

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.1>

УДК 556.36: 001.891.5 (292,452: 477-75)

Хильчевский В.К.¹, Кравчинский Р.Л.²,

¹Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

²Карпатский национальный природный парк, г. Яремче, Ивано-Франковская обл.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОНИТОРИНГА РОДНИКОВ В УСЛОВИЯХ УКРАИНСКИХ КАРПАТ

Ключевые слова: родник, мониторинг, этапы мониторинга, дебит, химический состав воды, Карпатский национальный природный парк, Украинские Карпаты.

Актуальность темы. «Джерело» - так на украинском языке звучит термин «родник». В некоторых странах родники - это своеобразные «гидрогеологические окна» водоносных горизонтов, являющиеся экосистемами повышенного внимания [26]. Многие из них становятся истоками крупных рек. В некоторых европейских странах (Бельгии, Франции, Австрии, Германии и др.) вблизи родников даже создают природоохранные зоны.

Надо отметить, что в последние десятилетия в определенной степени возрос интерес к исследованию родников, например, в США [25, 26], Польше [22], Беларуси [2], России [1, 11]. Обусловлено это экологическими и природоохранными аспектами, а также использованием родников, как источников децентрализованного водоснабжения. В Украине в отдельных публикациях также отмечается интерес к родникам с водой питьевого качества, расположенным в крупных городах или поблизости - Киеве [4, 14], Львове [3], Харькове [10].

Значение родников в жизни человека предопределяется рядом условий: особенностями формирования, происхождением, расположением, физико-химическим и динамическими свойствами воды и т.д. Коротко перечислим в качестве каких индикаторов, а то и факторов, могут выступать сами родники [8].

Родник как индикатор: гидрогеологический; геолого-тектонический [24]; климатический; экологический. Родник как фактор: гидрологический; бальнеологический; туристско-рекреационный; обеспечения хозяйственно-питьевых нужд. Наконец, родник является объектом охраны.

В связи с активизацией опасных природных явлений в Карпатах 23 июня 2020 г. (из-за интенсивного выпадения атмосферных осадков) исследование родников проводится для изучения рисков оползневых процессов.

Поскольку определение термина «родник» в нормативных документах в Украине отсутствует, приведем его из «Энциклопедии современной Украины»: «родник - естественный выход подземных вод на дневную поверхность или под водой (подводный источник)» [19].

Родники, которые вместе с подземными водами являются важной составляющей водного фонда Украины, часто находятся вне поля зрения менеджмента как отдельный субъект мониторинга вод. Такая ситуация сложилась в силу ряда объективных и субъективных обстоятельств.

Одна из них та, что более 90% всей площади Украины занимают равнинные

территории, где орографические особенности не влияют на широкое распространение родников. Имеющиеся места проявления природных выходов подземных вод на поверхность, в большинстве случаев, имеют незначительный дебит, находятся в геоморфологически сложных условиях, или имеют вид заболоченных участков, удаленных от населенных пунктов, хозяйственных комплексов и тому подобное.

Наряду с этим, в Украинских Карпатах сложились многовековые традиции уважительного отношения к родникам как минеральных, так и пресных вод, которые приумножаются в том числе и на территории Карпатского национального природного парка (НПП) [6-8].

Анализ выполненных ранее исследований. История изучения родников на нынешней территории Карпатского НПП достигает более сотни лет. Исследование особенностей распространения родников в регионе были связаны с развитием рекреационно-туристического комплекса, который быстрыми темпами развивался в конце XIX начале XX вв. (эта территория входила в состав Австро-Венгрии - до 1918 г., Польши - 1921-1939 гг., с 1939г. – Украины).

Первые научные исследования родников проводились в пределах массива Черногора и связаны с именами австрийских геологов (К. Пауль, Э. Титце, 1877), польских ученых (М. Ломницки, 1879, С. Вейгель, 1885, С. Павловски, 1915; Г. Гассиоровски, 1906; Л. Савицки, 1911; Г. Запалович, 1912, Б. Свидерски, 1938 и др.), отечественных ученых (Г.В. Козий, 1932; П.Н. Цись, 1955; Г.П. Миллер, 1961 и др.). Обращает на себя внимание монография «Geomorfologia Czarnohory» (1937) польского ученого В. Swiderski с картой распространения родников [27].

Работа по инвентаризации родников на этой территории получила новый импульс в 80-х годах XX в. при участии работников тогда недавно созданного Карпатского государственного природного национального парка М.Б. Шпильчака, М.М. Клапчука и др.

Было установлено следующая распространенность родников по лесничествам (нынешние природоохранные научно-исследовательские отделения - ПНИО): Яремчанское - 34 шт.; Ямнянское - 73 шт.; Подлесновское - 87 шт.; Женецкое - 37 шт.; Татаровское - 24 шт.; Яблонецкое - 35 шт.; Ворохтянское - 126 шт.; Вороненковское - 65 шт.; Говерлянское - 36 шт.; Быстрецкое - 38 шт.; Высокогорное - 37 шт.; Черногорское - 60 шт. («Летопись природы», Яремче, 1987).

В период 1991-1993 гг. в районе Яремче гидрогеологическими исследованиями (в том числе изучением родников) занимались специалисты львовской геолого-разведывательной экспедиции «Западукргеология» (руководитель - М.Б. Охитва).

В период 2005-2006 гг. сотрудники Ивано-Франковского государственного медицинского университета и Карпатского НПП проводили совместное исследование физико-химического состава воды некоторых родников.

В 2011 г. изучением химического состава некоторых родников (в частности в пгт Ворохта и с. Ямна) занимались специалисты Института геологических наук НАН Украины и Института геохимии, минералогии и рудообразования им. М.П. Семененко НАН Украины [20].

В этот же период сотрудниками Карпатского НПП были начаты более детальные работы по комплексному обследованию (инвентаризации и учету) основных родников, расположенных на территории НПП и прилегающих участков.

Важным научным обобщением явилась изданная на украинском языке в 2019 г. монография «Мониторинговые исследования родников на территории Карпатского национального природного парка» (Р.Л. Кравчинский, В.К. Хильчевский, М.В. Корчемлюк, О.М. Стефурак), в которой сделан акцент на

методических основах мониторинга родников [8]. В авторский коллектив, кроме сотрудников парка, вошел и представитель Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, который также участвовал в исследованиях и других водных объектов на территории НПП (озера Маричейка) [16].

Цель данного исследования - обобщение методических подходов к мониторингу родников на территории Карпатского НПП и выявление основных гидрологических и гидрохимических закономерностей их функционирования в условиях Украинских Карпат.

