

**Р.Л. Кравчинський, В.К. Хільчевський,  
М.В. Корчемлюк, О.М. Стефурак**

# **МОНІТОРИНГ ПРИРОДНИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ**

**Карпатського національного  
природного парку**



**Monitoring of springs  
of the Carpathian National Nature Park**

Міністерство енергетики та захисту довкілля України  
Карпатський національний природний парк

**Р.Л. Кравчинський, В.К. Хільчевський,  
М.В. Корчемлюк, О.М. Стефурак**

# **МОНІТОРИНГ ПРИРОДНИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ Карпатського національного природного парку**

*Монографія присвячується 40-річчю Карпатського  
національного природного парку (1980-2020 рр.)*

**За редакцією В.К. Хільчевського**

Івано-Франківськ  
Фоліант  
2019

Рецензенти:

*І.П. Ковальчук* – доктор географічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування;

*В.П. Гандзюра* – доктор біологічних наук, професор, Київський національний університет імені Тараса Шевченка.

Рекомендовано до друку:

- *Науково-технічною радою Карпатського національного природного парку (протокол № 2 від 05.12.2019 р.);*
- *Вченою радою географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка (протокол № 4 від 12.12.2019 р.).*

**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.**

У монографії викладено результати моніторингових досліджень природних водних джерел на території Карпатського національного природного парку (польові обстеження, дослідження гідрологічного режиму, хімічного складу води). Наведено методи, які застосовуються при дослідженні джерел та інтерпретації даних.

Обґрунтовано необхідність посилення уваги до моніторингових досліджень природних водних джерел фахівцями природоохоронного спрямування – географів, гідрогеологів, гідрологів, екологів.

**Kravchynskiy R.L., Khilchevskiy V.K., Korchemlyuk M.V., Stefurak O.M. Monitoring of springs of the Carpathian National Nature Park / Ed. by V.K. Khilchevskiy. – Ivano-Frankivsk: Foliant. – 2019. – 124 p.**

The monograph presents the results of monitoring research of springs on the territory of the Carpathian National Natural Park (Ivano-Frankivsk region, Ukraine) – field surveys, studies of hydrological regime, chemical composition of water. The methods that are used in the research of springs and interpretation of the obtained data are presented.

# ЗМІСТ

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП .....                                                                                                       | 7  |
| INTRODUCTION .....                                                                                                | 11 |
| 1. ПОНЯТТЯ ПРО ПРИРОДНІ ВОДНІ ДЖЕРЕЛА ТА ОСНОВНІ<br>МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ЇХНЬОГО ВИВЧЕННЯ .....                   | 14 |
| 1.1. Терміни за водоохоронною тематикою .....                                                                     | 14 |
| 1.2. Поняття про природні водні джерела .....                                                                     | 16 |
| 1.3. Класифікація і типи природних водних джерел .....                                                            | 19 |
| 1.4. Значення природних водних джерел .....                                                                       | 23 |
| 1.5. Методи дослідження. Основні етапи моніторингу<br>природних водних джерел .....                               | 32 |
| 2. УМОВИ ФОРМУВАННЯ ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ<br>ПОШИРЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ НА<br>ТЕРИТОРІЇ КАРПАТСЬКОГО НПП ..... | 38 |
| 2.1. Характеристика природних умов території .....                                                                | 38 |
| 2.2. Закономірності поширення природних водних джерел ..                                                          | 41 |
| 3. СХЕМА ОПИСОВО-РЕКОГНОСЦИРУВАЛЬНОГО<br>ОБСТЕЖЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ .....                                 | 48 |
| 3.1. Опис фізико-географічних умов та ступеня<br>використання природного водного джерела .....                    | 48 |
| 3.2. Геоботанічний опис .....                                                                                     | 53 |
| 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕБІТУ ПРИРОДНИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ ....                                                                | 56 |
| 4.1. Об'ємний метод .....                                                                                         | 56 |
| 4.2. Метод геометричного аналізу водного потоку<br>джерела .....                                                  | 58 |
| 4.3. Метод рекуперативного тестування безстічного<br>водного джерела .....                                        | 63 |
| 4.4. Використання водозливів .....                                                                                | 64 |
| 4.5. Метод поплавка .....                                                                                         | 65 |
| 4.6. Водобалансовий метод .....                                                                                   | 66 |
| 5. ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА ЯКОСТІ<br>ДЖЕРЕЛЬНОЇ ВОДИ .....                                                 | 69 |
| 5.1. Загальні положення .....                                                                                     | 69 |
| 5.2. Органолептичні показники .....                                                                               | 71 |
| 5.3. Хімічний склад води .....                                                                                    | 76 |

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.4. Бактеріологічний аналіз.....                                                                 | 86  |
| 5.5. Деякі вимоги щодо утримання каптажів природних водних джерел .....                           | 89  |
| 6. РЕЖИМНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ НА ПРИРОДНИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛАХ .....                                       | 91  |
| 6.1. Характеристика гідрометеорологічних умов в районі Карпатського НПП, 2016-2017 рр. ....       | 91  |
| 6.2. Гідрологічний режим природного водного джерела у с. Микуличин (басейн р. Прут), 2017 р. .... | 93  |
| 7. ФОРМИ ВІДОБРАЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ .....                                                | 103 |
| 7.1. Вимоги до картографічних матеріалів під час їх створення.....                                | 103 |
| 7.2. Картосхеми з точковим способом відображення .....                                            | 105 |
| 7.3. Картосхеми з ізолініями .....                                                                | 106 |
| 7.4. Картосхеми з стовпчастими та круговими діаграмами...                                         | 108 |
| 7.5. Картосхеми оцінки якості джерельної води.....                                                | 110 |
| 8. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ РОБІТ У ПОЛЬОВИХ ГІРСЬКИХ УМОВАХ ТА В ЛАБОРАТОРІЇ .....         | 112 |
| 8.1. Робота в польових гірських умовах .....                                                      | 112 |
| 8.2. Робота в хімічній лабораторії .....                                                          | 115 |
| ВИСНОВКИ .....                                                                                    | 117 |
| СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....                                                                           | 119 |

# CONTENT

|                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>INTRODUCTION (in Ukrainian)</b> .....                                                                                                               | 7  |
| <b>INTRODUCTION (in English)</b> .....                                                                                                                 | 11 |
| <b>1. DEFINITION OF SPRINGS AND THE BASIC<br/>METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF THEIR RESEARCH</b> .....                                                    | 14 |
| 1.1. Terms on water conservation topics .....                                                                                                          | 14 |
| 1.2. The definition of springs.....                                                                                                                    | 16 |
| 1.3. Classification and types of natural springs .....                                                                                                 | 19 |
| 1.4. Value of the springs .....                                                                                                                        | 23 |
| 1.5. Research methodology and spring monitoring .....                                                                                                  | 32 |
| <b>2. CONDITIONS OF FORMATION AND REGULARITY OF<br/>EXPANSION OF WATER RESOURCES ON THE TERRITORY<br/>OF THE CARPATHIAN National Nature Park</b> ..... | 38 |
| 2.1. Characteristics of the natural conditions of the territory ...                                                                                    | 38 |
| 2.2. Patterns of distribution of springs.....                                                                                                          | 41 |
| <b>3. SCHEME OF DESCRIPTION-RECOGNITIONAL SURVEY OF<br/>THE SPRINGS</b> .....                                                                          | 48 |
| 3.1. Description of physical and geographical conditions and<br>extent of use of spring water .....                                                    | 48 |
| 3.2. Geobotanical description .....                                                                                                                    | 53 |
| <b>4. RESEARCH: MEASUREMENT OF SPRING DISCHARGE</b> .....                                                                                              | 56 |
| 4.1. Volumetric method.....                                                                                                                            | 56 |
| 4.2. Geometry Analysis of Spring Flow.....                                                                                                             | 58 |
| 4.3. Recuperation test for yield of open well .....                                                                                                    | 63 |
| 4.4. Use of spillways.....                                                                                                                             | 64 |
| 4.5. Float method.....                                                                                                                                 | 65 |
| 4.6. Water balance method.....                                                                                                                         | 66 |
| <b>5. DETERMINATION OF CHEMICAL COMPOSITION AND<br/>QUALITY OF SPRING WATER</b> .....                                                                  | 69 |
| 5.1. General provisions.....                                                                                                                           | 69 |
| 5.2. Organoleptic characteristics .....                                                                                                                | 71 |
| 5.3. Chemical composition of water .....                                                                                                               | 76 |
| 5.4. Bacteriological analysis .....                                                                                                                    | 86 |
| 5.5. Requirements for the containment of springs.....                                                                                                  | 89 |

|                                                                                                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>6. SPRINGS WATER MODE OBSERVATIONS .....</b>                                                    | <b>91</b>  |
| 6.1. Characteristics of hydrometeorological conditions of the district, 2016-2017.....             | 91         |
| 6.2. The hydrological mode of the source in the village. Mykulychyn (Prut River Basin), 2017 ..... | 93         |
| <b>7. FORMS OF DISPLAY OF RESULTS.....</b>                                                         | <b>103</b> |
| 7.1. Requirements for the creation of cartographic materials                                       | 103        |
| 7.2. Point-mapping charts.....                                                                     | 105        |
| 7.3. Mappings with isolines .....                                                                  | 106        |
| 7.4. Schematic maps with Column and Pie Charts.....                                                | 108        |
| 7.5. Mappings of Spring Water Quality .....                                                        | 110        |
| <b>8. SAFETY EQUIPMENT FOR CONDUCTING WORKS IN FIELD MOUNTAINS AND LABORATORIES.....</b>           | <b>112</b> |
| 8.1. Field Mountain Work.....                                                                      | 112        |
| 8.2. Work in a chemical laboratory .....                                                           | 115        |
| <b>CONCLUSIONS.....</b>                                                                            | <b>117</b> |
| <b>REFERENCES.....</b>                                                                             | <b>119</b> |

## ВСТУП

Моніторинг компонентів навколишнього середовища є основою для всебічного вивчення та прогнозування стану природних і природно-антропогенних систем. Сучасна світова водна політика є багатовекторною та орієнтованою на проведення безперервних спостережень та ретельне вивчення змін кількісних і якісних характеристик кожної складової гідросфери Землі на усіх рівнях – континентальному, державному, регіональному та локальному.

**Природні водні джерела – екосистеми, що вимагають підвищеної уваги.** У багатьох країнах природні водні джерела – це екосистеми підвищеної уваги з боку менеджменту, які є своєрідними «гідрогеологічними вікнами» водоносних горизонтів [67]. Багато з них стають витокami великих річок. У деяких європейських країнах (Бельгії, Франції, Австрії, Німеччині та ін.) поблизу природних джерел навіть створюють природоохоронні зони.

Проте з боку водного менеджменту багатьох країн не приділяється належної уваги цим природним об'єктам, що можна побачити при ознайомленні зі звітами щодо стану національних водних ресурсів за останні два десятиліття. В них на екосистемах джерел акцентується занадто мало уваги [54, 67]. В окремих публікаціях вітчизняних науковців можна відзначити інтерес до джерел з водою питної якості, що розташовані у великих містах – Києві [9, 39], Львові [30] та Харкові [27].

В Україні завдання загальної координації та організації державного моніторингу вод покладено на Міністерство енергетики та захисту довкілля України (до вересня 2019 р. – Міністерство екології та природних ресурсів України). При цьому об'єктами державного моніторингу вод є масиви поверхневих вод, масиви підземних вод та морські води. Природні водні джерела, які разом із підземними водами є важливою складовою водного фонду України часто знаходяться поза увагою менеджменту як окремий суб'єкт моніторингу вод і не входять до числа складових спостережень інших систем. Така ситуація склалась з огляду на низку об'єктивних причин.

По-перше, понад 90% усієї площі України займають рівнинні території, де орографічні особливості не впливають на широке поширення тут природних водних джерел; наявні місця прояву природних виходів підземних вод на поверхню, у більшості випадків, знаходиться у геоморфологічно складних умовах, або мають вигляд заболочених ділянок, віддалених від об'єктів житлового будівництва, господарських комплексів тощо. Це створює низку незручностей для повсякденного користування даним типом водних ресурсів.

По-друге, за величиною дебіту (продуктивністю стоку) водні джерела України, здебільшого, характеризуються, як незначні, тому для водопостачання великих міст і містечок, як правило, використовують ресурси значних поверхневих водних об'єктів (річки, водосховища), інколи – підземних; у сільських місцевостях облаштовують індивідуальні колодязі, що дренують четвертинні водоносні горизонти або свердловини.

По-третє, починаючи із 60-х років XX ст. у різних фізико-географічних регіонах України подекуди відзначаються зміни режиму природних водних джерел від постійного типу до сезонного, а інколи спостерігається повне їх пересихання та зникнення.

Крім того існує ще низка соціально-економічних та екологічних причин, які обмежують інтерес до природних водних джерел з боку вчених і практиків, як об'єкту всебічного вивчення та моніторингу.

Карпатський регіон в Україні відноситься до найзабезпеченішого водними ресурсами і з найбільшим поширенням тут природних водних джерел різних типів (за характером і місцем виходу, хімічним складом, режимом, величиною дебіту тощо). Багато з них знаходяться на природно-заповідних територіях.

Тому важливим для нас є досвід вивчення водних джерел природно-заповідних територій у зарубіжних країнах. Так, у деяких європейських країнах та США моніторинг водних джерел на природно-заповідних територіях входить у систему державного моніторингу, але має особливий статус, власну програму спостережень, форми звітності і т.д.

**Дослідження природних водних джерел на території Карпатського НПП.** Проведені нами дослідження природних водних джерел оконтурені межами Карпатського національного природного парку (НПП) – першого (заснованого у 1980 р.) і одного з найбільших (504,95 км<sup>2</sup>) природних парків в Україні, розташованого на території Івано-Франківської області. Офіс знаходиться у м. Яремче Івано-Франківської області. Інвентаризація та облік водних джерел входить у план щорічних природоохоронних заходів, що проводяться на території парку. Тут є усі необхідні умови для всебічного вивчення природних виходів підземних вод на поверхню – наукова, матеріально-технічна та інформаційна база.

У 2019 р. після надання двом водно-болотним угіддям на території Карпатського НПП (витоки р. Прут та витоки р. Погорілець) міжнародного статусу та включення їх до списку водно-болотних угідь, що охороняються Рамсарською конвенцією (Ramsar Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat, 1971) – вивчення компонентів навколишнього середовища, у тому числі природних водних джерел, набуває більшої актуальності та практичної значущості.

За літературними джерелами та інтернет-ресурсами нами вивчався вітчизняний і, особливо, світовий досвід у проведенні моніторингу природних водних джерел, впроваджувалися власні ідеї досліджень та адаптовувалися методичні підходи до особливостей місцевих (гірських) умов.

**Експедиційні дослідження.** За період 2011-2019 рр. проведено близько 40 експедицій з дослідження водних джерел, розташованих у трьох основних природних комплексах на території Карпатського національного природного парку: Скибові Горгани, Ясинсько-Верховинська міжгірська улоговина, Чорногірський масив. В гідрологічному аспекті це басейн р. Прут. Моніторинговими дослідження було охоплено 289 природних водних джерел.

В цілому, моніторингові дослідження природних водних джерел виконувалися за схемою: експедиційні роботи, хіміко-аналітичні визначення в пробах води в стаціонарній лабораторії, камеральна обробка даних, узагальнення отриманих результатів.

**Структура монографії.** Матеріали досліджень було структуровано у вісім розділів даної монографії.

*Перший розділ* присвячено характеристиці різних типів природних водних джерел, їхньому значенню у житті людини, основним методичним засадам і принципам вивчення.

*У другому розділі* описано умови формування та закономірності поширення природних водних джерел на території Карпатського національного природного парку.

*У третьому розділі* висвітлено методику виконання загального опису природного водного джерела, його геоботанічної характеристики.

*У четвертому розділі* наведено методи визначення дебіту природних водних джерел. Оскільки у вітчизняній літературі, практично, не висвітлюються методи вимірювання дебіту різних типів джерел, то автори використовували при дослідженнях у Карпатському НПП зарубіжний досвід, зокрема Геологічної служби США (USGS).

*П'ятий розділ* присвячено дослідженню хімічного складу та якості джерельної води у польових і лабораторних умовах.

*Шостий розділ* присвячено питанню режимних спостережень на природних водних джерелах (з реальними прикладами досліджень у с. Микуличин Яремчанської міськради Івано-Франківської області).

*У сьомому розділі* відображено методичні аспекти картографування результатів досліджень природних водних джерел (ілюструється напрацюваннями по території Карпатського національного природного парку).

*У восьмому розділі* наведено основні положення техніки безпеки при проведенні польових досліджень у гірських умовах та у лабораторії.

Для підготовки публікації також використано гідрохімічні дані Івано-Франківського державного медичного університету та ДУ «Івано-Франківський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України» (раніше – облсанепідслужба).

Автори висловлюють щирю вдячність за допомогу у зборі інформації та проведенні моніторингу водних джерел доктору медичних наук, професору Івано-Франківського державного медичного університету А.О. Клименку, заступнику директора з наукової роботи Карпатського національного природного парку, кандидату біологічних наук, старшому науковому співробітнику О.І. Киселюку, заступнику директора – головному природознавцю Карпатського національного природного парку І.В. Купчаку, завідувачці лісівничо-ботанічної лабораторії Карпатського національного природного парку О.В. Тимчук, інспекторам природоохоронних науково-дослідних відділень (ПНДВ) Карпатського національного природного парку та керівникам ПНДВ: Яремчанського (В.М. Свідрак), Ямнянського (П.В. Попович), Підліснівського (В.В. Тарнавський), Женецького (М.В. Німчук), Татарівського (Ю.І. Мироняк); Яблуницького (М.М. Федорчук), Ворохтянського (А.Б. Палійчук), Вороненківського (В.І. Данів), Говерлянського (В.П. Максимюк), Бистрецького (І.В. Бельмега), Чорногірського (В.М. Демидюк), Високогірного (М.М. Літинський). Окрема подяка волонтерці Корпусу Миру (Peace Corps, USA) Donielle Goldinger за участь у підготовці рукопису монографії до публікації.

### **Авторський колектив:**

**Р.Л. Кравчинський** – кандидат географічних наук, провідний науковий співробітник вимірювальної лабораторії аналітичного контролю і моніторингу Карпатського національного природного парку;

**В.К. Хільчевський** – доктор географічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, почесний працівник гідрометслужби України, професор кафедри гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

**М.В. Корчемлюк** – кандидат технічних наук, завідувач вимірювальної лабораторії аналітичного контролю і моніторингу Карпатського національного природного парку;

**О.М. Стефурак** – технік-лаборант І категорії вимірювальної лабораторії аналітичного контролю і моніторингу Карпатського національного природного парку.

## INTRODUCTION

Monitoring of environmental components is the basis for a comprehensive study and prediction of the state of natural and anthropogenic systems. Modern world water policy is multi-vector and focused on continuous observation and careful study of changes in the quantitative and qualitative characteristics of each component of the Earth's hydrosphere at all levels - continental, national, regional and local.

**Springs are ecosystems that require special attention.** In many countries springs are management ecosystems of particular importance that are "hydrogeological windows" of aquifers. In some European countries (Belgium, France, Austria, Germany, etc.), near natural sources conservation areas are created.

However, water management in many countries does not pay close attention to these natural features, which can be seen from national water resources reports over the past two decades. There is too little emphasis on source ecosystems.

In Ukraine, the task of overall coordination and organization of state monitoring of water is entrusted to the Ministry of Energy and Environmental Protection of Ukraine (until September 2019 - the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine). At the same time, the objects of state water monitoring are surface water masses, groundwater masses and seawater. Springs which, together with groundwater, are an important component of Ukraine's water fund, are often ignored by management as a separate water monitoring entity and are not included in the observations of other systems. This was due to a number of objective reasons.

First, more than 90% of the total area of Ukraine is occupied by flat territories where orographic features do not affect the widespread distribution of springs here; the available sites of occurrence of natural groundwater exits to the surface, in most cases, are in geomorphologically difficult conditions, or have the appearance of wetlands, away from housing, economic complexes, etc. This creates a number of inconveniences for the daily use of this type of water.

Secondly, in terms of flow rate (runoff productivity), springs of Ukraine are, for the most part, characterized as insignificant, therefore, as a rule, they use the resources of surface water masses (rivers, reservoirs), sometimes underground ones, for water supply to large cities and towns. In rural areas, individual wells are used to drain quaternary aquifers or wells.

Third, since the 1960s in various physical and geographical regions of Ukraine, there are occasional changes in the mode of springs from permanent type to seasonal, and sometimes their complete drying up and disappearance is observed.

In addition, there are a number of socio-economic and environmental considerations that limit the interest of springs by scientists and practitioners as an object of comprehensive study and monitoring.

The Carpathian region in Ukraine is one of the most endowed with water resources and with the largest distribution of springs of various types (by nature and place of output, chemical composition, mode, flow rate, etc.). Many of them are located in nature reserves.

Therefore, the experience of studying the springs of the protected areas in foreign countries is important for us. Thus, in some European countries and the USA, monitoring of springs in nature reserves is included in the state monitoring system, but has a special status, special attention, its own program of observations, forms of reporting, etc.

**Research of springs in the Carpathian National Nature Park.** We conducted research of springs outlined outside the Carpathian National Natural Park (CNNP) - the first (1980) and one of the largest (504.95 km<sup>2</sup>) nature parks in Ukraine, located in the territory of Ivano-Frankivsk region. The office is located in Yaremche, Ivano-Frankivsk region. Inventory and accounting of springs is included in the plan of annual nature conservation activities held in the park. There are all the necessary conditions for a comprehensive study of natural groundwater output to the surface – scientific, logistical and informational base.

In 2019, after the grant of two wetlands in the Carpathian National Park (Prut and Pogorelets) international status and their inclusion in the list of wetlands protected by the Ramsar Convention on Wetlands of International Imports of International Imports especially as Waterfowl Habitat, 1971 - the study of environmental components, including springs, becomes more relevant and practical.

For a long period of time we have studied the world experience in conducting monitoring of springs, introduced our own research ideas and adapted a set of methodological approaches to the particular local (mountainous) conditions.

**Field research.** About 40 expeditions were conducted to investigate springs in three major natural complexes in the Carpathian National Nature Park: Skibov Gorgany, Yasin-Verkhovyna Inter-Mountain Basin, and the Chernogorsky Massif. In the hydrological aspect, these are the basins of the Prut River. About 300 objects were covered by the monitoring studies.

**Monograph structure.** As a result of the analysis of literary sources, summarization of the information obtained in the expeditions, laboratory conditions and during the camera processing of materials, a considerable amount of data has been formed for writing the first textbook in Ukraine on this subject, structurally consisting of eight sections.

*The first section* deals with the characterization of different types of springs, their importance in human life, basic methodological principles, and principles of study.

*The second section* describes the conditions for the formation and regularity of the distribution of spring water in the Carpathian National Nature Park.

*The third section* describes the methodology for performing a general description of spring water; its geobotanical characteristics.

*The fourth section* describes methods for determining the flow of spring water. As the methods of measuring the flow rate of different types of sources are practically not covered in the domestic literature, the authors used foreign experience, such as the US Geological Survey (USGS), in Carpathian NNP research.

*The fifth section* is devoted to the study of the chemical composition and quality of spring water in field and laboratory conditions.

*The sixth section* is devoted to the issue of mode observations of springs (with real examples of our own research in Mykulychyn village, Ivano-Frankivsk region).

*The seventh section* reviews the methodological aspects of the mapping of research results (illustrated by the developments in the Carpathian National Nature Park).

Section eight outlines the basic safety considerations for field research in the mountains and in the laboratory.

### **Authors:**

**Ruslan Kravchynskyi** – Ph.D in Geographical Science, Leading Researcher in the Measurement Laboratory of Analytical Control and Monitoring of the Carpathian National Nature Park;

**Valentyn Khilchevskyi** – Doctor of Geography, Professor, Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, State Prize Winner of Ukraine in Science and Technology, Honorary Worker of the Hydrometeorological Service of Ukraine, Professor of the Department of Hydrology and Hydroecology of the Geographical Faculty of the Taras Shevchenko National University of Kyiv;

**Marta Korchemlyuk** – Ph.D in Technical Science, Head of the Measurement Laboratory for Analytical Control and Monitoring of the Carpathian National Nature Park;

**Olga Stefurak** – laboratory technician of the first category of the Measurement Laboratory of Analytical Control and Monitoring of the Carpathian National Nature Park.

# 1. ПОНЯТТЯ ПРО ПРИРОДНІ ВОДНІ ДЖЕРЕЛА ТА ОСНОВНІ МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ЇХНЬОГО ВИВЧЕННЯ

---

## 1.1. Терміни за водоохоронною тематикою

Вивчення природних екосистем, їх окремих компонентів, процесів або явищ на початковому етапі передбачає формування чітких уявлень про предмет дослідження, становлення яких проходить крізь призму розуміння основної термінології, закріпленої у нормативно-правових актах (законах, кодексах тощо), стандартах, настановах, юридичній літературі за обраною тематикою чи напрямком.

Нижче наводяться у алфавітному порядку основні терміни (в основному з «Водного кодексу України», 2005), що треба знати на усіх рівнях моніторингу водних джерел (у тому числі на природоохоронних територіях):

- *болото* – надмірно зволожена земельна ділянка із застоєм водним режимом і специфічним рослинним покривом;

- *виділ лісовий* – ділянка лісу, однорідна за своїм господарським значенням і таксаційною характеристикою, досить відрізняється від сусідніх ділянок і вимагає, за необхідності, проведення на всій своїй площі однакових господарських заходів;

- *витрата води* (стік у річці) – кількість води, яка протікає через живий переріз річки за секунду ( $\text{м}^3/\text{с}$ );

- *води артезіанські* – напірні пластові підземні води, що піднімаються по свердловині або колодязю вище покрівлі водоносного пласта, або навіть фонтанують;

- *води підземні* – води, що знаходяться нижче рівня земної поверхні в товщах гірських порід верхньої частини земної кори в усіх фізичних станах;

- *води поверхневі* – води різних водних об'єктів, що знаходяться на земній поверхні;

- *води стічні* – 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;

- *водний об'єкт* – природний або створений штучно елемент довкілля, в якому зосереджуються води (море, річка, озеро, водосховище, ставок, канал, а також водоносний горизонт);

- *водні ресурси* – обсяги поверхневих, підземних і морських вод відповідної території;

- *водозабір* – споруда або пристрій для забору води з водного об'єкта;

- *водокористування* – використання вод для задоволення потреб населення, промисловості, сільського господарства, транспорту та інших галузей господарства, включаючи право на забір води, скидання стічних вод та інші види використання вод (водних об'єктів);

- *водоносний горизонт* – однорідна пластова товща гірських порід, де постійно знаходяться води;

- *водосховище* – штучна водойма місткістю більше 1 млн. кубічних метрів, збудована для створення запасу води та регулювання її стоку;

- *гранично допустима концентрація (ГДК) речовини у воді* – встановлений рівень концентрації речовини у воді, вище якого вода вважається непридатною для конкретних цілей водокористування;

- *дебіт* (свердловини, джерела) – об'єм води, що витікає за одиницю часу ( $\text{м}^3/\text{год.}$ ,  $\text{м}^3/\text{добу}$ ,  $\text{дм}^3/\text{год.}$ )

- *джерело водне* – природний вихід підземних вод на денну поверхню або під водою (підводне джерело) [46];

- *зона санітарної охорони* – територія і акваторія, де запроваджується особливий санітарно-епідеміологічний режим з метою запобігання погіршення якості води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання, а також з метою забезпечення охорони водопровідних споруд;

- *квартал лісовий* – це частина лісу, відмежована просіками або природними рубежами (річками, ущелинами, гірськими хребтами), постійна облікова і господарська одиниця в лісі;

- *класифікація річок України* (за площею водозбору): *малі* річки – до 2 тис.  $\text{км}^2$ , *середні* – 2-50 тис.  $\text{км}^2$ , *великі* – понад 50 тис.  $\text{км}^2$ .

- *моніторинг вод* – система спостережень, збирання, обробки, збереження та аналізу інформації про стан водних об'єктів, прогнозування його змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття відповідних рішень;

- *національні природні парки (НПП)* – природоохоронні, рекреаційні, культурно-освітні, науково-дослідні установи загальнодержавного значення, що створюються з метою збереження, відтворення і ефективного використання природних комплексів та об'єктів, які мають особливу природоохоронну, оздоровчу, історико-культурну, наукову, освітню та естетичну цінність;

- *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 лісгосподарських заходів;

- *озеро* – природна западина суші, заповнена прісними або солоними водами;

- *план управління річковим басейном* – документ, що містить аналіз стану та комплекс заходів для досягнення цілей, визначених для кожного району річкового басейну у встановлені строки;

- *прибережна захисна смуга (ПЗС)* – частина водоохоронної зони відповідної ширини вздовж річки, моря, навколо водойм, на якій встановлено більш суворий режим господарської діяльності; ширина ПЗС: для малих річок, а також ставків площею менше 3 га - 25 м; для середніх річок, водосховищ на них та ставків площею більше 3 га - 50 метрів; для великих річок, водосховищ на них та озер - 100 м; якщо крутизна схилів перевищує три градуси, мінімальна ширина прибережної захисної смуги подвоюється.

- *природоохоронна діяльність* – це будь-яка діяльність, спрямована на збереження якості навколишнього середовища на рівні, що забезпечує стійкість біосфери;

- *річка* – це природний водний потік, що протікає у виробленому ним руслі і живиться за рахунок поверхневого та підземного стоку з території свого водозбірного басейну;

- *річковий басейн (водозбір)* – частина земної поверхні і товщі ґрунтів, стік води з якої послідовно через пов'язані водойми і водотоки здійснюється в море, лиман або озеро;

- *ставок* – штучно створена водойма місткістю не більше 1 млн. кубічних метрів;

- *якість води* – характеристика складу і властивостей води за фізичними, хімічними та мікробіологічними показниками, яка визначає її придатність для конкретних цілей використання.

Термін «джерело водне» наведено з «Енциклопедії сучасної України» [46]. На жаль, у жодному сучасному нормативно-правовому документі України це поняття не закріплено. У даній праці, в основному, використовується словосполучення «природне водне джерело».

## 1.2. Поняття про природні водні джерела

Природні водні джерела – унікальні складові геологічного середовища, які виникають у результаті безперервних динамічних процесів глобального колообігу води під впливом земного тяжіння або гідростатичного тиску у різних ландшафтно-геоморфологічних умовах: на дні ярів, балок, на схилах пагорбів, крутих берегів річок тощо.

Слово «джерело» того ж походження, що й «жерло» – від праслов'янського \*žerdlo. Ці слова етимологічно споріднені також з «горло». Первісне значення слова - «горло», потім - «отвір», а пізніше в східно- і західнослов'янських мовах - «отвір, з якого б'є вода».

У «Словарі української мови» Б.Д. Грінченка (1907-1909) наведено такі старі значення слова «джерело»: «кипінь, кипляча вода»; «кратер вулкана».

Видатний український вчений академік П.А. Тутковський у «Словнику геологічної термінології» (1923) наводить декілька синонімів терміну «водне джерело», що використовувалися у науковій сфері: ключ; жерло; криниця; керниця; колодязь; живець; водоплив; водотеча; дзюр; головниця; родник [40].

Залежно від характеру водного джерела, його особливостей були й інші назви. Так, кисле джерело мало назву - щав, буркут; солоне – солянка, солонка; тепле – тепличка, тепличина; провальне – вікно. Місце виходу джерела на поверхню називалось ложбищем; джерельне болото мало назву багрина, а джерело, що не замерзає на болоті – опар.

«Річки, що витікають із Землі», як колись називали водні джерела, привертати увагу вчених і філософів упродовж тисячоліть та надихнули на деякі з перших уявлень про гідрологічний цикл. Так, до XVII ст. вважалося, ці точкові об'єкти «викидають» воду, яка «конденсується» під землею поверхнею або надходить з океану і певним чином тече догори. Після проведення воднобалансових розрахунків, проведених наприкінці 1600-х рр., стало очевидним, що атмосферні опади можуть забезпечити більш ніж достатньо води для річок і джерел [53]. Відомий канадський геолог Ф.Д. Адамс у своїй роботі «The Birth and Development of the Geological Sciences» (1938) приділив увагу обговоренню історичних передумов становлення ідей щодо утворення джерел та пов'язаних з ними гідрогеологічних процесів [62].

Сьогодні відомо, що вихід підземних вод на поверхню обумовлений трьома часто пов'язаними між собою факторами:

1) розчленуванням місцевості, тобто перетином водоносних горизонтів ерозійними та іншими від'ємними 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 зводами, крилами і т.п.);

3) наявністю в районі інтрузій і дайок, в зонах контактів яких з осадовими породами можуть утворюватися відкриті тріщини, що відводять на поверхню підземні води. Крім того в осадових породах, у

самих інтрузіях і дайках по тріщинах також можуть виходити на поверхню підземні води.

Природний вихід підземних вод може відбуватись не лише на земну поверхню, а й безпосередньо у водні тіла (поверхневі та морські водні об'єкти). Таким чином підземні води перетворюються на поверхневі або поповнюють їх запаси.

В.К. Хільчевський та М.І. Ромась трактують термін «джерело водне» як природний вихід підземних вод на денну поверхню або під водою (підводне джерело) [46].

Відповідно до стандарту адміністрації з харчових продуктів і ліків США (частина 165 розділу «Напої», секція 165.110 «Бутильовані води») до типу “spring water” (джерельна вода) відноситься також вода, яка самотплином витікає із пробурених свердловин.

Природні водні джерела відрізняються від інших водних систем тим, що температура їх води відносно постійна (принаймні, поблизу місця витoku), вони залежать від підземного потоку через водоносні горизонти, являючи на поверхні єдину водну систему на значних територіях, тому є ареалами біорізноманіття; багато з них підтримують обов'язкові, приджерельні види рослин [64].

Живлення природних водних джерел здійснюється здебільшого за рахунок більш глибоких водоносних горизонтів, куди забруднювальні речовини з поверхні практично не проникають. Тому за гідрохімічними особливостями джерельної води можна робити висновки про стан підземних вод у всьому регіоні. Вони мають велике значення у живленні поверхневих вод, підтримці водного балансу і збереженні стабільності навколишнього середовища.

Фактично усі карпатські річки і струмки беруть початок саме з природних джерел. Вислів «природна джерельна вода» означає, що склад мінералів у воді не піддавався жодним фізико-хімічним змінам з боку людини.

Сьогодні у світі немає єдиного підходу, щодо визначення чіткої приналежності водного джерела до поверхневих чи підземних вод. Як відзначалося у розд. 1.1, в Україні відсутнє трактування терміну «водне джерело» у нормативних документах. У колишньому радянському водному законодавстві статус водного джерела було закріплено як поверхневий водний об'єкт. Такі ж підходи залишилися у деяких постсоціалістичних країнах (Росії, Білорусі тощо). Наприклад, у «Водному кодексі РФ» (2007) записано (ст. 5): «...2. К поверхностным водным объектам относятся: ... 5) природные выходы подземных вод (родники, гейзеры)». Проте, відповідно до «Водного кодексу Казахстану» (2003), природні водні джерела відносяться до підземних вод (ст. 13): «К подземным водным объектам относятся: ... 4) естественный выход

подземных вод на суше или под водой».

Водна рамкова Директива ЄС (Water Framework Directive 2000/60/EC) не надає визначення поняттю «водне джерело», не виокремлює його серед інших водних об'єктів та не відносить прямо до поверхневих чи підземних вод.

Проте, спостереження за природними водними джерелами у європейських країнах проводяться переважно у рамках моніторингу підземних вод. Але методи визначення якості води та дебіту використовуються часто такі, як і для поверхневих водних об'єктів.

Своєрідність формування та існування природних водних джерел зумовлює необхідність розгляду їх як особливих водних об'єктів, які потребують постійної уваги з боку науковців, детального, всебічного вивчення та охорони.

### 1.3. Класифікація і типи природних водних джерел

Існує ціла низка підходів до типізації природних водних джерел за різними показниками: за характеристикою гірських порід, з якими пов'язані джерела; за гідравлічною ознакою (зв'язок з напірними і безнапірними водами) з урахуванням умов виходу джерел; за характером гірських порід у поєднанні з типами підземних вод; за режимом джерел; за величиною дебіту; за хімічним складом тощо.

Різні категорії природних водних джерел визначаються залежно від критерію, обраного для класифікації. Отже, для класифікації джерел можуть бути використані наступні критерії.

За величиною дебіту природні водні джерела змінюються від найменших до найбільших (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Класифікація природних водних джерел за дебітом

| Тип | Клас | Характеристика  | Q <sub>дж.</sub> , дм <sup>3</sup> /с |
|-----|------|-----------------|---------------------------------------|
| I   | 1    | найменші        | < 0,001                               |
|     | 2    | досить малі     | 0,001-0,01                            |
|     | 3    | малі            | 0,01-0,1                              |
|     | 4    | незначні        | 0,1-1,0                               |
| II  | 5    | значні          | 1,0-10                                |
| III | 6    | дуже значні     | 10-100                                |
|     | 7    | великі          | 100-1000                              |
|     | 8    | дуже великі     | 1 000-10 000                          |
|     | 9    | виключно великі | 10 000-100 000                        |
|     | 10   | найбільші       | > 100 000                             |

За показником динаміки стоку ( $\omega$ ), тобто за співвідношенням максимального дебіту ( $Q_{\text{дж.мах}}$ ) до мінімального ( $Q_{\text{дж.мін}}$ ) – табл. 1.2 :

$$\omega = \frac{Q_{\text{дж.мах}}}{Q_{\text{дж.мін}}} \quad (1.1)$$

**Таблиця 1.2. Класифікація природних водних джерел за ступенем мінливості дебіту (за О.М. Овчинніковим)**

| Клас | Тип джерела     | $\omega$     |
|------|-----------------|--------------|
| I    | досить постійні | 1:1          |
| II   | постійні        | 1:1 – 1:2    |
| III  | змінні          | 1:2 – 1:10   |
| IV   | досить змінні   | 1:10 – 1:30  |
| V    | виключно змінні | 1:30 – 1:100 |

За режимом водного джерела (багаторічні, сезонні, тимчасові).  
За температурою води (холодні, теплі, гарячі) – табл. 1.3.

**Таблиця 1.3. Класифікація джерел за температурою води**

| Клас | Тип джерела      | Температура, °C |
|------|------------------|-----------------|
| I    | виключно холодні | < 0             |
| II   | досить холодні   | 0-4             |
| III  | холодні          | 4-20            |
| IV   | теплі            | 20-37           |
| V    | гарячі           | 37-42           |
| VI   | досить гарячі    | 42-100          |
| VII  | виключно гарячі  | > 100           |

За характером виходу на поверхню природні водні джерела бувають низхідні та висхідні. Перший тип характеризується виходом ґрунтових вод на денну поверхню, вода вільно збігає в товщі водоносної породи з підвищених ділянок рельєфу у нижчі. Другий тип – джерела поблизу виходу на поверхню напірних вод. Вони формуються з вод, які піднімаються вгору з нижніх водоносних шарів.

За особливостями хімічного складу води (прісні та мінералізовані) та з переважанням різних іонів чи специфічних компонентів (гідрокарбонатні, лужні, магнієві, сірководневі та ін.).

Для типізації природних водних джерел за ступенем мінералізації води на території Карпатського НПП оптимальними можуть бути детальна класифікація М.С. Гуревича та Н.І. Толстіхіна (1961) і сучасніша класифікація В.К. Хільчевського (2003), яка враховує питні якості води – табл. 1.4.

