., Матвій В. П., Брусак В. П. Географо-екологічні маршрути Чорногори: навч. посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 224 с.
72. Ромакін В. В. Комп'ютерний аналіз даних: навч. посібник. Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2006. 144 с.
73. Рудий Р., Кравець О. Рельєф стартових зон виникнення снігових лавин на Чорногірському хребті Українських Карпат. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2019. Т. 29, № 2. С. 91–93.
74. Рудько Г. І., Кравчук Я. С. Інженерно-геоморфологічний аналіз Карпатського регіону України. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2002. 172 с.
75. Сай В., Хавар Ю. Особливості функціонального зонування земель природно-заповідних територій. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2013. Вип. I (25). С. 145–149.
76. Сидоренко В. К., Дмитренко П. В. Основи наукових досліджень: навч. посібник. Київ: РННЦ “ДІНІТ”, 2000. 259 с.
77. Скриник О. В. Перші результати та перспективи метеорологічних спостережень в обсерваторії на горі Піп Іван *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Географія*. 2019. Вип. 1 (74). С. 82–88.
78. Словник-довідник з екології: навч.-метод. посібник / О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. Херсон: ПП Вишемирський В. С., 2013. 226 с.
79. Тисовський С., Ярошевич О., Манівчук В., Мудра К. План управління посухами суббасейнів річок Прут та Сірет (проєкт) [Електронний ресурс] / за ред. О. Коноваленко. Київ, 2024. 124 с. URL: https://www.feu.awsassets.panda.org/downloads/wwf_pup_pрут_siret_08_2024.pdf
80. Ткачук І. Д., Сідлярчук О. С. Ґрунти Івано-Франківської області / за ред. Г. О. Андрущенка. Ужгород: Карпати, 1969. 59 с.
81. Трофімова О. П. Негативні наслідки селів та шляхи забезпечення раціонального природовикористання в умовах їх активізації на території Українських Карпат. *Проблеми геоморфології та палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. 2014. № 2014. С. 154–164.
82. Хільчевський В. К. Гідрохімічний словник. Київ: ДІА, 2022. 208 с.
83. Хільчевський В. К. Води поверхневі // Велика українська енциклопедія. URL: https://vue.gov.ua/Води_поверхневі
84. Хільчевський В. К. Сучасна характеристика поверхневих водних об'єктів України: водотоки та водойми. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2021. № 1 (59). С. 17–27.
85. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Гідрологія та гідрохімія: навч. посібник. Київ: ДІА, 2025. 352 с.
86. Хільчевський В. К., Гребінь В. В., Забокрицька М. Р. Управління річковими басейнами: навч. посібник. Київ: ДІА, 2024. 236 с.