Материал и методика исследований. За период 2011-2019 гг. проведены около 40 экспедиций по исследованию родников, расположенных в трех основных природных комплексах на территории Карпатского НПП: Скибовые Горганы, Ясинско-Верховинская межгорная котловина, массив Черногора. В гидрологическом аспекте - это бассейн р. Прут (левый приток Дуная). Мониторинговыми обследованиями были охвачены около 300 родников по следующим ПНИО: Яремчанское - 28 шт.; Ямнянское - 37 шт.; Подлесновское - 18 шт.; Женецкое - 14 шт.; Татаровское - 23 шт.; Ворохтянское - 26 шт.; Вороненковское - 12 шт.; Говерлянское - 142 шт. В целом, мониторинговые исследования родников выполнялись по схеме: экспедиционные работы; химический анализ отобранных проб воды в стационарной лаборатории; камеральная обработка данных; обобщение полученных результатов.

Изложение основного материала. Карпатский национальный природный парк - первый и один из крупнейших в Украине национальных природных парков.

Согласно постановлению Совета Министров УССР от 3.06.1980 г. № 376 был создан Карпатский государственный природный парк. Впоследствии его название несколько видоизменялась: 1983 г. - Карпатский государственный природный национальный парк; 1992 г. - Карпатский национальный природный парк. Он расположен в юго-западной части Ивано-Франковской обл. (рис. 1-А) на территории Яремчанского городского совета и Верховинского района. Площадь Карпатского НПП - 504,95 км², а его территория простирается на 55 км с севера на юг и на 20 км с запада на восток [5, 21]. Карпатский НПП состоит из 12 структурных подразделений - природоохранных научно-исследовательских отделений (ПНИО) - рис. 1-Б. ПНИО делятся на меньшие единицы - кварталы и выделы.

Кроме территорий, отведенных Карпатскому НПП в постоянное пользование, в административно-организационную структуру входят территории, включенные в границы парка без изъятия их у землепользователей (г. Яремче, с. Микуличин, с. Татаров, с. Яблоница, пгт Ворохта и земли запаса Быстрецкого сельского совета).

Климат на территории Карпатского НПП переходный от умеренно-теплого влажного западноевропейского к континентальному восточноевропейскому. Это обусловлено его географическим положением и особенностями циркуляции воздушных масс в пределах горной территории. Под влиянием горного рельефа климат парка закономерно изменяется с высотой над уровнем моря. В пределах парка выделяют несколько высотных климатических поясов: а) умеренный - охватывает межгорные долины до высоты 850 м над у.м., здесь выпадает до 1000 мм атмосферных осадков в год; б) прохладный - 850-1250 м над у.м., осадки - около 1200 мм/год; в) умеренно-холодный - 1250-1500 м над у.м., осадки - около 1500 мм/год; г) холодный - выше 1500 м над у.м., осадки - выше 1500 мм/год, зима длится около 6-7 месяцев.

Природные комплексы территории Карпатского НПП можно отнести к трем геолого-геоморфологическим районам Карпат. Северная часть - к Скибовым Горгам, северо-восточная - к Ясинско-Верховинской межгорной котловине, а южная (наиболее высокая) - к Черногорскому массиву.

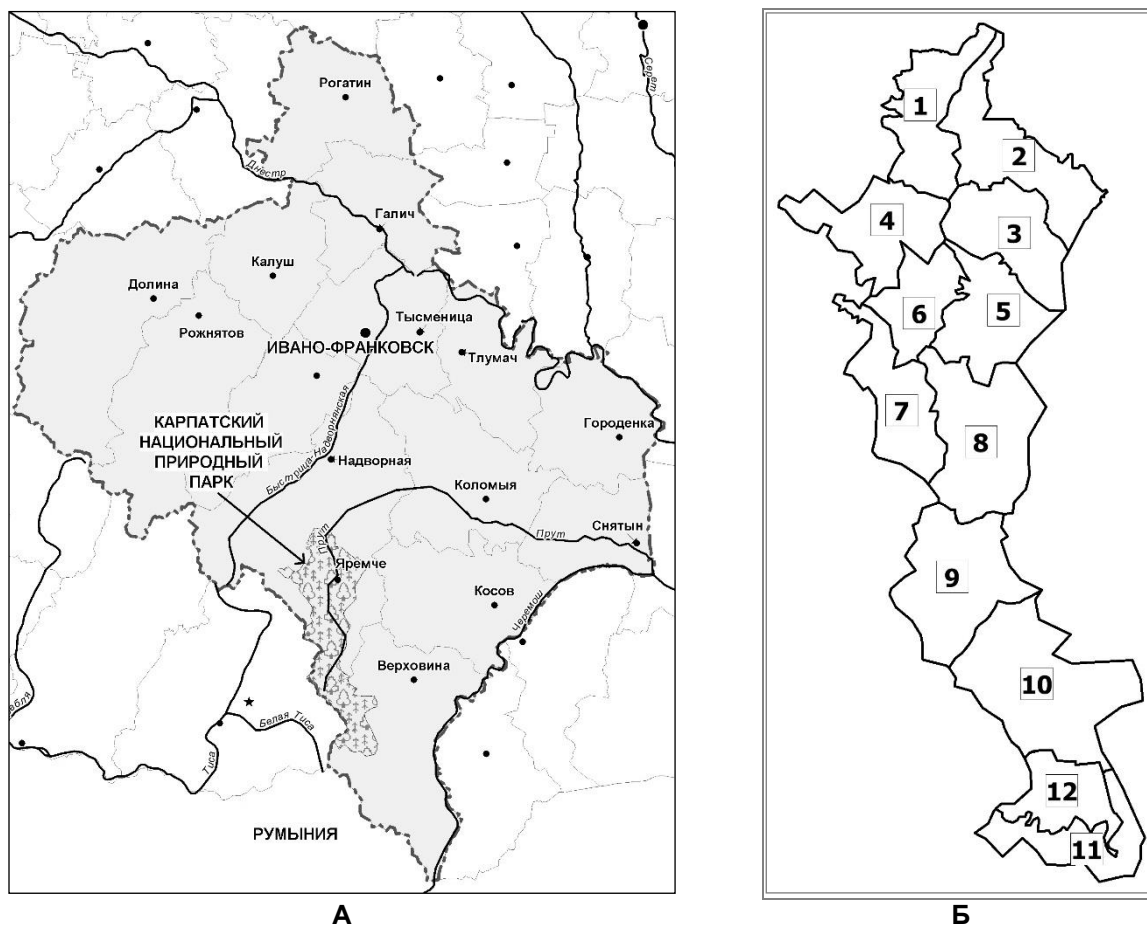


Рис. 1. Карпатский национальный природный парк на карте Ивано-Франковской области (А) и схема размещения его природоохранных научно-исследовательских отделений - ПНИО (Б): 1 - Яремчанское; 2 - Ямнянское; 3 - Подлесновское; 4 - Женецкое; 5 - Татаровское; 6 - Яблонецкое; 7 - Вороненковское; 8 - Ворохтянское; 9 - Говерлянское; 10 - Быстрецкое; 11 - Черногорское; 12 – Высокогорное

Скибовые Горганы выглядят глубоко расчлененными среднегорными массивами, на склонах которых распространены каменные россыпи песчаников. Вершины горных сооружений обычно пирамидальные с крутыми склонами. Их высоты достигают более 1500 м над у.м.: г. Синяк (1665 м) г. Хомяк (1542 м).