**Таблиця 1.4. Класифікації природних вод за ступенем мінералізації (М.С. Гуревич, Н.І. Толстіхін, 1961; В.К. Хільчевський, 2003)**

| <b>Води</b>                                            | <b>Ступінь мінералізації, г/дм<sup>3</sup></b> |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Класифікація М.С.Гуревича, Н.І.Толстіхіна, 1961</b> |                                                |
| <i>Надпрісні</i>                                       | < 0,01                                         |
| <i>Прісні</i>                                          | 0,01-1,0                                       |
| найпрісніші                                            | 0,01-0,03                                      |
| дуже прісні                                            | 0,03-0,1                                       |
| нормально прісні                                       | 0,1-0,5                                        |
| пріснуваті                                             | 0,5-1,0                                        |
| <i>Солонуваті</i>                                      | 1,0-10,0                                       |
| слабосолонуваті                                        | 1,0-3,5                                        |
| сильносолонуваті                                       | 3,5-10,0                                       |
| <i>Солоні</i>                                          | 10,0-50,0                                      |
| слабосолоні                                            | 10,0-35,0                                      |
| сильносолоні                                           | 35,0-50,0                                      |
| <i>Розсоли</i>                                         | > 50,0                                         |
| слабоконцентровані                                     | 50,00-100,0                                    |
| міцні                                                  | 100,0-270,0                                    |
| дуже міцні                                             | 270,0-350,0                                    |
| надміцні                                               | > 350,0                                        |
| <b>Класифікація В.К. Хільчевського, 2003</b>           |                                                |
| Дуже прісні                                            | < 0,1                                          |
| Помірно прісні                                         | 0,1-0,6                                        |
| Прісні з підвищеною мінералізацією                     | 0,6-1,0                                        |
| Слабосолоні                                            | 1,0-3,0                                        |
| Середьосолоні                                          | 3,0-15,0                                       |
| Солоні                                                 | 15,0-35,0                                      |
| Сильносолоні                                           | 35,0-50,0                                      |
| Розсоли                                                | > 50,0                                         |

За місцем виникнення по відношенню до моря (внутрішні, прибережні, підводні джерела).

За літологією басейну живлення (карстові, офіолітні та ін.).

За походженням та умовами формування вирізняють два типи джерел – вадозні (поверхневі, інфільтраційні) і ювенільні (седиментогенні, глибинні) джерела.

За гідродинамічними особливостями – природні водні джерела висхідні (живляться напірними водами) та низхідні (живляться безнапірними водами), які поділяють на ерозійні, контактні, переливні.

*За приуроченістю до окремих типів підземних вод можна виділити джерела: 1) які живляться верховодкою; 2) ґрунтових порових вод; 3) тріщинних вод; 4) карстових вод; 5) артезіанських вод; 6) підземних вод області багаторічної мерзлоти.*

В Україні найпоширенішими є природні водні джерела: постійні, низхідні, прісні, холодні, такі, що живляться переважно ґрунтовими та міжпластовими безнапірними водами [46].

За ознакою приуроченості до окремих типів підземних вод в межах Карпатського національного природного парку найбільш поширені природні джерела 1-3 групи, часто зустрічаються природні виходи артезіанських вод. На думку деяких вчених, тут подекуди зустрічаються водні об'єкти карстового походження.

Джерела, які живляться верховодкою, характеризуються різкими епізодичними коливаннями дебіту, температури і складу води залежно від зміни метеорологічних умов.

Джерела ґрунтових порових вод є спадними. Дебіт, температура і склад води схильні до сезонних і в меншій мірі до епізодичних коливань, які обумовлені в основному зміною метеорологічних умов району. У цій групі виділяється декілька типів джерел: ерозійні, контактіві, виклинювання, переливні (або екрановані).

Джерела ґрунтових і напірних тріщинних вод бувають спадні і висхідні. Перші пов'язані з тріщинами зони вивітрювання магматичних, метаморфічних і осадових гірських порід. Від джерел ґрунтових порових вод вони відрізняються тим, що зазвичай мають більш концентровані зосереджені виходи.

Висхідні джерела приурочені до окремих тектонічних тріщин скидного типу і зон тектонічних порушень, які перетинають і дреновують систему тріщин зони вивітрювання. Ці джерела живляться напірними тріщинними водами, причому напір в них обумовлюється гідростатичним тиском, тиском газів (типу «нарзан» та ін.) або водяної пари (гейзери).

До цієї групи належать більшість джерел мінеральних вод, а також термальні і гарячі джерела (Закарпаття).

Джерела артезіанських вод є висхідними, пов'язані вони з напірними водами артезіанських басейнів і схилів. На території артезіанських басейнів джерела виходять в долинах річок, ярах, озерних улоговинах, складках, тріщинах скидного характеру, зонах контактів інтрузій і дайок з осадовими гірськими породами, що знаходяться в областях напору і розвантаження.

Артезіанські схили характерні для передгірських районів, де моноклінально залягають водоносні горизонти, занурюючись під водотривкі породи, виклинюються або фаціально змінюються від

крупноуламкових і піщаних до піщано-глинистих і глинистих. Внаслідок цього створюється гідростатичний напір, що призводить до появи потужних висхідних природних водних джерел, іноді по лініях, що повторюють конфігурацію підніжжя гір.

## **1.4. Значення природних водних джерел**

Роль і місце природних водних джерел у житті людини визначається низкою чинників: особливостями умов формування, походження, розташування, фізико-хімічних та динамічних властивостей води тощо.

**Чинник забезпечення питних і господарсько-побутових потреб.** З прадавніх часів природні водні джерела відігравали важливу географічну роль у поселенні людей, особливо у посушливих умовах, забезпечуючи їхні питні та господарсько-побутові потреби. Хоча дефіциту водних ресурсів у західному регіоні України немає – історичне і географічне розташування домогосподарств на території Карпатського національного природного парку також пов'язане із наявністю цих водних об'єктів. Оскільки карпатські водотоки завжди мали паводковий характер і часто завдавали шкоди людям, то найкращим варіантом розташування будинків було поблизу водних джерел. Сьогодні ведення полонинського господарства у Карпатах також не можливе без наявності постійного водопостачання, якими часто є природні водні джерела [18].

**Чинник туристично-рекреаційної діяльності.** У сільських місцевостях Карпат ресурси водних джерел часто використовуються для постачання низки невеликих приватних туристичних комплексів та садиб. Ресурси одного точкового стоку здатні забезпечити водою близько 10 (часто й більше) господарств (50-100 чоловік). Крім того, низка, туристичних маршрутів, у тому числі створених за участі працівників Карпатського НПП прокладено таким чином, щоб був доступ до води. Так, уздовж еколого-пізнавальної стежки «Урочище Женець – гора Хом'як» (по серпантину) знаходяться 5 природних водних джерел, укомплектованих засобами для пиття.

Облаштовані водні джерела розташовані повсюдно – по дорозі від контрольно-пропускного пункту Говерляньського природоохоронного науково-дослідного відділення (ПНДВ) до спортивної бази «Заросляк»; поблизу самої бази; перед підйомом на Говерлу у сідловині (витік р. Прут); поблизу озера Несамовите; на полонині Пожижевська, Веснарка (маршрут на озеро Марічейка – гора Піп Іван) тощо.

Таким чином, водні джерела стають важливим елементом для розвитку туристично-рекреаційного сектору.

Природні виходи підземних вод у Карпатському регіоні завжди мали високу туристично-рекреаційну привабливість з огляду на два аспекти: 1) як естетичний об'єкт і частина мальовничих гірських ландшафтів; 2) як водний ресурс із відмінними смаковими, часто бальнеологічними властивостями.

Роль джерел, як естетичних об'єктів і частини ландшафтів відзначив ще у другій половині ХХ ст. О.І. Перельман (1977). Він зазначав, що джерела, будучи «природним виходом підземної води на поверхню», значною мірою беруть участь у формуванні видової частини ландшафту – пейзажу, естетична цінність якого визначає його рекреаційне значення.

З виходом джерел гірських схилів, похил яких досягає 10-15° пов'язані утворення висячих боліт [41].

Сучасний ландшафт між горою Брескул та горою Говерла (сідловину) прикрашає і урізноманітнює водне джерело з прилеглим заболоченим масивом, звідки бере початок р. Прутець Заросляцький (притока р. Прут) [26].

**Бальнеологічний чинник.** Лікувальні властивості води були виявлені на території Карпатського НПП понад 100 років тому. Якщо говорити про регіон у цілому, то лікувальні властивості карпатських вод згадуються ще у літописах ХVI ст.

Поблизу місць самовиливу води із лікувальними властивостями створювалася низка оздоровчих закладів. 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 [34]. Такого ж типу джерела є у м. Яремче (на вул. Дачна), у с. Татарів, смт Ворохта, с. Вороненко.

За даними досліджень фахівців-геологів [48] деякі джерела поблизу смт Ворохта та с. Ямна характеризуються надзвичайно низькою мінералізацією – 67 та 50 мг/дм<sup>3</sup>. Існує думка, що подібні води можуть активно впливати на організм як мінеральні з особливою структурою, оскільки хімічні елементи у них присутні у вигляді йонів. Мікроелементний склад води різноманітний, але концентрації незначні.

**Гідрологічний чинник.** Будь-який водотік бере свій початок із природного водного джерела або із заболоченої ділянки, яка також характеризує вихід підземних вод на поверхню. Джерела, з яких беруть початок річки мають місцеву назву «голови», або «головиці». Головицею, наприклад, називають витік потоку Прутця-Микуличанського (права притока р. Прут, с. Микуличин, Яремчанської міської ради) [3].

Вплив водних джерел на поверхневі водні об'єкти може бути дуже значним. Ще наприкінці ХІХ ст. видатний австрійський вчений Форстер Forster A. E., 1894) у своїй класифікації водотоків за термічним режимом

виділив джерельні річки. У цих річках вода поблизу джерела зберігає його температуру. У давній польській науковій літературі усі карпатські річки і струмки називали «джерельними потоками» (źródłowy potok).

Крім того ґрунтові води тісно зв'язані з водами річок (рис. 1.1).

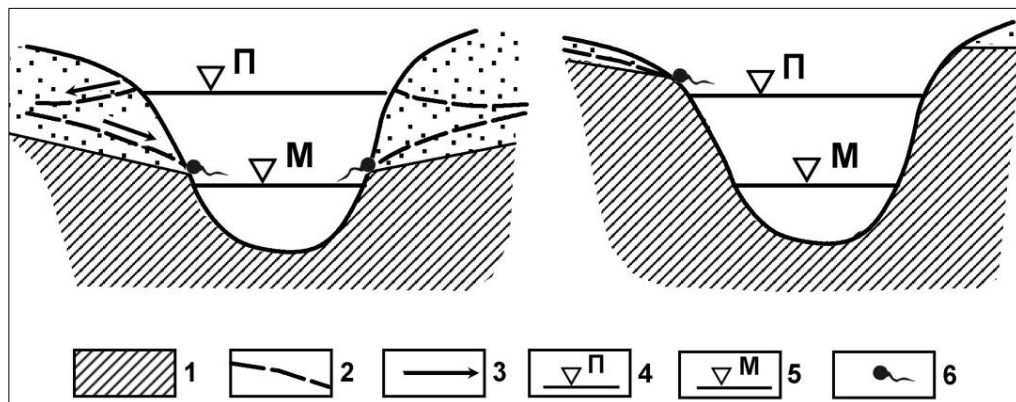


Рис. 1.1. Схема взаємодії річкових і ґрунтових вод з тимчасовим (А) та відсутнім (Б) гідралічними зв'язками:

1 – водотривкі породи; 2 – рівень ґрунтових вод; 3 – напрямок руху ґрунтових вод; 4 – рівень води у річці в період водопілля; 5 – рівень води у річці в меженний період; 6 – природні водні джерела

За величинами дебітів природних водних джерел проводиться оцінка підземного стоку річок. Ще у першій половині ХХ ст. Ф.А. Макаренко [22] виділив критерій кількісної оцінки підземного стоку в річки. Встановлено, що зміна режиму підземного стоку річки тісно корелює з режимом водних джерел, які живляться за рахунок верхньої, дренованої річками частини гідрогеологічного розрізу – зони вільного водообміну. Крива сумарного дебіту джерел на площі відповідає кривій режиму стоку верхньої зони у річку. Природні ресурси підземних вод за середньорічним джерельним стоком характеризують мінімальну величину природних ресурсів підземних вод зони активного водообміну в межах вище базисної поверхні.

Витрата підземного стоку ( $Q_p$ ) визначається за формулою:

$$Q_p = \sum_{i=1}^n Q_{дж.} \quad (1.2)$$

де  $Q_{дж.}$  – дебіт джерел,  $n$  – кількість джерел.

Приклад визначення підземного стоку струмка Доцаний правої притоки р. Прут ( $F_{бас.} = 2,94 \text{ км}^2$ , Вороненківське ПНДВ) за величинами дебітів водних джерел ( $Q_{дж.}$ ) наведено у табл. 1.5.

**Таблиця 1.5. Оцінювання підземного стоку струмка Дощаний, права  
притока р. Прут (Вороненківське ПНДВ Карпатського НПП)**

| № джерела                                | Географічні координати |              | Висота над рівнем моря (Н, м.абс.) | Дебіт ( $Q_{дж.}$ , $дм^3/с$ ) |
|------------------------------------------|------------------------|--------------|------------------------------------|--------------------------------|
|                                          | широта                 | довгота      |                                    |                                |
| 1                                        | 48° 16'06,4"           | 24° 36'43,6" | 930                                | 0,263                          |
| 2                                        | 48° 16'10,1"           | 24° 36'57,5" | 983                                | 0,050                          |
| 3                                        | 48° 16'07,1"           | 24° 37'04,7" | 1000                               | 0,040                          |
| 4                                        | 48° 16'14,7"           | 24° 37'11,6" | 1063                               | 0,001                          |
| 5                                        | 48° 16'03,9"           | 24° 36'48,0" | 909                                | 0,010                          |
| 6                                        | 48° 16'03,7"           | 24° 36'45,3" | 911                                | 0,001                          |
| <b>Підземний стік (<math>Q_p</math>)</b> |                        |              |                                    | <b>0,365</b>                   |

**Гідрогеологічний чинник.** При гідрогеологічних дослідженнях вивчення джерельного стоку входить до комплексу водобалансових досліджень. На деяких родовищах підземних вод є зосереджені виходи джерел, які можуть експлуатуватися як прямими каптажами, так і свердловинними водозабірними спорудами, що забезпечують інверсію джерелам. При цьому, забезпеченість експлуатаційних запасів підземних вод оцінюється за джерельним стоком.

Відповідно до «Інструкції із застосування класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ питних і технічних підземних вод» (ДКЗ України, 2000) *кількісну оцінку запасів підземних вод категорії А* (запаси, які розвідано детально) можна проводити за середньодобовим дебітом джерел імовірністю перевищення 95%, якщо експлуатація передбачається шляхом прямого каптування джерел, або за середньорічним дебітом цих джерел імовірністю перевищення 95%, якщо передбачається режим водовідбору, що відповідає режиму джерельного стоку за сезонами року; при цьому розрахункові дебіти джерел мають бути обґрунтовані результатами багаторічних спостережень за їх режимом.

Під час визначення необхідної тривалості спостережень за режимом джерельного стоку для обґрунтування підрахунку запасів потрібно враховувати його природну змінність для забезпечення належної точності розрахунків.

Під час підрахунку запасів підземних вод категорії А в розрахунковій схемі слід враховувати лише ті джерела формування експлуатаційних запасів, які достовірно встановлені й оцінені кількісно за досвідом експлуатації підземних вод або за даними розвідувальних гідрогеологічних робіт.

*Запаси категорії В* (встановлені запаси) визначаються за середньодобовим дебітом джерел імовірністю перевищення 95%, якщо експлуатація передбачається шляхом прямого каптування джерел, або за середньорічним дебітом цих джерел імовірністю перевищення 95%, якщо передбачається режим водовідбору, який відповідає режиму джерельного стоку за сезонами року; при цьому розрахункові дебіти джерел мають бути обґрунтовані результатами спостережень за їх режимом упродовж не менше 1 року з використанням даних багаторічних спостережень за джерелами-аналогами.

Під час підрахунку запасів підземних вод категорії В у розрахунковій схемі враховуються тільки ті джерела формування експлуатаційних запасів, яким дана загальна кількісна оцінка за даними експлуатації підземних вод або за даними розвідувальних гідрогеологічних робіт.

*Запаси категорії С1* (оцінені) кількісно визначаються за мінімальним добовим дебітом джерел, установленим за даними періодичних вимірювань у меженний період і приведеним до 95% імовірності перевищення за даними спостережень за режимом джерел-аналогів або зміною різних метеорологічних факторів.

Під час підрахунку експлуатаційних запасів підземних вод, що забезпечуються джерельним стоком, слід застосовувати диференційовану ймовірність перевищення середньорічних, середньомісячних або середньодобових витрат (рівнів) води джерел у залежності від категорії системи водопостачання щодо надійності подачі води відповідно до СНиП 2.04.02-84: I категорія - 95%, II - 90% і III - 85%.

**Природне водне джерело як кліматичний індикатор.** Водне джерело, як природний об'єкт, є досить чутливим до змін, що відбуваються у навколишньому природному середовищі.

На фоні глобальних кліматичних змін виникають реальні ризики зміни режиму природних водних джерел, або взагалі їх пересихання. Зменшення джерельного стоку спостерігається починаючи із 60-70-х рр. минулого сторіччя у різних куточках світу – Китаї (джерело Нянзигуан), США (джерела Бокс Каньону, штат Айдахо) [60], у Польщі (с. Ваволніца, Пулавський повіт, Люблінське воєводство) [55] тощо.

У межах Карпатського НПП така тенденція рідко, але все ж відзначається з другої половини 90-х рр. XX ст. За даними досліджень вчених Київського національного університету імені Тараса Шевченка [7] цей період є близьким до переломного періоду сучасного потепління (1989 р.).

Тому моніторинг природних водних джерел є важливим елементом у вивченні регіональних і глобальних кліматичних змін.

Неконтрольована вирубка лісу в горах призводить не лише до збільшення поверхневого стоку, а й до зміни мікроклімату долин, пересихання гірських водних джерел, зростання лавинонебезпеки [47].

**Природне водне джерело – екологічний індикатор.** Джерела, як частина урочищ, беруть участь у формуванні біорізноманіття біоти біогеоценозів, що складаються біля них. Угруповання, що розвиваються біля джерел, мають екотонний статус, тому сплеск видового різноманіття закономірний. З огляду на природоохоронний статус Карпатського НПП геоботанічний аспект у дослідженні водних джерел має досить важливе значення.

Джерела створюють особливі умови для розвитку водолюбної рослинності. Як показують дослідження польських вчених, серед рослин, характерних для середовищ існування, домінують мохи, серед них – вищі рослини (водяні креси) і водорості (холодні діатоми), які часто створюють змішані спільноти. Джерела розсолні, сірчані та залізисті також супроводжуються характерними рослинними комплексами. В околицях соляних джерел поблизу Буско (заповідник «Овчари») було виявлено багато видів галофітів [50]

Приджерельні угруповання відіграють важливу водозахисну і водоочисну функцію та є особливо чутливими природними індикаторами стану, рівня та складу підземних вод гірського поясу. Зміна гідрологічного режиму, забруднення, евтрофікація джерел та прилеглих ділянок, нерегульований пішохідний, вело-, мото- і автотуризм, освоєння високогір'я для туристичної індустрії, централізований водозабір трубами та використання природних джерел для водопостачання становлять серйозну загрозу існуванню цих біотопів [14].

Інформація щодо особливостей, поширення та типів рослинних угруповань поблизу виходу водного джерела мають важливе наукове і практичне значення. Від точності, детальності і повноти складеного геоботанічного опису залежить цінність інформації та сфери її подальшого застосування: при вивченні умов формування і живлення водного джерела, аналізу його режиму, прогнозу його зміни та особливості хімічного складу води.

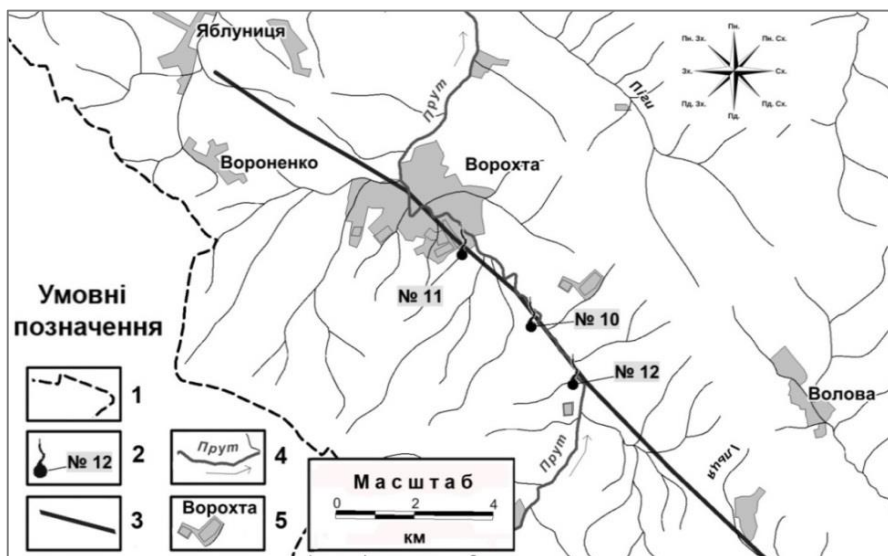
Завдяки підвищеному вмісту кальциту на окремих ділянках деяких джереловищ значення водневого показника ( $pH$ ) у ядровій зоні природного джерела зазвичай коливається у межах 7,1-8,0. Це формує сприятливі умови для розвитку тут деяких кальцефільних судинних рослин, зокрема *Cortusa matthioli* L. subsp. *Sibirica* (Andrz.) E. I. Nyárády, *Ligularia sibirica* (L.) Cass., *Swertia perennis* L. subsp. *Alpestris* (Baumg. ex Fuss) Simonk., *Pinguicula vulgaris* L. і *Phyteuma orbiculare* L. [15].

Проведені моніторингові спостереження на території Карпатського НПП дозволили відзначити помітно триваліший вегетаційний період у рослинних угрупованнях поблизу так званих «теплиць» (постійних природних водних джерел глибинного походження, вода яких взимку не замерзає) у порівнянні з прилеглими територіями.

Відстані між окремими рослинами в угрупованні можуть змінюватися під впливом особливих гідрогеологічних ознак (при різній мінералізації ґрунтових вод). При збільшенні мінералізації відбувається зріджування деяких видів. Цей напрям є перспективним для вивчення зв'язків рослинного покриву з різними формуючими чинниками.

**Природне водне джерело як індикатор геолого-тектонічних порушень.** Багато водних джерел з'являються на контактах різних свит або у зонах тектонічних порушень. Хоча четвертинні відклади маскують місця виходу води, все ж таки картографуючи джерела, можна отримати цінний матеріал щодо геологічної будови території досліджень [31]. За системою розташування водних джерел (часто із заболоченими ділянками) геофізики роблять висновки про тектонічну будову території.

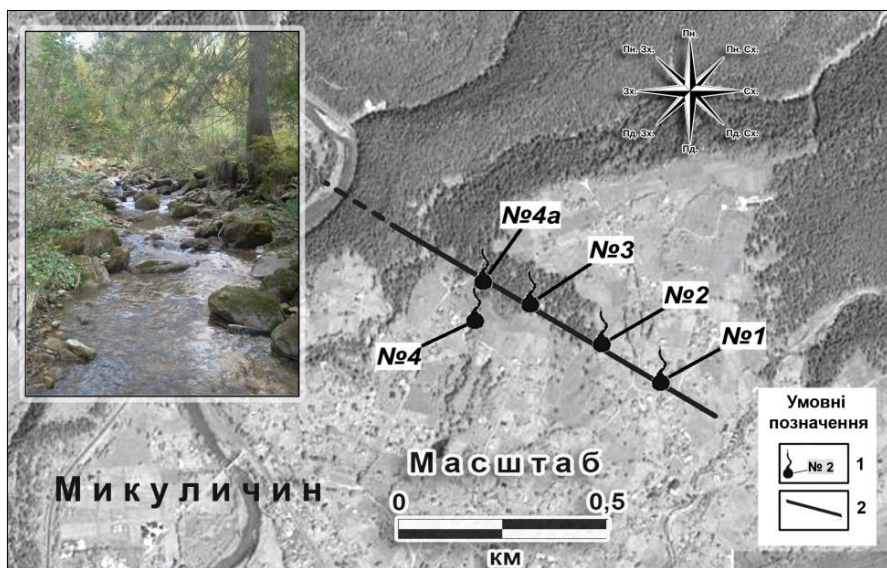
Аналіз проведених нами досліджень у межах Ворохтянського ПНДВ показав приуроченість водних джерел № 10-12 до регіонального геологічного розлому, виділеного ще у 60-х роках XX ст. (рис. 1.2).



**Рис. 1.2. Схема розташування водних джерел уздовж достовірної лінії тектонічного контакту у межах Ворохтянського ПНДВ Карпатського НПП:**

1 – межа Карпатського НПП; 2 – водне джерело та його порядковий номер; 3 – тектонічний розлом (за даними Геологічної карти); 4 – річка; 5 – населений пункт

Розташування природних джерел може відображати прояви локальних тектонічних порушень, які не виділені на геологічних картах та не проявляються за геоморфологічними ознаками. Картографічний аналіз поширення водних джерел, вода яких має подібний хімічний склад, водний режим, водоресурсний потенціал (багатоводні) та фізичні властивості (за температурними показниками) на території місцевості Горби в с. Микуличин Яремчанської міської ради дозволяє припустити наявність тут глибинного розлому (рис. 1.3).



**Рис. 1.3. Виявлення ймовірного тектонічного розлому за даними розташування природних водних джерел у с. Микуличин Івано-Франківської області (космоснімок GoogleEarth, зйомка 08.06.2011):**

1 – водне джерело та його порядковий номер (джерело № 4а – давній колодязь, № 4 – сучасний діючий водозабір); 2 – ймовірний тектонічний розлом, виділений за даними розташування водних джерел

За локальну дешифрувальну ознаку геологічного розлому можна взяти нижню межу лісових насаджень, що лінійно простягається з північного заходу на південний схід. У гідрографічному відношенні геологічний розлом проявляється у струмку Кісний (впадає у р. Прут) у вигляді кам'яного (скелястого берега) та виходів порід у руслі (наявні пороги) (див. рис. 1.3)

Проведені режимні спостереження на водних джерелах показали, що різкій зміні метеорологічних умов (особливо перед значною грозою) передують незначне зменшення рівня ґрунтових вод і, відповідно, зменшення дебіту водного джерела. У періоди деяких фаз місяця (зокрема, під час так званого «супермісяця», що спостерігався

03.12.2017 р.) було відзначено зворотній ефект – «припливи», тобто короткочасне збільшення рівнів ґрунтових вод і точкового стоку. Таким чином, у системі геологічного феномену водного джерела можна говорити про певні геодинамічні аспекти (властивості) цього водного об'єкта.

**Природне водне джерело як об'єкт охорони.** З найдавніших часів водні джерела були об'єктом інтересу як утилітарний елемент природи, широко використовувалися в споживчих та економічних цілях. Захист джерел в Карпатському регіоні у розумінні охорони як водозабірних споруд має багатовікову традицію. Відносно недавно почали сприймати джерела як важливу ланку гідрологічної системи, а також як об'єкти, гідні охорони завдяки їхньому ландшафтному, когнітивному та екологічному значенню, а також завдяки особливим гідрохімічним властивостям.

Необхідність захисту джерел також є наслідком зростаючого втручання людини у навколишнє природне середовище, що спричиняє руйнування витворів природи. Все частіше пріоритетним принципом управління в країні визнається захист природного середовища при раціональному використанні його ресурсів та належному формуванні географічного простору.

У національних природних парках або в природних заповідниках усі елементи навколишнього середовища, а отже, і водні джерела, підлягають правовій охороні. Джерела з відмітними властивостями в районах з нижчим захисним статусом, тобто в ландшафтних парках, заповідних ландшафтних зонах та паркових покриттях, а також джерела, розташовані поза заповідними територіями, повинні охоплюватися індивідуальним захистом і визнаватися пам'ятками неживої природи [49].

На території Карпатського НПП щорічно проводиться інвентаризація основних водних джерел (уздовж транспортних шляхів, туристичних маршрутів тощо). Інспекторами природоохоронних науково-дослідних відділень за участі інших працівників парку, активістів, членів громадських організацій, працівників комунальних підприємств за необхідності здійснюються заходи щодо розчищення водних джерел від замулення, облагородження навколишньої території та прибирання від твердих побутових відходів, встановлення інформаційних стендів щодо хімічного складу та якості води тощо.

В останні десятиліття у Карпатському регіоні відроджуються звичаї використання джерел і води у місцевих релігійно-культових обрядах.

Тому проведення моніторингу водних джерел є необхідним елементом не лише для наукових розробок, планування економічного розвитку регіону, а й для збереження національного багатства і культури усього Карпатського регіону.

## **1.5. Методи дослідження. Основні етапи моніторингу природних водних джерел**

У різних країнах світу моніторингові дослідження природних джерел мають свою програму з чітко визначеною ієрархічною структурою. Проте методологічні принципи зводяться до реалізації основної мети: визначити яким джерело є (ресурсний потенціал, хімічний склад та якість води), його зв'язок із компонентами навколишнього середовища і яким джерело буде (визначення основних ризиків, що можуть вплинути на його стан) [20, 37].

У США, Австралії, країнах Європи та інших куточках світу спостереження за режимом водних джерел є невід'ємною складовою моніторингу водних ресурсів на державному рівні. Залежно від місцевих умов, основних завдань та кінцевої мети спостереження можуть бути епізодичними, сезонними та стаціонарними.

У США проведенням режимного моніторингу на водних джерелах займаються фахівці Геологічної служби (United States Geological Survey – USGS). Вивчення якісних показників включає комплекс щоденних, сезонних та/або щорічних спостережень за показниками температури води, питомої електропровідності, значеннями pH, розчиненого кисню та каламутності.

Щосезону та/або раз на рік визначають вміст у воді загального азоту, фосфору, деяких металів та *E. Coli* (коли це можливо). Програма USGS з визначення кількісних показників включає дослідження дебіту водного джерела, вивчення сезонних та річних умов базового стоку джерельних струмків тощо.

У Польщі спостереження за водними джерелами входить до національної системи моніторингу підземних вод, проведенням якого займаються підрозділи державної гідрогеологічної служби. Спостереження за кількісними характеристиками на водних джерелах проводяться один раз на тиждень (щопонеділка) о 6:00 годині за місцевим часом. Відбір проб води та визначення хімічного складу здійснюється один або два рази на рік (відповідно до Постанови Міністра охорони навколишнього природного середовища Польщі від 19 липня 2016 р.). Результати спостережень відображені у спеціальних щоквартальних інформаційних бюлетенях і гідрогеологічних щорічниках.

У деяких країнах із дефіцитом водних ресурсів або посушливих регіонах спостереження за режимом водних джерел тримають на особливо пильному контролі [16].

**Основні етапи моніторингу природних водних джерел (МПВД).** Структура системи моніторингу водних джерел у загальному включає послідовну реалізацію наступних етапів.

- 1) Збір наявної інформації – data mining (збір даних).
- 2) Польові обстеження I рівня – mapping (опис джерел та картографування).
- 3) Польові обстеження II рівня – sampling (виміри дебітів та відбір проб).
- 4) Польові роботи III рівня – monitoring (моніторинг).

**Перший етап МПВД – збір наявної інформації.** Передбачає формування єдиної бази даних щодо поширення природних водних джерел на основі аналізу усіх доступних матеріалів (кадастрових, архівних, літературних та інших).

При дослідженні водних джерел у Карпатському національному природному парку використовувався регіональний підхід – у межах природоохоронних науково-дослідних відділень.

Збір наявної інформації щодо поширення водних джерел на території Карпатського НПП проводиться шляхом систематизації даних інспекторів (колишніх лісників) відповідних лісових обходів у межах природоохоронних науково-дослідних відділень (ПНДВ). При цьому складаються відповідні таблиці із зазначенням номера природного джерела та його орієнтовного місця розташування (лісовий квартал та виділ) – табл. 1.6.

**Таблиця 1.6. Місце розташування природних водних джерел на території Ямнянського ПНДВ Карпатського НПП**

| № з/п | Місцезнаходження джерела |       | № з/п | Місцезнаходження джерела |       |
|-------|--------------------------|-------|-------|--------------------------|-------|
|       | квартал                  | виділ |       | квартал                  | виділ |
| 1     | 9                        | 46    | 14    | 7                        | 2     |
| 2     | 11                       | 1     | 15    | 9                        | 46    |
| 3     | 12                       | 15    | 16    | 9                        | 41    |
| 4     | 12                       | 15    | 17    | 6                        | 15    |
| 5     | 11                       | 38    | 18    | 6                        | 11    |
| 6     | 14                       | 6     | 19    | 6                        | 11    |
| 7     | 14                       | 21    | 20    | 6                        | 12    |
| 8     | 9                        | 49    | 21    | 6                        | 18    |
| 9     | 5                        | 20    | 22    | 6                        | 18    |
| 10    | 9                        | 1     | 23    | 6                        | 18    |
| 11    | 7                        | 26    | 24    | 4                        | 32    |
| 12    | 7                        | 26    | 25    | 4                        | 38    |
| 13    | 7                        | 7     |       |                          |       |

**Другий етап МПВД – польові обстеження I рівня.** Має на меті здійснення географічної прив'язки та нанесення на картографічні носії (планшети, картосхеми, плани місцевості тощо) точне місцезнаходження основних природних водних джерел і

проведення описово-рекогносцерувальних робіт на локальних ділянках.

Для визначення фізико-географічних характеристик джерела (положення, географічні координати, абсолютні відмітки тощо) використовують як класичні засоби – картографічні матеріали (дрібномасштабні топокарти, картосхеми, планшети, топоплани місцевості) так і сучасні системи глобального позиціонування – GPS (*англ.* – Global Positioning System), що приймають та обробляють сигнали супутників космічного сегменту.

Для створення цифрових картографічних матеріалів, що проводиться у лабораторних умовах використовується низка ГІС систем, як, наприклад, повнофункціональні геоінформаційні системи Mapinfo Professional, ArcGis, ArcView та ін.

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). Детальну схему описово-рекогносцерувального обстеження джерел (послідовність опису) наведено у розд. 3.

При проведенні польового обстеження I 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.

**Третій етап МПВД – польові обстеження II рівня.** Має орієнтири на визначення дебіту природних водних джерел та хімічного складу води, що стануть базовими для майбутніх досліджень.

Підходи до вимірювання дебіту водних джерел відображено у розд. 4, особливості вивчення хімічного складу і якісних показників наведено у розд. 5.

Часто другий етап польових обстежень поєднується з третім.

**Врахування сезонності при плануванні польових обстежень I - III рівнів** є надзвичайно важливим чинником. Від цього залежить ефективність результатів робіт.

*Взимку*, в цілому, польові роботи, ймовірно, є найбільш оптимальними для виявлення джерел, що залишають розплавлені плями в снігу і отвори в озерному льоду. Бурульки і крижані куполи можуть позначати непроникні горизонти в оголеннях скель і свідчити про близьке розташування природних джерел. Зимовий період також сприятливий для вимірювання базового потоку. В той же час, зима – несприятлива пора для спостереження за біотою,

до того ж сніг може приховати інші проблеми.

*Літо або осінь* є найбільш сприятливими з точки зору доступу та ідентифікації біоти, але відмінності в погоді можуть впливати на гідрологічні та гідрохімічні умови джерела. Треба також мати на увазі, що польові техніки повинні залишатися поза лісом під час полювання.

*Навесні* польові дослідження можуть бути проблематичними, оскільки стік талих вод може значно впливати на величину джерельного стоку та спотворювати результати хімічного аналізу проб джерельної води. Разом з тим, при проведенні досліджень вздовж річок, джерела можуть бути повністю заглушені сезонними високими водами. Тому перед плануванням польових робіт треба проконсультуватися із працівниками відповідних ПНДВ та переглянути дані автоматизованих гідрологічних постів у реальному часі на сайті Українського гідрометеорологічного центру ДСНС України.

*Мокра і суха погода* мають різні, але додаткові переваги: дощова погода інколи стає каталізатором прояву періодичних або переповнених джерел, які не видно в інший час. Тривалий посушливий період впливає на зниження рівня води у потоці, виявляючи джерела, які не було помітно у попередню фазу водного режиму.

**Псевдоджерела.** Локальні гіпсометричні, гідрологічні, геологічні, геоморфологічні та геоботанічні особливості русел і прируслових ділянок деяких водотоків сприяють тому, що інколи частина поверхневого стоку деяких річок і струмків може переходити у підрусловий стік. Або ж розгалужується, утворюючи декілька рукавів. У другому випадку один (або декілька) із рукавів, складений грубим уламковим матеріалом, може заростати, утворюючи поверхню, мало відмінну зовні від решти прирічкової території (заплати, тераси, долини), а стік переходить у підземний, виклинюючись далі у вигляді джерела (або джерел), які вважаються несправжніми або псевдоджерелами (рис. 1.4). Подібна ситуація може спостерігатися також у карстових районах.

Значення фізико-хімічних показників якості води водотоку та несправжнього джерела, що знаходиться неподалік від нього, в умовах Карпат практично не відрізняються або мають незначні відмінності (у межах похибки методик вимірювання) (див. рис. 1.4). Тому під час польових досліджень важливим елементом є візуальне обстеження та вивчення хімічного складу води водотоків, які знаходяться неподалік виходу водного джерела на денну поверхню.

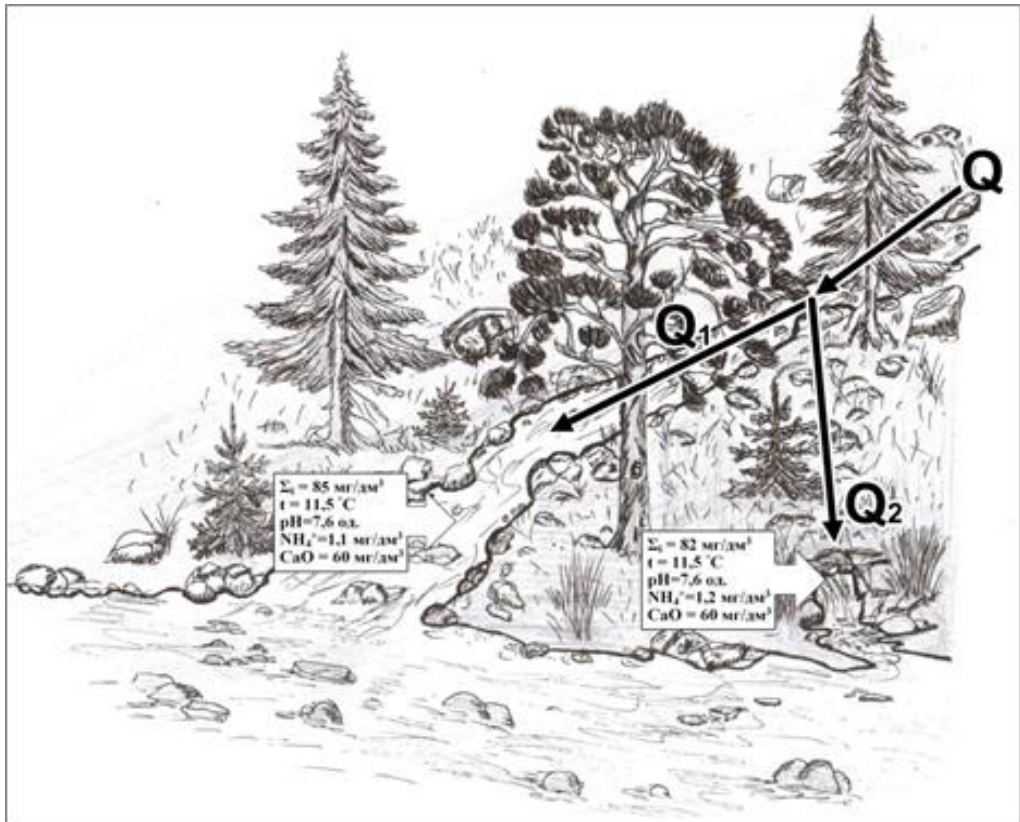


Рис. 1.4. Схема формування псевдоджерела

**Четвертий етап – польові роботи III рівня.** Передбачає організацію і проведення на постійній основі стаціонарних спостережень на вибраних еталонних або дозорних природних водних джерелах, тобто – власне моніторинг.