87. Хільчевський В. К., Гребінь В. В., Манукало В. О. Гідрологічний словник. Київ: ДІА, 2022. 236 с.
88. Хільчевський В. К., Корчемлюк М. В., Кравчинський Р. Л., Савчук Б. Б. Умови формування хімічного складу води гірського озера Марічейка (масив Чорногора, Українські Карпати). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2018. № 1(48). С. 6–15.
89. Чернов Б. О. Методологічна основа географії: методи дослідження в фізичній географії (1960–1990) [Електронний ресурс]. *Історія науки і біогеографістика*. 2012. № 3. URL: https://inb.dnsgb.com.ua/2012-3/12_chernov.pdf.
90. Шестопапов В. М., Лютий Г. Г., Саніна І. В. Сучасні підходи до гідрогеологічного районування України. *Мінеральні ресурси України*. 2019. № 2. С. 3–12.
91. Штогрин Л. В., Касіянюк Д. В. Про можливий зв'язок між періодичністю опадів, активізацією зсувів та фазами Місяця. *Збірник наукових праць УкрДГРІ*. 2015. № 4. С. 93–102.
92. Яворський А. І. Конструктивно-географічні засади організації природоохоронних територій (на прикладі Карпатського національного природного парку). Івано-Франківськ: Фоліант, 2012. 192 с.
93. Evans J. D. Straightforward statistics for the behavioral sciences. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing, 1996. 368 p.
94. Fashchevski B., Timchenko V., Oksiyuk O. Ecohydrological Management of Impounded Large Rivers in the Former Soviet Union. *Ecohydrology: Processes, Models and Case Studies. An approach to the sustainable management of water resources*. Mixed Sources, 2008. P. 247–275. URL: https://researchgate.net/publication/341822138_EKOLOGICNIJ_STIK_V_U_PRAVLINNI_VODNIMI_EKOSISTEMAMI [дата звернення: 27.07.2023].
95. Fiszer Z. Rybnictwo na powszechniej wystawie krajowej we Lwowie w roku 1894. Lwów, 1895. 112 s.
96. Guidance Document No. 13. Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Luxembourg. Office for Official Publications of the European Communities, 2005. 53 p. (European Communities; Technical Report). URL: <https://circabc.europa.eu/sd/a/06480e87-27a6-41e6-b165-0581c2b046ad/>
97. Hempel K. Przez Baltagul na Hnatasie. *Plaży*. 1990. № 3. С. 9–39.
98. Korchemlyuk M., Arkhipova L., Kravchynskyi R., Mykhailiuk J. Anthropogenic influence from point and diffuse sources of pollution in the Upper Prut River basin. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2019. № 1. С. 125–131. URL: https://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvngu_2019_1_20.
99. Kravchynskyi R. L., Khilchevskyi V. K., Korchemlyuk M. V., Arkhipova L. M., Plichko L. V. Criteria for identification of landslides in the Upper Prut River Basin on satellite images. *Geoinformatics 2021. 20th International Conference. EAGE*, 2021. P. 1–6. URL: <https://10.3997/2214-4609.20215521003>.
100. Ortega-Becerril J. A., Polo I., Belmonte A. Waterfalls as geological value for geotourism: the case of Ordesa and Monte Perdido National Park. *Geoheritage*. 2019. Vol. 11. P. 1199–1219.
101. Pawłowski S. Ze studyów nad złodowaceniem Czarnohory. *Prace Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. III*. Wydział nauk matematycznych i przyrodniczych. Warszawa: Nakładem Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, 1915. 61 s. (h).
102. Sowiński M. Wykorzystanie górskich rzek Karpat Wschodnich do transportu drewna w byłej monarchii Austro-Węgier (in Polish). *Geography and Tourism*. 2013. Vol. 1, № 1. P. 77–83.

103. Steinhoff G. Naturalness and biodiversity: why natural conditions should be maintained within protected areas. *William & Mary Environmental Law and Policy Review*. 2012. Vol. 37, № 1. P. 77-124.
104. The Brisbane Declaration. Environmental Flows are Essential for Freshwater Ecosystem Health and Human Well-Being. Declaration of the 10th International River symposium and International Environmental Flows Conference, Brisbane, Australia, 3–6 September 2007. URL: <https://conservationgateway.org/Documents/Brisbane-Declaration-English.pdf>
105. World Water Monitoring Day: Instructions for Using Your Test Kit / Instrucciones para el uso del equipo de prueba [Електронний ресурс]. – Chestertown, MD: LaMotte Company, 2008. 35 p. URL: https://sciencepartners.info/smsp/module04/2008_Instructions_English-Spanish.pdf.