Рельеф Ясинско-Верховинской межгорной котловины низкоротный, с мягкими волнистыми контурами массивов и плоскими вершинами, которые редко достигают высот 1000-1200 м над у.м. Склоны преимущественно пологие глинисто-каменистые.

Черногорский массив представлен тремя параллельными среднегорными хребтами, вытянутыми с северо-запада на юго-восток. Южная граница Карпатского НПП проходит по водоразделу главного Черногорского хребта и фиксируется вершинами гор: Говерла (2061 м); Брескул (1911 м); Туркул (1935 м); Бребенескул (2036 м); Мунчель (2002 м); Поп Иван (2022 м). Характерной особенностью рельефа хребтов являются следы древнего оледенения - значительных древнеледниковых каров, морен, реликтовых ледниковых озер.

Почвы в долинах отличаются очень низкими водно-физическими свойствами, особенно инфильтрационной способностью. Обычно, дождевые и талые воды здесь расходуются преимущественно на поверхностный сток, и лишь незначительное их количество просачивается и пополняет запасы грунтовых вод [12].

Известно, что выход подземных вод на поверхность обусловлен тремя часто связанными между собой факторами:

1) расчлененностью местности, то есть пересечением водоносных горизонтов эрозионными и другими отрицательными формами современного рельефа - речными долинами, балками, оврагами озерными котловинами и тому подобное;

2) структурно-геологическим строением местности, то есть наличием пликтивных и дизъюктивных дислокаций (открытых тектонических трещин, зон тектонических нарушений, антиклинальных складок с нарушенными сводами, крыльями и т.п.);

3) наличием в районе интрузий и даек, в зонах контактов которых с осадочными породами могут образовываться открытые трещины, отводящие на поверхность подземные воды. Кроме того, в осадочных породах, в самих интрузиях и дайках по трещинам также могут выходить на поверхность подземные воды.

Совокупность геолого-гидрогеологических, климатических и ландшафтно-геоморфологических особенностей на территории Карпатского НПП создали условия для широкого распространения здесь выходов подземных вод на поверхность и формирования родников.

Рассмотрим условия распространения родников на примере Черногорского массива, о которых отмечалось в работе [27] (рис. 2).

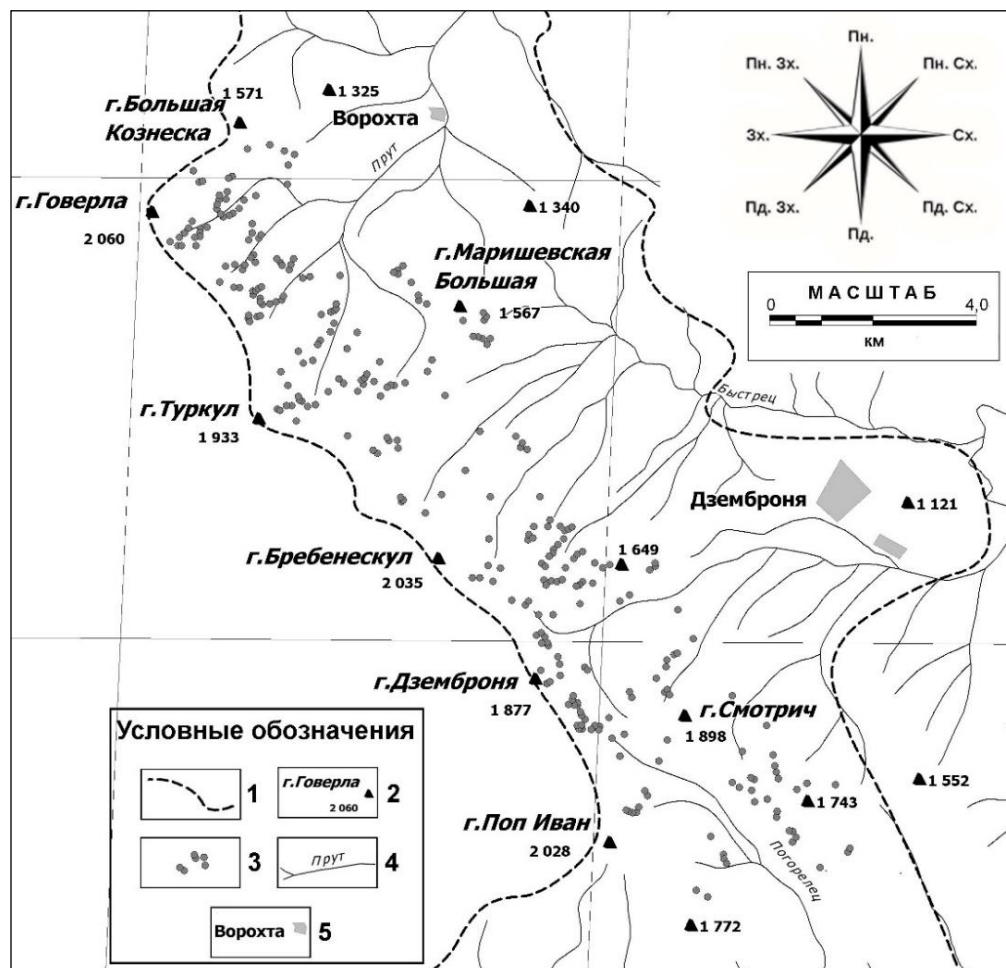


Рис. 2. Картограмма расположения родников на территории Карпатского национального природного парка (НПП) в пределах Черногорского массива (модернизация на основе [27]): 1 - пределы НПП; 2 - горная вершина, ее название и абс. высота; 3 - родники; 4 - гидрографическая сеть; 5 - населенный пункт и его название

Значительное количество продуктов выветривания, морен и обломочных отложений вокруг северо-западных склонов Черногорского массива предопределяет характер местного дренажа, о чем свидетельствует распределение родников. Крутые склоны и стены исходных котлов и нижних амфитеатров, как правило, лишены постоянной дегидратации поверхности и, как следствие, непрерывных линейных эрозионных явлений. В этой зоне она возникает лишь периодически во время снегопадов и особенно обильных атмосферных осадков.