Епізодичного обстеження природних водних джерел при польових дослідженнях буває недостатньо для виявлення його продуктивності для практичних цілей, 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 природних водними джерелами з періодичним їх повторенням, наприклад 1-2 рази на місяць або через 2-3 місяці, залежно від обставин. У кожному випадку необхідно дослідити ті властивості джерела, що схильні до змін: дебіт, температура, хімічний склад води.

Дані стаціонарних спостережень потрібно співставити з

метеорологічними даними попереднього або низки попередніх років, а також з гідрологічними даними річного стоку річки, що живиться за рахунок водних джерел даного району. Співставлення 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 [38].

**Врахування додаткових умов при плануванні польових досліджень.** При плануванні та проведенні польових досліджень у межах Карпатського національного природного парку необхідно зважати на природоохоронний статус території зі своєрідним тваринним різноманіттям. З метою збереження карпатської фауни, створення сприятливих умов для її розмноження на території парку щорічно встановлюються періоди тиші (*сезони тиші*): а) *весняний* – з 1 травня по 1 липня; б) *осінній* – з 1 вересня по 15 жовтня. У цей час, відповідно до Закону України «Про тваринний світ» (ч. 5 ст. 39), «...забороняється проведення робіт та заходів, які є джерелом підвищеного шуму та неспокою...». Тому, навіть за наявності доріг маршрут до природних джерел має бути пішим.

Іншими факторами, які потрібно враховувати, є доступність або віддаленість місцевості і наявність польової допомоги.

Для вивчення природних водних джерел на приватних територіях необхідно отримати дозвіл власника земельної ділянки.

## 2. УМОВИ ФОРМУВАННЯ ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ ПОШИРЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ НА ТЕРИТОРІЇ КАРПАТСЬКОГО НПП

### 2.1. Характеристика природних умов території

**Загальна характеристика.** Карпатський національний природний парк – перший і один з найбільших в Україні національних природних парків. Він був створений згідно постанови Ради Міністрів УРСР від 3 червня 1980 р. № 376. Розташований у південно-західній частині Івано-Франківської області на території Яремчанської міської ради та Верховинського району. Площа парку становить 504,95 км<sup>2</sup>, а його територія простягається на 55 км з півночі на південь і на 20 км із заходу на схід [13, 49] (рис. 2.1.А).

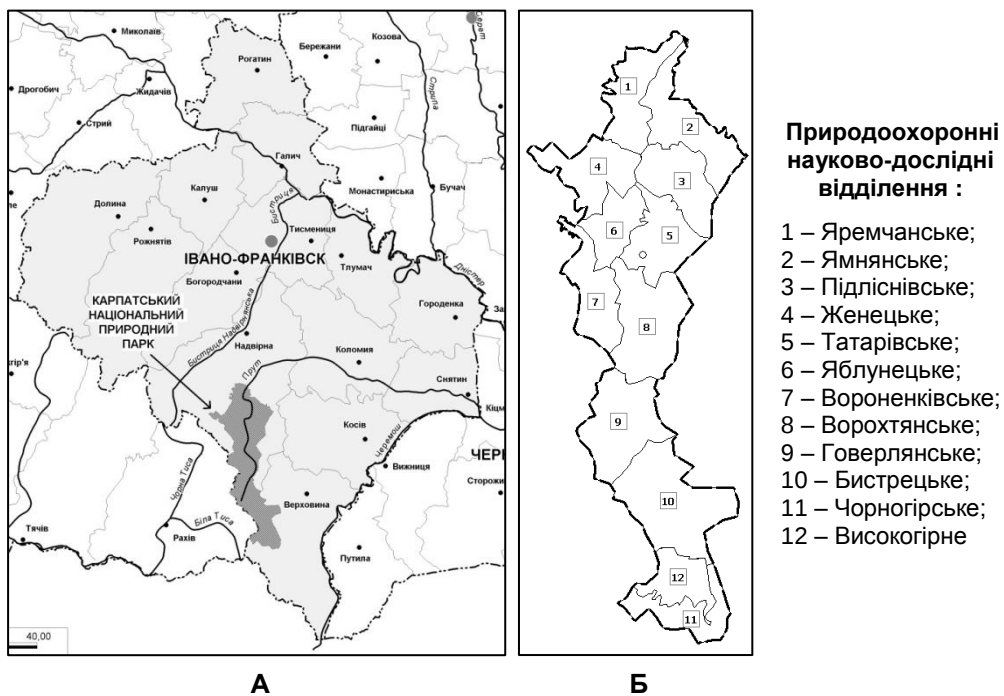


Рис. 2.1. Розташування Карпатського національного природного парку на картосхемі Івано-Франківської області (А) та схема розміщення природоохоронних науково-дослідних відділень (Б)

Відповідно до сучасного зонування територія парку складається з 12 структурних підрозділів – природоохоронних науково-дослідних відділень

(ПНДВ) (див. рис. 2.1.Б), які у свою чергу поділяються на менші одиниці – *квартали та виділи*.

Крім територій, що надані Карпатському НПП у постійне користування, до адміністративно-організаційної структури входять землі, включені у межі парку без вилучення їх у землекористувачів (м. Яремче, с. Микуличин, с. Татарів, с. Яблуниця, смт Ворохта та землі запасу Бистрецької сільської ради) [13, 49].

**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.

Серед низки кліматичних елементів атмосферні опади є визначальним фактором формування ресурсів підземних вод. В надра землі проникають, головним чином, опади, що випадають в навесні, влітку або восени.

На полонинах атмосферні опади у літній період можуть швидко випаровуватися і не досягати поверхні ґрунтових вод. Проникнення атмосферної води в надра утруднене в умовах сезонної мерзлоти.

У зимовий період зі збільшенням висоти на кожні 100 м температура 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 [12, 32]:

а) помірний – охоплює міжгірські долини до висоти 850 м над р.м.; середня температура теплого місяця становить 14-18°C, найхолоднішого – від -5°C до -7°C; випадає тут до 1000 мм атмосферних опадів на рік;

б) прохолодний – охоплює територію в межах висот 850-1250 м над р.м.; середня температура липня – +13-14°C, січня – від -7 до -9°C; на рік тут випадає близько 1200 мм опадів;

в) помірно-холодний, для якого характерні середні температури повітря: у липні – +11-12°C, а в січні – -10°C, охоплює територію в межах 1250-1500 м над р.м.; річна кількість опадів – близько 1500 мм;

г) холодний – охоплює території вище 1500 м над р.м., вище верхньої межі лісу; середня температура найтеплішого місяця тут зазвичай нижче +10°C; опадів випадає понад 1500 мм на рік; зима триває близько 6-7 місяців.

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

**Геолого-геоморфологічна будова і рельєф.** Територія Карпатського ННП в геоструктурному плані входить до складу Чорногірської та Скибової зон Карпатської складчастої області, де на поверхню виходять товстошарові пісковики, чорні аргіліти, глинисто-пісковий фліш та інші геологічні відклади.

З геологічною будовою Карпат (літологія та тектоніка) тісно пов'язана і диференціація хімічного складу джерельної води. Карпатські джерела часто виводять з геологічних розломів хлоридні (розсолоні) та сульфідні води. Це прісні води (тобто з мінералізацією нижче  $0,5 \text{ г/дм}^3$ ), перехідні (з мінералізацією від  $0,5$  до  $0,999 \text{ г/дм}^3$ ) і мінеральні води (з мінералізацією понад  $1 \text{ г/дм}^3$ ). Джерельні води відрізняються головним чином величиною мінералізації, вмістом окремих іонів та конкретних компонентів, формою витоку, явищами, що супроводжують їх витік, та генезисом [63].

Природні комплекси території парку можна віднести до трьох геолого-геоморфологічних районів Карпат. Північна частина – до *Скибових Горган*, північна до *Ясинсько-Верховинської міжгірської улоговини*, а південна, найвища – до *Чорногірського масиву*.

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.: г. Синяк (1665 м), г. 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'яністі.

Чорногірський масив представлений трьома паралельними середньо гірськими хребтами, витягнутими із північного заходу на південний схід. Південна межа парку проходить по вододілу головного Чорногірського хребта і фіксується вершинами гір Говерли (2061 м), Брескул (1911 м), Туркул (1935 м), Бребенескул (2036 м), Мунчел (2002 м), Піп Іван (2022 м). Характерною особливістю рельєфу хребта є сліди древнього зледеніння – значних древньольдовикових карів, морен, реліктових льодовикових озер.

Ґрунти на полонинах відзначаються дуже низькими водно-фізичними властивостями, особливо інфільтраційною здатністю. Звичайно, дощові і талі води тут витрачаються переважно на поверхневий стік, і лише незначна їх кількість просочується у ґрунт і поповнює запаси ґрунтових вод [31].

## 2.2. Закономірності поширення природних водних джерел

Сукупність хапактерних геолого-гідрогеологічних, кліматичних та ландшафтно-геоморфологічних особливостей на території Карпатського НПП створили умови для значного поширення тут природних виходів підземних вод на поверхню і формування природних водних джерел.

**З історії досліджень.** Ще наприкінці XIX ст. професор В.О. Шухевич зазначав: «Жерел у Гуцульщині премного. Всюди, не тільки по долинах, але і на вершках та узгір'ях б'ють великі і малі жерела, а вода їх спадає нераз із значної високости в пропастисті долини, щоби утворити потік».

Навіть без спеціального обладнання окремі типи природних вод можуть бути визначені за їх характерним смаком і запахом, осадом на дні вихідної ніші, каналом відтоку води та супровідним газом, яким може бути діоксид вуглецю, метан або сірководень [63]. Зрозуміло, що найперше люди звертали увагу на джерела сірководневих мінеральних вод, які за даними інвентаризації 1988 р. виявлено у чотирьох природоохоронних науково-дослідних відділеннях – Ямнянському, Ворохтянському, Татарівському та Підліснівському (В. Гетьман, 2004). Подальші періодичні обстеження інспекторами науково-дослідних відділень у межах лісових обходів дозволили виявити ще декілька об'єктів даного типу у Вороненківському ПНДВ.

Історія вивчення водних джерел на території Карпатського НПП сягає понад сотню років. Дослідження особливостей поширення водних джерел у регіоні були пов'язані із розвитком рекреаційно-туристичного комплексу, який швидкими темпами розвивався наприкінці XIX на початку XX ст. (ця територія входила до Австро-Угорщини - до 1918 р., Польщі – 1921-1939 р., з 1939 р. – УРСР).

Перші наукові дослідження водних джерел проводились у межах Чорногори і пов'язані із іменами віденських геологів (К. Пауль, Е. Тітце, 1877), польських вчених (М. Ломніцкі, 1879; С. Вейгель, 1885; С. Павловскі, 1915; Г. Гасіоровскі, 1906; Л. Савіцкі, 1911; Г. Запалович, 1912, Б. Свідерскі, 1938 та ін.) та вітчизняних науковців (Г.В. Козій, 1932; П.Н. Цис, 1955; Г.П. Міллер, 1961 та ін.).

Серед низки праць звертає на себе увагу монографія «Geomorfologia Czarnohory» вище згадуваного польського вченого В. Swiderski. Зокрема він зазначав, що значна кількість водних джерел з'явилася у результаті ерозійної діяльності льодовика, що мав місце у четвертинному періоді – так зване, плейстоценове зледеніння.

Монографія написана у формі пояснювальної записки до геоморфологічної карти масштабу 1:25000. Фрагмент карти (оновленої, з укр. перекладом) наведено на рис. 2.2.

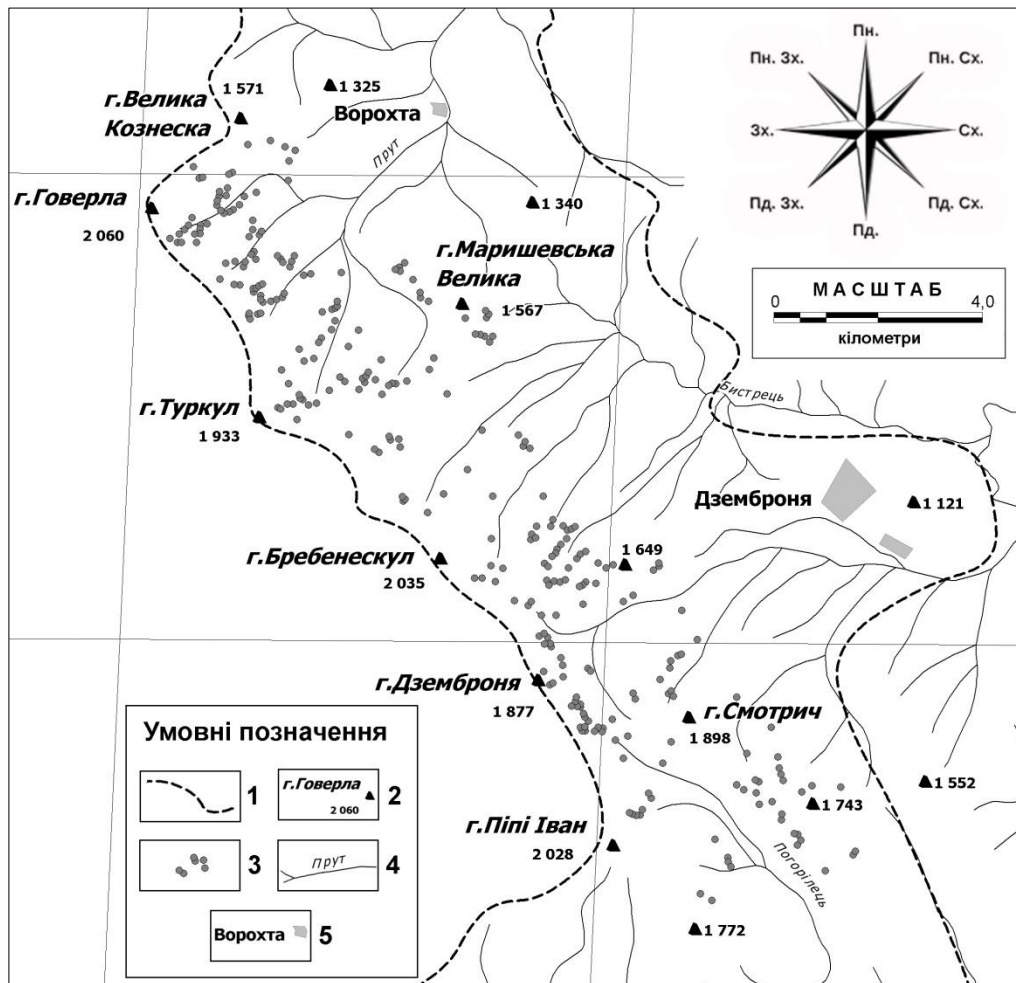


Рис. 2.2. Схема розташування водних джерел на території Карпатського НПП у межах Чорногірського масиву [68] :

1 – межі Карпатського НПП; 2 – гірська вершина, її назва та абсолютна висота; 3 – водні джерела; 4 – гідрографічна мережа; 5 – населений пункт та його назва

Значна кількість продуктів вивітрювання, морен і уламкових відкладів навколо північно-західних схилів Чорногірського масиву визначає характер місцевого дренажу, про що свідчить розподіл водних джерел. Круті схили і стіни котлів джерельних і нижніх амфітеатрів, як правило, позбавлені постійної дегідратації поверхні

і, як наслідок, неперервних лінійних ерозійних явищ. У цій зоні вона виникає лише періодично під час снігопаду і особливо рясних атмосферних опадів.

Виходи природних водних джерел на поверхню пов'язані:

1) з грубими уламками вивітрювання на доделювіальних 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 рясно виступають на верхній межі напівзруйнованого підрізу схилів або вище цієї зони, без чіткого зв'язку з глибокою скельною структурою. У другому – зоною виходу водоносних горизонтів на денну поверхню є основи амфітеатрів і карових долин у нижній частині конусів виносу і накопичення на рівні плоских заторфованих ділянок. Головним чином у цих місцях бере початок постійний поверхневий дренаж верхніх частин чорногірських долин і посилення впливу лінійної ерозії. Частина води, що накопичується у цих ділянках або льодовикових заглибленнях, просочується крізь товщі морен вздовж долин і знаходить гирло серед стадіальних морен. Третій тип кластерів – особливо рясні джерела – це ділянки зсувів, де відбувається вихід води на денну поверхню біля підніжжя мас, які вже зсунулись [68].

У межах сідловин і сильноспадиєстих схилів, складеними тонкоритмічним пісковиком-аргілітовим флішем виходять джерела підземних вод мочажинного типу які дають початок р. Прут і її притокам [23].

**Сучасні дослідження.** У період 1991-1993 рр. у районі м. Яремче детальними гідрогеологічними дослідженнями (у тому числі вивченням водних джерел) займалися фахівці львівської геолого-розвідувальної експедиції «Західукргеологія» (керівник – М.Б. Охітва). За результатами проведених гідрогеологічних робіт виявлено поширення тут підземних вод середньої мінералізації з підвищеним вмістом броду – з дебітом 27,6 м<sup>3</sup>/добу; малої мінералізації – 81,6 м<sup>3</sup>/добу; слабомінералізовані води з підвищеним вмістом органічної речовини типу «Нафтуса» – 106,6 м<sup>3</sup>/добу, слабомінералізовані води з підвищеним вмістом заліза – 34,5 м<sup>3</sup>/добу.

У період 2005-2006 рр. провідними науковцями Івано-Франківського державного медичного університету та Карпатського

НПП проводилась спільна робота на тему : «Дослідження фізико-хімічного складу джерельних вод на території Карпатського національного природного парку».

У 2011 р. вивченням хімічного складу деяких природних водних джерел (зокрема у смт Ворохта та с. Ямна) займалися фахівці Інституту геологічних наук НАН України та Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України [48].

У цей же період працівниками Карпатського НПП розпочалися більш детальні роботи по комплексному обстеженню (інвентаризації та обліку) основних водних джерел, що розташовані на території Парку та прилеглих ділянок. У процесі досліджень проводились описово-рекогносцирувальні роботи, визначення кількісних та якісних показників; складалися відповідні узагальнюючі табличні матеріали та картосхеми, надавалися рекомендації щодо облагородження території.

Регулярний моніторинг якості води джерел, які використовуються для централізованого водопостачання населених пунктів, окремих домогосподарств та туристичних комплексів проводиться фахівцями Надвірнянської міськрайонної філії ДУ «Івано-Франківський обласний лабораторний центр МОЗ України» (раніше – обласної санепідемстанції).

**Дослідження особливостей поширення водних джерел з використанням факторного аналізу.** Аналітичний аспект вивчення основних закономірностей та особливостей поширення водних джерел на території Карпатського НПП пов'язаний із дослідженням сукупності оцінювальних параметрів та взаємозв'язків між ними. Для цього було застосовано факторний аналіз, який дає можливість комплексно і системно оцінити дію певних чинників, ідентифікувавши їх та визначити вплив на величину результативних показників.

В якості прикладу показано алгоритм вивчення закономірностей поширення водних джерел на території Ворохтянського ПНДВ. За оцінювальні параметри нами було використано наступні ознаки (показники): географічні координати (X та Y), абсолютна висота місця виходу підземних вод на поверхню (H, абс. м.), величина дебіту джерела ( $Q_{дж.}$ ), ступінь його використання, температура води, мінералізація води та величина рН.

Важливою характеристикою спорідненості між певними ознаками X та Y є міра кореляційного зв'язку, що виражається через коефіцієнт кореляції Пірсона (коефіцієнт лінійної парної кореляції) і розраховується на основі парної вибірки значень величин X та Y за формулою :

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{(\overline{x^2} - \bar{x}^2)(\overline{y^2} - \bar{y}^2)}} \quad (2.1)$$

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  $x$ .

За результатами математико-статистичної обробки генеральної сукупності даних було побудовано кореляційну матрицю системи застосованих ознак та встановлено значимість зв'язку між ними (табл. 2.1).

**Таблиця 2.1. Кореляційна матриця зв'язків ознак природних водних джерел на території Ворохтянського ПНДВ Карпатського НПП**

| Ознака (показник)    | $x$   | $y$   | Абсолютна висота | Дебіт джерела | Ступінь використання | Температура води | Мінералізація води | pH   |
|----------------------|-------|-------|------------------|---------------|----------------------|------------------|--------------------|------|
| $x$                  | 1,00  |       |                  |               |                      |                  |                    |      |
| $y$                  | 0,42  | 1,00  |                  |               |                      |                  |                    |      |
| Абсолютна висота     | -0,46 | -0,55 | 1,00             |               |                      |                  |                    |      |
| Дебіт джерела        | -0,19 | 0,03  | -0,27            | 1,00          |                      |                  |                    |      |
| Ступінь використання | -0,07 | 0,52  | -0,18            | -0,07         | 1,00                 |                  |                    |      |
| Температура води     | 0,17  | -0,08 | 0,45             | -0,25         | -0,32                | 1,00             |                    |      |
| Мінералізація води   | -0,25 | -0,18 | 0,12             | -0,23         | 0,03                 | 0,09             | 1,00               |      |
| pH                   | 0,19  | 0,30  | -0,23            | 0,51          | -0,24                | 0,15             | 0,21               | 1,00 |

**Примітка :** типи кореляційного зв'язку –  $r < 0$  – зворотний зв'язок;  $0 \leq |r| < 0,1$  – зв'язок відсутній;  $0,1 \leq |r| < 0,3$  – слабкий;  $0,3 \leq |r| < 0,5$  – помірний;  $0,5 \leq |r| < 0,7$  – помітний;  $0,7 \leq |r| < 0,9$  – сильний;  $0,9 \leq |r| < 0,99$  – дуже сильний;  $0,99 < |r| \leq 1$  – повний

Вже на даному етапі це дозволило відзначити певне групування показників за величиною зв'язку між ними. Для виявлення більш детального міжкомпонентного взаємозв'язку було проведено факторний аналіз з використанням методу головних компонентів (МГК).

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 було обчислено значення усіх факторів для кожного спостереження вихідної вибіркової сукупності за формулою:

$$F_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^k a_{ij} \cdot X_{it}^{Ц,Н}}{\lambda_j} \quad (2.2)$$

де  $F_{jt}$  – значення  $j$ -ого фактора у  $t$ -ого спостереження,  $X_{it}^{Ц,Н}$  – нормоване (і центроване) значення  $i$ -ї ознаки у  $t$ -ого спостереження вихідної вибірки;  $a_{ij}$  – факторне навантаження,  $\lambda_j$  – власне значення, що відповідає фактору  $j$ . Дані обчислені значення  $F_{jt}$  широко використовуються для графічного відображення результатів факторного аналізу. Обчислені величини факторних навантажень, власні значення факторів та їх вага представлені у табл. 2.2.

**Таблиця 2.2. Факторні навантаження, власні значення та вага факторів формування та поширення природних водних джерел на території Вороненківського ПНДВ Карпатського НПП**

| Показники                   | Factor Loadings (Varimax raw) (Stat) Extraction: Principal components (Marked loadings are >,500000) |             |             |              |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------|
|                             | Factor 1                                                                                             | Factor 2    | Factor 3    | Factor 4     |
| X                           | 0,41                                                                                                 | -0,29       | -0,23       | <b>0,69</b>  |
| Y                           | 0,24                                                                                                 | <b>0,87</b> | 0,09        | 0,22         |
| Абсолютна висота            | <b>0,77</b>                                                                                          | 0,24        | -0,04       | -0,23        |
| Дебіт джерела               | -0,33                                                                                                | 0,06        | <b>0,88</b> | 0,14         |
| Ступінь використання        | -0,22                                                                                                | <b>0,84</b> | -0,26       | -0,16        |
| Температура води            | <b>0,89</b>                                                                                          | -0,08       | 0,02        | 0,10         |
| Загальна мінералізація води | 0,20                                                                                                 | -0,20       | -0,09       | <b>-0,87</b> |
| pH                          | 0,38                                                                                                 | -0,21       | <b>0,83</b> | -0,19        |
| Expl.Var                    | 1,96                                                                                                 | 1,71        | 1,60        | 1,42         |
| Prp.Totl                    | 0,24                                                                                                 | 0,21        | 0,20        | 0,18         |

За результатами проведеного математико-статистичного аналізу було виділено чотири основні фактори, що визначають особливості

поширення водних джерел на території Вороненківського ПНДВ Карпатського НПП: 1) 19,6 % інформації 2) 17,1 %; 3) 16,0 %; 4) 14,2 % інформації.

*Перший фактор (19,6 % інформації)* – показує, що з висотою температура джерельної води дещо збільшується і зростає роль атмосферних опадів у формуванні температурного режиму води в джерелах, тому його можна ідентифікувати як *кліматичний*.

*Другий фактор (17,1 % інформації)* – вказує на зв'язок віддаленості водних джерел від доріг, населеного пункту (сmt Ворохти) та туристичних маршрутів, що проходять по відносно «стабільних» територіях; тому даний фактор можна визначити як *геоморфологічний*.

*Третій фактор (16,0 % інформації)* – може відображати умови живлення (у воді джерел з підвищеним дебітом відзначаються вищі значення рН) і доповнювати один з аспектів прояву першого фактора - кліматичного.

*Четвертий фактор (14,2 % інформації)* – показує взаємозв'язок загального вмісту солей у воді з географічними координатами, тому може бути *показником впливу регіональних геолого-тектонічних умов* на формування хімічного складу місцевих водних ресурсів.

### 3. СХЕМА ОПИСОВО-РЕКОГНОСЦИРУВАЛЬНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ

---

Описово-рекогносцирувальний блок моніторингу водних джерел проводиться у експедиційних умовах і складається із загального опису території та геоботанічної (флористичної) характеристики, яку пропонується формувати окремим елементом.

Система описових ознак, що використовуються для характеристики водного джерела залежить від мети дослідження, регіональних особливостей фізико-географічних умов території, антропогенної складової тощо.

Існує низка підходів до загального опису джерел, приджерельних або навколджерельних територій. Нами за основу взято компоненти детальної схеми, запропонованої ще у 30-х роках ХХ ст. Ф.П. Саваренським [36].

З деякими уточненнями і доповненнями загальні рекомендації щодо характеристики досліджуваної місцевості у польових умовах зводяться до опису фізико-географічних умов, ступеня використання джерела та геоботанічного опису приджерельної території.

#### 3.1. Опис фізико-географічних умов та ступеня використання природного водного джерела

При опису фізико-географічних умов та ступеня використання природного водного джерела звертається увага на наступні аспекти, які знаходять своє висвітлення.

1. *Порядковий номер джерела.* Кожне досліджуване водне джерело описується під певним порядковим номером, який йому присвоюється і позначається на карті.

2. *Місце розташування джерела.* Слід вказати місце знаходження водного джерела по відношенню до гідрографічних та орографічних елементів (долина річки, балка, яр, берег моря, підніжжя гори і т.д.) і по відношенню до найближчого населеного пункту (напрямок і приблизна відстань від нього). Привести місцеву назву джерела, якщо вона є.

3. *Рельєф місця виходу джерела* повинен бути охарактеризований з найбільшою повнотою і ясністю. Наприклад, відзначити, що джерело має вихід на пологому, крутому схилі до річкової долини у верхній, середній, нижній частині його, або біля основи, середини обриву (правого, лівого) корінного берега річки або схилу гори (північного,

південного, східного, західного) і т.д. Найкраще характер рельєфу може бути виражений у вигляді зарисовки схематичного розрізу місцевості у характерному напрямку, наприклад поперек схилу, берега і т.п. Такий схематичний розріз може бути виконаний з приблизним дотриманням горизонтального і вертикального масштабу.

4. *Висота місця виходу джерела.* Бажано (а при детальній зйомці і обов'язково) треба визначити абсолютну висоту місця виходу джерела якщо не інструментальним нівелюванням (нівеліром, тахеометром), то хоча б барометрично (анероїдом).

У сучасній практиці проведення польових експедиційних досліджень найбільш популярними є застосування портативних вимірювальних приладів – GPS-навігаторів – пристроїв, які отримують сигнали глобальної системи позиціонування з метою визначення поточного місця розташування і забезпечують інформацію про поточну широту, довготу та висоту місцевості.

При цьому, необхідно визначити відмітку не лише пункту самого джерела, але й перевищення його над дном долини, над рівнем річки і т.д., що дуже важливо для цілої низки подальших висновків і міркувань.

Доречно у місці виходу джерела побудувати поперечний профіль місцевості (поперечний до долини, балки, ущелини, у яких розташоване джерело, або до височини, на схилі або біля підосви якої він розташований).

При цьому, рекомендується визначити відстань, а також відмітки характерних точок перегину схилу, брівки, краю і підніжжя терас, якщо такі є. Також зафіксувати відмітки виходів корінних порід або окремих характерних товщ, початку осипів, делювію і т.п. Ці дані необхідні для створення схематичного геологічного розрізу по профілю з дотриманням масштабу.

Якщо не можливо визначити абсолютну висоту розташування водного джерела, то все ж корисно визначити відносне перевищення над дном долини і створити профіль, про який вказувалось вище.

5. *Геологічна будова і водоносний горизонт,* що живить дане джерело. У місці виходу джерела потрібно виявити і описати геологічну будову. Причому, якщо у місці виходу є оголення, то воно описується і замальовується на профіль із зазначенням у розрізі положення джерела. Якщо схил прикритий якими-небудь наносами, наприклад, делювієм, осипами і т. д., і не можливо провести необхідну розчистку, то на розрізі позначають те, що видно. У випадку, якщо джерело виходить безпосередньо із

водоносного горизонту, то останній описується особливо детально.

Якщо джерело виходить із наносів, що прикривають водоносний горизонт, то про останній можна судити на основі геологічної будови місцевості. Інколи в цьому допомагає висотна відмітка, хімічний склад води, температура, що дозволяють вияснити приналежність джерела до того чи іншого водоносного горизонту, до тієї чи іншої водоносної тріщини.

6. *Тип джерела.* За зовнішніми ознаками і приналежністю до водоносного горизонту або породи, визначається тип джерела: висхідний або низхідний, із наносів, із пластового горизонту або із тріщини (тріщин) тощо. Детальна типізація водних джерел відображено у розд. 1.3.

7. *Характер виходу джерела.* Джерело може виходити або одним струменем, приуроченим до підземних ходів, тріщин і т.д., або у вигляді кількох струменів, або рівномірно просочуватись схилом уздовж виходу водоносного пласта. Часто виявити характер виходу без відповідного розчищення є утруднено. Якщо пластовий вихід води не формує джерела у повному значенні цього поняття, а зумовлює лише заболочення ділянки схилу або посилене зволоження, у посушливих місцевостях супроводжується інколи, так званими «випотами» солей (тонким білосніжним нальотом солей), то кожне таке явище повинно бути зафіксоване.

8. *Мінеральні виділення і новоутворення.* У деяких випадках джерела виділяють при виході на денну поверхню деякі солі і супроводжуються мінеральними новоутвореннями.

Такими, наприклад, є вапнякові прісноводні туфи, травертини, кременистий наліт, виділення бурого оксиду заліза і т.п. Необхідно детально описати ці явища, визначити об'єм утворень і відібрати їхні зразки.

Крім того, слід обстежити навколишню місцевість і вияснити, чи немає подібних утворень поблизу на місці раніше існуючих і вже зниклих виходів підземних вод.

У деяких випадках на дні водойми, у яку виходить джерело, відкладаються мулисті утворення з сірководневим бродінням за рахунок процесів десульфатифікації бактеріями сірчаноокислих або сірководневих сполук, що знаходяться у воді. У таких випадках потрібно відібрати пробу цих відкладів.

9. *Не зосереджене джерело.* Інколи підземні води виходять на денну поверхню не зосередженим джерелом або джерелами, а непомітно зливаються в один загальний потік. Наприклад, струмок, що витікає по долині, або ущелиною, або коли джерела виходять безпосередньо не на денну поверхню, а в товщу наносів, через яку

вода просочується у струмок або річку. У таких випадках необхідно зробити загальний опис місця живлення струмка (річки) і визначити характеристики водного струмка у тому місці, де він уже збирається у помітний потік.

10. *Заболочення поверхні по лінії виходу водоносного горизонту.* У тому випадку, коли водоносна товща зрізується схилом і не утворює окремих джерел, а віддає воду рівномірно у товщу, яка прикриває схил делювію, спостерігається заболочення поверхні по лінії виходу водоносного горизонту і нижче. У такому випадку потрібно визначити площу такого заболочення та протяжність заболоченого схилу, а також висоту верхньої межі перезволоженої смуги, яка визначає положення водоносної товщі. Також необхідно відзначити основні ознаки заболочення: поява води, купини, характер рослинності, зсувні явища та ін.

11. *Вихід підземних вод на поверхню замаскований осипами, делювієм тощо.* У деяких випадках вихід підземних вод на поверхню буває замаскований осипами, делювієм тощо, або доступ до нього для проведення усіх вищезазначених спостережень утруднений. У таких випадках необхідним є проведення деяких попередніх робіт з каптажу джерела. Розчищається місце виходу і вводиться струмінь джерела у трубу, лоток або облаштовується кювет чи колодязь з непроникним дном, яке попереджує поглинання води навколишньою породою. Заходи з каптажу джерела - різноманітні, залежать від місцевих умов і потребують у кожному випадку окремої уваги.

12. *Джерело з каптажем.* Необхідно провести опис каптажу.

13. *Планування використання джерела для населення.* При плануванні, створенні та упорядкуванні зон відпочинку, туристичних маршрутів, індивідуального або ж групового водопостачання та низки інших соціально-економічних заходів важливою є інформація щодо ступеня використання водного джерела на території Карпатського національного природного парку.

Якщо водою джерела користуються, то необхідно в'яснити для яких цілей: для господарсько-питних потреб, лікувальних цілей тощо, і отримати на основі опитування місцевого населення (при можливості) відомості, що характеризують режим джерела:

- а) чи давно користуються водою джерела;
- б) чи завжди був однаковий дебіт;
- в) чи спостерігається зниження дебіту джерела і коли власне, у який період року і у які роки особливо помітно;
- г) чи не вичерпується інколи джерело;
- г') чи не спостерігається збільшення дебіту джерела після дощів

і через який час;

д) чи не мутніє вода у джерелі і коли саме;

е) чи не промерзає джерело взимку.

Для орієнтовної характеристики ступеня використання водних джерел у Карпатському НПП було застосовано наступні критерії :

- віддаленість водного об'єкта від дороги, населеного пункту або туристичного маршруту,

- популярність туристичного маршруту (дороги);

- величина дебіту джерела;

- органолептичні характеристики, визначені без спеціальних засобів (візуально);

- наявність і стан каптажу;

- наявність водозабору;

- цільове призначення водозабору (за наявності) – для господарсько-питного водопостачання, господарських чи туристичних комплексів тощо;

- орієнтовна кількість водокористувачів водозабору (один чи більше).

За аналізом вище перерахованих критеріїв та характеристик було прийнято три основних ступеня використання водних джерел:

*А).Низький ступінь використання.* До цього типу віднесено водні джерела, що знаходяться віддалено від туристичного маршруту, на малопопулярному маршруті або на популярному маршруті, але мають дуже низький дебіт (спостерігається просочування води, тимчасові водні об'єкти з низькими смаковими якостями). Воду інколи споживають працівники лісопаркового господарства, рідше туристи, грибники, дикі звірі тощо.

*Б).Середній ступінь використання.* До даного типу водних джерел рекомендується відносити об'єкти, що локалізуються вздовж популярних пішохідних туристичних маршрутів або основних автотранспортних шляхів. Такі джерела інколи мають каптаж, оснащені інформаційними матеріалами. Основними водокористувачами є туристи, що поповнюють запаси води при проходженні маршруту, місцеве населення інколи використовує для питних потреб (не водозабори) та ін.

*В).Високий ступінь використання.* Більша частина стоку джерела використовується туристами, місцевим населенням, є водозабори для господарсько-питного водопостачання домашніх господарств, фермерських та готельно-туристичних комплексів тощо. До цього типу можна віднести природні джерела зі специфічними компонентами та властивостями води, які розташовані у межах лікувально-санаторних закладів.

### 3.2. Геоботанічний опис

У багатьох країнах світу, зокрема США та Європі, вивчення рослинних асоціацій є невід'ємною складовою системи моніторингу природних водних джерел. Існує загальний і детальний підходи до геоботанічного опису водного джерела.

1. *Загальна характеристика* може здійснюватися за переважаючим типом рослинних формацій. Наприклад, на території Карпатського НПП вирізняються три основні види джерел – лісові, лугові та скельні. При проведенні детального вивчення джереловищ опис рослинності можна наводити за типами (деревна, чагарникова, трав'яниста, мохово-лишайникова) або (та) за видовим складом.

При характеристиці оселищ поблизу витоків водних джерел можна застосовувати класифікацію Європейської системи інформації про природу, відповідно якої на території України виділяють : ацидофільную оліготрофну (*Acid oligotrophic vegetation of spring brooks*); кальцефільную оліготрофну (*Lime-rich oligotrophic vegetation of spring brooks*); мезотрофну (*Mesotrophic vegetation of spring brooks*) та евтрофну рослинність (*Eutrophic vegetation of spring brooks*).

Відповідно до даного підходу у високогірному поясі (понад 1450 м) та середньогір'ї Карпатського НПП флора джереловищ досить одноманітна з переважанням ацидофільної рослинності.

При проведенні обліку водних джерел восени 2018 р. поблизу урочища Згар (середня течія струмка Пародчин, ліва притока р. Прут, абсолютна висота – 823 м над р.м.) було досліджено джерело із сірководневим запахом води. Воно серед інших характеризувалося найнижчою температурою води (9,0°C), найвищою мінералізацією води (214 мг/дм<sup>3</sup>) та дещо підвищеним радіаційний гамма-фоном на 2-4 одиниці (0,12 мкЗв/год), що свідчить про глибинне походження.

Досліджене нами приджерельне оселище було найбільш бідним серед інших цього району. Це пояснюється впливом сірководню, що за твердженням деяких вчених розглядається у фізіології та біохімії тварин і рослин як токсикант. На окремих куртинах («острівках») поблизу даного джерела зустрічались лише кілька видів рослин: гіпнум кипарисоподібний (*Hypnum cupressiforme* Hedw.), нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.), міцеліс стінний (*Mycelis muralis* (L.) Dumort.) та глуха кропива біла (*Lamium album* L.) [17].