Нормативні джерела

106. ВНД 33-5.5-14-03 Річки гірські. Регулювання русел та догляд: [чинний від 2003-01-21]. Вид. офіц. Київ: Держкомводгосп України, 2003. 69 с.
107. ДСТУ 3517:2024. Гідрологія суходолу. Терміни та визначення основних понять. Київ: ДП УкрНДНЦ, 2024. 34 с.
108. ДСТУ 2439:2018. Хімічні елементи та прості речовини. Терміни та визначення основних понять, назви й символи. Київ: ДП УкрНДНЦ, 2019. 12 с.
109. Положення про проведення практики студентів вищих навчальних закладів України. Реєстрація: Мін'юст України від 30.04.1993 № 35.
110. Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовище існування водоплавних птахів від 02.02.1971 р. (3 поправками, унесеними Паризьким протоколом від 03.12.1982 р. та Ріджинськими поправками від 28.05.1987 р.). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_031#Text
111. EU Water Framework directive, European Parliament and the Council. Official Journal L 327, 22/12/2000. Establishing a framework for Community action in the field of water policy. 23 October 2000. P. 1–73.
112. European Communities, Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance Document No. 7, Monitoring under the Water Framework Directive, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2003. URL: [https://circabc.europa.eu/sd/a/63f7715f-0f45-4955-b7cb-58ca305e42a8/Guidance%20No%207%20-%20Monitoring%20\(WG%202.7\).pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/63f7715f-0f45-4955-b7cb-58ca305e42a8/Guidance%20No%207%20-%20Monitoring%20(WG%202.7).pdf)

Рекомендовані інтернет-ресурси

113. Громадська спілка «Всесвітній фонд природи - Україна». Офіційний сайт. URL: <https://wwf.ua/>
114. Закарпатський обласний центр з гідрометеорології. Офіційний сайт (отримати дані по сніголавинній станції «Пожижевська»). URL: <http://gmc.uzhgorod.ua/storm2.php?p=3>
115. Рамсарська конвенція. Офіційний сайт URL: <https://rsis Ramsar.org/>
116. Український гідрометеорологічний центр. Офіційний сайт. URL: <https://www.meteo.gov.ua/>
117. Global Conservation. Official website. URL: <https://globalconservation.org/>

Навчальне видання

Кравчинський Руслан Леонідович
Корчемлюк Марта Василівна
Хільчевський Валентин Кирилович
Тимчук Ярослав Ярославович
Стефурак Ольга Михайлівна

Вивчення природних умов Карпатського національного природного парку: абіотичний аспект

Навчальний посібник

Оригінал-макет авторський

На обкладинці – зображення гірського озера Марічейка (Чорногірський масив). Фото зроблене з використанням БПЛА в рамках проекту «Підтримка природно-заповідних територій в Україні», 2022 р.

Формат видання 170x240мм.

Формат паперу і частка аркуша 420x297/4.

Папір офсетний. Гарнітура Arial. Друк цифровий.

Ум. друк. арк. 16,5. Зам. Д7800/25

Підписано до друку 17.09.2025

Друкарня «Фоліант»

м. Івано-Франківськ

www.foliant.if.ua

e-mail: foliant.drukarnja@gmail.com

Відділ оперативного друку тел.: +38 099 380 05 60 (Viber)

Відділ офсетного друку +38 067 248 10 41 (Viber)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ІФ № 24 від 20.07.2004

КРАВЧИНСЬКИЙ РУСЛАН ЛЕОНІДОВИЧ – кандидат географічних наук, провідний науковий співробітник вимірювальної лабораторії аналітичного контролю і моніторингу Карпатського НПП.

КОРЧЕМЛЮК МАРТА ВАСИЛІВНА – кандидат технічних наук, старша дослідниця, завідувачка вимірювальної лабораторії аналітичного контролю і моніторингу Карпатського НПП.

ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ ВАЛЕНТИН КИРИЛОВИЧ – доктор географічних наук, професор, відмінник освіти України, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, почесний працівник гідрометслужби України, професор кафедри гідрології та гідроекології (протягом 2000-2019 рр. – завідувач кафедри) географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

ТИМЧУК ЯРОСЛАВ ЯРОСЛАВОВИЧ – завідувач географічної лабораторії Карпатського НПП.

СТЕФУРАК ОЛЬГА МИХАЙЛІВНА – технік-лаборант I категорії вимірювальної лабораторії аналітичного контролю і моніторингу Карпатського НПП.



ISBN 978-617-8320-65-2



9 786178 320652