Выходы родников на поверхность связаны:

- 1) с грубыми обломками выветривания на доделювиальных возвышенностях, среди реликтов плиоценовых долин и на не эродированных ледником склонах;
- 2) с подножием конуса выноса и сброса на днищах каров и амфитеатров;
- 3) с отложениями стадияльных морен;
- 4) с оползневыми районами.

В первом случае родники особенно часто выходят на верхней границе полуразрушенного подреза склонов или выше этой зоны, без четкой связи с глубокой скальной структурой. Во втором - зоной выхода водоносных горизонтов на дневную поверхность есть основы амфитеатров и каровых долин в нижней части конусов выноса и накопления на уровне плоских заторфованных участков. Главным образом, в этих местах берет начало постоянный поверхностный дренаж верхних частей Черногорских долин и усиление влияния линейной эрозии. Часть воды, которая накапливается на этих участках или ледниковых углублениях, просачивается сквозь морену вдоль долин и находит устье среди стадияльных морен. Третий тип кластеров (особенно обильные источники) - это участки оползней, где происходит выход воды на дневную поверхность у подножия сдвинутых масс.

В рамках седловин и крутых склонов, сложенных тонкоритмичным песчаниково-аргилитовым флишем выходят родники мочажинного типа, которые дают начало р. Прут и ее притокам [9].

Мониторинг родников. В разных странах мира мониторинговые исследования родников имеют свою программу с четко определенной иерархической структурой. Методологические принципы сводятся к реализации основной цели, которой является определение: общего состояния источника (ресурсный потенциал, химический состав и качество воды); его связи с компонентами окружающей природной среды; перспективы существования родника (определение основных рисков, которые могут повлиять на его состояние).

Основные методические аспекты мониторинга родников по этапам следующие (рис. 3): 1) сбор имеющейся информации о родниках; 2) полевые обследования первого уровня (описание родников и картографирование); 3) полевые обследования второго уровня (измерения дебитов и отбор проб воды на химический анализ); 4) регулярные наблюдения на эталонных родниках (базовый мониторинг) [8].

1-й этап мониторинга родников (сбор имеющейся информации) - предусматривает формирование единой базы данных о распространении родников на основе анализа всех доступных материалов (кадастровых, архивных, опубликованных космических снимков и др.). При исследовании родников в Карпатском НПП использовался региональный подход - в пределах природоохранных научно-исследовательских отделений. Систематизировались данные, предоставленные инспекторами соответствующих лесных обходов в пределах ПНИО. При этом, составлялись соответствующие таблицы с указанием номера родника и его ориентировочного места расположения.

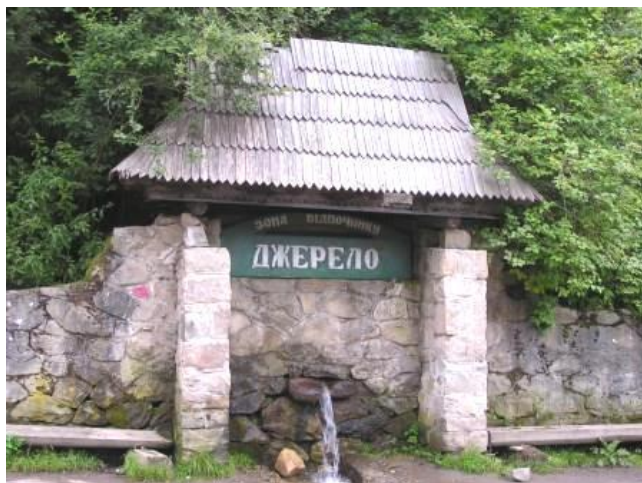


Рис. 3. Блок-схема этапов мониторинга родников в Карпатском национальном природном парке

2-й этап мониторинга родников (полевые обследования первого уровня) - имеет целью осуществление географической привязки и нанесение на картографические носители (планшеты, картосхемы, планы местности и т.п.) точного местонахождения основных родников и проведения описательно-рекогносцировочных работ на локальных участках. Описательно-рекогносцировочные обследования рекомендуется сопровождать фотофиксацией родников и прилегающей территории (рис. 4).

Для определения физико-географических характеристик родника (положение, географические координаты, абсолютные отметки и т.д.) используются как классические средства - картографические материалы (мелкомасштабные топографические карты, картосхемы и т.д.), так и современные системы глобального позиционирования (GPS). Для создания цифровых картографических материалов используется ряд ГИС технологий, как, например, полнофункциональные геоинформационные системы Mapinfo Professional, ArcGis, ArcView и др.

В общем описании указывается положение родника по отношению к ближайшему населенному пункту, ручью, реке, озеру. Отмечается элемент рельефа, на котором зафиксирован выход родника (гора, холм, луг, полонина, берег реки или озера). При проведении полевого обследования первого уровня первичная база данных, сформированная на начальном этапе мониторинговых исследований, часто корректируется и дополняется. При этом, проводятся исследования отдельных родников, находящихся как на территории парка так и на смежных земельных участках.



А



Б

Рис. 4. Фотофиксация родников в Карпатском национальном природном парке: Ворохтянское (А) и Женецкое (Б) природоохранные научно-исследовательские отделения (2018 г.)

3-й этап мониторинга родников (полевые обследования второго уровня) - имеет задачей определения дебита родников и химического состава воды, которые станут базовыми для будущих исследований. Часто второй этап полевых обследований сочетается с третьим.

4-й этап мониторинга родников (базовый мониторинг) - предполагает организацию и проведение на постоянной основе регулярных наблюдений на избранных эталонных родниках для экологических целей. Количество замеров и отбора проб воды при экологическом мониторинге привязывается к гидрологическим фазам (весеннее половодье, летне-осенняя межень, зимняя межень).

При мониторинге для практических целей эпизодического обследования родника бывает недостаточно для выявления его производительности, например, как источника нецентрализованного водопользования. Дебит, температура и качество воды могут меняться в течение года, особенно для родников, питающихся грунтовыми водами, а иногда и на протяжении ряда лет (маловодных или многоводных). В этом случае надо выполнить стационарные наблюдения за родниками с периодичностью 1-2 раза в месяц или через 2-3 месяца, в зависимости от условий. В каждом случае необходимо исследовать характеристики родники, которые подвергаются изменениям: дебит; температура воды; химический состав воды [17, 18].