Дуже бідний і одноманітний рослинний світ відзначається також поблизу природного виходу підземних вод зі скельних порід; тут переважають мохи і лишайники. Такі джерела є на горі Хом'як (1530 м. абс.), на Чорногірському масиві (наприклад, біля озера Марічейка) тощо.

Щодо озера Марічейка, то вода в озеро надходить із численних джерел, які виходять з підніжжя північно-східного схилу [43]. Але в місцях впадіння джерел і потічків в озеро, де вода застоюється, формуються флористично багатші фрагменти асоціації *Carex rostrata* – *Hypnales*. Травостій в цих умовах густий – до 75% і високий. *Carex rostrata* L. (50%) формує перший ярус, який доповнюється *Polygonum bistorta* L., *Crepis paludosa* L. Другий ярус сформований *Caltha palustris* L., *Carex cinerea* Poll., *Epilobium palustris* L., *C. canescens* L., *C. echinata* Murray, *Cardamine pratensis* L. В моховому покриві переважають мохи *Philonotis fontana* (Hedwig) Bridel, *Mnium rugicum* Laur, рідкісний вид *Bryum schleicheri* Schwagr., який часто зустрічається у високогірних приджерельних оселищах. Рослинність відноситься до евтрофного типу, в якому переважають ценози травино-мохової групи формацій. Тут характерна мозаїчність рослинного покриву, яка залежить від розташування водотоку [17].

2. *Детальний опис окремих типових, раритетних, рідкісних* приджерельних або індикаторних рослин можна здійснювати за класичною схемою біологічної класифікації Карла Ліннея.

Як приклад деталізованого опису наведено класифікацію фіалки двоквіткової (*Viola biflora* L.) (табл. 3.1), що за деякими даними у високогірному поясі Карпат відіграє роль флористичного індикатора наявності тектонічних порушень та місць виходу міжпластових вод [28].

**Таблиця 3.1. Приклад біологічної класифікації фіалки двоквіткової (класифікація Карла Ліннея)**

|          |                                               |
|----------|-----------------------------------------------|
| Домен:   | Еукаріоти ( <i>Eukaryota</i> )                |
| Царство: | Зелені рослини ( <i>Viridiplantae</i> )       |
| Відділ:  | Вищі рослини ( <i>Streptophyta</i> )          |
| Надклас: | Покритонасінні ( <i>Magnoliophyta</i> )       |
| Клас:    | Еудикоти ( <i>Eudicots</i> )                  |
| Підклас: | Розиди ( <i>Rosids</i> )                      |
| Порядок: | Мальпігієцвіті ( <i>Malpighiales</i> )        |
| Родина:  | Фіалкові ( <i>Violaceae</i> )                 |
| Рід:     | Фіалка ( <i>Viola</i> )                       |
| Вид:     | Фіалка двоквіткова ( <i>Viola biflora</i> L.) |

**Прикінцеві положення.** Опис кожного джерела обов'язково повинен супроводжуватися відповідною датою проведення досліджень (рік, місяць, число і час) і підписом дослідника (або дослідників).

Після завершення польових досліджень усі дані по досліджуваних джерелах повинні бути оброблені і зведені у відомості (наприклад, «Відомість джерел басейну річки Прут. Татарівське ПНДВ Карпатського НПП. Яремчанський район, Івано-Франківська область»).

Польовий етап дослідження рекомендується супроводжувати фотофіксацією водного джерела та (або) прилеглої території (рис. 3.1).



А



Б



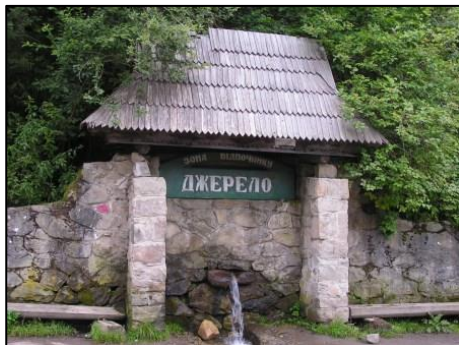
В



Г



Г



Д

**Рис. 3.1. Фотофіксація деяких водних джерел Карпатського національного природного парку, природоохоронні науково-дослідні відділення:**

А – Яремчанське; Б – Говерлянське; В – Татарівське; Г – Вороненківське; Г – Женецьке; Д – Ворохтянське

## 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕБІТУ ПРИРОДНИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ

---

Основною характеристикою, що визначає продуктивність або потенціал водного джерела є його *дебіт* (англ. spring discharges, spring yield) або *витрата* ( $Q_{\text{дж.}}$ ) – *кількість води* ( $V_{\text{дж.}}$ ), *що витікає з підземних горизонтів на денну поверхню за одиницю часу* ( $T$ ).

Математично дебіт водного джерела виражається як і витрата води водотоку за формулою:

$$Q_{\text{дж.}} = \frac{V_{\text{дж.}}}{T} \quad (4.1)$$

Зазвичай, потенціал точкового стоку (джерела) у порівнянні з витратами води річок незначні. Тому за одиницю об'єму прийнято брати  $\text{дм}^3$  (інколи л або мл), рідше –  $\text{м}^3$ , а величина самого дебіту виражається у  $\text{дм}^3/\text{с}$ ,  $\text{дм}^3/\text{год}$ ,  $\text{м}^3/\text{добу}$  тощо.

Дебіт джерел залежить від кількості, типу і розподілу атмосферних опадів, водопроникності гірських порід, геотектоніки території, величини та характеру площі живлення джерела, від глибини залягання рівнів підземних вод, від густоти та місця розташування джерел (з низки джерел, що мають спільну площу живлення найбільш продуктивним буде те, що розташоване найнижче).

При виборі методу для визначення продуктивності водного джерела слід враховувати його тип, геоморфологічні особливості території, наявність чи відсутність каптажу тощо [61].

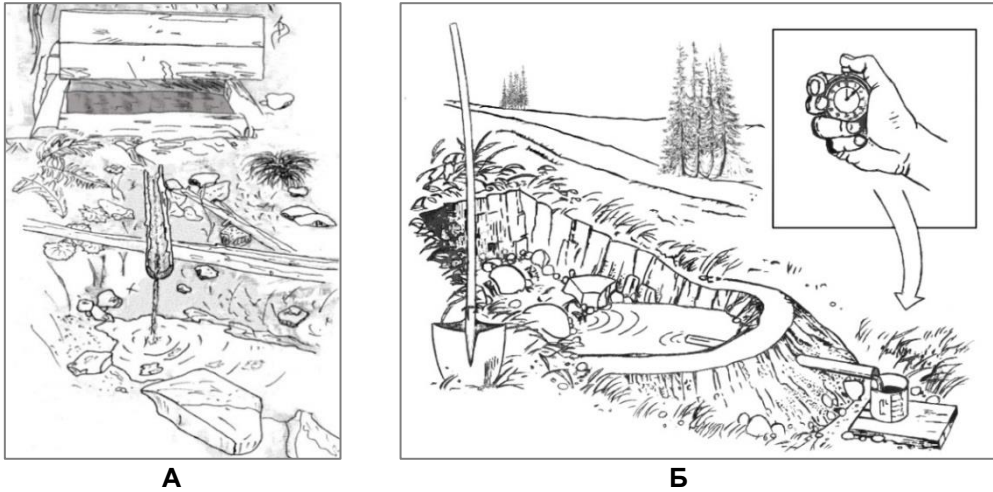
### 4.1. Об'ємний метод

Існує значна кількість методів для визначення  $Q_{\text{дж.}}$ . Найбільш популярний і простий спосіб дослідження точкового стоку – *об'ємний* (американський аналог: *bucket/stopwatch* – відро/секундомір). Суть його полягає в акумуляції усієї води, що виходить із джерела у мірній посудині (відро, контейнер, пляшка тощо) і фіксуванні часу її наповнення. Відповідно до рекомендацій [65] такий вид робіт необхідно проводити удвох: одна людина слідкує за наповненням посудини, інша – фіксує час події.

Вимірювання слід проводити щонайменше двічі, а при значній різниці отриманих результатів – більше; за характеристику  $Q_{\text{дж.}}$  беруть середнє арифметичне значення :

$$\bar{Q}_{\text{дж.}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{i \text{ дж.}}}{n} \quad (4.2)$$

Для зручності водокористування низка карпатських джерел каптовані або облаштовані дерев'яними ринвами (місцева назва жолоб або чурів), через які проходить основна частина стоку (рис. 4.1.А).



**Рис. 4.1. Тимчасові водозливи з природного водного джерела**

Це полегшує вимірювання дебіту води об'ємним способом. При відсутності акумулюючо-водозливних засобів облаштовують спеціальні тимчасові земляні греблі з водозливом через трубу (рис. 4.1.Б).

У польових умовах на невеликих водних джерелах встановлюють пластину з гнучкого матеріалу (металу чи пластику), зігнутого у формі жолоба або спеціальні засоби, які виконують функції тимчасової греблі – щити із трубчастим водозливом.

Зазвичай, водні джерела із дуже низьким дебітом є малоцікавими для використання у практичних цілях, тому знаходяться поза увагою водного менеджменту. При необхідності ресурсний потенціал таких об'єктів визначається об'ємно-крапельним способом. Суть його полягає у підрахунку кількості крапель води, що випадає за певний проміжок часу; при цьому приймається, що для водних розчинів об'єм краплі становить 0,05 мл.

Вище описаний підхід було застосовано при дослідженні природного водного джерела у межах водозбору струмка Доцаний (права притока р. Прут, смт Ворохта Івано-Франківської області).

За підрахунками упродовж 1 хв випало 120 крапель води, таким

чином продуктивність досліджуваного природного об'єкта становила :  
 $Q_{дж} = 120 \text{ шт} \times 0,05 \text{ мл} / 1 \text{ хв} = 6 \text{ мл} / \text{хв}$  (або  $8,6 \text{ дм}^3 / \text{добу}$ ).

## 4.2. Метод геометричного аналізу водного потоку джерела

Окрім використання класичних методів, кількісна оцінка дебіту каптованих водних джерел може бути визначена на основі геометричного аналізу водного потоку, що виходить із труби. Залежно від положення труби (горизонтальна, вертикальна чи з похилом) використовують різні методики. Там, де джерельний потік проходить через заповнену горизонтальну трубу з вільним падінням точковий стік можна оцінити наступним чином. На початковому етапі за допомогою звичайної лінійки вимірюється горизонтальна відстань  $X$  від кінця труби до центральної частини струменю, що знаходиться на відстані 30 см (12 дюймів) від центральної частини труби, як показано на рис. 4.2.Б.

| Дебіт джерела ( $Q_{дж}$ , $\text{дм}^3/\text{с}$ ) |     |     |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|
| Діаметр труби $D$ , см                              | 5,1 | 7,6 | 10,2 | 12,7 | 15,2 | 20,3 |
| Відстань $X$ , см                                   |     |     |      |      |      |      |
| 15                                                  | 1,3 | 2,9 | 5,0  | 7,9  | 11   | 20   |
| 18                                                  | 1,5 | 3,4 | 5,9  | 9,2  | 13   | 23   |
| 20                                                  | 1,8 | 3,8 | 6,7  | 11   | 15   | 26   |
| 23                                                  | 2,0 | 4,3 | 7,5  | 12   | 17   | 29   |
| 25                                                  | 2,2 | 4,9 | 8,4  | 13   | 19   | 33   |
| 28                                                  | 2,4 | 5,3 | 9,2  | 14   | 21   | 36   |
| 30                                                  | 2,6 | 5,8 | 10   | 16   | 23   | 39   |
| 38                                                  | 3,3 | 7,2 | 13   | 20   | 29   | 49   |
| 51                                                  | 4,4 | 9,7 | 17   | 26   | 38   | 66   |

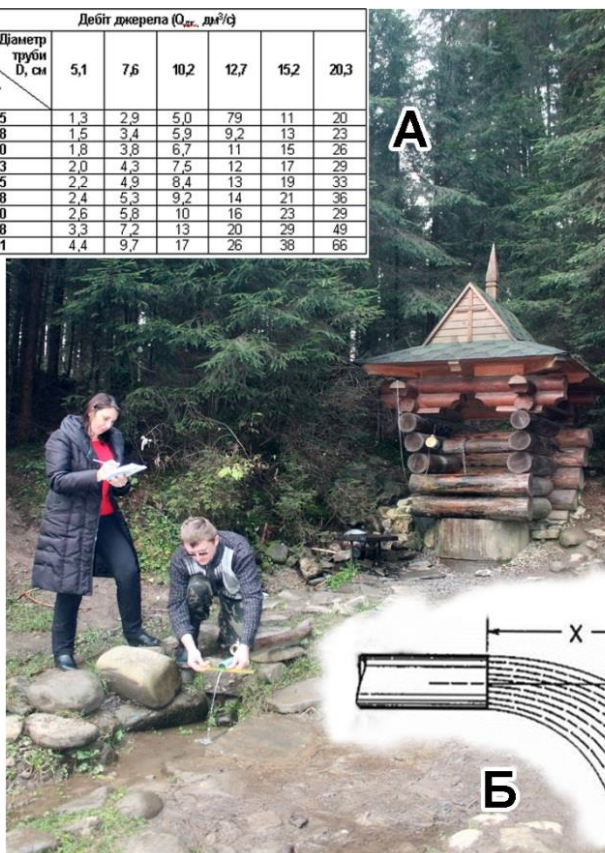


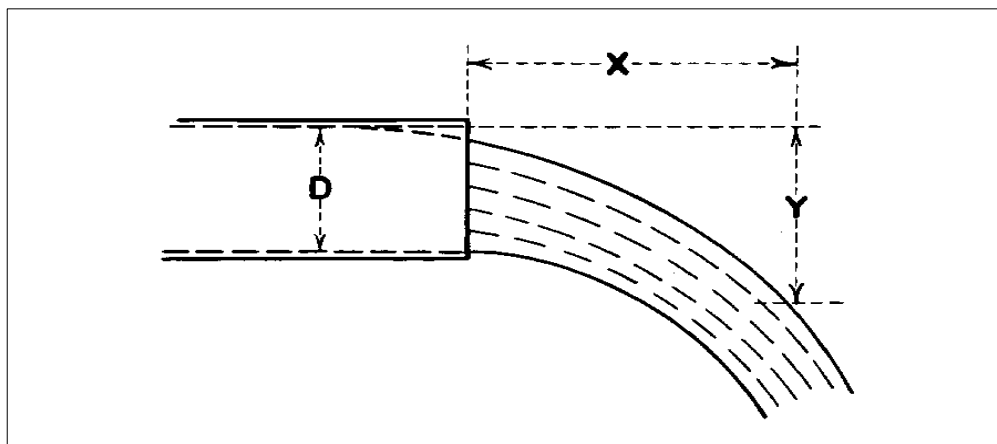
Рис. 4.2. Визначення геометричних характеристик стоку джерела у смт Ворохта (Івано-Франківська обл.) :

А – таблиця для визначення дебіту водного джерела; Б – визначення основних геометричних характеристик струменя потоку для визначення дебіту водного джерела

Далі за спеціальною таблицею (рис. 4.2.А) визначається величина дебіту  $Q_{дж}$  в  $dm^3/c$  [52].

При цьому, водозливна труба повинна не мати вигинів і бути прямою щонайменше на відстані 1,5 м від місця витоку струменя води) [52].

Суть іншого методу – *методу Перд'ю* полягає у вимірюванні координат верхньої поверхні струменя (рис. 4.3). Якщо вода в трубі тече на глибині менше, ніж  $0,8D$  на виході, то вертикальна відстань  $Y$  може бути виміряна наприкінці труби, де  $X = 0$ . Для більших швидкостей потоку  $Y$  може бути виміряний на горизонтальних відстанях,  $X$ , від виходу труби 6, 12 або 18 дюймів . Значення витрат у галонах за хвилину для стандартних труб 2-6 дюймів на діаграмі показані на рис. 4.4 [70].



**Рис. 4.3. Схема вимірювання потоку з горизонтальної труби за методом Перд'ю [70]**

Точність результатів залежить від «горизонтальності» труби : якщо є похил догори – вказаний розряд буде підвищеним, якщо вниз – заниженим.

Труднощі виникають при виконанні вертикального вимірювання  $Y$ , оскільки верхня частина струменя зазвичай не є гладкою та добре визначена.

Службою охорони природних ресурсів (Natural Resources Conservation Service – NRCS) Міністерства сільського господарства США розроблено спеціальні таблиці для характеристики водного потоку у горизонтальних трубах для  $X$  в діапазоні 0, 6, 12 і 18 дюймів та  $Y$  до 8 дюймів для труб діаметром 2-6 дюйма. Похибка при визначенні дебіту джерела за таким способом становить близько  $\pm 10\%$ . (табл. 4.1)

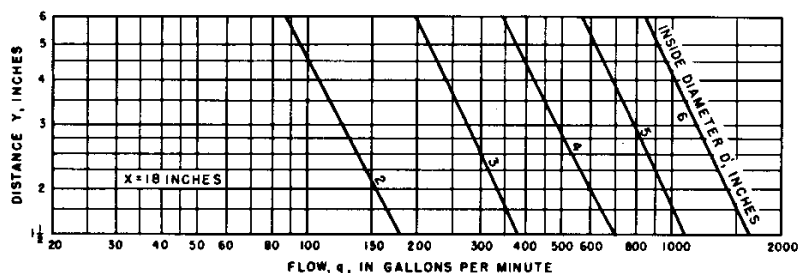
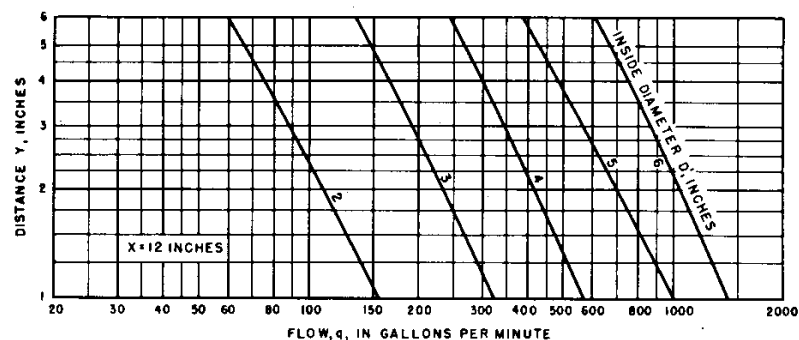
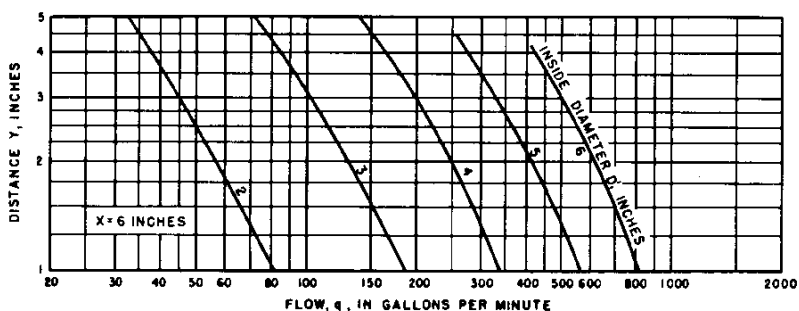
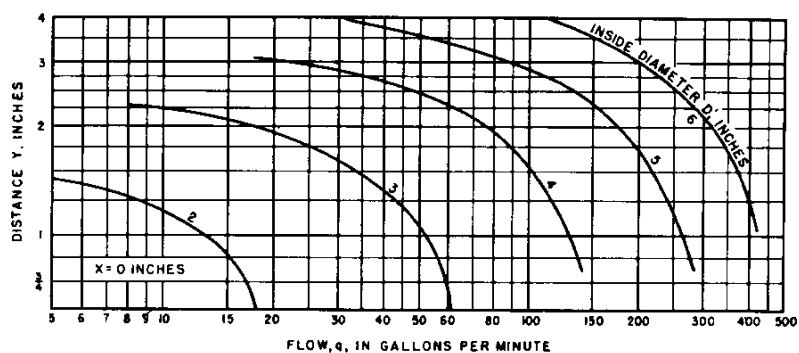


Рис. 4.4. Графіки визначення дебіту каптованого водного джерела за методом Перд'ю [70]

**Таблиця 4.1. Визначення продуктивності водного джерела на основі вивчення геометричних параметрів струменя води з вертикальних труб різного діаметру, за [70]**

| Y<br>(inches) | WHEN X=0<br>Size of pipe (nominal diameter) |        |        |        |        |
|---------------|---------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|               | 2-inch                                      | 3-inch | 4-inch | 5-inch | 6-inch |
|               | G.p.m.                                      | G.p.m. | G.p.m. | G.p.m. | G.p.m. |
| 0.20          |                                             | 67.7   | 180    | 308    |        |
| .30           |                                             | 66.5   | 175    | 303    | 530    |
| .40           |                                             | 65.1   | 171    | 298    | 518    |
| .50           |                                             | 63.6   | 166    | 293    | 506    |
| .60           | 18.3                                        | 62.0   | 161    | 287    | 494    |
| .70           | 17.6                                        | 60.4   | 156    | 282    | 482    |
| .80           | 16.7                                        | 58.4   | 150    | 277    | 470    |
| .90           | 15.4                                        | 55.7   | 145    | 271    | 458    |
| 1.00          | 13.7                                        | 53.1   | 139    | 265    | 446    |
| 1.20          | 9.5                                         | 46.9   | 128    | 251    | 422    |
| 1.40          | 6.0                                         | 40.5   | 115    | 237    | 398    |
| 1.60          |                                             | 31.9   | 102    | 221    | 373    |
| 1.80          |                                             | 24.0   | 90     | 205    | 347    |
| 2.00          |                                             | 17.3   | 77     | 187    | 321    |
| 2.20          |                                             | 11.8   | 64     | 167    | 295    |
| 2.40          |                                             | 7.3    | 52     | 147    | 270    |
| 2.60          |                                             |        | 41     | 127    | 246    |
| 2.80          |                                             |        | 32     | 108    | 223    |
| 3.00          |                                             |        | 24     | 90     | 200    |
| 3.30          |                                             |        | 13     | 65     | 167    |
| 3.60          |                                             |        |        | 45     | 137    |
| 3.90          |                                             |        |        | 29     | 111    |
| 4.20          |                                             |        |        |        | 86     |
| 4.50          |                                             |        |        |        | 64     |
| 4.80          |                                             |        |        |        | 45     |

<sup>1</sup>See footnote at end of table.

| Y<br>(inches) | WHEN X=6 INCHES<br>Size of pipe (nominal diameter) |        |        |        |        |
|---------------|----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|               | 2-inch                                             | 3-inch | 4-inch | 5-inch | 6-inch |
|               | G.p.m.                                             | G.p.m. | G.p.m. | G.p.m. | G.p.m. |
| 0.24          | 177                                                | 310    | 548    |        |        |
| .36           | 146                                                | 274    | 503    | 969    | 1243   |
| .48           | 126                                                | 247    | 462    | 857    | 1113   |
| .60           | 111                                                | 229    | 435    | 772    | 1019   |
| .72           | 100                                                | 215    | 404    | 705    | 947    |
| .84           | 92                                                 | 202    | 377    | 646    | 889    |
| .96           | 85                                                 | 193    | 355    | 606    | 844    |
| 1.08          | 79                                                 | 184    | 337    | 574    | 808    |
| 1.20          | 75                                                 | 175    | 319    | 543    | 772    |
| 1.80          | 60                                                 | 139    | 265    | 449    | 660    |
| 2.40          | 51                                                 | 119    | 229    | 390    | 583    |
| 3.00          | 45                                                 | 105    | 206    | 350    | 525    |
| 3.60          | 40                                                 | 94     | 188    | 314    | 476    |
| 4.20          | 37                                                 | 86     | 169    | 278    | 431    |
| 4.80          | 35                                                 | 79     | 151    | 238    | 386    |
| 5.40          | 32                                                 | 71     | 133    | 193    | 332    |
| 6.00          | 30                                                 | 63     | 116    | 150    | 247    |
| 6.60          | 27                                                 | 50     | 99     | 112    |        |
| 7.20          | 25                                                 | 38     | 83     |        |        |
| 7.80          | 23                                                 | 29     | 69     |        |        |
| 8.40          | 20                                                 |        |        |        |        |

| Y<br>(inches) | WHEN X=12 INCHES<br>Size of pipe (nominal diameter) |               |               |               |               |
|---------------|-----------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|               | 2-inch                                              | 3-inch        | 4-inch        | 5-inch        | 6-inch        |
|               | <u>G.p.m.</u>                                       | <u>G.p.m.</u> | <u>G.p.m.</u> | <u>G.p.m.</u> | <u>G.p.m.</u> |
| .96           | 157                                                 | 319           | 570           | 1014          |               |
| 1.08          | 148                                                 | 305           | 548           | 974           | 1315          |
| 1.20          | 139                                                 | 292           | 530           | 925           | 1257          |
| 1.80          | 114                                                 | 247           | 444           | 763           | 1055          |
| 2.40          | 99                                                  | 215           | 395           | 655           | 929           |
| 3.00          | 87                                                  | 193           | 359           | 583           | 844           |
| 3.60          | 79                                                  | 176           | 332           | 530           | 772           |
| 4.20          | 73                                                  | 161           | 305           | 489           | 718           |
| 4.80          | 68                                                  | 149           | 287           | 458           | 673           |
| 5.40          | 63                                                  | 140           | 269           | 426           | 633           |
| 6.00          | 60                                                  | 132           | 256           | 404           | 597           |
| 6.60          | 57                                                  | 126           | 242           | 386           | 574           |
| 7.20          | 54                                                  | 120           | 233           | 368           | 548           |
| 7.80          | 52                                                  | 114           | 224           | 355           | 525           |

<sup>1</sup>See footnote at end of table.

| Y<br>(inches) | WHEN X=18 INCHES<br>Size of pipe (nominal diameter) |               |               |               |               |
|---------------|-----------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|               | 2-inch                                              | 3-inch        | 4-inch        | 5-inch        | 6-inch        |
|               | <u>G.p.m.</u>                                       | <u>G.p.m.</u> | <u>G.p.m.</u> | <u>G.p.m.</u> | <u>G.p.m.</u> |
| 1.80          | 166                                                 | 346           | 624           | 1014          | 1400          |
| 2.40          | 144                                                 | 305           | 557           | 907           | 1261          |
| 3.00          | 129                                                 | 274           | 503           | 826           | 1153          |
| 3.60          | 117                                                 | 251           | 462           | 754           | 1068          |
| 4.20          | 109                                                 | 233           | 431           | 700           | 992           |
| 4.80          | 101                                                 | 220           | 404           | 655           | 934           |
| 5.40          | 95                                                  | 206           | 382           | 615           | 884           |
| 6.00          | 89                                                  | 197           | 364           | 579           | 839           |
| 6.60          | 84                                                  | 187           | 346           | 548           | 799           |
| 7.20          | 81                                                  | 180           | 332           | 521           | 763           |
| 7.80          | 77                                                  | 172           | 319           | 498           | 732           |
| 8.40          | 75                                                  | 166           | 305           | 476           | 705           |

<sup>1</sup> Table for standard steel pipe prepared from data resulting from actual experiments conducted at Purdue University Experimental Station, Bulletin 32, "Measurement of Pipe Flow by the Coordinate Method," August 1928.

### 4.3. Метод рекуперативного тестування безстічного водного джерела

Водні джерела можуть з'являтися на денній поверхні у вигляді маленьких безстічних ставків чи колодязів (рис. 4.5.А, рис. 4.5.Б).

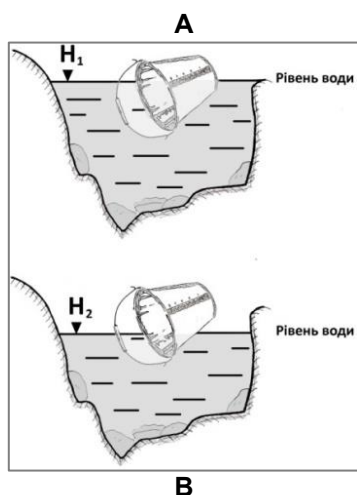
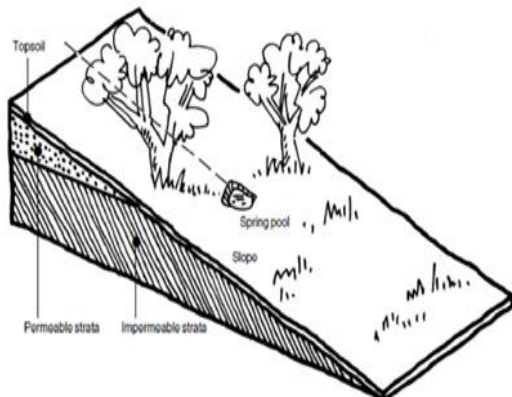


Рис. 4.5. Безстічне водне джерело на території Карпатського НПП (с. Вороненко) – А; схема формування безстічного водного джерела – Б [51]; спосіб вимірювання водоресурсного потенціалу цього джерела (В)

Водний потенціал таких точкових об'єктів ( $Q_{\text{дж.}}$ ) може бути оцінений за *рекуперативним тестуванням* або методом постійного закачування води. Застосування останнього передбачає використання водяного насоса та наявність електроенергії або потужної батареї. Тому цей метод рекомендується застосовувати у сільських гірських районах [69].

Метод рекуперативного тестування передбачає відбір води з джерела посудиною певного об'єму ( $V$ ) до стадії, коли висота стояння водного дзеркала ( $H_1$ ) зменшиться до певного рівня  $H_2$  (див. рис. 4.5.В). Далі проводиться відлік часу, за який відбувається

поновлення рівня води до початкового, а дебіт джерела визначається за формулою:

$$Q_{\text{дж.}} = \frac{V \cdot N}{T} \quad (4.3)$$

де  $N$  – кількість разів відібраної води з джерела посудиною об'ємом  $V$ ;  $T$  – час, за який рівень води збільшується від позначки  $H_2$  до  $H_1$  [69].

#### 4.4. Використання водозливів

При дослідженні водних джерел з великим дебітом  $Q_{\text{дж.}}$  використовують такі ж методи, як і при гідрологічних дослідженнях на річках, зокрема *водозливи*. Цей найбільш точний метод, який використовується, наприклад, геологічною службою США та іншими агентствами для вивчення великих природних водних джерел, вимагає будівництва бетонної греблі з переливом різної форми [59] (рис. 4.6).

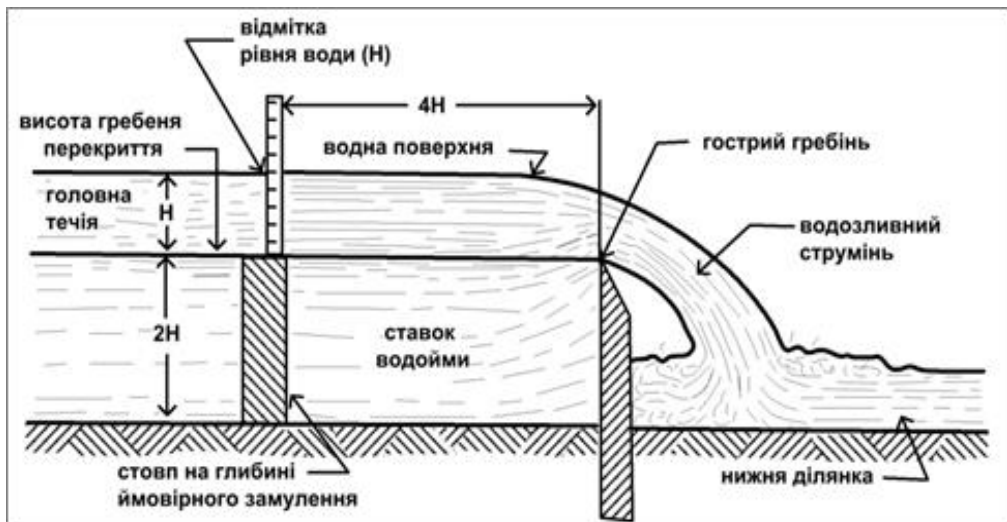
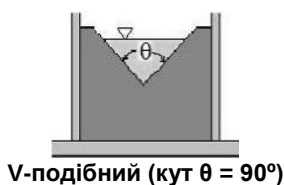


Рис. 4.6. Поперечний профіль гідротехнічної споруди для вимірювання витрати води

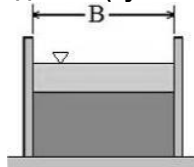
Водний стік відкалібровано таким чином, що для будь-якої величини потоку над рівнем водного дзеркала дебіт  $Q_{\text{дж.}}$  легко визначається [52].

Залежно від типу переливу використовуються різні формули для обрахунку дебіту водного джерела (рис. 4.7).



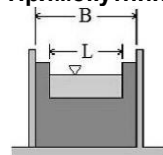
V-подібний (кут  $\theta = 90^\circ$ )

$$Q_{дж.} = 1.84 \cdot H^{2,48} \quad (4.4)$$



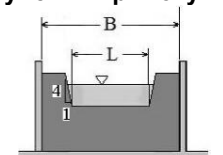
Прямокутний

$$Q_{дж.} = 1,84 \cdot B \cdot H^{3/2} \quad (4.5)$$



Звужений прямокутний

$$Q_{дж.} = 1,84 \cdot (L - 0,2H) \cdot (H^{3/2}) \quad (4.6)$$



Трапецієподібний

$$Q_{дж.} = 1.84 \cdot L \cdot H^{3/2} \quad (4.7)$$

Рис. 4.7. Основні типи водозливів та способи обчислення дебіту джерела

Іншим методом визначення  $Q_{дж.}$  є використання *поточного лічильника*. Це пристрій, прикріплений до гвинта (гідрометричного млінка), який опускається у воду в різних точках поперечного перерізу потоку. Це дає візуальне чи звукове зчитування швидкості води. Разом з виміряним поперечним перерізом потоку обчислюється дебіт водного джерела [52].

## 4.5. Метод поплавка

Метод поплавка може бути використаний, якщо канал нижче водного джерела прямолінійний на відстані не менше 50 м, а поперечний переріз його більш-менш однаковий вздовж зазначеної протяжності. При цьому вимірюють середню площу поперечного перерізу потоку ( $\omega$ ) у  $m^2$  і довжину ділянки ( $L$ ) у метрах, а секундомір використовується для визначення часу проходження поплавка ( $T$ ) в секундах по водній поверхні [52].

Процедуру вимірювання швидкості течії ( $V_i$ ) у м/с поплавковим методом рекомендовано повторювати щонайменше 4 рази поспіль і обчислюють за формулою :

$$V_i = \frac{L}{T} \quad (1.8)$$

За величину вимірної швидкості течії  $V$  береться середнє значення

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n} \quad (1.9)$$

де  $n$  – кількість разів вимірювання швидкості течії.

Для визначення реальної швидкості потоку  $V_n$  отриманий результат корегують за допомогою поправкового коефіцієнта  $A$  за формулою :

$$V_n = V \cdot A \quad (1.10)$$

Значення поправкового коефіцієнта  $A$  залежно від характеру русла і течії наведено у табл. 4.2.

**Таблиця 4.2. Поправковий коефіцієнт для визначення швидкості потоку за методом поплавка [52]**

| Характер руслового потоку            | Поправковий коефіцієнт $A$ |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Бетонний канал, прямокутний, плавний | 0,85                       |
| Великий і повільний чистий потік     | 0,75                       |
| Малий постійний потік, спокійний     | 0,65                       |
| Неглибокий турбулентний потік        | 0,45                       |
| Дуже маловодний скелястий потік      | 0,25                       |

Скоригована швидкість потоку  $V_n$  (м/с) помножена на середню площу поперечного перерізу  $\omega$  (м<sup>2</sup>) дає розрахунковий дебіт джерела  $Q_{дж.}$  у м<sup>3</sup>/с або може бути перетворено у дм<sup>3</sup>/с [52] :

$$Q_{дж.} = V_n \cdot \omega \quad (1.11)$$

## 4.6. Водобалансовий метод

Для вимірювання продуктивності водних джерел, що виникають під поверхнею води в потоці або озері використовують інші методи. На наявність таких джерел може вказувати підйом пари з локальних ділянок води взимку або групування тут риб. У цьому випадку необхідно виміряти обсяг води, що витікає з озера або надходить до нього у вигляді потоків чи струмків. Віднявши від витратної частини

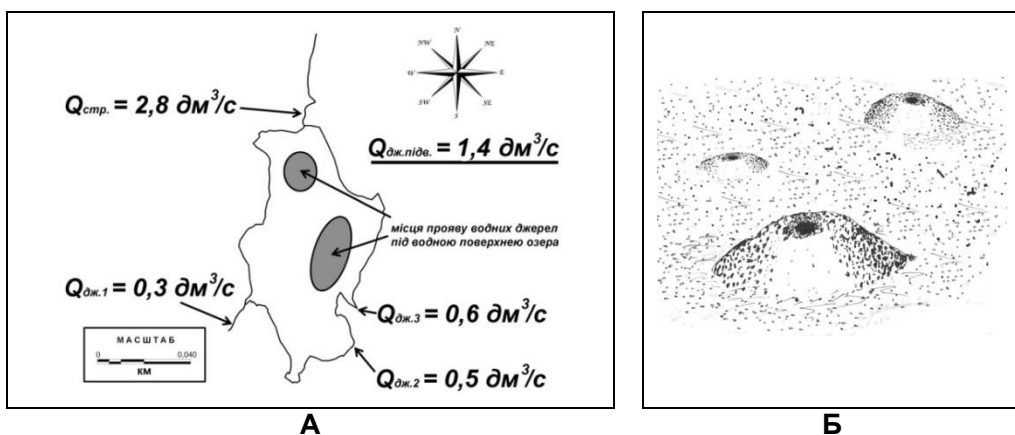
стоку озера прибуткову частину (якщо вона є) отримаємо величину притоку (баланс) підводних джерел [52].

Саме водобалансовий метод нами було використано при вивченні сумарного дебіту джерел під водною поверхнею *гірського озера Марічейка* (рис. 4.8.А).

Основною стабільною прибутковою частиною водного балансу Марічейки є низка водних джерел, що впадають із західної, південно-західної та південної сторони [11, 43]. У літньо-осінній бездощовий період у ложі центральної і північної частини водойми крізь кришталеву товщу води прослідковується низка воронкоподібних місць виходів водних джерел (рис. 4.8.Б). Вода в озері накопичується і утримується завдяки закритості із зовнішнього боку (східна частина) стадіальною мореною, яка у північній частині прорізана струмком, що витікає з водойми і впадає в р. Погорілець (басейн Пруту).

Сумарний дебіт джерел під поверхнею води Марічейки ( $Q_{\text{дж.підв.}}$ ) визначався як різниця між витратою води у струмку ( $Q_{\text{стр.}}$ ) та сумою точкового стоку «видимих» джерел ( $\Sigma Q_{\text{дж.і}}$ ) :

$$Q_{\text{дж.підв.}} = Q_{\text{стр.}} - (Q_{\text{дж.1}} + Q_{\text{дж.2}} + Q_{\text{дж.3}})$$



**Рис. 4.8. Визначення сумарного дебіту підводних джерел озера Марічейка водобалансовим методом (Українські Карпати, масив Чорногора)**

Дебіти водних джерел, що впадають до озера, визначалися об'ємним методом, описаним на початку – розд. 4.1.

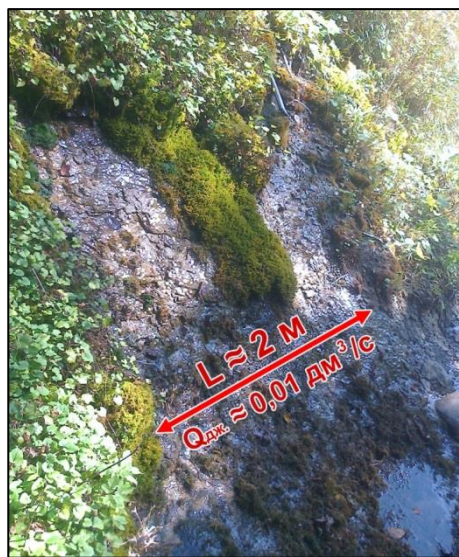
У випадку, коли підземні джерела знаходяться в озері або ставку, пролити світло на швидкість джерельного потоку може обчислення *водних витрат на випаровування*. Наприклад, якщо за відсутності атмосферних опадів озеро лише підтримує свій рівень без

переповнення, очевидно, що в озері достатньо ресурсу джерел, щоб компенсувати випаровування з нього. Чисте випаровування (у даному випадку джерельний потік) можна обчислити, знайшовши за спеціальними картами величину випаровування у см/га за даний місяць. Добуток отриманого показника на площу поверхні озера визначає витрату водного джерела у гектар-сантиметрах на місяць і може бути перетворено в дециметри на секунду [52].

Щоб отримати загальний дебіт водного джерела у випадку, коли із нього відбирають воду на господарсько-побутові, промислові або інші потреби, необхідно знати обсяг водовідбору і цей показник додати до величини стоку, що нижче місця відбору.

**Візуальна оцінка дебіту природних водних джерел.** За певних місцевих умов та обставин, таких як наявність щільного рослинного покриву, крутий схил, дифузне просочування води з болотистої місцевості і небезпечний доступ іноді не дозволяють безпосередньо виміряти дебіт джерела за допомогою перерахованих вище методів. Тоді застосовують його візуальне оцінювання.

При проведенні досліджень у межах Говерляньського ПНДВ поблизу струмка Кукол (ліва притока стр. Фовресок, басейн р. Прут) нами було



**Рис. 4.9. Візуальна оцінка дебіту природного водного джерела**

змоченої або покритої водою та інших спостережень, занесених у технічний опис. Крім того, слід зазначити, чи може бути рекомендований інший метод для вимірювання дебіту при майбутніх дослідженнях на даному місці (або за інших умов).

виявлено джерело скельного типу, дебіт якого класичними інструментальними методами визначити не вдавалось. Тому було проведено візуальну оцінку, для якої враховувалося інтенсивність просочування води по відношенню до об'єму краплі (0,05 мл) або її частини, що стікає по поверхні та ширина водопрояву. Таким чином, розподіливши об'єм стоку по довжині отримали орієнтовний дебіт джерела 0,01 дм<sup>3</sup>/с (рис. 4.9).

Хоча візуальне оцінювання не є точним, воно може стати єдиним методом при характеристиці деяких джерел.

При проведенні візуальної оцінки необхідно зробити детальні фотографії для фіксації поверхні,

## 5. ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА ЯКОСТІ ДЖЕРЕЛЬНОЇ ВОДИ

---

### 5.1. Загальні положення

Коли мова йде про хімічний склад джерельної води у межах природо-заповідних територій, то, у більшості випадків, мається на увазі характеристика її компонентної структури, сформованої дією природних чинників і процесів (зокрема, гідрогеологічних). Визначення якості води включає залучення ширшого кола оцінювальних ознак із застосуванням відповідних нормативів, методів і методик [5, 8].

Виходячи з основної функції природних джерел на території Карпатського НПП, крім екологічної, – задоволення господарсько-питних та бальнеологічних потреб місцевого населення та туристів, дослідження якості води слід розглядати у контексті придатності її до питного водопостачання.

Відповідно до закону України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» склад питної води має відповідати гігієнічним вимогам за *органолептичними, мікробіологічними, паразитологічними, хімічними, фізичними та радіаційними показниками* [10].

Вивчення хімічного складу та якості джерельної води проводиться шляхом відбору проб і транспортування для аналізу їх на лабораторному устаткуванні або визначення фізико-хімічних, мікробіологічних та інших параметрів безпосередньо на місці. При цьому найбільш поширеним і точним є застосовування комбінованого підходу, при якому низка показників визначається у польових умовах *in situ*, після чого відбирають зразки для подальшого дослідження в лабораторії.

Необхідно звернути увагу, що багато джерел знаходиться у важкодоступних місцях і їхній наступний огляд можливий не скоро. Тому при проведенні досліджень потрібно орієнтуватися на визначення максимальної кількості параметрів, які можна отримати у польових умовах з подальшим використанням для інших потреб – геології, гідрогеології, екологічних досліджень тощо (див. розділ 1.3). При цьому слід зважати на фізичні можливості членів експедиції і техніку безпеки.

Для визначення якісних показників джерельної води на місці використовується низка портативних приладів та комплектів. Їх

рекомендується застосовувати там, де немає легкодоступної лабораторії для аналізу води. Польовий метод ґрунтується в основному на використанні реагентів, тест-систем і портативних приладів, які не потребують електроенергії або оснащені спеціальними змінними чи зарядними джерелами живлення. Це дозволяє використовувати прилади і проводити заміри упродовж декількох днів навіть у віддалених або важкодоступних районах Карпатського НПП.

Проведення аналізу якості джерельної води у польових умовах має низку переваг:

1. Вимірювання на місці не потребує транспортування проб води, під час якого у розчинах можливе проходження різних фізико-хімічних та біологічних процесів. Таким чином, отримані у польових умовах результати є більш точними.

2. Інформація щодо хімічного складу та якості джерельної води стає доступною на місці відразу, що дозволяє оперативно виявити можливі екологічні ризики та вжити заходів щодо їх попередження або подолання.

3. Простота використання вимірювальних засобів дозволяє залучати до моніторингових досліджень місцевих жителів, що також виконує важливу екологічно-просвітницьку функцію Карпатського НПП.

**Вибір точок відбору проб води з джерел.** При вивченні якісних характеристик води природного джерела потрібно переконатися, що місце відбору проб є репрезентативним. При цьому кожен випадок слід розглядати окремо. Проте існують такі загальні критерії :

1. Точки відбору проб повинні охоплювати усі природні водні джерела, з яких вода надходить до системи водопостачання громадськості або індивідуального водокористувача. Якщо у систему надходять ресурси більше одного водного джерела – точки відбору проб повинні бути розташовані таким чином, щоб враховувати кількість мешканців, які користуються кожним окремим джерелом.

2. Деякі проби необхідно відбирати з репрезентативних точок джерел або місць у системі, де ймовірність забруднення є вищою (наприклад, незахищені джерела, резервуари, зони низького тиску та кінцевих частинах системи).

3. Точки відбору проб води повинні бути рівномірно розподілені по всій системі розподілу трубопроводів, пропорційно кількості ланок або гілок, з урахуванням розподілу населення.

4. Проби також повинні бути репрезентативними у часовому аспекті. Джерельна вода може часто змінювати свої характеристики у залежності від сезону, тому важливою є моніторинг якості води

упродовж всього року.

Деякі особливості щодо проведення польових гідрохімічних досліджень на території Карпатського НПП (часовий аспект) наведено далі у розділі 5.

**Відбір проб води.** Відбір проб джерельної води проводиться з дотриманням наступних вимог:

1. Відбір проб води при планових дослідженнях здійснюється у чисті поліетиленові ємкості, підготовлені на базі. У випадку екстренної необхідності може бути використаний посуд, взятий на місці, промитий миючим засобом.

2. Посудину треба три рази промити водою з досліджуваного джерела.

3. Потім посудину повністю заповнюють водою з джерела, закорковують і роблять ідентифікаційні позначки (місце відбору, дата, година).

4. У польовому щоденнику також дублюється запис про пробу води, він може бути розширеним: географічні координати, назва місця або джерела, номер зразка та код (відібраної проби).

5. Відібрану пробу необхідно зберігати у прохолодному і затіненому місці, щоб уберегти від прямого сонячного впливу та активізації процесів фотосинтезу.

## 5.2. Органолептичні показники

Для оцінки якості джерельної води важливе значення мають її органолептичні показники (запах, смак і присмак, забарвленість, каламутність) – фізичні властивості, що сприймаються органами чуття (зір, нюх); органолептичні характеристики за певних умов можуть бути обмежуючим фактором водокористування [2].

Моніторинг природних джерел на території Карпатського НПП передбачає визначення органолептичних властивостей точкових водних об'єктів у польових умовах безпосередньо на місці їх локалізації за приведеними нижче правилами.

**Запах.** Відсутність потенційно небезпечних екологічних об'єктів на території Карпатського НПП обумовило формування тут водних джерел із запахом природного походження – під впливом ґрунтів, заболочених ділянок, лісових масивів, геолого-тектонічних умов і т.д.

За інтенсивністю вода більшості водних джерел характеризуються або відсутнім або дуже слабким запахом, який оцінюються за п'ятибальною шкалою (табл. 5.1).

**Таблиця 5.1. Оцінювання інтенсивності запаху води**

| Бал | Інтенсивність запаху | Ступінь відчуття запаху                                                     |
|-----|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 0   | Немає                | Відсутність суттєвого запаху або запах не відчувається взагалі              |
| I   | Дуже слабкий         | Не відчувається споживачем, але може бути виявлений досвідченим дослідником |
| II  | Слабкий              | Помічається споживачем, якщо звернути на це його увагу                      |
| III | Помітний             | Легко виявляється і дає привід ставитися до води з несхваленням             |
| IV  | Виразний             | Легко звертає на себе увагу; може змусити утриматися від споживання         |
| V   | Дуже сильний         | Настільки сильний, що вода стає непридатною для питних цілей                |

*Сірководневі водні джерела*, що знаходяться здебільшого у центральній частині Карпатського НПП (природоохоронні науково-дослідні відділення – Татарівське, Ворохтянське, Вороненківське) мають помітний, інколи чіткий інтенсивний характерний запах «тухлих яєць», який може відчуватися на відстані за декілька метрів до самого водного джерела.

На сильно зволожених ділянках з низькою крутизною схилів, у лісових масивах інколи зустрічаються водні джерела із слабким болотним, землянистим або деревним запахом

Для детального визначення запаху використовується спеціальна класифікаційна таблиця (табл. 5.2).

**Таблиця 5.2. Визначення характеру та роду запаху води**

| Характер запаху | Приблизний вид запаху                  |
|-----------------|----------------------------------------|
| Ароматичний     | Огірковий, квітковий                   |
| Болотний        | Мулистий, багnistий                    |
| Гнильний        | Фекальний, стічної води                |
| Деревний        | Мокрої щепи, деревної кори             |
| Землянистий     | Пиловий, свіжозораної землі, глинистий |
| Пліснявий       | Затхлий, застійний                     |
| Рибний          | Риби, риб'ячого жиру                   |
| Сірководневий   | Тухлих яєць                            |
| Трав'янистий    | Скошеної трави, сіна                   |
| Невизначений    | Не підходить під попередні визначення  |

Якщо запах невиразний, то близько 100 мл води відбирають у колбу місткістю 150–250 см<sup>3</sup>, пробу води нагрівають до температури 60°C і проводять повторне визначення даної органолептичної характеристики.

Під час проведення польових робіт характер та інтенсивність запаху, смак і присмак води визначають усі учасники експедиції, свої результати порівнюють і записують.

**Смак і присмак води.** Смак і присмак водам надають розчинені в ній мінеральні та органічні сполуки, а також гази. Для визначення смакових якостей воду підігрівають приблизно до 30–35°C, набирають в рот близько 15 мл і тримають кілька секунд, не ковтаючи.

Розрізняють чотири види смаку: *солоний* (присутність у воді хлориду натрію), *гіркий* (обумовлений сульфатами магнію і натрію), *солодкий* (продукти розкладання органічних речовин тваринного походження) і *кислий*.

Решту видів смакових відчуттів (хлорний, рибний, металевий та ін.) називають присмаками. Наявність у воді іонів Fe<sup>2+</sup> надає їй своєрідного «іржавого» присмаку.

Особливі смакові якості і запах має вода так званих «*буркутських джерел*», які у своєму хімічному складі мають значний вміст вуглекислоти (CO<sub>2</sub>), заліза (Fe), арсену (As) і сірки (S); виходи цих вод спостерігаються на прикордонних з південними межами Карпатського НПП територіях.

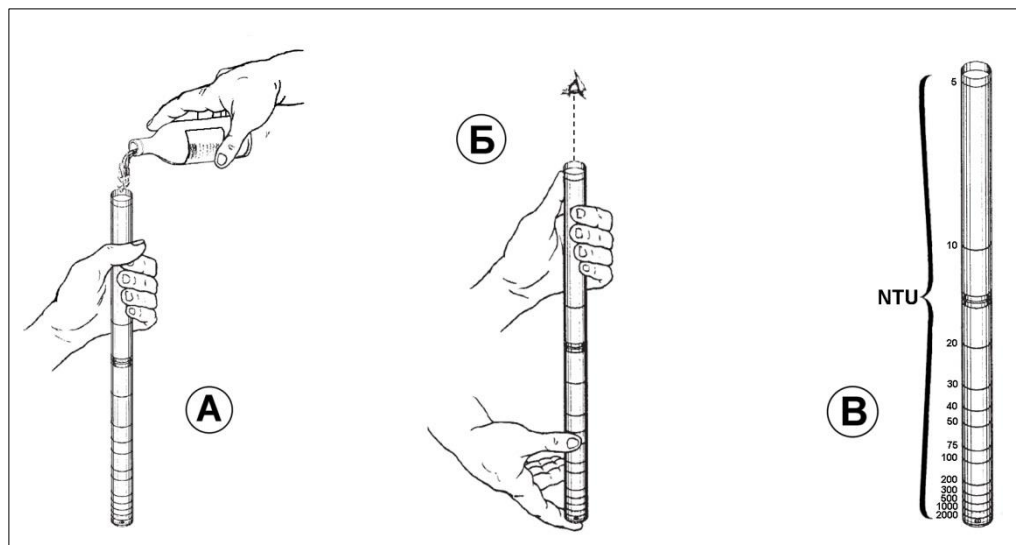
Інтенсивність смаку та присмаку виражають у балах за п'ятибальною шкалою аналогічно, як запах

**Забарвлення природних вод (кольоровість)** обумовлено головним чином присутністю гумінових речовин і сполук заліза Fe<sup>3+</sup>. Кількість цих речовин залежить від геологічних і гідрогеологічних умов території, характеру ґрунтів, наявності боліт і торфовищ у межах області живлення водного джерела і т.п. При забрудненні водоносних горизонтів промисловими стічними водами може з'являтися забарвлення, не властиве кольоровості природних вод. Колір води характеризується наступним чином: безбарвна, зеленувата, жовтувата, бура і т.п.

Усі досліджувані нами водні джерела на території Карпатського НПП є безбарвними.

**Каламутність (прозорість).** Каламутність води залежить від тонкодисперсних домішок, обумовлених наявністю нерозчинних або колоїдних неорганічних, або органічних речовин різного походження. Якісне визначення інколи проводять описово: вода прозора, слабка опалесценція, опалесценція, сильна опалесценція, слабка, помітна і сильна каламутність.

У польових умовах для визначення прозорості води часто використовують електронні вимірювальні прилади (турбідиметри) або спеціальні каламутномірні пробірки чи трубки (turbidity tube) (рис. 5.1).



**Рис. 5.1. Визначення прозорості води у польових умовах за допомогою каламутномірної трубки**

Послідовність етапів та особливості визначення каламутності методом екстинкції показана нижче.

1. Повільно додайте відібрану джерельну воду до мутномірної трубки так, щоб не утворювалися бульбашки (див. рис. 5.1.А).

2. Заповнювати мірну посудину слід до тієї позначки, поки відмітку на дні трубки не перестане бути видно (див. рис. 5.1.Б).

3. Зчитують помутніння від шкали, позначеної на стороні трубки (див. рис. 5.1.В).

Значення каламутності відповідає лінії, найближчій до рівня води в трубці. Каламутність зазвичай вимірюється в нефелометричних одиницях каламутності (НОК або NTU – Nephelometric Turbidity Units).

Шкала не є лінійною, тому екстраполяція значень між лініями не рекомендується.

Проведені таким чином дослідження показали значну прозорість джерельної води Карпатського НПП та прилеглих територій у літньо-осінній бездощовий період.

У цілому за комплексом органолептичних показників усі досліджувані води джерел Карпатського НПП мають відмінну якість і відповідають нормативам безпечності питної води, що визначаються на основі табл. 5.3.

**Таблиця 5.3. Санітарно-хімічні показники безпечності та якості питної води з колодязів та каптажів джерел**

| Найменування показника |            | Одиниці виміру                             | Нормативи |
|------------------------|------------|--------------------------------------------|-----------|
| Запах                  | при t=20°C | Бали                                       | ≤ 3       |
|                        | при t=60°C |                                            | ≤ 3       |
| Смак і присмак         |            | Бали                                       | ≤ 3       |
| Забарвленість          |            | Градуси                                    | ≤ 35      |
| Каламутність           |            | Нефелометрична одиниця каламутності (НОК)* | ≤ 3,5     |

\*Примітка : 1 НОК = 0,58 мг/дм<sup>3</sup>

За результатами повторних спорадичних обстежень легкодоступних водних джерел та організованих нами стаціонарних спостережень виявлено, що інколи, через добу після різкої зміни у період весна-осінь або під час інтенсивного сніготанення деякі органолептичні характеристики води на окремих джерелах можуть змінюватись у ту або іншу сторону. Зокрема, на сірководневих джерелах зменшується інтенсивність запаху, на лугових точкових водних об'єктах інколи може спостерігатися помутніння води, викликане вивітрюванням ґрунтів і т.д. Органолептичні властивості деяких водних джерел на території Карпатського НПП наведено у табл. 5.4.

**Таблиця 5.4. Органолептичні властивості деяких водних джерел на території Карпатського національного природного парку**

| Місце розташування водного джерела, ПНДВ | Запах      |                  | Смак і присмак | Забарвлення (кольоровість) | Каламутність (прозорість) |
|------------------------------------------|------------|------------------|----------------|----------------------------|---------------------------|
|                                          | при t=20°C | при t=60°C       |                |                            |                           |
| Ворохтянське, кв.10                      | 3          | 4 сірко-водневий | 0 солодкий     | 0 безбарвна                | < 3,5                     |
| Ворохтянське, кв.26                      | 3          | 4 сірко-водневий | 0 солодкий     | 0 безбарвна                | < 3,5                     |
| Яремчанське, кв.20                       | 0          | 2 квітковий      | 0 солодкий     | 0 безбарвна                | < 3,5                     |
| Яблуницьке, кв. 6                        | 0          | 2 квітковий      | 0 солодкий     | 0 безбарвна                | < 3,5                     |

### 5.3. Хімічний склад води

**Види хімічного аналізу води.** Треба мати на увазі, що джерельна вода є одним з кількох типів природних вод, у яких вивчається хімічний склад [57]. Види аналізу зумовлюються завданнями, які вирішуються. Відрізняють скорочений і повний (розгорнутий) хімічні аналізи вод та хімічний аналіз при спеціальному опробуванні водних об'єктів [42, 44].

**Скорочений хімічний аналіз води.** Для отримання загальної характеристики хімічного складу води виконується скорочений хімічний аналіз з визначенням фізичних властивостей (температури, запаху, прозорості, кольору, смаку, завислих частинок), показників, що характеризують стан води: рН, і за необхідності густини води, загальної та карбонатної твердості (жорсткості), мінералізації (сухого залишку) і компонентів хімічного складу ( $\text{CO}_2$  вільної,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) [44].

Мінералізація природних вод значною мірою визначається вмістом іонів  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , солі яких становлять 90-95% усіх солей у прісних водах і понад 99 % – у високомінералізованих. Тому ці іони називають *головними іонами* або *макрокомпонентами*.

**Повний хімічний аналіз води.** Для детальнішої характеристики хімічного складу води виконується повний (або розгорнутий) аналіз з визначенням усіх макрокомпонентів, а також на додаток до скороченого аналізу вміст  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{B}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{CO}_2$  агресивної і перманганатної окиснюваності.

**Хімічний аналіз води при спеціальному опробуванні водних об'єктів.** Додатково до скороченого і повного хімічного аналізу води проводяться спеціальні опробування з визначенням додаткових оцінювальних параметрів таких як мікрокомпонентний склад та газовий склад, вміст специфічних забруднювальних речовин тощо.

Об'єм джерельної води, необхідний для її подальшого дослідження у лабораторних умовах при гідрогеологічній або гідрохімічній зйомці залежить від загального вмісту розчинених у воді солей та типу аналізу (табл. 5.5).

Таблиця 5.5. Кількість води, необхідна для проведення хімічного аналізу [33]

| Тип аналізу | Кількість води, $\text{дм}^3$                                              |                                                                               |                                                                   |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|             | при підвищеній мінералізації (сухий залишок понад $1500 \text{ мг/дм}^3$ ) | при середній мінералізації (сухий залишок від 500 до $1500 \text{ мг/дм}^3$ ) | при малій мінералізації (сухий залишок до $500 \text{ мг/дм}^3$ ) |
| Повний      | 1,0                                                                        | 1,5                                                                           | 2,0                                                               |
| Скорочений  | 0,5                                                                        | 1,0                                                                           | 1,5                                                               |
| Польовий    | 0,25                                                                       | 0,5                                                                           | 0,5                                                               |

Відповідно до Європейського законодавства сучасні підходи у всіх сферах діяльності (у тому числі до проведення польових наукових досліджень) базуються на використанні безпечних з екологічної точки зору засобів. Зокрема у 2007 р. відповідно до постанови Європейського Союзу ("EU Ban on Mercury Measuring Instruments," U.K. Office of the European Parliament, 2007) було обмежено використання ртутьвмісних приладів. У США у 2002 р. ртутні термометри визнали поза законом.

Основні портативні вимірювальні прилади та деякі тест-системи, що використовуються при гідрохімічних дослідженнях у Карпатському НПП відображено на рис. 5.2.

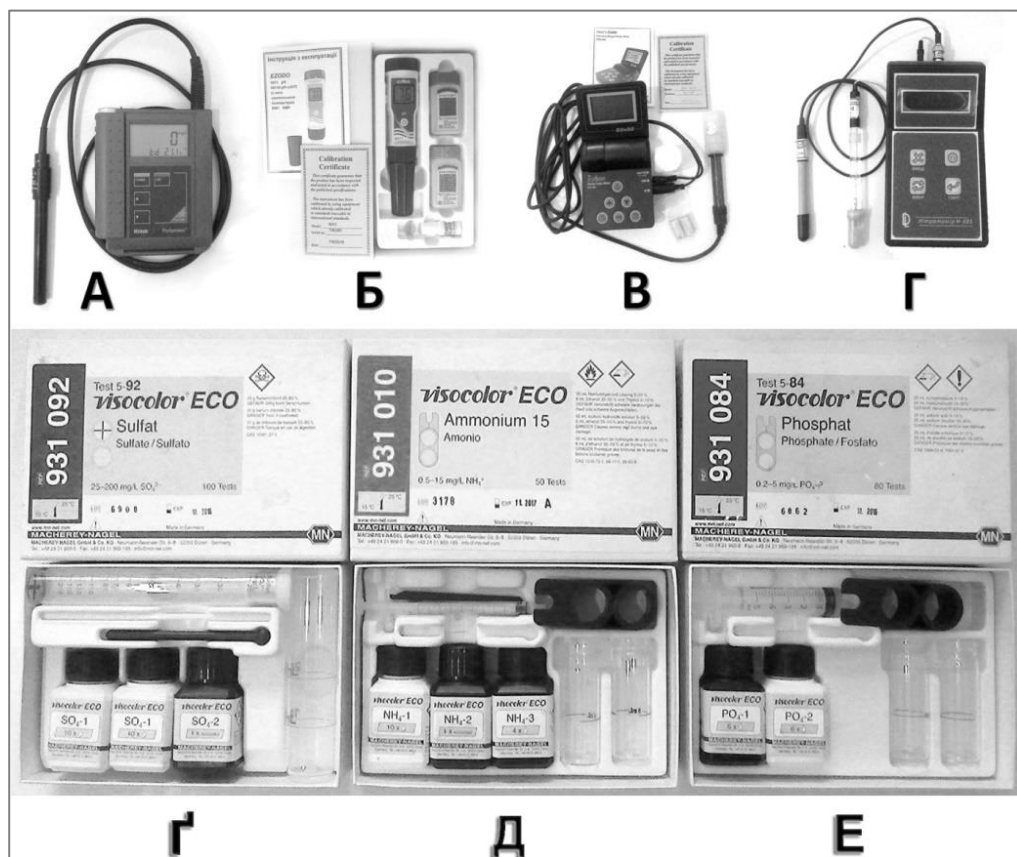


Рис. 5.2. Портативні вимірювальні прилади (А – солемір; Б – рН-метр; В – оксиметр; Г – нітратомір) і тест-системи для хімічного аналізу води (визначення вмісту: Г – сульфатів, Д – амонію, Е – фосфатів)

Первинні результати хіміко-аналітичних досліджень подаються у табличній формі у трьох формах вираження аналізів ( $\text{мг/дм}^3$ ,  $\text{мг-екв/дм}^3$ , та  $\text{\% -екв.}$ ) і формулою М.Г. Курлова.

У табл. 5.6 наведено результати дослідження хімічного складу води джерела у с. Татарів по вул. Незалежності (басейн р. Прутець Яблуницький), виконаного 22.09.2015 р. Дебіт джерела – 0,4 дм<sup>3</sup>/с. Вода в ньому – невисокої мінералізації (413,3 мг/дм<sup>3</sup>), гідрокарбонатно-натрієва, рН =7,5, t = 9°C, мала сірководневий запах.

**Таблиця 5.6. Хімічний склад води джерела у с. Татарів по вул. Незалежності (Івано-Франківська область, басейн р. Прутець Яблуницький), 2015 р.**

| Показники                        | мг/дм <sup>3</sup> | мг-екв/дм <sup>3</sup> | %-екв      |
|----------------------------------|--------------------|------------------------|------------|
| <i>Аніони</i>                    |                    |                        |            |
| Cl <sup>-</sup>                  | 15,0               | 0,42                   | 8,45       |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>    | 6,47               | 0,13                   | 2,69       |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>    | 271,0              | 4,44                   | 88,73      |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>     | 0,38               | 0,01                   | 0,12       |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>     | –                  | –                      | –          |
| <b>Всього</b>                    | <b>292,9</b>       | <b>5,01</b>            | <b>100</b> |
| <i>Катіони</i>                   |                    |                        |            |
| Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> | 115,0              | 5,00                   | 93,4       |
| Mg <sup>2+</sup>                 | 2,43               | 0,20                   | 2,81       |
| Ca <sup>2+</sup>                 | 3,01               | 0,15                   | 2,81       |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>     | 0,04               | 0,00                   | 0,04       |
| Fe <sup>2+</sup>                 | –                  | –                      | –          |
| Fe <sup>3+</sup>                 | –                  | –                      | –          |
| <b>Всього</b>                    | <b>120,5</b>       | <b>5,35</b>            | <b>100</b> |

|                             |                                                                                                  |      |  |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|
| <b>Мінералізація води</b>   | 413,3                                                                                            |      |  |
| Загальна лужність           | 7,3                                                                                              |      |  |
| Загальна жорсткість         |                                                                                                  | 0,35 |  |
| Перманганатна окиснюваність | 7,4                                                                                              |      |  |
| <b>Формула Курлова</b>      | $M\ 0,41 \frac{HCO_3\ 89\ [Cl\ 8\ SO_4\ 3]}{Na\ 93\ [Mg\ 4\ Ca\ 3]} \text{ рН}7,5\ t\ 9^\circ C$ |      |  |

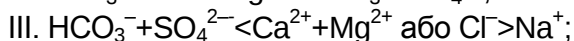
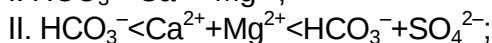
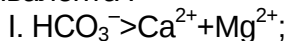
**Класифікація природних вод за головними іонами.** Отримані у польових і лабораторних умовах гідрохімічні дані можуть бути основою для хімічної типізації водних об'єктів за вмістом головних іонів. Поширеною є *класифікація О.О. Алекіна*, яка передбачає диференціацію природних вод на основі принципу поділу хімічного складу води за переважаючими іонами з поділом за кількісним співвідношенням між ними.

Переважаючими вважаються іони з невеликим відносним вмістом у

відсотках в перерахунку на кількість речовини еквівалента. За переважаючим аніоном природні води поділяють на 3 класи :

- гідрокарбонатні (позначення – С);
- сульфатні (S);
- хлоридні (Cl)

Кожен клас за переважаючим катіоном поділяється на три групи: кальцієву (Ca), магнієву (Mg) та натрієву (Na). Кожна група в свою чергу поділяється на чотири типи вод, що визначаються співвідношенням між вмістом іонів у відсотках в перерахунку на кількість речовини еквівалента :



*Приклад повного запису складу води за цією класифікацією:*  $\text{C}^{\text{Ca}}_{\text{I}}$  – вода гідрокарбонатного класу, групи кальцію, I типу;  $\text{S}^{\text{Mg}}_{\text{II}}$  – вода сульфатного класу, групи магнію, II типу.

**В.К. Хільчевським** для дослідження трансформації хімічного складу природних вод була запропонована ідея, реалізована ним у 2006 р. спільно з С.М. Курилом і Р.В. Руденком, по модернізації класифікації хімічного складу природних вод за вмістом аніонів і катіонів [44, 45]. В модернізованій класифікації індикатором трансформації є зміна класифікаційних ознак. Принципи, використані для удосконалення класифікації, полягають у наступному.

По-перше, для детального відображення зміни хімічного складу води на рівні груп за переважаючим катіоном, вводять другий катіон, якщо його вміст у перерахунку на кількість речовини еквівалента понад 25%, якщо брати суми еквівалентних аніонів і катіонів по 100 % (наприклад,  $\text{S}^{\text{NaCa}}$ ).

По-друге, для відображення кількісних змін класоутворюючих аніонів у хімічному складі природних вод в усіх чотирьох типах виділяють підтипи за відносним внеском класоутворюючого аніону. Це ілюструється шляхом додавання до символу типу (римська цифра) буквеного індексу. Відповідно, за внеском класоутворюючого аніону, перший (I), другий (II) і третій (III) типи природних вод поділяються на три підтипи (a, b, d) (рис. 5.3):

Ia, IIa, IIIa – якщо вміст класоутворюючого аніону є більшим за 75% у перерахунку на кількість речовини еквіваленту.

Ib, IIb, IIIb – якщо вміст класоутворюючого аніону становить 50–75% у перерахунку на кількість речовини еквіваленту.

Id, IId, IIId – якщо вміст класоутворюючого аніону є меншим за 50% у перерахунку на кількість речовини еквіваленту.

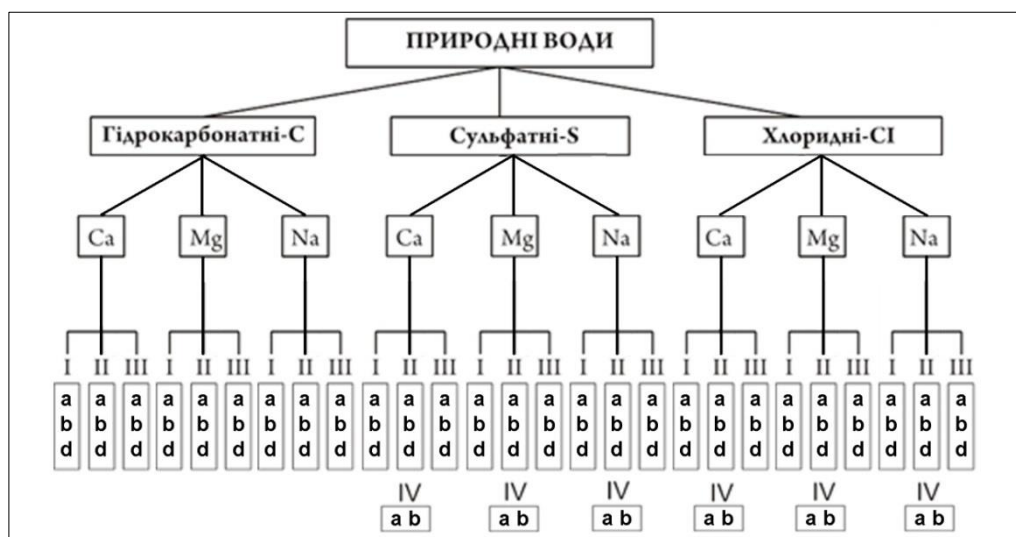


Рис. 5.3. Схема модернізованої класифікації природних вод О.О. Алекіна [44, 45]

Четвертий тип природних вод поділяється на два підтипи (a, b):

IVa – якщо вміст класоутворюючого аніону є більшим за 75% у перерахунку на кількість речовини еквіваленту.

IVb – якщо вміст класоутворюючого аніону є меншим за 75% у перерахунку на кількість речовини еквіваленту.

*Приклад повного запису складу води за модернізованою класифікацією:*  $\text{C}^{\text{CaMg}}_{\text{Ia}}$  – вода гідрокарбонатного класу, групи кальцію-магнію, I типу, підтипу a;  $\text{S}^{\text{MgNa}}_{\text{IIb}}$  – вода сульфатного класу, групи магнію-натрію, II типу, підтипу b.

Такі доповнення до базової класифікації О.О. Алекіна дозволяють відображати хімічний склад природних вод на якісно новому рівні.

Приклад класифікації та гідрохімічної характеристики води деяких природних джерел, що знаходяться у зоні регульованої рекреації і ділянок зі значним туристичним напливом на території Карпатського НПП, за вмістом головних іонів і мінералізацією (602-920 мг/дм<sup>3</sup>) наведено у табл. 5.7.

Води типу I утворюються в процесі хімічного вилугування вивержених порід або при обмінних процесах іонів кальцію та магнію на іон натрію. Найчастіше вони маломінералізовані, виняток складають води безстічних озер.

Води типу II є змішаними. Їх склад може бути пов'язаний генетично як з осадовими гірськими породами, так і з продуктами вивітрювання вивержених порід. До цього типу належить вода більшості річок, озер та підземні води з малою та помірною мінералізацією.

**Таблиця 5.7. Класифікація води деяких природних джерел на території Карпатського національного природного парку за вмістом головних іонів, 2015 р.**

| Головні іони                  | Місце розташування водного джерела                              |                        |           |                                                               |                        |           |                                                       |                        |           |                                                       |                        |           |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------|------------------------|-----------|-------------------------------------------------------|------------------------|-----------|-------------------------------------------------------|------------------------|-----------|
|                               | смт Ворохта, біля траси                                         |                        |           | м. Яремче, біля траси                                         |                        |           | біля г. Пожижевська                                   |                        |           | рекреаційна зона «Говерла»                            |                        |           |
|                               | мг/дм <sup>3</sup>                                              | мг-екв/дм <sup>3</sup> | % мг-екв. | мг/дм <sup>3</sup>                                            | мг-екв/дм <sup>3</sup> | % мг-екв. | мг/дм <sup>3</sup>                                    | мг-екв/дм <sup>3</sup> | % мг-екв. | мг/дм <sup>3</sup>                                    | мг-екв/дм <sup>3</sup> | % мг-екв. |
| СГ                            | 14,2                                                            | 0,40                   | 17,6      | 14,2                                                          | 0,40                   | 3,30      | 28,4                                                  | 0,80                   | 5,24      | 31,6                                                  | 0,89                   | 6,54      |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 432                                                             | 8,99                   | 78,9      | 480                                                           | 10,0                   | 82,4      | 480                                                   | 9,99                   | 65,4      | 432                                                   | 8,99                   | 65,9      |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 122                                                             | 2,0                    | 17,6      | 106                                                           | 1,70                   | 14,3      | 274                                                   | 4,49                   | 29,4      | 229                                                   | 3,75                   | 27,5      |
| K <sup>+</sup>                | 12,4                                                            | 0,65                   | 32,0      | 11,0                                                          | 0,58                   | 36,3      | 36,9                                                  | 1,94                   | 19,2      | 13,3                                                  | 0,70                   | 18,9      |
| Na <sup>+</sup>               | 2,64                                                            | 0,24                   | 11,7      | 6,8                                                           | 0,42                   | 26,3      | 72,1                                                  | 6,6                    | 64,9      | 19,8                                                  | 1,80                   | 48,7      |
| Mg <sup>2+</sup>              | 4,9                                                             | 0,40                   | 20,1      | 3,7                                                           | 0,30                   | 18,8      | 4,9                                                   | 0,40                   | 3,96      | 4,90                                                  | 0,40                   | 10,8      |
| Ca <sup>2+</sup>              | 14,0                                                            | 0,70                   | 35,2      | 6,0                                                           | 0,30                   | 18,8      | 24,0                                                  | 1,20                   | 11,9      | 16,0                                                  | 0,80                   | 21,6      |
| Σ <sub>i</sub>                | 602                                                             |                        |           | 628                                                           |                        |           | 920                                                   |                        |           | 746                                                   |                        |           |
|                               | S <sub>Ila</sub> <sup>NaCa</sup>                                |                        |           | S <sub>Ila</sub> <sup>KNa</sup>                               |                        |           | S <sub>Ib</sub> <sup>Na</sup>                         |                        |           | S <sub>Ib</sub> <sup>Na</sup>                         |                        |           |
|                               | сульфатний клас, натрієво-кальцієва група, другий тип, підтип а |                        |           | сульфатний клас, кальєво-натрієва група, другий тип, підтип а |                        |           | сульфатний клас, натрієва група, перший тип, підтип b |                        |           | сульфатний клас, натрієва група, перший тип, підтип b |                        |           |

**Мінералізація води** – характеристика, що має надважливе теоретичне і практичне значення. У більшості випадків (51 %) вода досліджених природних водних джерел на території Карпатського НПП належала до типу «дуже прісні» з мінералізацією 30-100 мг/дм<sup>3</sup>.

Частка джерел з «нормально прісною» водою (Σ<sub>i</sub> =100-500 мг/дм<sup>3</sup>), які часто використовуються місцевим населенням для водопостачання, становила близько 40 % (табл. 5.8).

**Таблиця 5.8. Частка досліджених природних джерел Карпатського національного природного парку (%) з різною мінералізацією (мг/дм<sup>3</sup>)**

| Тип вод за мінералізацією | Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup> | Частка досліджених джерел, % |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Надпрісні                 | < 10                              | 1,6                          |
| Найпрісніші               | 10-30                             | 7,1                          |
| Дуже прісні               | 30-100                            | 51                           |
| Нормально прісні          | 100-500                           | 37,2                         |
| Пріснуваті                | 500-1000                          | 2,5                          |
| Слабкосолонуваті          | 1000-3000                         | 0,6                          |

Незначні за поширенням (2,5 %) природні водні джерела із «пріснуватим» типом води (мінералізація 500-1000 мг/дм<sup>3</sup>) (див. табл. 5.7) облагороджені і приурочені, як правило, до зон регульованої

рекреації і ділянок зі значним туристичним напливом.

«Слабкосолонуваті» води виявлені лише у двох досліджуваних джерелах: на території Яремчанського ПНДВ ( $\Sigma i = 1300 \text{ мг/дм}^3$ ) та Яблуницького ПНДВ ( $\Sigma i = 2950 \text{ мг/дм}^3$ ) і частка їх становить лише 0,6 % від загальної кількості досліджуваних джерел. Слід зазначити, що у давній літературі є інформація про існування у смт Ворохта свердловин з «солоним» типом води, місце розташування яких сьогодні не відоме.