Данные стационарных наблюдений нужно сопоставить с метеорологическими данными, а также с гидрологической информацией по стоку реки, которая питается за счет родников данного района. Согласование этой информации с геологическим строением местности и с областью питания данного водоносного горизонта может помочь прояснить стабильность или изменчивость дебита и химического состава воды исследуемого родника.

Следует отметить, что при рекомендации родника как источника нецентрализованного водопользования того или иного объекта (домохозяйства, рекреационного объекта) эксплуатационный дебит источника обосновывается по данным колебаний его за несколько лет, а при отсутствии таких данных принимается минимальный дебит, установленный за сезонный (летний и зимний) или годовой периоды наблюдений [13].

Так, по предварительной оценке дебит в эталонном роднике в с. Микуличин (Яремчанский городской совет, Ивано-Франковская область) составляют 0,150 дм³/с

(4730 м³/год). Однако, в маловодный период года или во время гидрологических засух дебит этого родника может значительно уменьшаться (например, в 2019 г.). Тогда его ресурсы полностью используются на водоснабжение домохозяйства, а сток из родника в ручей прекращается.

Родники достаточно чувствительны к изменениям, которые происходят в окружающей природной среде. На фоне глобальных климатических изменений возникают реальные риски изменения режима родников или вообще их пересыхания. Уменьшение родникового стока наблюдается начиная с 60-70-х гг. XX в. в разных уголках мира - Китае (источник Нянзигуан), США (источники Бокс Каньон, штат Айдахо) [25], в Польше (с. Ваволница, Пулавский уезд, Люблинское воеводство) [22] и т.д. В пределах Карпатского НПП такая тенденция редко, но все же отмечается со второй половины 90-х гг. XX в.

Интерпретация данных. Ценность любой информации и сфера ее использования во многом зависит от того, в каком виде она представлена (рис. 5). Исходные данные, фактический материал, результаты физико-химического и микробиологического анализов, геоботаническая и другие характеристики родников часто подаются в различных табличных формах.

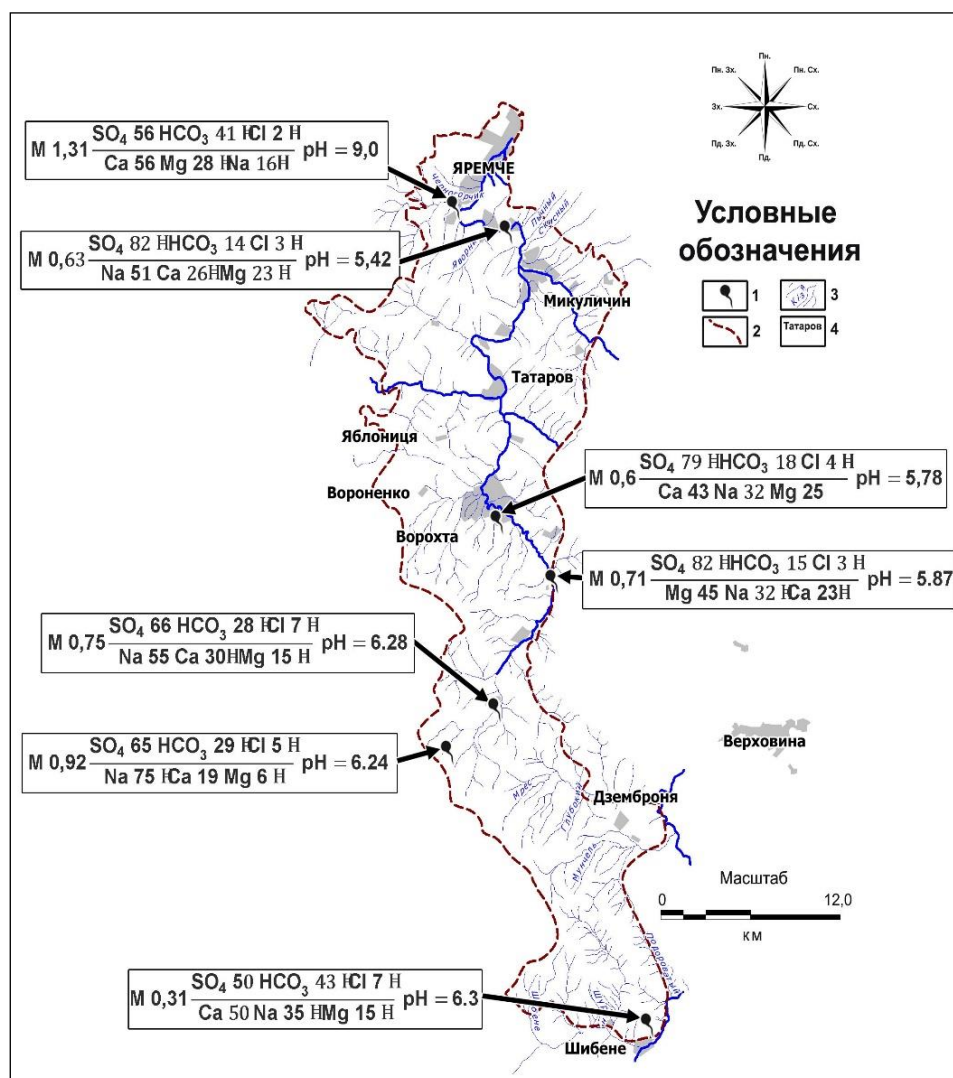


Рис. 5. Картограмма химического состава родниковых вод повышенной минерализации на территории Карпатского национального природного парка по формуле Курлова

Достаточно эффективным и информативным способом представления результатов мониторинговых исследований родников является картографирование - компактный способ отображения и обобщения пространственного распределения исследуемых характеристик, полученных в полевых условиях или в результате камеральной обработки материалов.

Исходные данные, фактический материал, результаты физико-химического и микробиологического анализов, геоботаническая и другие характеристики родников часто подаются в различных табличных формах.

Достаточно эффективным и информативным способом представления результатов мониторинговых исследований родников является картографирование - компактный способ отображения и обобщения пространственного распределения исследуемых характеристик, полученных в полевых условиях или в результате камеральной обработки материалов.

В процессе исследования родников на территории Карпатского НПП используются различные способы интерпретации данных о характеристиках родников, изменяющихся в пространстве и во времени (высота расположения источника - изогипсы, температура воды - изотермы; дебиты, модули, объемы стока - изолинии, значения общей минерализации воды - изогалины; гидрохимический тип воды - по формуле Курлова и др.).

Выводы.

- Во время исследований родников, которые выполнялись на территории Карпатского национального природного парка, интегрировался мировой и отечественный опыт в этой сфере. Были разработаны и последовательно реализованы основные методологические подходы по мониторингу родников. Общий алгоритм мониторинга, который рассматривается в статье, можно представить в виде блок-схемы с последовательными этапами: 1) сбор имеющейся информации о родниках; 2) полевые обследования первого уровня (описание родников и картографирование); 3) полевые обследования второго уровня (измерения дебитов и отбор проб воды на химический анализ); 4) регулярные наблюдения на эталонных родниках (базовый мониторинг).

- Установлено, что почти все исследованные родники на территории Карпатского НПП являются пресными, с незначительными и достаточно изменчивыми под влиянием гидрометеорологических условий дебитами (от 0,1-0,3 дм³/мин до 5,0-15,0 дм³/мин), «холодными» - по температурному режиму воды (4,6-19,5 °C).

- Минерализация воды большинства родников на территории Карпатского НПП (около 90%) находится в диапазоне «очень пресные» и «нормально пресные» - 30-500 мг/дм³ (по классификации В.К. Хильчевского [15]).

- Встречаются родники и с очень низким содержанием солей - «чрезвычайно пресные» (10-30 мг/дм³), а иногда и «сверхпресные» с минерализацией менее 10 мг/дм³. Такой низкий уровень минерализации родниковой воды соответствует нормам регионального природного фона содержания солей в незагрязненных атмосферных осадках, который в планетарном масштабе отслеживается Глобальной службой атмосферы ВМО (WMO/GAW) [23].

- Некоторые из исследованных родников по минерализации воды относятся к «пресноватым» (500-1000 мг/дм³), еще реже - к «слабосоленоватым» (1000-3000 мг/дм³) [15, 17].

- Для децентрализованного водоснабжения домохозяйств используется лишь незначительная часть (менее 5%) исследованных родников (с минерализацией воды 60-550 мг/дм³). Для водопользования в туристско-рекреационных целях используется около 20-30% исследованных родников (с учетом родников,

расположенных вдоль туристических маршрутов).

- Встречаются родники со специфическими показателями химического состава воды (с запахом сероводорода; повышенным содержанием железа, значения pH, минерализации воды и т.п.); с различным гидрологическим режимом (сезонные, временные, пересыхающие) и др.

- В целом, родники, расположенные на территории Карпатского НПП, отличаются высоким качеством воды. Однако на участках без изъятия (территории населенных пунктов) иногда в родниковой воде отмечалось повышенное содержание органических веществ.

- Как показывает международный опыт, в наше время многогранность экологического, эстетического и функционального значения родников может стать предметом междисциплинарных исследований.

Список литературы

1. Гагарина О.В., Юнусова Л.З. Охрана родников как источников питьевого водоснабжения в аспекте развития федеральной, региональной и местной нормативно-правовой базы // Вестник Удмуртского ун-та. Серия: Биология. Науки о Земле, 2015. Т. 25(2). С. 7-16. 2. Голубев А.П., Рудаковский И.А., Лебедев Н.Г. Современное состояние родников Минской области – памятников природы республиканского значения // Вестник Белорусского гос. ун-та. Сер.2, 2003. № 3. С. 87-92. 3. Дідула Р.П., Кондратюк Є.І., Блавацький Ю.Б., Усов В.Ю., Пилипович О.В. Оцінка санітарно-хімічних показників безпечності та якості води популярних джерел різних геоструктурних зон Львівщини // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2018. № 4 (51). С. 87-101. 4. 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. 5. Карпатський національний природний парк / За ред. М.М. Приходька, О.І. Киселюка, А.І. Яворського. Івано-Франківськ. Фоліант, 2009. 672 с. 6. 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. Івано-Франківськ. 2013. С. 49. 7. 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»: с. Синевирська Поляна, Закарпатської обл. 2019. С.12-17. 8. Кравчинський Р.Л., Хільчевський В.К., Корчемлюк М.В., Стефурак О.М. Моніторингові дослідження природних водних джерел на території Карпатського національного природного парку / За ред. В.К. Хільчевського. Івано-Франківськ. Фоліант. 2019. 124 с. 9. 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. 10. 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. 11. Орлов А.А. Гигиенические особенности использования родников для питьевого водопользования городского и сельского населения // Медицина труда и экология человека, 2016. № 2. С. 33-37. 12. Приполонинні ліси / За ред. Л.У. Козіко. Ужгород. Карпати. 1978. 84 с. 13. Справочное руководство гидрогеолога / Под ред. В.М. Максимова. 3-е изд., перераб. и доп. Т. 1. Ленинград. Недра, 1979. 512 с. 14. Терлецька Г. Результати моніторингу природних джерел на території м. Києва // Світогляд, 2009. № 4. С. 60-65. 15. Хільчевський В.К. До питання про класифікацію природних вод за мінералізацією // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2003. Т. 5. С. 11-18. 16. 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. 17. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: підручник. Київ. Ніка-Центр, 2012. 312 с. 18. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Регіональна гідрохімія України: підручник. Київ. ВПЦ «Київський університет». 2019. 343 с. 19. Хільчевський В.К., Ромась М.І. Джерело водне / Енциклопедія сучасної України, 2007. Т. 7. С. 520. 20. Шестопалов В.М., Самчук

A.I., Moiseev A.Yu., Popenko E.S. Розподіл селену в природних водах Прикарпатського регіону // *Геохімія та рудоутворення*, 2011. Вип. 30. С. 76-83. **21.** Яворський А.І. Конструктивно-географічні засади організації природоохоронних територій (на прикладі Карпатського національного природного парку). Івано-Франківськ: Фоліант. 2012. 192 с. **22.** Kačok J., Matysik M. Hydrological Regime of Some Springs in the Upper Oder River Basin // *Moravian Geographical Reports*. 2004. 12. P. 10-20. **23.** 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. DOI: 10.15421/111909. **24.** Kravchynskiy R.L., Khilchevskiy V.K., Korchemlyuk M.V., Zabokrytska M.R. and Plichko L.V. Springs as indicator of geotectonic disturbances // *Conference Proceedings «Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020»*. European Association of Geoscientists & Engineers. Vol. 2020. P. 1–5. DOI: 10.3997/2214-4609.2020geo107. **25.** Krešić N., Stevanović Z. Groundwater Hydrology of Springs: Engineering, Theory, Management, and Sustainability. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann, 2010. **26.** Stevens L.E., Springer A.E., Ledbetter J.D. Inventory and Monitoring Protocols for Springs Ecosystems. 2011. 64 p. **27.** Swiderski B. *Geomorfologia Czarnohory*. Warszawa: Kasa Mianowskiego. 1937. 103 s.