Природні джерела з мінімальним вмістом солей у воді – «найпрісніші» і «надпрісні» спостерігалися відповідно у 7,1 та 1,6 % випадках. Їхнє поширення характерне для орографічно підвищених ділянок – переважно поблизу вершин гір або гірських хребтів. Одне з природних джерел, що мало «надпрісну» мінералізацію води ( $5,0 \text{ мг/дм}^3$ ) зафіксовано під час досліджень 2015 р. в урочищі Ребровач (гірський хребет Ребровач) на висоті 767 м над рівнем моря у межах Татарівського ПНДВ.

Додатково до програми моніторингу джерел з відбором проб для скороченого і повного хімічного аналізів води на території Карпатського національного природного парку проводилися спеціальні опробування з визначенням мікроелементів у воді джерел [19] (табл. 5.9).

**Таблиця 5.9. Мікрокомпонентний склад води деяких джерел на території Карпатського національного природного парку, 2015 р.**

| № з/п | Показник                | Місце розташування водного джерела |                     |                       |                     |                            |
|-------|-------------------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------|
|       |                         | смт Ворохта, біля траси            | смт Ворохта, кв.10. | м. Яремча, біля траси | біля г. Пожижевська | рекреаційна зона «Говерла» |
|       |                         | концентрація, $\text{мг/дм}^3$     |                     |                       |                     |                            |
| 1     | Ферум, $\text{Fe}^{2+}$ | 0,000                              | 0,0558              | «сліди»               | 0,00                | «сліди»                    |
| 2     | Ферум, $\text{Fe}^{3+}$ | «сліди»                            | 0,060               | 0,420                 | «сліди»             | 0,050                      |
| 3     | Мідь, $\text{Cu}$       | 0,0636                             | 0,0108              | 0,072                 | 0,0076              | 0,0076                     |
| 4     | Цинк, $\text{Zn}$       | 0,032                              | 0,0385              | 0,045                 | 0,045               | 0,038                      |
| 5     | Свинець, $\text{Pb}$    | «сліди»                            | «сліди»             | «сліди»               | «сліди»             | «сліди»                    |
| 6     | Кадмій, $\text{Cd}$     | «сліди»                            | «сліди»             | 0,00028               | 0,0003              | 0,00006                    |
| 7     | Манган, $\text{Mn}$     | 0,028                              | 0,011               | 0,018                 | 0,039               | 0,03                       |
| 8     | Літій, $\text{Li}$      | «сліди»                            | 0,00                | «сліди»               | 0,000               | 0,000                      |
| 9     | Алюміній, $\text{Al}$   | 0,060                              | 0,006               | 0,00112               | 0,095               | 0,049                      |
| 10    | Стронцій, $\text{Sr}$   | «сліди»                            | 0,950               | 0,000                 | 0,000               | 1,500                      |
| 11    | Барій, $\text{Ba}$      | 0,0079                             | «сліди»             | 0,0317                | 0,030               | 0,022                      |
| 12    | Срібло, $\text{Ag}$     | 0,198                              | 0,018               | 0,00089               | 0,015               | 0,032                      |
| 13    | Бор, $\text{B}$         | 0,000                              | «сліди»             | 0,000                 | 0,000               | 0,000                      |
| 14    | Хром, $\text{Cr}$       | 0,00015                            | 0,0023              | 0,000328              | 0,0041              | 0,00023                    |
| 15    | Молібден,               | «сліди»                            | «сліди»             | «сліди»               | 0,000               | «сліди»                    |
| 16    | Кобальт, $\text{Co}$    | «сліди»                            | «сліди»             | 0,000                 | 0,000               | «сліди»                    |

**Оцінювання якості води.** За даними хімічного аналізу води виконується оцінювання її якості. Є методики оцінювання якості природних вод для різних цілей: екологічних, рибогосподарських, бальнеологічних, господарсько-питних. Практично, всі вони ґрунтуються на показниках гранично допустимої концентрації (ГДК) того чи іншого хімічного компонента. Оцінювання якості води може виконуватися через звичайне порівняння отриманих результатів хімічного аналізу зі значеннями ГДК в нормативних документах.

**Екологічне оцінювання якості води.** Для екологічних цілей описаний вище підхід не дає інтегральної оцінки якості води, оскільки не враховується комплексний ефект від сумарної дії перевищення ГДК низкою компонентів. Тому застосовуються комплексні оцінки якості води за гідрохімічними показниками, які дають об'єктивнішу інформацію [44].

Індекс забруднення води (ІЗВ) належить до категорії показників, які найчастіше використовують для оцінки якості водних об'єктів. Цей індекс є типовим адитивним коефіцієнтом і є середньою часткою перевищення ГДК за лімітованою кількістю індивідуальних інгредієнтів:

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} \quad (5.1)$$

де  $C_i$  – концентрація компонента (у деяких випадках – значення фізико-хімічного параметра),  $n$  – число показників, використаних для розрахунку індексу,  $ГДК_i$  – встановлене значення гранично допустимої концентрації і-го компонента за відповідним типом водного об'єкта.

Залежно від ІЗВ вода оцінюється за класами (табл. 5.10).

**Таблиця 5.10. Критерії оцінки якості вод за показником ІЗВ**

| Клас якості вод | Текстовий опис     | Величина ІЗВ |
|-----------------|--------------------|--------------|
| I               | Дуже чиста         | < 0,2        |
| II              | Чиста              | 0,2 – 1,0    |
| III             | Помірно забруднена | 1,0 – 2,0    |
| IV              | Забруднена         | 2,0 – 4,0    |
| V               | Брудна             | 4,0 – 6,0    |
| VI              | Дуже брудна        | 6,0 – 10,0   |
| VII             | Надзвичайно брудна | > 10,0       |

До першого класу відноситься вода, яка отримана з тих водних об'єктів, що зазнають найменшого антропогенного (техногенного) впливу. Величини гідрохімічних та гідробіологічних показників води цих джерел близькі до природних значень для даного регіону, але є певні зміни, порівняно з природними, які ще не порушують екологічної рівноваги та є відносно безпечними.

До другого класу відносяться води, що знаходяться під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем та стає небезпечним для здоров'я людини.

Вода третього–п'ятого класів – це вода з порушеними екологічними параметрами, її стан оцінюється як екологічний регрес, а ступінь небезпечності для здоров'я людини – як високий та надзвичайно високий.

В 1998 р. Мінприроди України затвердило «Методику екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями», яка діє до цього часу [24]. Вона є досконалішою, ніж ІЗВ, хоча в основі лежить той же принцип – кратність перевищення ГДК. Оцінювання виконується за блоками гідрохімічних та гідрофізичних показників: компоненти сольового складу; показники трофо-сапробіологічного стану; специфічні речовини токсичної дії. Індекс загальної екологічної оцінки ( $I_e$ ) знаходиться як середньоарифметичне блокових індексів ( $I_1, I_2, I_3$ ).

**Моніторинг вод і методи оцінювання їх екологічного стану з урахуванням вимог ВРД ЄС.** У зв'язку з підписанням Угоди про асоціацію Україна-ЄС (2015 р.) 4 жовтня 2016 р. Верховна Рада України прийняла Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом», яким внесено певні зміни до Водного кодексу України. Затверджено нове гідрографічне районування України, передбачено реформування системи державного моніторингу вод і методів оцінювання їхнього екологічного стану з урахуванням вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу [56].

При екологічному оцінюванні якості вод передбачено відмова від універсальних ГДК. Для оцінки екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод та хімічного стану масиву підземних вод та визначення комплексу водоохоронних заходів встановлюється екологічний норматив якості води масивів поверхневих та підземних вод, що містить науково обґрунтовані значення концентрацій забруднювальних речовин та показники якості води (загальнофізичні, біологічні, хімічні, радіаційні). Простішою мовою – науково обґрунтовані значення концентрацій забруднювальних речовин та показники якості води для р. Прут будуть іншими, ніж, наприклад, для р. Прип'ять. Більше того, для самої р. Прут ці показники можуть відрізнятися на ділянці річки (масиві поверхневих вод) в районі Яремче від ділянки річки (масиву поверхневих вод) в районі нижче Чернівців.

**Якість води, призначеної для споживання людиною.** У багатьох країнах

на державному рівні унормовано значення показників якості води, призначеної для споживання людиною (стандартами, санітарними нормами і правилами, які затверджують міністерства охорони здоров'я тощо), що відповідають певним вимогам Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) з урахуванням місцевих особливостей і можливостей. Ці нормативи покликані надійно захищати здоров'я людей, створювати сприятливі умови для водокористування, охорони вод та екологічного благополуччя водного об'єкта.

Основним документом стосовно питної води, який діє в Україні, є Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», затверджені Міністерством охорони здоров'я України в 2010 р. (ДСанПіН 2.2.4-171-10). В цьому нормативному документі наведено конкретні значення показників епідемічної безпеки та санітарно-хімічних показників якості питної води [5].

Якщо порівняти нормативи по питній воді різних країн, то перший висновок, який можна зробити – вони близькі між собою (табл. 5.11).

**Таблиця 5.11. Порівняння нормативів якості питної води (ГДК) за окремими показниками**

| Показник                                                   | Україна   | ВООЗ      | ЄС                              | США       |
|------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------|-----------|
| Загальна мінералізація (сухий залишок), мг/дм <sup>3</sup> | 100-1000  | -         | Вода не повинна бути агресивною | 500       |
| pH                                                         | 6,5 - 8,5 | 6,5 - 8,5 | 6,5 - 9,5                       | 6,5 - 8,5 |
| Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>                                | 350       | 250       | 250                             | 250       |
| Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>                               | 500       | 250       | 250                             | 250       |
| Магній, мг/дм <sup>3</sup>                                 | 10-80     | -         | -                               | -         |
| Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>                         | 2         | 1,5       | 0,5                             | -         |
| Нітрити, мг/дм <sup>3</sup>                                | 3,3       | 3         | 0,5                             | 1         |
| Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>                                | 45        | 50        | 50                              | 44,3      |
| Залізо, мг/дм <sup>3</sup>                                 | 0,3       | 0,3       | 0,2                             | 0,3       |
| Перманганатне окиснення, мг/дм <sup>3</sup>                | 4         | -         | 5                               | -         |
| Розчинений кисень, мг/дм <sup>3</sup>                      | 6         | -         | 80-120%                         | -         |
| БСК-5, мг/дм <sup>3</sup>                                  | 3         | 3         | 3                               | -         |
| Феноли, мг/дм <sup>3</sup>                                 | 0,001     | -         | 0,005                           | 0,001     |
| Марганець, мг/дм <sup>3</sup>                              | 0,1       | 0,1       | 0,05                            | 0,05      |
| Хром (заг.), мг/дм <sup>3</sup>                            | 0,5       | 0,05      | 0,05                            | 0,1       |
| Мідь, мг/дм <sup>3</sup>                                   | 1         | 1         | 1                               | 1,3       |
| СПАР                                                       | 0,3       | -         | 0,3                             | 0,5       |

У той же час, є і відмінності. Наприклад, максимальна мінералізація питної води в системі водопостачання в Україні допускається 1000 мг/дм<sup>3</sup>, а в США – лише 500 мг/дм<sup>3</sup>.

## 5.4. Бактеріологічний аналіз

Мікробіологічний контроль якості питної води включає вимірювання групи бактеріологічних показників.

Як відомо, бактерії зустрічаються майже в усіх джерельних і ґрунтових водах; вони дуже швидко розмножуються і за сприятливих умов можуть жити надзвичайно довго. Вирізняють бактерії нешкідливі (апатогенні) і шкідливі (патогенні); останні є збудниками різних хвороб, як, наприклад, холери, тифу, дизентерії тощо. Очевидно, що у питній воді зовсім не повинно бути патогенних бактерій. В 1 см<sup>3</sup> питної води повинно бути не більше 100 зародків нешкідливих бактерій, причому вони повинні належати лише до небагатьох різновидів. Вміст *Bacterium coli* може вказувати на присутність фекальних вод [4, 42].

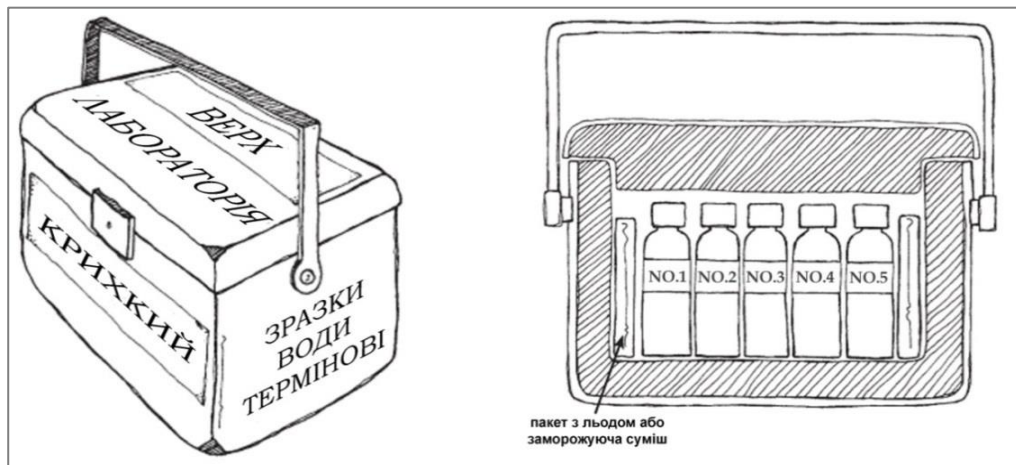
За результатами санітарно-мікробіологічного аналізу 2015 р. у пробах води природних джерел у с. Микуличин (місцевість Країщі) та с. Татарів (Яремчанська міська рада, Івано-Франківська область) було виявлено перевищення допустимої норми загального вмісту коліформ у 100 см<sup>3</sup>, що не відповідає гігієнічним вимогам до води питної, призначеної для споживання людиною (ДСанПіН 2.2.4-171-10).

У весняно-літній період 2019 р. у с. Микуличин ситуація набула більш загрозливого характеру – серед місцевого населення було зафіксовано спалах гепатиту. Як згодом з'ясувалося, відбувалося це аліментарним шляхом (через вживання забрудненої води). Слід зазначити, що основним джерелом водопостачання тут є індивідуальні колодязі та вода природних джерел.

Тому у воді, яка надходить з природних джерел до споживача, фахівцями регулярно вимірюються загальні і термотолерантні коліформні бактерії, сульфит-редуючі клостридії, загальне мікробне число, коліфаги та фекальні стрептококи.

Для відбору проб води на мікробіологічний аналіз можна використовувати декілька типів пляшок, але найкраще підходять скляні місткістю не менше 200 мл. Вони повинні мати надійно закріплені пробки або ковпачки з нетоксичними вкладками і бути попередньо стерилізовані. Кожна кришка повинна мати металеву втулку, вільну від різьби, щоб забезпечити мінімізацію ризику забруднення проби води. Не слід використовувати пробки з вати та паперових ковпачків.

Як і при визначенні фізико-хімічних показників бактеріологічний аналіз можна проводити у польових умовах. Для більш точних результатів відібрані зразки оперативно транспортуються до лабораторій у спеціальних контейнерах (рис. 5.3).



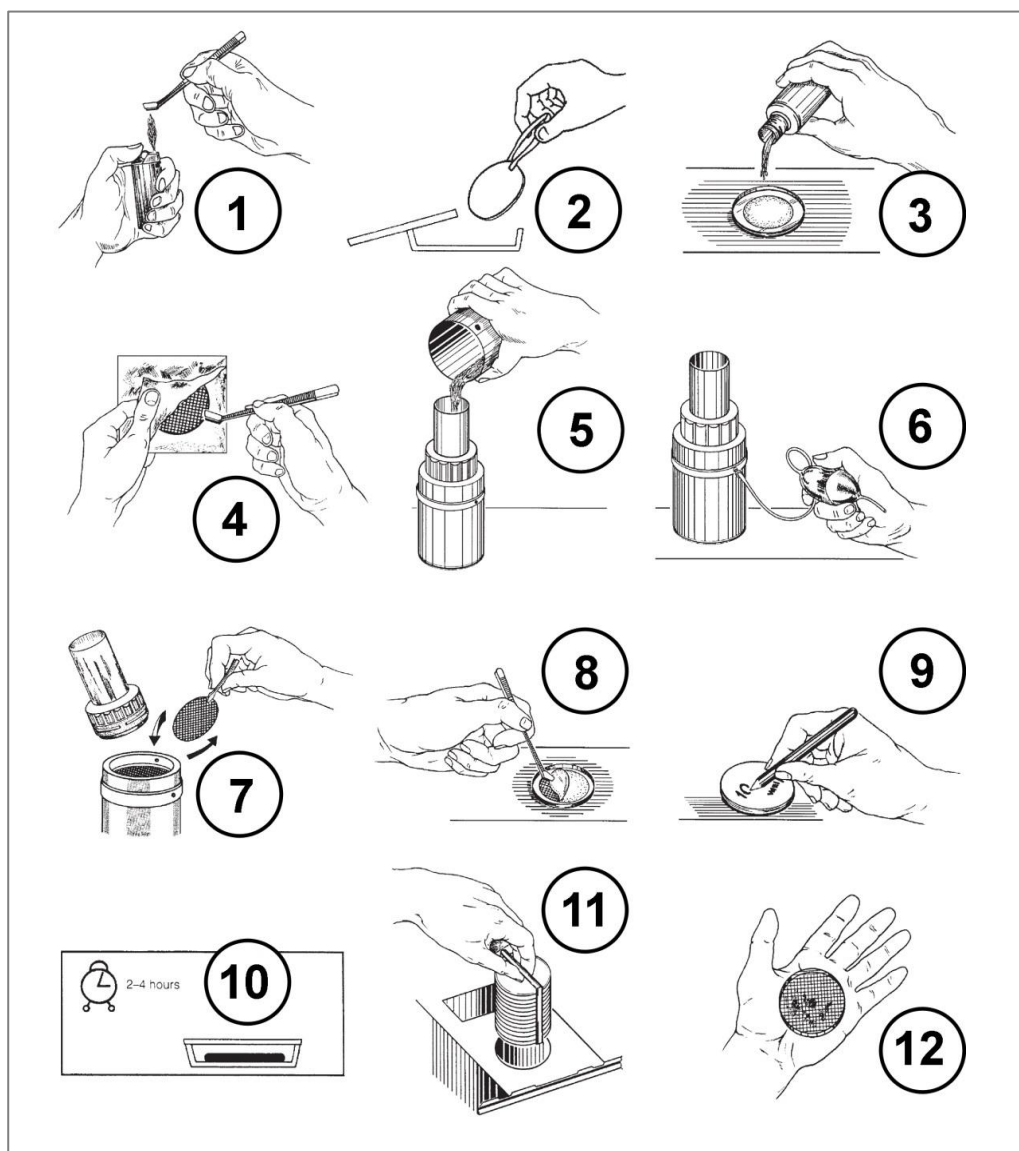
**Рис. 5.3. Контейнер для транспортування проб води на бактеріологічний аналіз [54]**

Основні методи, що використовуються при виділенні індикаторних організмів від водою є метод мембранної фільтрації (МФ), метод багатоканальної (МТ) або найбільш ймовірної кількості (МПН) і тести на присутність-відсутність. Результат мікробіологічного аналізу води деяких джерел на території Карпатського НПП наведено у табл. 5.12.

**Таблиця 5.12. Результат мікробіологічного аналізу води деяких джерел на території Карпатського національного природного парку**

| Місце розташування водного джерела | Загальне число мікроорганізмів в 1 мм <sup>3</sup> води (норма – не більше 100) | Число бактерій групи кишкових паличок в 1 дм <sup>3</sup> води (колі-індекс : норма – не більше 3) |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Підніжжя гори Пожижевська          | 79                                                                              | 1,0                                                                                                |
| Рекреаційна зона «Говерла»         | 82                                                                              | 1,0                                                                                                |
| смт Ворохта, кв.10                 | 81                                                                              | 1,0                                                                                                |
| смт Ворохта, біля траси            | 76                                                                              | 1,0                                                                                                |
| м. Яремче, біля траси              | 78                                                                              | 1,0                                                                                                |

Метод та послідовність визначення вмісту у воді термотолерантних коліформ у польових умовах наведено на рис. 5.4.



**Рис. 5.4. Послідовність визначення вмісту у воді термотолерантних коліформ у польових умовах [54]**

Метод дослідження термотолерантних коліформ у польових умовах включає наступні дії:

1. Затуплені кінці спеціальних щипців знезаражують вогнем і дають можливість охолонути між послідовними маніпуляціями фільтрів.

2. Стерильну абсорбуючу прокладку поміщують у стерильну чашу Петрі.

3. Додають бульйонне середовище для насичення подушки і видалення надлишку бульйону.

4. Стерилізують фільтр і збирають його, поставивши стерильну мембрану фільтра на опору мембрани.

5. Ретельно перемішують зразок, перевернувши пляшку зразка кілька разів, і випробовуваний об'єм (10-100 мл) поміщають у попередньо стерилізований апарат для фільтрації.

6. За допомогою вакууму пропускають досліджуваний зразок через мембрану фільтра. Від'єднують вакуум і розбирають апарат.

7-8. Використовуючи стерильні щипці, знімають мембранний фільтр з фільтрувального апарату і переносять його на живильну прокладку до чашки Петрі. Опускають мембрану, стороною сітки догори, обережно на поживну прокладку, переконавшись, що між подушечкою і фільтром немає бульбашок повітря.

9. Заміняють кришку на чашці Петрі та позначають код ідентифікації зразка за допомогою воскового олівця або водонепроникного пера.

10. Інкують чашку Петрі при температурі навколишнього середовища упродовж 2-4 год., щоб забезпечити реанімацію досліджуваних бактерій.

11. Інкують чашу Петрі при вибраній температурі протягом 18-24 год.

12. Після інкубації підраховують усі колонії з типовою морфологією бактерій та використовуюваного середовища. Обчислюють і виражають результат у колонієутворюючих одиницях (КУО) на 100 мл проби.

## **5.5. Деякі вимоги щодо утримання каптажів природних водних джерел**

У Державних санітарних нормах та правилах «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) викладено низку технічних вимог, зокрема й таких що стосуються об'єктів нецентралізованого питного водопостачання населення – бюветів, колодязів та каптажів джерел [5].

В документі особлива увага звертається на утримання цих об'єктів у належному стані, який би гарантував епідемічну безпечність та високу якість води.

- Влаштування бюветів, колодязів та каптажів джерел необхідно здійснювати з урахуванням результатів лабораторних досліджень безпечності та задовільної якості води, отриманих установами державної санітарно-епідеміологічної служби (за п. 3.31).

- Місця влаштування бюветів, колодязів та каптажів джерел потрібно

розташовувати на незабрудненій території, яка знаходиться вище за течією ґрунтових вод на відстані не менше ніж 30 м від магістралей з інтенсивним рухом транспорту та не менше ніж 50 м (для індивідуальних колодязів - не менше ніж 20 м) від вбиралень, вигрібних ям, споруд та мереж каналізації, складів добрив (за п. 3.32).

- У радіусі 50 м від бюветів, колодязів та каптажів джерел не дозволяється здійснювати миття транспортних засобів, водопій тварин, влаштовувати водоймища для водоплавної птиці.

- Забороняється влаштовувати бювети, колодязі та каптажі джерел у місцях, що затоплюються, зазнають розмивів.

- Забороняється використовувати для підйому води із колодязя чи каптажу джерела громадського користування ємкості, які приносять споживачі, а також набирати воду із відра загального користування посудом, що належить споживачам (за п. 3.33).

- Щойно побудовані бювети, колодязі та каптажі джерел можна вводити в експлуатацію лише після їх обстеження посадовою особою державної санітарно-епідеміологічної служби (за п. 3.34).

- Періодичний контроль безпечності та якості питної води здійснюється власниками бюветів, колодязів та каптажів джерел (за п. 5.1).

- Скорочений контроль якості питної води здійснюється протягом перших 3-х місяців експлуатації бюветів, колодязів та каптажів джерел за мікробіологічними та органолептичними показниками 1 раз на місяць, а надалі - 1 раз на сезон (за п. 5.3).

- Власники бюветів, колодязів чи каптажів джерел зобов'язані щорічно проводити планове обстеження цих споруд, їх поточний ремонт, чищення та дезінфекцію. Після кожного ремонту або чищення необхідно проводити дезінфекцію споруд та знезараження питної води, а також лабораторні дослідження (за п. 5.4).

- У тому разі, коли після чищення та дезінфекції бюветів, колодязів чи каптажів джерел безпечність та якість питної води не покращується, використовувати її для питних потреб забороняється. На бюветі, колодязі чи каптажі джерела необхідно вивісити табличку з інформацією: "Вода для пиття не придатна". Провести повторні чищення та дезінфекцію з подальшим лабораторним контролем їхньої ефективності (за п. 5.5).

## 6. РЕЖИМНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ НА ПРИРОДНИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛАХ

---

### 6.1. Характеристика гідрометеорологічних умов в районі Карпатського НПП, 2016-2017 рр.

**Загальні положення.** Під режимом водного джерела розуміють зміну в часі його дебіту, хімічного складу і температури води. Вивчення зазначених параметрів дозволяє встановити природу та тип джерела, умови, а інколи і площу живлення, вказати практичну значимість водного об'єкта тощо.

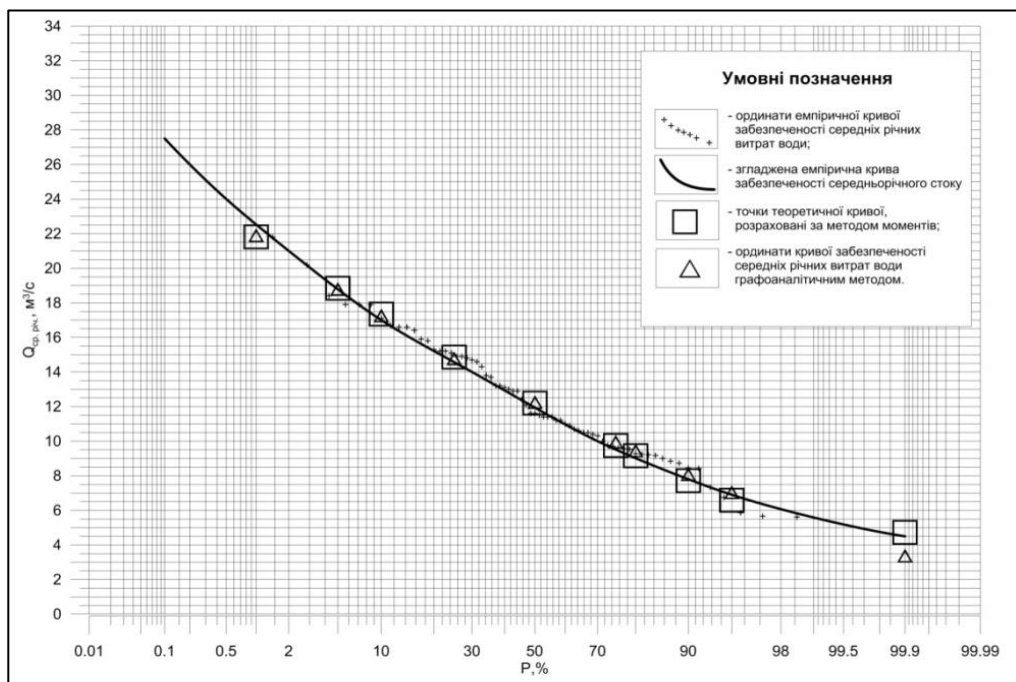
Режим джерел обумовлений низкою природних і штучних факторів. Серед перших слід виділити геологічні, кліматичні, гідрогеологічні та ґрунтово-біогенні чинники; до других відносяться фактори, що обумовлюють штучне поповнення водних ресурсів (греблі, канали, зрошувальні системи та ін.) або виснаження (забір) підземних вод (водознижувальні установки, водозабірні споруди, шахтний водовідлив тощо) [38].

Режим джерел встановлюється шляхом спеціальних спостережень за зміною дебіту, складу і температури води джерел. Останні проводяться упродовж не менше одного-трьох років [38]. Основні підходи щодо визначення дебіту водного джерела описано у розд. 4, фізико-хімічних параметрів води – у розд. 5.

На території Карпатського національного природного парку у 2017 р. було організовано стаціонарні спостереження за режимом типового джерела висхідного типу у с. Микуличин у басейні р. Прут (Яремчанська міська рада, Івано-Франківська область). Коротко охарактеризуємо гідрометеорологічні умови 2016-2017 гідрологічного року в цьому районі з використанням даних по метеостанції (МС) м. Яремче та гідропосту на р. Прут – м. Яремче.

**Гідрометеорологічні умови 2016-2017 гідрологічного року.** У цілому, 2016-2017 гідрологічний рік був помірно теплим та вологим. Середньорічна температура повітря, за даними МС Яремче, була вища норми на 0,3 °С, опадів випало 1069,4 мм (115 % норми). Водність р. Прут була дещо вищою середнього багаторічного показника ( $K=1,11$ ). Тривалість льодових явищ на річці становила 102 дні, льодоставу – 42.

За даними спостережень 2017 р. характеризувався як близький до середнього по водності: величина  $Q_{\text{ср.річ.}}$  р. Прут у м. Яремче становила 11,2 м<sup>3</sup>/с, що відповідало періоду 55% забезпеченості річковим стоком (рис. 6.1).



**Рис. 6.1. Крива забезпеченості середньорічного стоку води у створі гідрологічного поста р. Прут – м. Яремче (1950-2017 рр.)**

*Осінній період* 2016 р. характеризувався як помірно холодний та вологий. Середньомісячна температура повітря була нижчою норми у жовтні на 2,4°C і перевищувала її у листопаді на 1,8°C. Опадів випало 120,5 мм (130 % норми); 87,6 мм (183 %) – у жовтні та 32,9 мм (73%) – у листопаді. Середній за сезон стік води р. Прут у м. Яремче дещо перевищував норму у 1,56 рази.

*Зимовий період* був теплим та вологим. Середньомісячна температура повітря була вищою норми: у грудні – на 1,2°C; у лютому – на 1,4 °C. Нижче середнього значення була температура повітря у січні – на 1,2 °C.

Атмосферних опадів випало взимку 157 мм (141% норми): 39,5 мм (96 %) – у грудні; 43,9 мм (133 %) – у січні; 73,6 мм (199 %) – у лютому.

Водність р. Прут була близькою до середнього багаторічного значення. Льодові явища на річці утворилися 8 грудня 2016 р. і представлені заберегами, шугоходом, льодоставом. Дата утворення стійкого льодоставу – 25 грудня 2016 р.

*Весняний період* – був сухим та теплим. Середньомісячна температура повітря перевищувала норму : у березні – на 1,2°C; у квітні – на 0,8 °C. Була нижчою багаторічного показника у травні –

на 0,9 °С.

Атмосферних опадів випало 155,5 мм (63 % норми): 29,1 мм (47 %) – у березні; 33,1 мм (44 %) – у квітні; 100,3 мм (81%) – у травні. Середній стік за сезон був близьким до середнього багаторічного значення за рахунок танення снігів у верхів'ї басейну Прута.

Літо 2017 р. було теплим та вологим. Середньомісячна температура повітря перевищувала багаторічне значення: у червні, липні, серпні відповідно на 0,4 °С, 0,9°С, 0,9°С. Температура повітря у вересні була нижчою норми на 0,6°С.

Атмосферних опадів випало 636,4 мм (133 % норми): 93,7 мм (62 %) – у червні; 270,4 мм (185 %) – у липні; 200,1 мм (187 %) – у серпні; 72,2 мм (94 %) – у вересні.

Середній за літній сезон стік р. Прут дещо перевищував середнє багаторічне значення у 1,54 рази.

## 6.2. Гідрологічний режим природного водного джерела у с. Микуличин (басейн р. Прут), 2017 р.

Стаціонарні спостереження за динамікою кількісних та якісних показників типового природного водного джерела висхідного типу у с. Микуличин у басейні р. Прут (Яремчанська міська рада, Івано-Франківська область) тривали протягом 2017 календарного року. Місце виходу підземних вод на поверхню облаштовано колодязем з якого вода по трубі надходить до водозбірного кільця, а далі по водопровідній мережі – самотплином до 30 домогосподарств (рис. 6.2).

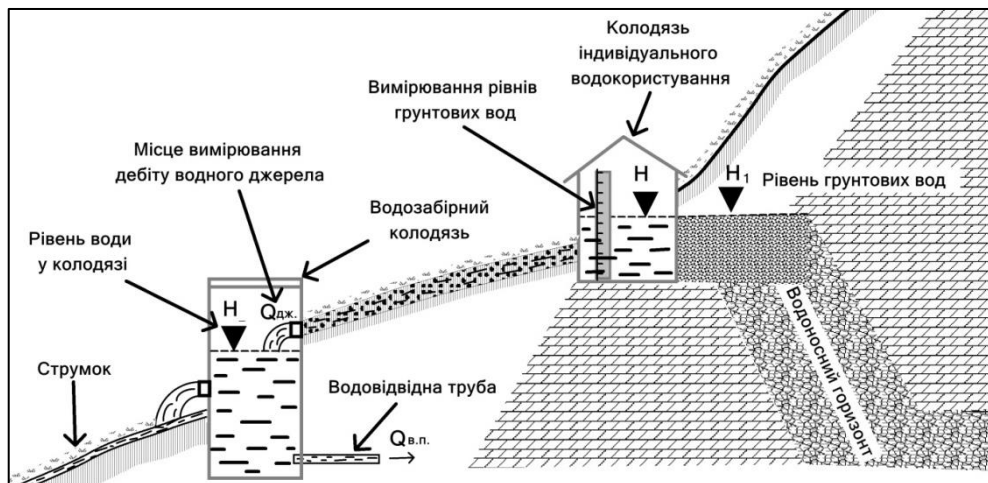
Джерело – багатоводне, вода має приємний присмак, добрі якісні показники (табл. 6.1) і відноситься до типу, так званих, «теплиць», у яких навіть при аномально низьких температурах вода не замерзає.

Таблиця 6.1. Хімічний склад води джерела у с. Микуличин (Івано-Франківська область)\*

| $\text{SO}_4^{2-}$ , мг/дм <sup>3</sup> | $\text{Cl}^-$ , мг/дм <sup>3</sup> | $\text{Mg}^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup> | $\text{Ca}^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup> | $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ , мг/дм <sup>3</sup> | Мінералізація води, мг/дм <sup>3</sup> | $\text{NO}_3^-$ , мг/дм <sup>3</sup> | $\text{NH}_4^+$ , мг/дм <sup>3</sup> | $\text{Fe}_{\text{заг.}}$ , мг/дм <sup>3</sup> | рН, од. | Загальна жорсткість, ммоль/дм <sup>3</sup> | Загальна лужність, ммоль/дм <sup>3</sup> |
|-----------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1,6                                     | 4,0                                | 7,3                                   | 16,0                                  | 1,3                                             | 105,8                                  | <0,1                                 | <0,05                                | <0,1                                           | 6,6     | 15,0                                       | 1,2                                      |



**А**



**Б**

**Рис. 6.2. Схема розташування (А) та облаштування (Б) місця режимних спостережень за природним водним джерелом у с. Микуличин (Івано-Франківська область)**

За оцінювальні параметри нами було обрано рівні ґрунтових вод ( $H_1$ , см), дебіт джерела ( $Q_{\text{дж.}}$ ,  $\text{дм}^3/\text{с}$ ), температуру води ( $T$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ), мінералізацію води ( $\Sigma_i$ ,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ) та водневий показник (pH). Основна увага приділялася вимірам *рівнів води* у контрольному колодязі (рівень ґрунтових вод). Вимірювання проводилося один раз на добу у ранковий час, при різкій зміні гідрометеорологічних умов (злив чи відлиг) – 2-3 рази, а за необхідності – частіше. Виміряні рівні води наведено у табл. 6.2.