References

1. Gagarina O.V., Yunusova L.Z. Okhrana rodnikov kak istochnikov pit'evogo vodosnabzheniya v aspekte razvitiya federal'noj, regional'noj i mestnoj normativno-pravovoj bazy [Protection of springs as sources of drinking water supply in the aspect of the development of the federal, regional and local regulatory framework] // *Vestnik Udmurtsogo un-ta. Seriya: Biologiya. Nauki o Zemle*. 2015. T. 25(2). S. 7-16. **2.** Golubev A.P., Rudakovskij I.A., Lebedev N.G. Sovremennoe sostoyanie rodnikov Minskoj oblasti – pamyatnikov prirody respublikanskogo znacheniya [The current state of the springs of the Minsk region - natural monuments of republican significance] // *Vestnik Belorusskogo gos. un-ta. Ser. 2*. 2003. # 3. S. 87-92. **3.** Didula R.P., Kondratiuk Ye.I., Blavatskyi Yu.B., Usov V.Iu., Pylypovych O.V. Otsinka sanitarno-khimichnykh pokaznykh bezpechnosti ta yakosti vody populiarnykh dzherel riznykh heostrukturynykh zon Lvivshchyny [Assessment of sanitary-chemical indicators of safety and water quality of popular springs of various geostructural zones of Lviv region] // *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*. 2018. № 4 (51). S. 87-101. **4.** Dolenko S.O., Balamut V.I., Demchenko V.Ia., Bychkovska O.M. Hidroheokhimichni analiz vod pryrodnykh pidzemnykh dzherel na terytorii m. Kyieva [Hydrogeochemical analysis of the waters of natural underground springs in the territory of Kyiv] // *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*. 2014. T. 4(35). S. 98-106. **5.** Karpatskyi natsionalnyi pryrodnyi park [Carpathian National Nature Park] / Za red. M.M. Prykhodka, O.I. Kyseliuka, A.I. Yavorskoho. Ivano-Frankivsk. Foliant. 2009. 672 s. **6.** Korchemliuk M.V., Savchuk B.B., Stefurak O.I., Klymenko A.O. Mikroelementy v pryrodnykh dzherelakh Karpatskoho natsionalnoho pryrodnoho parku [Trace elements in natural springs of the Carpathian National Nature Park] / *Materialy nauk.-prakt. konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu: Babenkovski chytannia*. Ivano-Frankivsk. 2013. S. 49. **7.** Kravchynskiy R.L., Stefurak O.M. Teoretychni ta praktychni aspekty monitorynhu vodnykh dzherel na terytorii Karpatskoho NPP [Theoretical and practical aspects of monitoring water sources on the territory of the Carpathian NNP] / *Materialy mizhnarod. nauk.-prakt. konferentsii, prysviachenii 30-ty richchiu NPP «Synevyr»: s. Synevyr'ska Poliana, Zakarpatskoi obl.* 2019. S.12-17. **8.** Kravchynskiy R.L., Khilchevskiy V.K., Korchemliuk M.V., Stefurak O.M. Monitorynhovi doslidzhennia pryrodnykh vodnykh dzherel na terytorii Karpatskoho natsionalnoho pryrodnoho parku [Monitoring research of springs in the territory of the Carpathian National Nature Park] / *Za red. V.K. Khilchevskoho*. Ivano-Frankivsk. Foliant. 2019. 124 s. **9.** Melnyk A., Shuber P.M., Shushniak V., Kostiv L., Bereziak V. Fyzyko-heohrafichni peredumovy, dynamika ta naslidky katastrofichnoho lypnevoho pavodka 2008 roku u verkhivii richky Prut [Physico-geographical preconditions, dynamics and consequences of the catastrophic July flood of 2008 in the upper reaches of the Prut River] // *Visnyk Lviv. un-tu Ser. Heohrafiia*. 2009. Vyp. 37. S. 136-150. **10.** Nekos A.N., Maksymov O.M., Shevchyk K.V. Ekolohichna yakist pryrodnykh vod z miskykh dzherel m. Kharkova [Ecological quality of natural waters from urban springs of Kharkov] // *Liudyna ta dovkillia. Problemy neoekolohii*. 2019. Vyp. 31. S. 96-103. **11.** Orlov A.A. *Gigienicheskie osobennosti ispol'zovaniya rodnikov dlya pit'evogo*