**Таблиця 6.2. Щоденні рівні підземних вод (Н, см) у контрольному колодязі біля джерела, с. Микуличин Івано-Франківської області, 2017 р.**

| Число      | Місяці      |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|            | I           | II          | III         | IV          | V           | VI          | VII         | VIII        | IX          | X           | XI          | XII         |
| <b>1</b>   | 25,6        | 25,0        | 28,3        | 33,6        | 35,1        | 35,0        | 26,6        | 26,8        | 25,1        | 31,9        | 29,1        | 28,8        |
| <b>2</b>   | 25,6        | 27,3        | 28,2        | 33,0        | 34,4        | 32,0        | 26,4        | 26,4        | 25,0        | 30,5        | 28,8        | 29,5        |
| <b>3</b>   | 25,6        | 32,7        | 27,9        | 30,9        | 34,0        | 30,5        | 26,1        | 26,0        | 38,1        | 29,8        | 28,4        | 32,6        |
| <b>4</b>   | 25,6        | 40,8        | 27,4        | 30,4        | 33,4        | 29,3        | 26,0        | 26,0        | 43,2        | 29,4        | 28,0        | 32,8        |
| <b>5</b>   | 25,5        | 43,2        | 27,2        | 29,5        | 34,0        | 28,8        | 25,6        | 26,0        | 41,0        | 28,9        | 27,6        | 33,0        |
| <b>6</b>   | 25,6        | 42,5        | 27,1        | 29,7        | 36,1        | 28,4        | 25,8        | 25,9        | 36,6        | 28,4        | 27,2        | 32,0        |
| <b>7</b>   | 25,6        | 41,8        | 26,9        | 29,7        | 38,5        | 29,2        | 26,3        | 25,9        | 34,1        | 28,0        | 26,8        | 22,5        |
| <b>8</b>   | 25,5        | 38,5        | 26,7        | 29,8        | 41,0        | 40,1        | 26,6        | 26,0        | 34,1        | 27,9        | 26,6        | 21,7        |
| <b>9</b>   | 25,4        | 35,0        | 26,3        | 29,0        | 42,7        | 41,8        | 26,4        | 25,9        | 32,5        | 27,4        | 26,2        | 22,4        |
| <b>10</b>  | 25,3        | 32,6        | 26,3        | 28,6        | 43,0        | 39,1        | 26,0        | 25,8        | 31,4        | 27,0        | 26,2        | 24,6        |
| Сер. дек.  | <b>25,5</b> | <b>35,9</b> | <b>27,2</b> | <b>30,4</b> | <b>37,2</b> | <b>33,4</b> | <b>26,2</b> | <b>26,1</b> | <b>34,1</b> | <b>28,9</b> | <b>27,5</b> | <b>28,0</b> |
| <b>11</b>  | 25,3        | 31,5        | 26,3        | 28,3        | 41,2        | 34,4        | 25,8        | 25,5        | 29,0        | 26,8        | 26,2        | 28,4        |
| <b>12</b>  | 25,3        | 30,0        | 26,2        | 28,0        | 39,4        | 33,1        | 25,6        | 25,5        | 28,5        | 26,4        | 26,2        | 30,0        |
| <b>13</b>  | 25,4        | 29,0        | 26,5        | 28,1        | 36,4        | 33,3        | 25,7        | 25,5        | 27,5        | 26,1        | 26,3        | 31,6        |
| <b>14</b>  | 25,4        | 28,4        | 27,5        | 28,0        | 42,6        | 30,6        | 25,7        | 25,2        | 27,0        | 26,0        | 26,3        | 41,6        |
| <b>15</b>  | 25,4        | 28,0        | 31,6        | 27,6        | 43,2        | 29,5        | 25,6        | 25,2        | 26,7        | 25,7        | 26,3        | 41,4        |
| <b>16</b>  | 25,2        | 27,8        | 36,5        | 27,6        | 43,2        | 29,3        | 25,6        | 25,1        | 26,2        | 25,7        | 26,2        | 42,7        |
| <b>17</b>  | 25,1        | 28,4        | 41,4        | 27,6        | 42,3        | 29,1        | 25,8        | 25,1        | 26,1        | 25,7        | 26,2        | 43,8        |
| <b>18</b>  | 24,9        | 27,9        | 41,6        | 27,1        | 38,7        | 29,0        | 25,8        | 25,0        | 26,1        | 25,6        | 26,2        | 43,4        |
| <b>19</b>  | 24,9        | 28,4        | 42,2        | 27,0        | 35,2        | 29,0        | 25,7        | 25,0        | 26,0        | 25,7        | 26,3        | 42,1        |
| <b>20</b>  | 24,8        | 28,4        | 41,0        | 27,0        | 33,0        | 29,3        | 25,5        | 25,0        | 27,4        | 25,6        | 26,6        | 39,6        |
| Сер. дек.  | <b>25,2</b> | <b>28,8</b> | <b>34,1</b> | <b>27,6</b> | <b>39,5</b> | <b>30,7</b> | <b>25,7</b> | <b>25,2</b> | <b>27,1</b> | <b>25,9</b> | <b>26,3</b> | <b>38,5</b> |
| <b>21</b>  | 24,9        | 29,0        | 37,4        | 27,0        | 32,4        | 28,9        | 25,5        | 25,1        | 28,7        | 25,6        | 26,6        | 35,8        |
| <b>22</b>  | 24,9        | 29,3        | 34,2        | 27,1        | 32,9        | 28,1        | 25,7        | 25,6        | 41,3        | 25,7        | 26,6        | 34,1        |
| <b>23</b>  | 25,0        | 29,8        | 32,8        | 27,4        | 34,0        | 28,0        | 26,4        | 25,6        | 49,3        | 25,6        | 26,2        | 32,7        |
| <b>24</b>  | 25,0        | 30,8        | 31,9        | 27,1        | 33,0        | 28,6        | 28,7        | 25,6        | 48,2        | 25,7        | 26,1        | 31,6        |
| <b>25</b>  | 25,0        | 31,4        | 32,2        | 30,0        | 32,5        | 28,3        | 29,2        | 25,3        | 44,0        | 25,8        | 26,0        | 31,6        |
| <b>26</b>  | 25,0        | 30,8        | 33,1        | 29,4        | 31,9        | 27,5        | 30,9        | 25,1        | 43,0        | 25,8        | 26,5        | 32,1        |
| <b>27</b>  | 25,0        | 29,4        | 35,1        | 39,9        | 32,0        | 27,3        | 32,4        | 25,1        | 40,2        | 26,1        | 26,7        | 33,1        |
| <b>28</b>  | 25,0        | 28,6        | 37,1        | 41,0        | 36,7        | 27,0        | 30,3        | 25,0        | 39,0        | 26,4        | 26,8        | 34,2        |
| <b>29</b>  | 25,0        |             | 38,6        | 37,3        | 41,4        | 26,9        | 29,5        | 25,1        | 35,2        | 26,6        | 27,4        | 33,9        |
| <b>30</b>  | 25,0        |             | 38,2        | 34,8        | 40,8        | 26,7        | 28,4        | 25,1        | 33,5        | 29,1        | 28,1        | 32,4        |
| <b>31</b>  | 25,0        |             | 36,0        |             | 37,8        |             | 27,2        | 25,1        |             | 29,1        |             | 31,2        |
| Сер. дек.  | <b>25,0</b> | <b>29,9</b> | <b>35,1</b> | <b>32,1</b> | <b>35,0</b> | <b>27,7</b> | <b>28,6</b> | <b>25,2</b> | <b>40,2</b> | <b>26,5</b> | <b>26,7</b> | <b>33,0</b> |
| Сер. міс.  | 25,2        | 31,7        | 32,2        | 30,1        | 37,2        | 30,6        | 26,9        | 25,5        | 33,8        | 27,1        | 26,8        | 33,1        |
| Мін. міс.  | 24,8        | 25,0        | 26,2        | 27,0        | 31,9        | 26,7        | 25,5        | 25,0        | 25,0        | 25,6        | 26,0        | 21,7        |
| Макс. міс. | 25,6        | 43,2        | 42,2        | 41          | 43,2        | 41,8        | 32,4        | 26,8        | 49,3        | 31,9        | 29,1        | 43,8        |

Сер. річ. 30,0  
Мін. річ. 21,7 08.12.2017  
Макс. річ. 49,3 23.09.2017

Інші показники – дебіт, температура, мінералізація води та величина рН вимірювалися у залежності від зміни рівнів води у колодязі. Результати спостережень записувалися у спеціальний польовий щоденник.

Визначення щоденних величин стоку (дебіту) водного джерела проводились по аналогії із підходами, що використовуються при гідрологічних пошукових дослідженнях. На початковому етапі було побудовано залежність між величинами стоку водного джерела ( $Q_{дж.}$ ,  $дм^3/с$ ) та рівнями води у колодязі ( $H$ , см) (рис. 6.3).

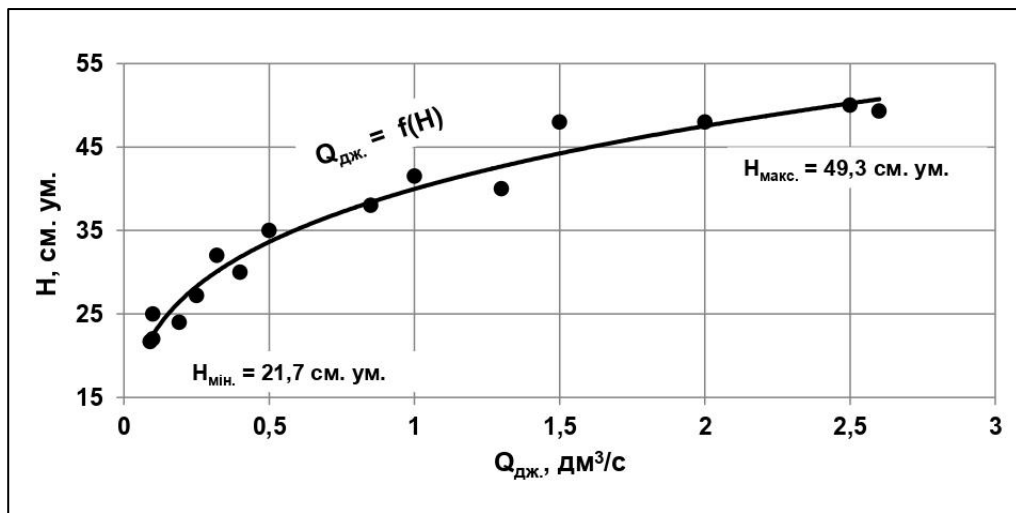


Рис. 6.3. Графік зв'язку дебіту водного джерела ( $Q_{дж.}$ ,  $дм^3/с$ ) з рівнями води у контрольному колодязі ( $H$ , см), с. Микуличин Івано-Франківської області

Розрахункові таблиці для визначення середньодобових величин дебіту склалися наступним чином: з кривої  $Q_{дж.} = f(H_{кол.})$  було знято значення дебіту через певні інтервали рівнів (у нашому випадку через 3,5 см), але з таким розрахунком, щоб відрізки кривої у межах інтервалу можна було б прийняти за прямі лінії.

Зняті з кривої величини  $Q_{дж.}$  записували у графу «0» навпроти відповідних рівнів. Значення дебіту води для кожного сантиметра рівнів обчислювали за лінійною інтерполяцією і записували у відповідну графу. Приклад складеної розрахункової таблиці наведено нижче (табл. 6.3)

Результати були оформлені у вигляді таблиць (табл. 6.4), у яких зазначалися середні, мінімальні та максимальні величини дебіту за декаду, місяць та рік.

**Таблиця 6.3. Розрахункова таблиця для визначення середнього за добу дебіту природного водного джерела у с. Микуличин Івано-Франківської області,  $\text{дм}^3/\text{с}$**

| Рівень води, см | Дебіт, $\text{дм}^3/\text{с}$ |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 | 0                             | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
| 21              |                               |       |       |       |       |       |       | 0,090 | 0,092 | 0,093 |
| 22              | 0,094                         | 0,094 | 0,095 | 0,097 | 0,098 | 0,100 | 0,102 | 0,104 | 0,105 | 0,107 |
| 23              | 0,109                         | 0,110 | 0,113 | 0,115 | 0,117 | 0,119 | 0,121 | 0,123 | 0,125 | 0,127 |
| 24              | 0,129                         | 0,130 | 0,134 | 0,136 | 0,138 | 0,141 | 0,143 | 0,145 | 0,148 | 0,150 |
| 25              | 0,152                         | 0,150 | 0,157 | 0,160 | 0,163 | 0,165 | 0,168 | 0,170 | 0,173 | 0,176 |
| 26              | 0,178                         | 0,180 | 0,184 | 0,187 | 0,190 | 0,193 | 0,196 | 0,199 | 0,202 | 0,204 |
| 27              | 0,207                         | 0,210 | 0,214 | 0,217 | 0,220 | 0,224 | 0,227 | 0,230 | 0,233 | 0,237 |
| 28              | 0,240                         | 0,240 | 0,247 | 0,251 | 0,254 | 0,258 | 0,262 | 0,265 | 0,269 | 0,272 |
| 29              | 0,276                         | 0,280 | 0,284 | 0,288 | 0,292 | 0,296 | 0,300 | 0,304 | 0,308 | 0,312 |
| 30              | 0,316                         | 0,320 | 0,325 | 0,330 | 0,334 | 0,339 | 0,343 | 0,347 | 0,352 | 0,356 |
| 31              | 0,361                         | 0,370 | 0,371 | 0,375 | 0,380 | 0,385 | 0,390 | 0,395 | 0,400 | 0,405 |
| 32              | 0,410                         | 0,420 | 0,421 | 0,426 | 0,431 | 0,437 | 0,442 | 0,447 | 0,453 | 0,458 |
| 33              | 0,464                         | 0,470 | 0,475 | 0,481 | 0,487 | 0,493 | 0,499 | 0,505 | 0,511 | 0,517 |
| 34              | 0,522                         | 0,530 | 0,535 | 0,542 | 0,548 | 0,555 | 0,561 | 0,568 | 0,574 | 0,580 |
| 35              | 0,587                         | 0,590 | 0,601 | 0,608 | 0,615 | 0,622 | 0,629 | 0,636 | 0,643 | 0,650 |
| 36              | 0,657                         | 0,660 | 0,672 | 0,680 | 0,688 | 0,695 | 0,703 | 0,710 | 0,718 | 0,726 |
| 37              | 0,733                         | 0,740 | 0,750 | 0,758 | 0,766 | 0,775 | 0,783 | 0,791 | 0,800 | 0,808 |
| 38              | 0,816                         | 0,830 | 0,834 | 0,843 | 0,852 | 0,861 | 0,870 | 0,879 | 0,888 | 0,897 |
| 39              | 0,906                         | 0,920 | 0,925 | 0,935 | 0,944 | 0,954 | 0,964 | 0,973 | 0,983 | 0,993 |
| 40              | 1,003                         | 1,010 | 1,023 | 1,034 | 1,044 | 1,055 | 1,065 | 1,076 | 1,086 | 1,096 |
| 41              | 1,107                         | 1,120 | 1,129 | 1,141 | 1,152 | 1,163 | 1,174 | 1,185 | 1,197 | 1,208 |
| 42              | 1,219                         | 1,230 | 1,243 | 1,255 | 1,267 | 1,279 | 1,292 | 1,304 | 1,316 | 1,328 |
| 43              | 1,340                         | 1,350 | 1,366 | 1,379 | 1,392 | 1,404 | 1,417 | 1,430 | 1,443 | 1,456 |
| 44              | 1,469                         | 1,480 | 1,497 | 1,511 | 1,525 | 1,538 | 1,552 | 1,566 | 1,580 | 1,594 |
| 45              | 1,608                         | 1,620 | 1,637 | 1,652 | 1,667 | 1,682 | 1,697 | 1,711 | 1,726 | 1,741 |
| 46              | 1,756                         | 1,770 | 1,787 | 1,803 | 1,819 | 1,835 | 1,851 | 1,866 | 1,882 | 1,898 |
| 47              | 1,914                         | 1,930 | 1,948 | 1,964 | 1,981 | 1,998 | 2,015 | 2,032 | 2,049 | 2,066 |
| 48              | 2,082                         | 2,100 | 2,118 | 2,136 | 2,154 | 2,172 | 2,190 | 2,208 | 2,226 | 2,244 |
| 49              | 2,262                         | 2,370 | 2,487 | 2,60  |       |       |       |       |       |       |

Для встановлення зв'язку між режимом джерела і природними факторами, що визначають його, будується комплексний графік (рис. 6.4), на якому окрім результатів гідрогеологічних досліджень за окремими елементами режиму джерела можуть відображатися деякі метеорологічні дані (змінна атмосферного тиску, температури повітря, дефіциту вологості, опадів тощо), а також дані про режим підземних вод (рівні, температура, хімічний склад) водоносного горизонту, який живить джерело. За необхідності на цьому ж графіку може відображатися динаміка зміни гідрологічного режиму річок та інших поверхневих водотоків [38].

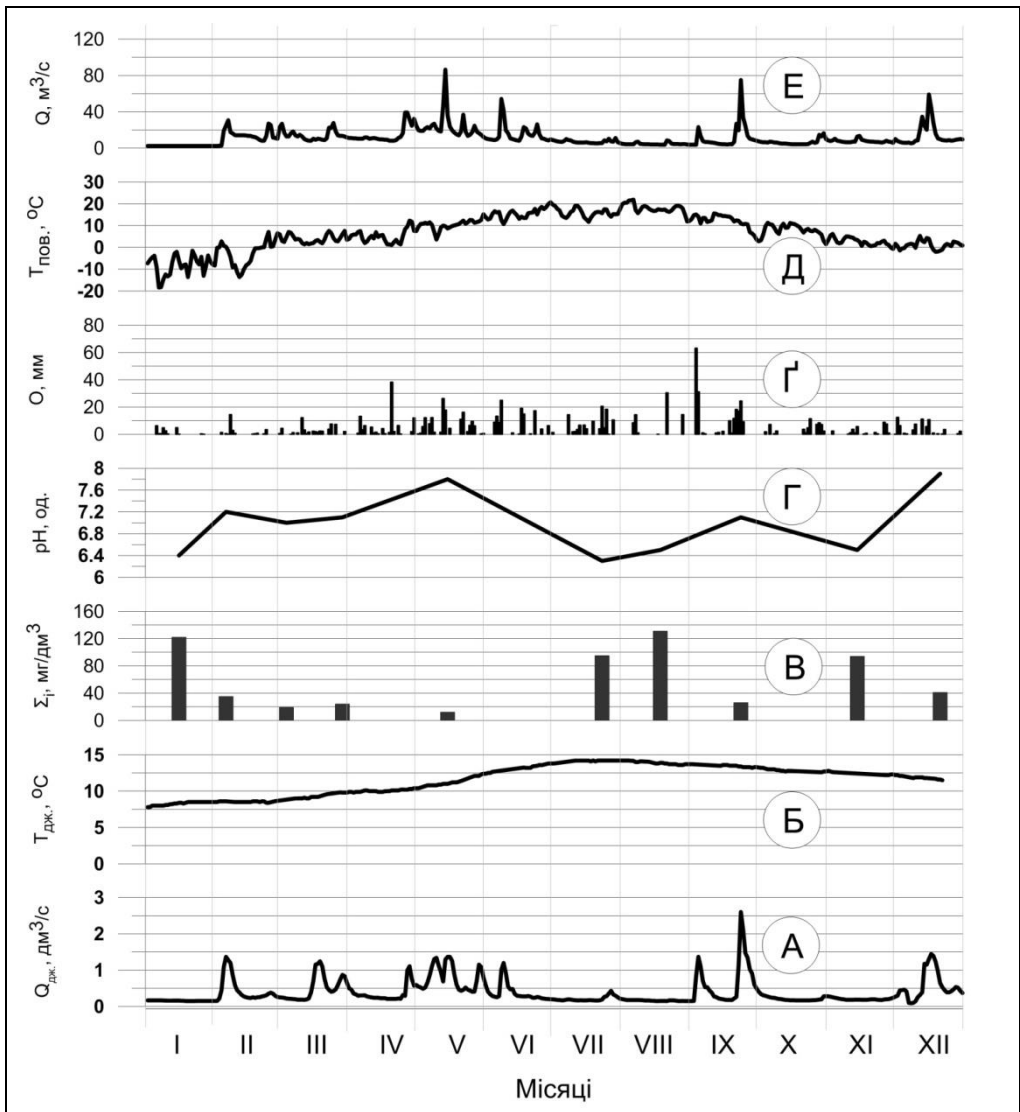
**Таблиця 6.4. Щоденні дебіти води джерела у с. Микуличин Івано-Франківської області, дм<sup>3</sup>/с**

| Число      | Місяці       |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|            | I            | II           | III          | IV           | V            | VI           | VII          | VIII         | IX           | X            | XI           | XII          |
| 1          | 0,168        | 0,152        | 0,251        | 0,499        | 0,590        | 0,587        | 0,196        | 0,202        | 0,150        | 0,405        | 0,280        | 0,269        |
| 2          | 0,168        | 0,217        | 0,247        | 0,464        | 0,548        | 0,410        | 0,190        | 0,190        | 0,152        | 0,339        | 0,269        | 0,296        |
| 3          | 0,168        | 0,447        | 0,237        | 0,356        | 0,522        | 0,339        | 0,180        | 0,178        | 0,830        | 0,308        | 0,254        | 0,442        |
| 4          | 0,168        | 1,086        | 0,220        | 0,334        | 0,487        | 0,288        | 0,178        | 0,178        | 1,366        | 0,292        | 0,240        | 0,453        |
| 5          | 0,168        | 1,366        | 0,214        | 0,296        | 0,522        | 0,269        | 0,168        | 0,178        | 1,107        | 0,272        | 0,227        | 0,464        |
| 6          | 0,168        | 1,279        | 0,210        | 0,304        | 0,660        | 0,254        | 0,173        | 0,176        | 0,703        | 0,254        | 0,214        | 0,410        |
| 7          | 0,168        | 1,197        | 0,204        | 0,304        | 0,861        | 0,284        | 0,187        | 0,176        | 0,530        | 0,240        | 0,202        | 0,100        |
| 8          | 0,165        | 0,861        | 0,199        | 0,308        | 1,107        | 1,010        | 0,196        | 0,178        | 0,530        | 0,237        | 0,196        | 0,090        |
| 9          | 0,163        | 0,587        | 0,187        | 0,276        | 1,304        | 1,197        | 0,190        | 0,176        | 0,437        | 0,220        | 0,184        | 0,098        |
| 10         | 0,160        | 0,442        | 0,187        | 0,262        | 1,340        | 0,920        | 0,178        | 0,173        | 0,380        | 0,207        | 0,184        | 0,143        |
| Сер. дек.  | <b>0,166</b> | <b>0,763</b> | <b>0,216</b> | <b>0,340</b> | <b>0,794</b> | <b>0,556</b> | <b>0,184</b> | <b>0,181</b> | <b>0,619</b> | <b>0,277</b> | <b>0,225</b> | <b>0,277</b> |
| 11         | 0,160        | 0,385        | 0,187        | 0,251        | 1,129        | 0,548        | 0,173        | 0,165        | 0,276        | 0,202        | 0,184        | 0,254        |
| 12         | 0,160        | 0,316        | 0,184        | 0,240        | 0,944        | 0,470        | 0,168        | 0,165        | 0,258        | 0,190        | 0,184        | 0,316        |
| 13         | 0,163        | 0,276        | 0,193        | 0,240        | 0,688        | 0,481        | 0,170        | 0,165        | 0,224        | 0,180        | 0,187        | 0,390        |
| 14         | 0,163        | 0,254        | 0,224        | 0,240        | 1,292        | 0,343        | 0,170        | 0,157        | 0,207        | 0,178        | 0,187        | 1,174        |
| 15         | 0,163        | 0,240        | 0,390        | 0,227        | 1,366        | 0,296        | 0,168        | 0,157        | 0,199        | 0,170        | 0,187        | 1,152        |
| 16         | 0,157        | 0,233        | 0,695        | 0,227        | 1,366        | 0,288        | 0,168        | 0,150        | 0,184        | 0,170        | 0,184        | 1,304        |
| 17         | 0,157        | 0,254        | 1,152        | 0,227        | 1,255        | 0,280        | 0,173        | 0,150        | 0,180        | 0,170        | 0,184        | 1,443        |
| 18         | 0,150        | 0,237        | 1,174        | 0,210        | 0,879        | 0,276        | 0,173        | 0,152        | 0,180        | 0,168        | 0,184        | 1,392        |
| 19         | 0,150        | 0,254        | 1,243        | 0,207        | 0,601        | 0,276        | 0,170        | 0,152        | 0,178        | 0,170        | 0,187        | 1,230        |
| 20         | 0,148        | 0,254        | 1,107        | 0,207        | 0,464        | 0,288        | 0,165        | 0,152        | 0,220        | 0,168        | 0,196        | 0,964        |
| Сер. дек.  | <b>0,157</b> | <b>0,270</b> | <b>0,655</b> | <b>0,228</b> | <b>0,998</b> | <b>0,355</b> | <b>0,170</b> | <b>0,157</b> | <b>0,211</b> | <b>0,177</b> | <b>0,186</b> | <b>0,962</b> |
| 21         | 0,150        | 0,276        | 0,766        | 0,207        | 0,431        | 0,272        | 0,165        | 0,150        | 0,265        | 0,168        | 0,196        | 0,643        |
| 22         | 0,150        | 0,288        | 0,535        | 0,210        | 0,458        | 0,240        | 0,170        | 0,168        | 1,141        | 0,170        | 0,196        | 0,530        |
| 23         | 0,152        | 0,308        | 0,453        | 0,220        | 0,522        | 0,240        | 0,190        | 0,168        | 2,600        | 0,168        | 0,184        | 0,447        |
| 24         | 0,152        | 0,352        | 0,405        | 0,210        | 0,464        | 0,262        | 0,265        | 0,168        | 2,118        | 0,170        | 0,180        | 0,390        |
| 25         | 0,152        | 0,380        | 0,421        | 0,316        | 0,437        | 0,251        | 0,284        | 0,160        | 1,469        | 0,173        | 0,178        | 0,390        |
| 26         | 0,152        | 0,352        | 0,470        | 0,292        | 0,405        | 0,224        | 0,356        | 0,150        | 1,340        | 0,173        | 0,193        | 0,420        |
| 27         | 0,152        | 0,292        | 0,590        | 0,993        | 0,410        | 0,217        | 0,431        | 0,150        | 1,023        | 0,180        | 0,199        | 0,470        |
| 28         | 0,152        | 0,262        | 0,740        | 1,107        | 0,710        | 0,207        | 0,330        | 0,152        | 0,906        | 0,190        | 0,202        | 0,535        |
| 29         | 0,152        |              | 0,870        | 0,758        | 1,152        | 0,204        | 0,296        | 0,150        | 0,601        | 0,196        | 0,220        | 0,517        |
| 30         | 0,152        |              | 0,834        | 0,574        | 1,086        | 0,199        | 0,254        | 0,150        | 0,493        | 0,280        | 0,240        | 0,431        |
| 31         | 0,152        |              | 0,657        |              | 0,800        |              | 0,214        | 0,150        |              | 0,280        |              | 0,371        |
| Сер. дек.  | <b>0,152</b> | <b>0,314</b> | <b>0,613</b> | <b>0,489</b> | <b>0,625</b> | <b>0,232</b> | <b>0,269</b> | <b>0,156</b> | <b>1,196</b> | <b>0,195</b> | <b>0,199</b> | <b>0,468</b> |
| Сер. міс.  | <b>0,158</b> | <b>0,459</b> | <b>0,498</b> | <b>0,352</b> | <b>0,800</b> | <b>0,381</b> | <b>0,209</b> | <b>0,164</b> | <b>0,675</b> | <b>0,216</b> | <b>0,203</b> | <b>0,565</b> |
| Мін. міс.  | <b>0,148</b> | <b>0,152</b> | <b>0,184</b> | <b>0,207</b> | <b>0,405</b> | <b>0,199</b> | <b>0,165</b> | <b>0,150</b> | <b>0,150</b> | <b>0,168</b> | <b>0,178</b> | <b>0,090</b> |
| Макс. міс. | <b>0,168</b> | <b>1,366</b> | <b>1,243</b> | <b>1,107</b> | <b>1,366</b> | <b>1,197</b> | <b>0,431</b> | <b>0,202</b> | <b>2,600</b> | <b>0,405</b> | <b>0,280</b> | <b>1,443</b> |

Сер. річ. 0,389

Мін. річ. 0,09 08.12.2017

Макс. річ. 2,6 23.09.2017



**Рис. 6.4. Комплексний графік режиму водного джерела у 2017 р.:**

А – дебіт водного джерела ( $Q_{дж}, \text{дм}^3/\text{с}$ ); Б – температура води ( $T, ^\circ\text{C}$ ); В – загальна мінералізація води ( $\Sigma_i, \text{мг/дм}^3$ ); Г – величина водневого показника (рН); Д – кількість опадів ( $O, \text{мм}$ ); Е – витрати води р. Прут у м. Яремче ( $Q, \text{м}^3/\text{с}$ ); у м. Яремче; Е – витрати води р. Прут у м. Яремче ( $Q, \text{м}^3/\text{с}$ )

Під час проведення спостережень виявлено залежність режиму водного джерела від інтенсивності опадів: при слабкому дощі (від кількох крапель до  $2,5 \text{ мм/год.}$ ) зміна дебіту і хімічного складу води не відзначалася; при нетривалому помірному дощі ( $2,8\text{--}8,0 \text{ мм/год.}$ ) незначна зміна рівнів води у колодязі спостерігалась не раніше, ніж

через 12 годин; при сильному ( $> 8-15$  мм/год.) і дуже сильному дощі (30 мм тривалістю до 12 год.) режим джерела змінювався вже за декілька годин. Спад рівнів води у колодязі до початкової позначки (до дощу) відбувався упродовж 3-4 днів. Ця особливість є основою для планування польових робіт з моніторингу водних джерел.

Як зазначалося у розд. 1.3, за особливостями режиму усі джерела можна поділити на постійно діючі, сезонно діючі і ритмічно діючі.

Перші характеризуються тим, що діють постійно упродовж багатьох років, маючи річні і багаторічні зміни режиму. До них можуть бути віднесені всі джерела перших п'яти груп (див. розділ 1.2, ст.22), виділених за приуроченістю до окремих типів підземних вод.

За результатами проведених режимних спостережень у с. Микуличин виявлено, що середньорічний дебіт досліджуваного об'єкта становив  $0,389$  дм<sup>3</sup>/с, що характеризує його як «незначне джерело» (I тип IV класу), а за ступенем мінливості дебіту – це досить змінне (VI клас).

За період спостережень температура води не перевищувала  $15^{\circ}\text{C}$ , що відносить природний об'єкт до холодних вод (III клас).

Сезонно діючі джерела вирізняються тим, що внаслідок будь-яких специфічних умов живлення або особливих гідрогеологічних умов виходу діють тільки в певну пору року. Це переважно спадні джерела, які характеризуються особливим механізмом дії (джерела переливаються, перемезовуються, надмерзлотні) [38]. До них належать і субмарині джерела.

Поблизу Говерляньського кару (місцевість давньольодовикового ерозійно-денудаційного високогір'я) знаходиться типовий представник сезонно-діючих карпатських природних водних джерел, який у спекотний бездошовий період майже повністю пересихає. На думку багатьох дослідників [34] саме це місце є ще одним із витоків р. Прут.

До ритмічно функціонуючих джерел відносяться ті з них, які мають більш-менш правильну періодичність або ритмічні коливання дебіту і напору. До них відносяться гейзери і соффіони, а також різні пульсуючі джерела з дуже короткими інтервалами часу між викидами води або між максимумами і мінімумами дебіту. Особливо важливе значення режим джерел набуває при виборі їх для використання в різних цілях (водопостачання, бальнеологія тощо).

Для окремих груп джерел встановлені певні закономірності в зміні режиму їх дебіту. Так, наприклад, джерела, пов'язані з ґрунтовими водами, у період, коли водоносний горизонт не поповнює запаси води за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, знижують свій дебіт, підкоряючись певним законам. Режим джерел у період відсутності інфільтраційного живлення водоносного горизонту називається

«незалежним» або «впорядкованим» режимом (за Ж. Бусінеском). При цьому розрізняють два випадки незалежного режиму джерел: 1) потужність водоносного горизонту, який живить джерело, досить велика і зміною її у період спаду рівня можна нехтувати, тобто зберігається умова  $H = H_{cp} = const$ ; 2) потужність водоносного горизонту незначна і зміною її у період спаду рівня не можна нехтувати, тобто має місце умова:  $h_{cp} \neq const$  [38].

Зміна дебіту джерела у першому випадку описується рівнянням:

$$Q_{дж.} = Q_o e^{-\alpha t} \quad (6.1)$$

У другому випадку :

$$Q_{дж.} = \frac{Q_o}{1 - \alpha t} \quad (6.2)$$

де  $Q_{дж.}$  – дебіт джерела у будь-який момент часу незалежного режиму,  $dm^3/c$ ;  $Q_o$  – дебіт джерела у початковий момент його падіння,  $dm^3/c$ ;  $\alpha$  – коефіцієнт виснаження запасів води у водоносному горизонті, що живить джерело;  $t$  – тривалість періоду падіння дебіту, с.

Коефіцієнт виснаження визначається за формулами Ж. Бусінеска :

$$\text{у рівнянні (6.1)} \quad \alpha = \frac{\pi^2 K h}{4 \mu L^2}$$

$$\text{у рівнянні (6.2)} \quad \alpha = 5,77 K f / 4 \mu L$$

де  $K$  – коефіцієнт фільтрації, м/с;  $H$  – потужність водоносного горизонту, м;  $\mu$  – коефіцієнт водовіддачі порід;  $f$  – площа вертикального перерізу потоку ґрунтових вод від місця виходу джерела до вододілу ( $f = HL$ ),  $m^2$ ;  $L$  – відстань від джерела до вододілу ґрунтових вод, м.

Хід зміни кривої дебіту джерела у період незалежного режиму, як це видно з рівнянь (6.1) та (6.2), при інших рівних умовах залежить від накопичених раніше запасів води у водоносному горизонті, що відбиваються на  $Q_o$ . Поєднуючи криві дебіту, отримані за кілька років, будують типовий графік коливань дебіту для того чи іншого джерела. За таким графіком можна скласти прогноз зміни дебіту джерела в період відсутності живлення водоносного горизонту.

Для джерел області багаторічної мерзлоти подібний графік не будується, оскільки на режим джерел значно впливають не лише умови живлення водоносних горизонтів, з якими пов'язані ці джерела, а й танення і замерзання шляхів руху підземної води. Особливо це відноситься до надмерзлотних низхідних джерел.

Окрім аналітичних методів прогнозу режиму джерел існують і інші

методи, засновані на встановленні кореляційних зв'язків між дебітом джерела і окремими природними факторами, що визначають зміну дебіту джерел (опаді, випаровування, зміна рівнів підземних вод та ін.) [38]. Виявлений нами помітний кореляційний зв'язок між зміною дебіту води у природному водному джерелі у с. Микуличин та динамікою річкового стоку р. Прут ( $r=0,67$ ) дозволяє проводити довготривале прогнозування зміни показника  $Q_{дж.}$  без спеціальних подальших вимірювань.

На завершення слід зазначити, що при рекомендації природного водного джерела для постійного водопостачання того чи іншого 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 [38]. Таким чином за попередньою оцінкою експлуатаційні запаси води досліджуваного нами природного водного джерела у с. Микуличин (Яремчанська міська рада, Івано-Франківська область) становить  $0,150 \text{ дм}^3/\text{с}$  ( $4730 \text{ м}^3/\text{рік}$ ). Проте, у маловодний період року або під час гідрологічних посух дебіт природного водного джерела може зменшуватися до показника менше  $0,15 \text{ дм}^3/\text{с}$  (як у 2019 р.) і ресурси стоку повністю використовуються на водопостачання, а стік з джерела у струмок припиняється.

## 7. ФОРМИ ВІДОБРАЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

---

Цінність будь-якої інформації та сфери її використання залежить від того, у якому вигляді вона представлена. Вихідні дані, фактичний матеріал, результати фізико-хімічного, мікробіологічного польового або лабораторного аналізу, геоботанічна характеристика та інші характеристики водних джерел, як і інших водних об'єктів, часто подаються у різноманітних табличних формах. Деякі з них наведено у відповідних розділах даної книги.

Результати режимних спостережень зазвичай відображаються у вигляді графіків, залежностей чи діаграм.

Найбільш ефективним та інформативним способом представлення результатів моніторингових досліджень водних джерел є картографування – компактний спосіб відображення та узагальнення просторового розподілу досліджуваних характеристик, отриманих у польових умовах чи в результаті камеральної обробки матеріалів.

Залежно від завдань, мети дослідження, кількості та щільності розташування водних джерел, площі, охопленої пошуковими роботами (дрібно-, середньо- чи крупномасштабні дослідження), кількості досліджуваних якісних, кількісних характеристик точкового стоку та інших показників використовуються різні способи картографування (створення тематичних карт<sup>1</sup> і картосхем<sup>2</sup>).

### 7.1. Вимоги до картографічних матеріалів під час їх створення

При створенні картографічних матеріалів слід дотримуватись певних вимог, які одночасно формують властивості карт і є проявом її характерних рис [1]. Основні з цих вимог наведено нижче.

---

<sup>1</sup> **Карта** (від грец. Χάρτης – «карта») – зображення у певному масштабі території земної поверхні на площині, виконане за допомогою умовних знаків із застосуванням географічної (картографічної) проекції. Вона показує розміщення, властивості і зв'язки різних природних і соціально-економічних об'єктів та явищ. Карта є моделлю реальної дійсності.

<sup>2</sup> **Картосхема** (англ. Sketch map, schematic map; від грец. Χάρτης – «карта» і σύστημα – «схема») – карта з спрощено-узагальненим зображенням елементів змісту, яка наочно, естетично, функціонально і більш інтуїтивно зрозумілим способом представляє як завгодно складні географічні дані.

**Просторово-часова подібність** картографічного зображення і об'єктів реального світу розуміється, по-перше, як геометрична подібність (схожість у розмірах, формі об'єктів, їхній просторовій структурі), причому залежно від особливостей математичної основи карт і ступеня генералізації зображення вона може бути повною, наближеною чи неповною; по-друге, як часова подібність, (правильне відображення стану об'єкта в певний відрізок часу, на певну дату); по-третє, як подібність відношень (правильність подання на картах зв'язків, територіальної підпорядкованості, взаємного розміщення об'єктів).

**Змістова відповідність** – властивість, яка означає науково обґрунтоване відображення об'єктів реального світу, визначення їхнього стану, типових ознак тощо відповідно до рівня вивченості цих об'єктів на час створення карти.

**Абстрактність** зображення пов'язана з картографічною генералізацією. Вона полягає у відкиданні несуттєвих рис об'єкта, малозначних подробиць, цілеспрямованому узагальненні характеристик, що дає можливість перейти від індивідуальних понять до збірних.

**Вибірність** дає можливість подати на карті окремо те, що не існує окремо в дійсності, будь-які сторони буття, різні складові об'єктів і взаємозв'язки між ними (прикладом цього є карти температури джерельної води, мінералізації тощо).

**Синтетичність** картографічного зображення – це властивість протилежна попередній. Вона проявляється у створенні цілісного уявлення про те, що в реальних умовах можна розглядати вибірково.

**Метричність** карт дозволяє визначити за їх допомогою якісні й кількісні відмінності об'єктів. Вона забезпечується математично визначеною побудовою (проекцією), точністю карт, наявністю масштабу, класифікацій, шкал і градацій умовних позначень, кількісні відміни отримують в абсолютних одиницях, відносних показниках, у бальних чи рангових оцінках (останні дозволяють кількісно оцінити якісні характеристики).

**Однозначність** зображення виявляється в тому, що будь-яка точка на карті має тільки одне значення відповідно до обраної системи координат і умовних знаків. Ця властивість розглядається як просторова однозначність, коли будь-якій точці на карті з координатами  $X$  та  $Y$  відповідає тільки одне значення  $Z$  картографованого параметра. Разом з тим це і знакова однозначність, за якої будь-який умовний знак на карті має тільки одне зафіксоване в легенді значення.

**Безперервність** – це властивість, змістом якої є відсутність пропусків і розривів зображення (за винятком тих, що обумовлені картографічною проекцією).

**Наочність** забезпечує зорове сприйняття картографічного зображення просторових форм об'єктів, їхніх розмірів, розміщення, зв'язків.

**Читаність** карти полегшує розпізнавання елементів і деталей зображення. Ця властивість тісно пов'язана з попередньою. Оглядовість карти дозволяє одним поглядом охопити будь-яку за площею території (від невеликої ділянки до планети в цілому тощо).

**Висока інформативність** карти забезпечується розміщенням на одиниці її площі значної кількості знаків, назв, кількісних показників і підвищується шляхом поєднання або перекриття знаків. Розрізняють інформацію явну (її носіями є умовні знаки) і приховану (її користувач одержує, виконуючи по карті вимірювання, аналізуючи просторові сполучення умовних знаків тощо).

## 7.2. Картосхеми з точковим способом відображення

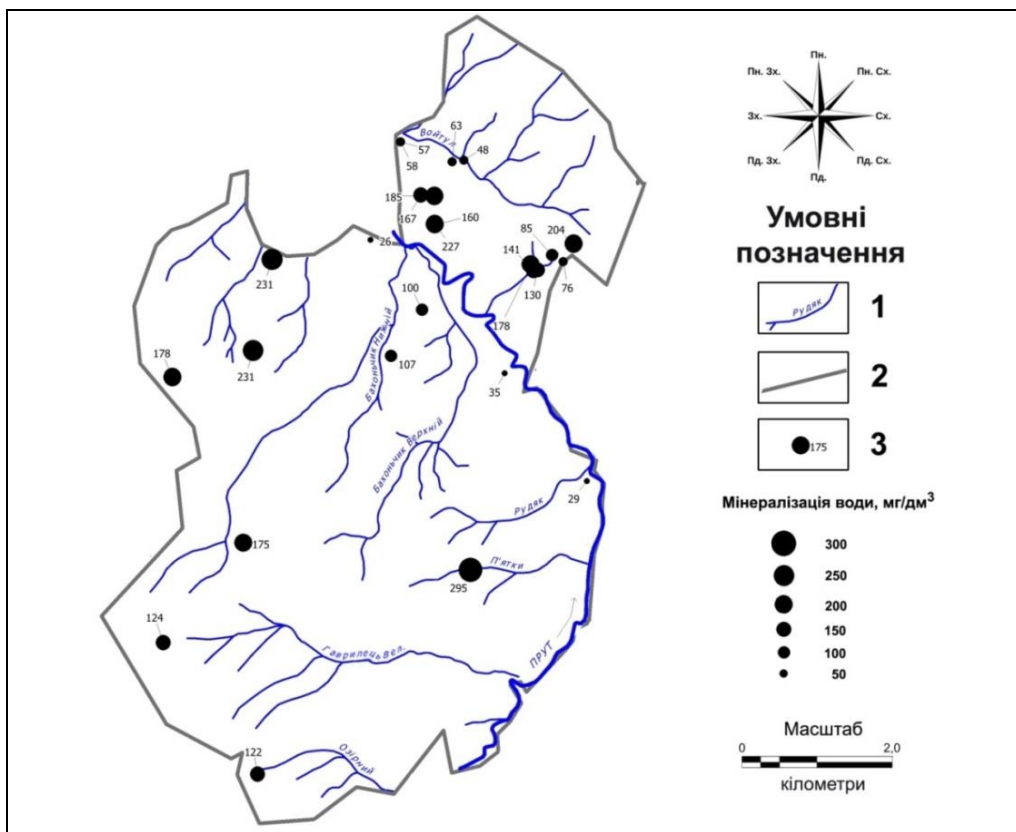
Для відображення та характеристики одного досліджуваного параметра (показника) найбільш зручним є використання точкового способу та способу ізоліній.

Точковий спосіб застосовують для картографування масових розосереджених явищ або характеристик. Визначена кількість об'єктів (одиниць) явища, яке треба показати на карті, позначають за допомогою точки (невеличкого кружка). Кожна точка розташовується там, де дане явище має фактичне місце. Таким чином групування і розсіювання точок дадуть наочну картину поширення цього явища по території. Показники можуть бути як абсолютні, так і відносні.

Приклад використання точкового способу у картографуванні деяких характеристик водних джерел у межах Ворохтянського ПНДВ (зйомка 2017 р.) показано на рис. 7.1.

Фактичні показники чи вагу точок потрібно обов'язково зазначати безпосередньо на картосхемі або у легенді карти. Для відображення різних явищ можна використовувати також точки різного кольору.

Перевага цього способу – висока читабельність картографічного матеріалу при нанесенні додаткових показників (річкової мережі, автомобільних доріг, контурів населених пунктів тощо).



**Рис. 7.1. Картосхема розподілу мінералізації води природних водних джерел на території Ворохтянського ПНДВ Карпатського НПП, мг/дм<sup>3</sup>:**

1 – річки (потоки) та їх назви; 2 – межі Ворохтянського ПНДВ; 3 – місце розташування водного джерела та значення мінералізації води

### 7.3. Картосхеми з ізолініями

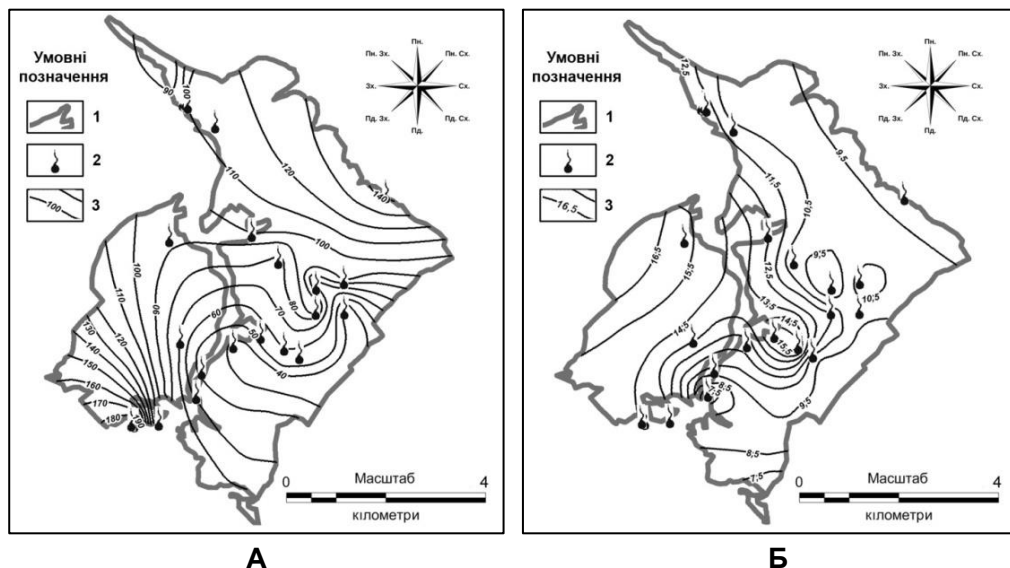
Спосіб ізоліній є найбільш поширеним і використовується у практиці гідрологічних, метеорологічних, гідрогеологічних та ін. досліджень для узагальнення даних по території.

На більшості картографічних матеріалів водне джерело позначається відповідним значком, який буде відображено далі.

Ізолініями називають криві, які проходять на карті по точках з однаковими значеннями кількісного показника, що характеризує певний об'єкт або явище.

У процесі дослідження водних джерел ізолінії використовуються для

характеристики величини (або інтенсивності) явищ, що змінюються в просторі, зокрема, таких як висота розташування джерела (ізопси) температура води (ізотерми), значення загальної мінералізації води (ізогали), дебітів, модулів, об'єму стоку тощо (рис. 7.2).



**Рис. 7.2. Картосхеми розподілу загальної мінералізації, мг/дм<sup>3</sup> (А) та температури води °С (Б) природних водних джерел на території Татарівського ПНДВ Карпатського НПП :**

1 – межі Татарівського ПНДВ; 2 – водне джерело; 3 – ізогали та ізотерми

Для побудови таких картосхем усі кількісні дані, які залучаються повинні бути порівнянними і однорідними. Інтервал між ізолініями бажано зберігати постійним. За таких умов частота ізоліній дозволяє візуально уявляти про напрям горизонтальної зміни показника – горизонтальний градієнт. Величина інтервалу залежить у першу чергу від меж, у яких коливаються значення явища. Чим ширші межі (у прикладі з ізогалами – чим більше коливання мінералізації води природних джерел), тим більший інтервал, і навпаки.

У розривах ізоліній підписують відповідні числові значення. Часто для більш наочного відображення якогось явища на карті проміжки між ізолініями зафарбовують різноманітними кольорами або заштриховують із різною щільністю (так званий гіпсометричний спосіб відображення явища, наприклад, глибини залягання водоносного горизонту, що живить групу водних джерел).

До інших чинників, що впливає на величину інтервалу, відносяться: масштаб карти (чим більший масштаб, тим, взагалі кажучи, дрібніше інтервал), її призначення і детальність вихідних даних.

## 7.4. Картосхеми з стовпчастими та круговими діаграмами

Для відображення одночасно декількох показників можна використовувати спосіб діаграм (стовпчастих або кругових). При цьому слід розділити окремо кількісні та якісні характеристики. У другому випадку використання локалізованих діаграм має більше поширення. Картосхеми хімічного складу води природних джерел на території Карпатського НПП наведено на рис. 7.3.

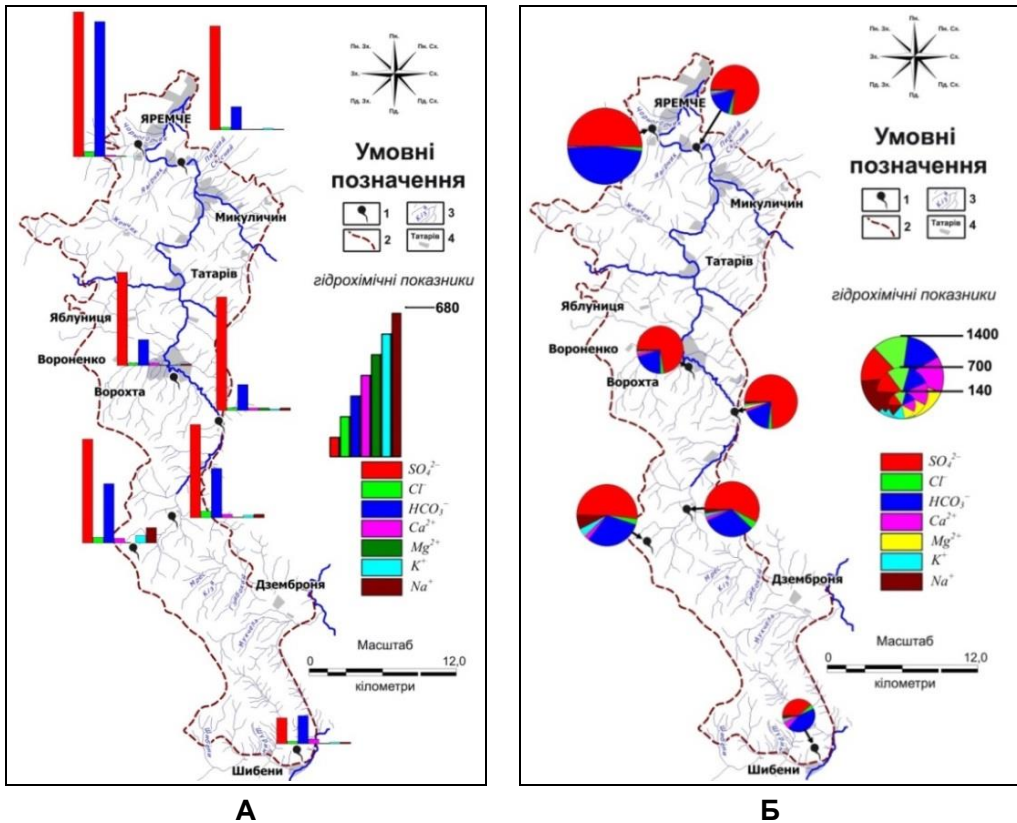


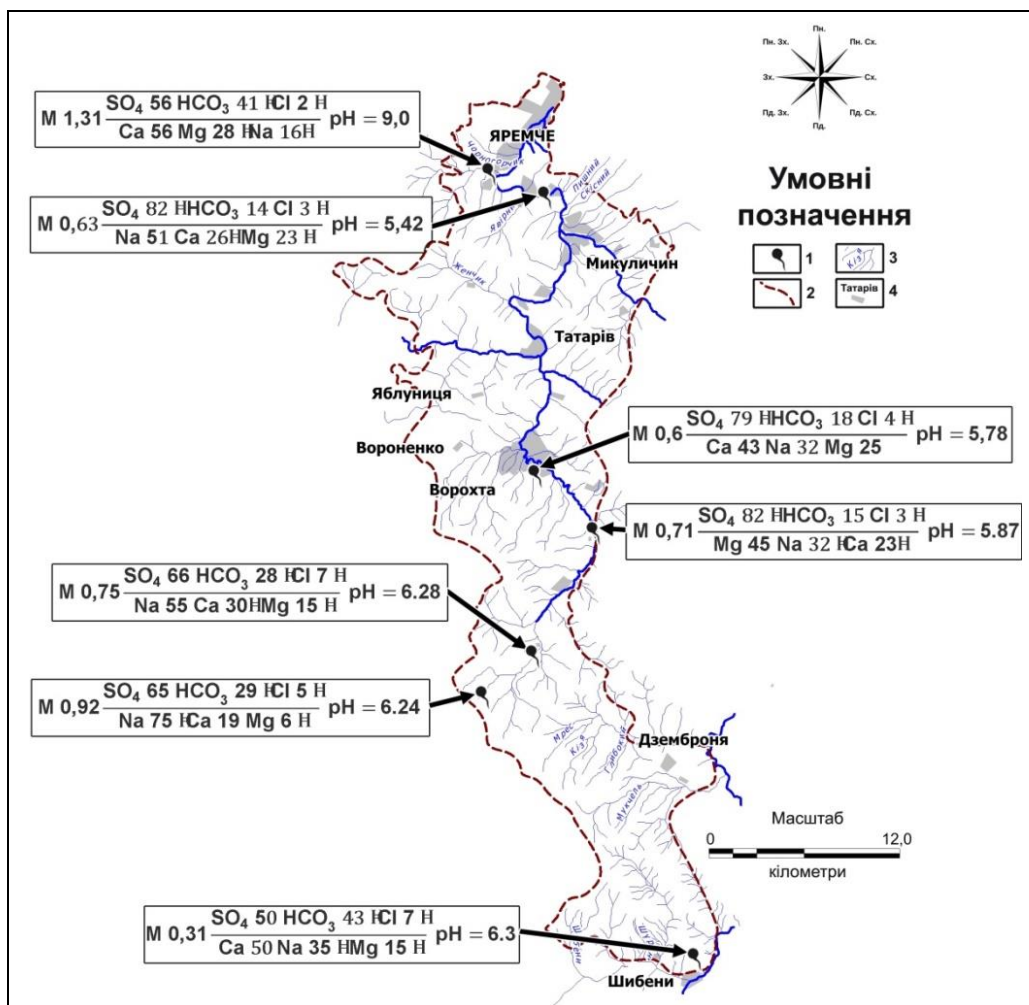
Рис. 7.3. Картосхеми хімічного складу води природних джерел (головні іони, мг/дм<sup>3</sup>) на території Карпатського НПП з використанням стовпчастої (А) та кругової (Б) діаграм :

1 – природне водне джерело; 2 – межі Карпатського НПП; 3 – річка та її назва; 4 – населений пункт

Варто зазначити, що картографування хімічного складу природних вод зручно проводити окремо по кожній із груп хімічних компонентів : розчинені гази (кисень, азот, діоксид вуглецю, сірководень, метан тощо); головні іони (макрокомпоненти) –  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,

$\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ; біогенні речовини – неорганічні сполуки азоту, фосфору, силіцію і заліза; органічна речовина (різноманітні органічні сполуки, які належать до органічних кислот, складних ефірів, гумусових речовин, органічних азотовмісних і фосфоровмісних сполук; мікроелементи (усі метали, крім металів  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), а також деякі інші компоненти; забруднювальні речовини (пестициди, СПАР, феноли, нафтопродукти тощо); радіоактивні елементи.

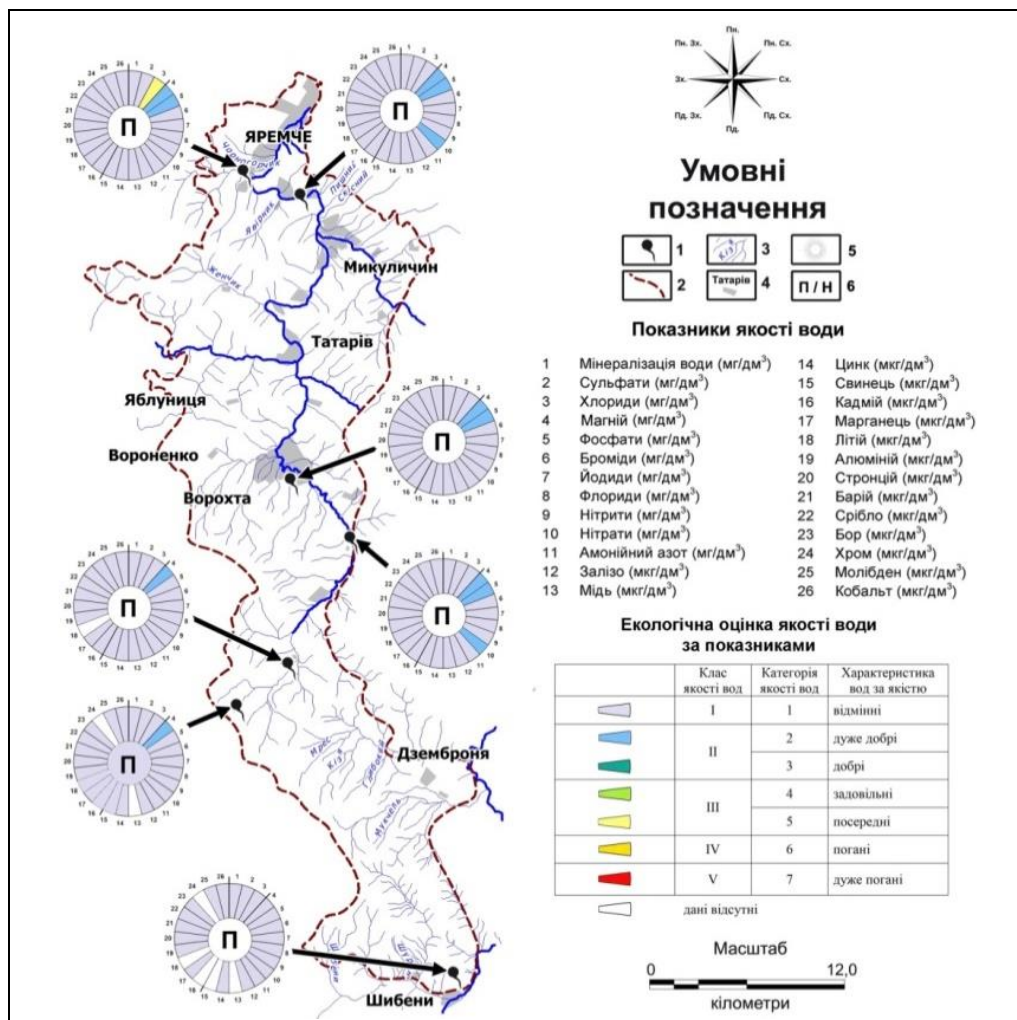
Для характеристики хімічного складу кожного джерела на картографічному матеріалі можна відображати формулу Курлова (див. розд. 5.3) (рис. 7.4).



**Рис. 7.4.** Картохема хімічного складу води природних джерел на території Карпатського НПП за формулою Курлова (умовні позначення див. на рис. 7.3)

## 7.5. Картосхеми оцінки якості джерельної води

**Екологічна оцінка якості джерельної води.** Якщо розглядати водне джерело, як поверхневий водний об'єкт, то основні принципи картографічного відображення екологічної оцінки якості води можна проводити відповідно до існуючої «Методики картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води [25]. (рис. 7.5).



**Рис. 7.5. Картосхеми якості джерельної води на території Карпатського НПП (літо 2016 р.) :**

(умовні позначення 1-4 – див. на рис. 7.3); 5 – якість води за відповідним показником; 6 – придатна (П) чи не придатна (Н) вода для питного водокористування

На картосхемах екологічної оцінки якості води окрім розташування власне місць відбирання проби води слід відображати інші елементи – гідрографічну мережу, населені пункти

За необхідності (залежно від масштабу) – можна нанести дорожню сітку, покриті деревною рослинністю території, геологічну будову та інші елементи за умови їх мінімального впливу на інформативність і читабельність матеріалів.

Сама оцінка якості води проводиться за показником індекса забрудненості, критерії визначення якого наведено у розділі 5.3.

Класифікація екологічного стану проводиться за кольоровим кодом відповідно до Водної Рамкової Директиви ЄС : відмінний стан позначається синім кольором; добрий – зеленим; помірний – жовтим; посередній – рожевим; поганий – червоним.

Складені картографічні матеріали за результатами моніторингу природних джерел можуть бути ефективним засобом комунікації для наукових, освітніх і соціально-економічних цілей і можуть відігравати важливу роль у вирішенні екологічних проблем.

## 8. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ РОБІТ У ПОЛЬОВИХ ГІРСЬКИХ УМОВАХ ТА В ЛАБОРАТОРІЇ

---

Безпека персоналу, що проводить аналітичні дослідження, як у польових умовах, так і в лабораторії, має важливе значення. Усі працівники повинні бути ознайомлені із основними заходами безпеки, які стосуються їхньої роботи.

### 8.1. Робота в польових гірських умовах

Організація та виконання польових досліджень завжди вимагає врахування особливостей місцевих природних умов.

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 [6]. На основі власного досвіду та з врахуванням нормативно-правових актів і загальних рекомендацій (настанов) у загальному вигляді викладено правила роботи при інвентаризації джерел у гірських умовах.

Основними нормативними документами, якими необхідно керуватися під час експедиційних досліджень з вивчення природних джерел 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.: Держнаглядохоронпраці, 2005.

Правила поведінки і заходи безпеки переплітаються із фізико-географічними особливостями території (гірська фізико-географічна країна), її статусом (природоохоронне значення) та специфікою самої роботи (інвентаризація, облік чи моніторинг джерел).

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).

Проводити маршрути поодиночці заборонено. Роботи обов'язково повинні виконуватись у супроводі досвідченого провідника

(працівника природоохоронного науково-дослідного відділення, лісника, лісничого, гіда тощо). За наявності хижих звірів експедиційні 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 чоловік.

Робота в маршруті повинна проводитися виключно у світлий період доби і закінчуватися з таким розрахунком, щоб усі працівники змогли повернутися додому або в табір до настання темряви.

По незнайомій місцевості необхідно рухатися виключно за поводителем; 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).

Вивчення природних джерел (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.

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. Всього на території Українських Карпат на площі 516,6 га було пошкоджено 5,2 млн. м<sup>3</sup> лісу.

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.*

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 національного природного парку; за необхідності можна облаштувати табір відповідно до вимог і рекомендацій НПАОП 74.2-1.02-90 (пункт 2.2).

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 ємкостях 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 (ватаю, паралоном чи синтапоном) від можливого зовнішнього фізичного впливу (наприклад, падіння рюкзака).

## 8.2. 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 НПА ОП 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 нахилятися над отвором посудини, щоб бризки не потрапили в обличчя.

Забороняється нюхати речовину, особливо невідому, низько нахилившись 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 одnodенної 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 захищається (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) [21].

Основні засоби безпеки (вогнegasники, 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 ємкість, помити хімічний посуд.

## ВИСНОВКИ

Моніторинг природних водних джерел є важливим аспектом у вивченні умов функціонування багатьох екосистем на регіональному, локальному, місцевому рівнях і актуалізований зобов'язаннями України з виконання низки міжнародних угод – Рамсарської конвенції про водно-болотні угіддя (1971), Бернської конвенції про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі (1979), Паризької кліматичної угоди (2015) тощо.

Видається логічним, що в даному дослідженні природних водних джерел, яке є одним з перших в Україні, охоплено територію, просторово обмежену контурами Карпатського національного природного парку – першого і одного з найбільших в Україні. Значне поширення тут різнотипних природних водних джерел на фоні недостатньої їхньої вивченості обумовило необхідність у проведенні обстежень широкого кола параметрів і характеристик.

Застосований факторний аналіз низки характеристик природних водних джерел на прикладі Вороненківського природоохоронного науково-дослідного відділення (ПНДВ) Карпатського НПП дозволив встановити, що основними чинниками, які визначають особливості поширення водних джерел на даній території, є кліматичні, геоморфологічні та геолого-тектонічні.

Методологія, яка базувалася на інтеграції світового і вітчизняного досвіду, дозволила послідовно реалізувати чотири етапи моніторингових досліджень природних водних джерел: 1) збір загальної інформації щодо розташування об'єктів; 2) визначення точного місця їхньої локалізації (картографування); 3) дослідження кількісних та якісних показників виявлених джерел; 4) вивчення гідрологічного режиму еталонного об'єкту – джерела у с. Микуличин (Яремчанської міськради, Івано-Франківської області).

Встановлено, що майже всі досліджені природні водні джерела на території Карпатського НПП є прісними (мінералізація води – до  $1000 \text{ мг/дм}^3$ ), 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<sup>3</sup>. 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) [58].

Деякі з досліджених природних джерел за мінералізацією води належать до «пріснувятих» (500-1000 мг/дм<sup>3</sup>), ще рідше – до «слабкосолонуватих» (1000-3000 мг/дм<sup>3</sup>).

Для водопостання домогосподарств використовується лише незначна частка (менше 5 %) досліджених природних джерел (з мінералізацією води 60-550 мг/дм<sup>3</sup>). Для туристично-рекреаційних цілей використовується близько 20-30 % досліджених природних водних джерел (з урахуванням водних джерел, які розташовані уздовж туристичних маршрутів).

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.

У цілому, природні водні джерела, що розташовані на території Карпатського НПП, мають відмінні характеристики з якості води. Проте на ділянках без вилучення (території населених пунктів) подекуди у джерельній воді відзначався підвищений вміст органічних речовин.

Як показує міжнародний досвід, у наш час багатогранна структура екологічного та функціонального значення природних водних джерел може стати предметом міждисциплінарних досліджень, включаючи природничі, технічні, економічні, часто медичні, а інколи й гуманітарні науки.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Божок А.П., Осауленко Л.Є., Пастух В.В. Картографія: підручник для студ. географ. спец. ун-тів. – К.: Фітосоціоцентр, 1999. – 252 с.
2. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. ГОСТ 3351-74. – М.: Изд-во стандартов, 1974.
3. Габора́к М.М. Гідронімія Івано-Франківщини: етимологічний словник-довідник. - 2-ге вид. – Івано-Франківськ: Місто НВ, 2010. – 564 с.
4. Гефер Г., Семихатов А.Н. Подземные воды и источники. Артезианские и глубокие грунтовые воды Европейской части СССР. - М.; Л.: Госиздат, 1925. – 304 с.
5. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 400 від 12.05.2010 р. – URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.
6. Голінько В.І., Безщасний О.В. Охорона праці при геологорозвідувальних роботах: навч. посіб. – Дніпропетровськ: НГУ, 2014. – 218 с.
7. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). – К.: Ніка-Центр, 2010. – 315 с.
8. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води та правила вибирання. ДСТУ 4808:2007. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 36 с.
9. Доленко С.О., Баламут В.І., Демченко В.Я., Бичковська О.М. Гідрогеохімічний аналіз вод природних підземних джерел на території м. Києва // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Т. 4(35). – С. 98-106.
10. Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення». – 2002 р., зі змінами і доповненнями протягом 2005-2018 рр. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14>.
11. Карпатские заповедники / Сборник статей. – Ужгород: Карпаты, 1966. – 271 с.
12. Карпатский государственный природный парк: метод. рекомендации для экскурсоводов, организаторов туризма, инструк. природоохранной работы / [П.Р. Третьяк, М.П. Кулешко, Я.П. Базилевич и др.]; отв. ред. С.М. Стойко. – Львов - Ивано-Франковск: Львовская обл. книжн. типография, 1984. – 112 с.
13. 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.
14. Кліматогенні зміни рослинного світу Українських Карпат: монографія / [Я.П. Дідух, І.І. Чорней, В.В. Буджак та ін.]; наук. ред. Я.П. Дідух, І.І. Чорней. – Чернівці: Друк Арт, 2016. – 280 с.

15. *Кобів Ю.Й.* Приджерельні оселища кальцефільних видів рослин у Чорногорі (Українські Карпати) як рідкісні осередки біорізноманіття // Наукові записки Державного природознавчого музею, 2007. – Вип. 23. – С. 43-54.

16. *Корчемлюк М.В., Кравчинський Р.Л.* Основи моніторингу водних джерел на території Карпатського національного природного парку / Мат-ли 3-го Міжнарод. наук. семінару: Природні ресурси регіону - проблеми використання, ревіталізації та охорони (Львів-Ворохта, 5-7 жовтня 2018). – Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка. – 2018. – С. 194-199.

17. *Корчемлюк М.В., Кравчинський Р.Л., Тимчук О.В.* Геоботанічний аспект у вивченні водних джерел (на прикладі Карпатського національного природного парку) / Мат-ли 2-ї Міжнарод. наук. конференції: Сьогодення біологічної науки (9-11 листопада 2018 р., м. Суми) – Суми: ФОП Цьома С.П., 2018. – С.135-137.

18. *Корчемлюк М.В., Кравчинський Р.Л., Стефурак О.М.* Роль карпатських природних джерел в житті і побуті гуцулів / Мат-ли наук.-практ. конференції: Гуцульщина – ХХІ сторіччя: проблеми та перспективи збереження гірської природи та етнічної культури в гуцульському регіоні Українських Карпат в умовах глобалізації (27 липня 2018 р., м. Яремче) – Яремче, 2018. - С. 173-175.

19. *Корчемлюк М.В., Савчук Б.Б., Стефурак О.І., Клименко А.О.* Мікроелементи в природних джерелах Карпатського національного природного парку / Мат-ли наук.-практ. конференції з міжнародною участю: Бабенківські читання (24-25 жовтня 2013 р., м. Івано-Франківськ). – Івано-Франківськ. – С. 49.

20. *Кравчинський Р.Л., Стефурак О.М.* Теоретичні та практичні аспекти моніторингу водних джерел на території Карпатського НПП / Мат-ли міжнарод. наук.-практ. конференції, присвяченій 30-ти річчю НПП «Синевир»: Функціонування природоохоронних територій в сучасних умовах (18-20 вересня 2019 р., с. Синевирська Поляна, Закарпатська обл.). – С.12-17.

21. *Крюковська О.А., Левчук К.О.* Охорона праці в галузі (для хімічних спеціальностей): навч. посібник / За ред. А.О. Толока– Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2011. – 230 с.

22. *Куделин Б.И.* Гидрогеологический анализ и методы определения подземного питания рек // Тр. лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф.П. Саваренского. - М.: АН СССР. - 1949. – Т.5. – 179 с.

23. *Мельник А., Шубер П.М., Шушняк В., Костів Л., Березяк В.* Фізико-географічні передумови, динаміка та наслідки катастрофічного липневого паводка 2008 року у верхів'ї річки Прут // Вісн. Львів. ун-ту Сер. Географія. - 2009. – Вип. 37. – С. 136-150.

24. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / *Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіук О.П.* та ін. – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.

25. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води / *Л.Г. Руденко, В.П. Разов, В.М. Жукинський* та ін. – К.: Символ-Т, 1998. – 48 с.

26. *Муха Б.* Топоклімати Чорногори. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2017. – 167 с.

27. *Некос А.Н., Максимов О.М., Шевчик К.В.* Екологічна якість природних вод з міських джерел м. Харкова. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2019. Вип. 31. – С. 96-103.

28. *Нестерук Ю.Й.* Рослини Українських Карпат. – Львів: Поллі, 2000. – 236 с.

29. *Овчинников А.М.* Общая гидрогеология. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Гос. научно-техн. изд-во лит-ры по геологии и охране недр, 1955. – 385 с.

30. Оцінка санітарно-хімічних показників безпечності та якості води популярних джерел різних геоструктурних зон Львівщини / *Р.П. Дідула, Є.І. Кондратюк, Ю.Б. Блавацький, В.Ю. Усов, О.В. Пилипович* // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2018. № 4 (51). – С. 87-101.

31. Приполонинні ліси / *Л.Є. Рижило* та ін. / Ред. *Л.У. Козіко*. – Ужгород: Карпати, 1978. – 84 с.

32. Природа Карпатського національного парку / [*С.М. Стойко, Л.І. Мілкіна, Л.О. Тасенкевич* та ін.]; відп. ред. *М.А. Голубець, С.М. Стойко*. – К.: Наук. думка, 1993. – 214 с.

33. *Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю.* Методы анализа природных вод. Изд. 3-е, переработ. и доп. – М.: Недра», 1970. – 488 с.

34. *Рожко І.М., Матвій В.П., Брусак В.П.* Географо-екологічні маршрути Чорногори: навч. посібник. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2011. – 224 с.

35. *Рутинський М.* Перспективні напрями розбудови рекреаційної інфраструктури курортної столиці українських Карпат – м. Яремчі // Вісник Львівського ун-ту. Серія географічна. – 2006. – Вип. 33. – С. 364-372.

36. *Саваренский Ф.П.* Инструкция по обследованию источников. – Л.-М., 1932. – 10 с.

37. *Слободян В.Я., Корчемлюк М.В., Кравчинський Р.Л., Савчук Б.Б.* Моніторинг природних джерел на території Карпатського національного природного парку / Мат-ли наук.-практ. конференції: Гуцульщина – ХХІ сторіччя: проблеми та перспективи збереження гірської природи та етнічної культури в гуцульському регіоні Українських Карпат в умовах глобалізації (27 липня 2018 р., м. Яремче) – Яремче, 2018. – С. 201-204.

38. Справочное руководство гидрогеолога: в 2 т. / [*В.М. Максимов, В.Д. Бабушкин, Н.Н. Веригин* и др.]; под ред. *В.М. Максимова*. – 3-е изд., перераб. и доп. – Т. 1. – Л.: Недра, 1979. – 512 с.

39. *Терлецька Г.* Результати моніторингу природних джерел на території м. Києва // Світогляд. – 2009. № 4. С. 60-65.

40. *Тутковський П.А.* Словник геологічної термінології: (проект) / Матеріали до української природничої термінології та номенклатури. Т. ІІ. – К.: Державне вид-во України, 1923. – 201 с.

41. *Тюремнов С.Н.* Торфяные месторождения и их разведка : учебник для торфяных ин-тов. – 2-е изд., перераб. – М.; Л.: Изд. и тип. Госэнергоиздата, 1949. – 464 с.
42. *Хільчевський В.К.* Водопостачання і водовідведення – гідроекологічні аспекти: підручник. - К.: ВПЦ «Київський університет», 1999. – 319 с.
43. *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. – Т. 1. – С. 6-15.
44. *Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М.* Основи гідрохімії: підручник. – К.: Ніка-Центр, 2012. – 312 с.
45. *Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М.* Регіональна гідрохімія України: підручник. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2019. – 343 с.
46. *Хільчевський В.К., Ромась М.І.* Джерело водне / ЕСУ. – 2007. Т. 7. – URL: [http://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=23979](http://esu.com.ua/search_articles.php?id=23979)
47. *Храмченкова О.М.* Физиология растений. Экология водного обмена: практ. рук-во по теме УСР. – Чернигов: Десна Полиграф, 2016. – 40 с.
48. *Шестопалов В.М., Самчук А.І., Моїсєєв А.Ю., Попенко Е.С.* Розподіл селену в природних водах Прикарпатського регіону // Геохімія та рудоутворення. – 2011. – Вип. 30. – С. 76-83.
49. *Яворський А.І.* Конструктивно-географічні засади організації природоохоронних територій (на прикладі Карпатського національного природного парку). – Івано-Франківськ: Фоліант, 2012 – 192 с.
50. *Baścik M., Chelmicki W.* Źródło jako obiekt badań interdyscyplinarnych / Red. B. Izmailow / Przyroda-Człowiek-Bóg – Kraków, 2004. – ss. 149-169.
51. *Bouman D.* Determination of potential of natural springs for water supply schemes. – 2014. – 21 p. – URL: [https://aquaforall.org/wp-content/uploads/2014/12/Determination-of-potential-of-natural-springs\\_publication\\_2014.pdf](https://aquaforall.org/wp-content/uploads/2014/12/Determination-of-potential-of-natural-springs_publication_2014.pdf)
52. *Brune G.* Springs of Texas. V. 1: Fort Worth. Tex. – Branch-Smith, Inc., 1981. – 566 p.
53. *Chelmicki W., Jokiel P., Michalczyk Z., and Moniewski P.* Distribution, discharge and regional characteristics of springs in Poland // Episodes, v. 34, no. 4, 2011. – P. 244-256.
54. Guidelines for drinking-water quality, 2nd edition. V. 3: Surveillance and control of community supplies. WHO. – Geneva, 1997. – 238 p.
55. *Kačok J., Matysik M.* Hydrological Regime of Some Springs in the Upper Oder River Basin // Moravian Geographical Reports. – 2004. – 12. - pp. 10-20.
56. *Khilchevskiy V.K., Grebin V.V., Sherstyuk N. P.* Modern Hydrographic and Water management zoning of Ukraine's territory in 2016 - implementation of the WFD-2000/60/EC // Electronic book with full papers XXVIII Conference of the Danubian Countries – Kyiv. 2019. – P. 209-223. – URL: [https://uhmi.org.ua/conf/danube\\_conference\\_2019/papers\\_abstracts/Electronic\\_Book\\_Danube\\_Conference\\_2019.pdf](https://uhmi.org.ua/conf/danube_conference_2019/papers_abstracts/Electronic_Book_Danube_Conference_2019.pdf)

57. *Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P.* Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine // *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. – 2018. – 27(1). – P. 68-80. – URL: <https://doi.org/10.15421/111832>.
58. *Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstuk N.P., Zabokrytska M.R.* The chemical composition of precipitation in Ukraine and its potential impact on the environment and water bodies *Journal of geology, geography and geoecology*. 2019. – 28(1). – P. 79-86. – URL: <https://doi.org/10.15421/111909>.
59. *Kjelstrom L.C.* Methods to Estimate Annual Mean Spring Discharge to the Snake River Between Milner Dam and King Hill, Idaho. U.S. Geological Survey // *Water-Resources Investigations Report 95-4055*. – Boise, Idaho, 1995.
60. *Krešić N., Stevanović Z.* Groundwater Hydrology of Springs: Engineering, Theory, Management, and Sustainability. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann, 2010.
61. *Lawson Thomas B.* Fundamentals of aquacultural engineering. – New York: Chapman & Hall, 1995. – 355 p.
62. *Manga M.* Using springs to study groundwater flow and active geologic processes // *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. – 2001. – 29. – P. 201-228.
63. *Rajchel L. and Czop M.* Walory źródeł karpackich wód mineralnych jako element przestrzeni publicznej / Lucyna Rajchel, Mariusz Czop. – Il. – Bibliogr. s. 75 // *W: Uzdrowiska górskie i podgórskie: Szczawnica, 8-9 listopada 2013.* – Kraków, 2013. – S. 67-75
64. *Sada D.W., Pohlmann K.F.* Spring Inventory and Monitoring Protocols, paper presented at Spring-fed Wetlands / Important Scientific and Cultural Resources of the Intermountain Region, May 7–9, 2002, Las Vegas, Nev., DHS Publication 41210. – URL: <http://wetlands.dri.edu>.
65. *Salazar L., Tolisano J., Crane K.* Irrigation Reference Manual / Peace Corps Information Collection & Exchange, Washington. USA, 1994. – 485 p.
66. *Staśko S., Buczyński S.* Drought and its effects on spring discharge regimes in Poland and Germany during the 2015 drought // *Hydrological Sciences Journal*. – 2018. – 63. – P. 741-751.
67. *Stevens L.E., Springer A.E., Ledbetter J.D.* Inventory and Monitoring Protocols for Springs Ecosystems.– 2011. – 64 p. – URL: [http://docs.springstewardship.org/PDF/Springs\\_Inventory\\_Protocols\\_110602.pdf](http://docs.springstewardship.org/PDF/Springs_Inventory_Protocols_110602.pdf).
68. *Swiderski B.* Geomorfologia Czarnohory. – Warszawa: Kasa Mianowskiego, 1937. – 103 s.
69. Spring water assessment and management. BCRWME Project / Prepared by: Dr. *Binod Shakya*. – 2015. – 45 p.
70. *Water Measurement Manual: A Guide to Effective Water Measurement Practices for Better Water Management.* Reclamation Bureau; Third Edition, 2001. – 485 p.

**Наукове видання**

**Кравчинський Руслан Леонідович  
Хільчевський Валентин Кирилович  
Корчемлюк Марта Василівна  
Стефурак Ольга Михайлівна**

**Моніторинг  
природних водних джерел  
Карпатського національного  
природного парку**

Оригінал-макет авторський  
Обкладинка авторська

Підпис до друку 17.12.2019 р. Формат видання 170×240мм.  
Формат паперу і частка аркуша 420×297/4.  
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Друк цифровий.  
Ум. друк. арк. 7.75. Тираж 100 прим. Зам. 6012012/19  
Віддруковано з оригіналів автора.

---

Друкарня "Фоліант"  
76000, м. Івано-Франківськ,  
вул. Старозамкова, 2  
[www.foliant.if.ua](http://www.foliant.if.ua)  
e-mail: [foliant.drukarnja@gmail.com](mailto:foliant.drukarnja@gmail.com)  
тел.-факс: +38(0342) 50-21-65  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи Серія ІФ № 24 від 20.07.2004



**КРАВЧИНСЬКИЙ**  
Руслан Леонідович,  
кандидат геогр. наук,  
Карпатський НПП



**ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ**  
Валентин Кирилович,  
доктор геогр. наук, професор,  
КНУ ім. Т. Шевченка



**КОРЧЕМЛЮК**  
Марта Василівна,  
кандидат техн. наук,  
Карпатський НПП



**СТЕФУРАК**  
Ольга Михайлівна,  
Карпатський НПП