vodopol'zovaniya gorodskogo i sel'skogo naseleniya [Hygienic features of the use of springs for drinking water use of urban and rural population] // *Medicyna truda i ekologiya cheloveka*. 2016. N 2. S. 33-37. **12.** Prypolonynni lisy [Alpine forests] / Za red. L.U. Koziko. Uzhhorod. Karpaty. 1978. 84 s. **13.** Spravochnoe rukovodstvo gidrogeologa [Hydrogeologist Reference Guide] / Pod red. V.M. Maksimova. 3-e izd., pererab. i dop. T. 1. Leningrad. Nedra, 1979. 512 s. **14.** Terletska H. Rezultaty monitoryngu pryrodnykh dzherel na terytorii m. Kyieva [Results of monitoring of natural springs in the territory of Kyiv] // *Svitohliad*. 2009. № 4. S. 60-65. **15.** Khilchevskiy V.K. Do pytannia pro klasyfikatsiiu pryrodnykh vod za mineralizatsiieiu [On the question of classification of natural waters by mineralization] // *Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia*. 2003. T. 5. S. 11-18. **16.** Khilchevskiy V.K., Korchemliuk M.V., Kravchynskiy R.L., Savchuk B.B. Umovy formuvannia khimichnoho skladu vody hirs'koho ozera Maricheika (masyv Chornohora, Ukrainski Karpaty) [Conditions for the formation of the chemical composition of the water of the mountain lake Maricheika (Chornohora massif, Ukrainian Carpathians)] // *Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia*. 2018. T. 1. S. 6-15. **17.** Khilchevskiy V.K., Osadchyi V.I., Kurylo S.M. Osnovy hidrokhimii: pidruchnyk [Fundamentals of hydrochemistry: a textbook]. Kyiv. Nika-Tsentr, 2012. 312 s. **18.** Khilchevskiy V.K., Osadchyi V.I., Kurylo S.M. Rehionalna hidrokhimiiia Ukrainy: pidruchnyk [Regional hydrochemistry of Ukraine: textbook]. Kyiv. VPTs «Kyivskiy universytet». 2019. 343 s. **19.** Khilchevskiy V.K., Romas M.I. Dzherelo vodne [The source is water] / Entsyklopediia suchasnoi Ukrainy. 2007. T. 7. S. 520. URL: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=23979. **20.** Shestopalov V.M., Samchuk A.I., Moiseiev A.I., Popenko E.S. Rozpodil selenu v pryrodnykh vodakh Prykarpatskoho rehionu [Distribution of selenium in natural waters of the Carpathian region] // *Heokhimiiia ta rudoutvorennia*. 2011. Vyp. 30. S. 76-83. **21.** Yavorskyi A.I. Konstruktyvno-heohrafichni zasady orhanizatsii pryrodookhoronnykh terytorii (na prykladi Karpatskoho natsionalnoho pryrodnoho parku) [Constructive and geographical principles of organization of protected areas (on the example of the Carpathian National Nature Park)]. Ivano-Frankivsk: Foliant. 2012. 192 s. **22.** Kaòok J., Matysik M. Hydrological Regime of Some Springs in the Upper Oder River Basin // *Moravian Geographical Reports*. 2004. 12. P. 10-20. **23.** 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. DOI: 10.15421/111909. **24.** Kravchynskiy R.L., Khilchevskiy V.K., Korchemlyuk M.V., Zabokrytska M.R. and Plichko L.V. Springs as indicator of geotectonic disturbances // *Conference Proceedings «Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020»*. European Association of Geoscientists & Engineers. Vol. 2020. P. 1–5. DOI: 10.3997/2214-4609.2020geo107. **25.** Krešić N., Stevanović Z. *Groundwater Hydrology of Springs: Engineering, Theory, Management, and Sustainability*. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann, 2010. **26.** Stevens L.E., Springer A.E., Ledbetter J.D. *Inventory and Monitoring Protocols for Springs Ecosystems*. 2011. 64 p. **27.** Swiderski B. *Geomorfologia Czarnohory*. Warszawa: Kasa Mianowskiego. 1937. 103 s.

Методичні аспекти моніторингу природних водних джерел в умовах Українських Карпат
Хільчевський В.К., Кравчинський Р.Л.

Метою дослідження є узагальнення методичних підходів до моніторингу природних водних джерел на території Карпатського національного природного парку та виявлення основних гідрологічних та гіdroхімічних закономірностей їхнього функціонування. За період 2011-2019 рр. проведено близько 40 експедицій з дослідження водних джерел, розташованих у трьох основних природних комплексах на території Карпатського НПП: Скибові Горгани, Ясинсько-Верховинська міжгірська улоговина, масив Чорногора. В гідрологічному аспекті це басейн р. Прут (ліва притока Дунаю). Було розроблено і послідовно реалізовано основні методологічні підходи з моніторингу природних водних джерел. Загальний алгоритм моніторингу, який розглядається в статті, можна представити у вигляді блок-схеми з послідовними етапами: 1) збір наявної інформації про природні водні джерела (ПВД); 2) польові обстеження першого рівня (опис ПВД та картографування); 3) польові обстеження другого рівня (виміри дебітів та відбір проб); 4) регулярні спостереження на еталонних ПВД (базовий моніторинг).

Ключові слова: водне джерело, моніторинг, етапи моніторингу, дебіт, хімічний склад води, Карпатський національний природний парк, Українські Карпати.

**Методические аспекты мониторинга родников в условиях Украинских Карпат
Хильчевский В.К., Кравчинский Р.Л.**

Целью исследования является обобщение методических подходов к мониторингу родников на территории Карпатского национального природного парка и выявление основных гидрологических и гидрохимических закономерностей их функционирования. За период 2011-2019 гг. проведено около 40 экспедиций по исследованию родников, расположенных в трех основных природных комплексах на территории Карпатского НПП: Скибовые Горганы, Ясинско-Верховинская межгорная котловина, массив Черногора. В гидрологическом аспекте это бассейн р. Прут (левый приток Дуная). Были разработаны и последовательно реализованы основные методологические подходы по мониторингу родников. Общий алгоритм мониторинга, который рассматривается в статье, можно представить в виде блок-схемы с последовательными этапами: 1) сбор имеющейся информации о родниках 2) полевые обследования первого уровня (описание родников и их картографирование) 3) полевые обследования второго уровня (измерения дебитов и отбор проб воды); 4) регулярные наблюдения на эталонных родниках.

Ключевые слова: родник, мониторинг, этапы мониторинга, дебит, химический состав воды, Карпатский национальный природный парк, Украинские Карпаты.

**Methodological aspects of monitoring springs in the conditions of the Ukrainian Carpathians
Khilchevskiy V.K., Kravchynskiy R.L.**

The purpose of the study is to generalize methodological approaches to monitoring springs in the territory of the Carpathian National Natural Park and to identify the main hydrological and hydrochemical laws of their functioning. We conducted research of springs outlined outside the Carpathian National Natural Park (CNNP) - the first (1980) and one of the largest (504.95 km²) 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. In 2019, after the grant of two wetlands in the Carpathian National Park (Pрут 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. There are all the necessary conditions for a comprehensive study of natural groundwater output to the surface - scientific, logistical and informational base. For the period 2011-2019 about 40 expeditions were conducted to study the springs located in three main natural complexes on the territory of the Carpathian NNP: the Outer Gorgany, the Yasinsky-Verkhovynsky intermountain basin, the Chernogora massif. In the hydrological aspect, it is a Prut river basin (left tributary of the Danube). The main methodological approaches for monitoring springs were developed and consistently implemented. The general monitoring algorithm, which is considered in the article, can be presented in the form of a flowchart with successive steps: 1) collecting available information about the springs 2) field surveys of the first level (description of the springs and their mapping) 3) field surveys of the second level (measuring flow rates and water sampling); 4) regular observations on reference springs. The water mineralization of most springs in the Carpathian NPP (about 90%) is in the range of "very fresh" and "normally fresh" - 30-500 mg/dm³ (according to the classification of Valentyn Khilchevskiy). There are springs with very low salt content - "extremely fresh" (10-30 mg/dm³), and sometimes "super fresh" with a salinity of less than 10 mg/dm³. Such a low level of spring water mineralization corresponds to the norms of the regional natural background of the salt content in unpolluted atmospheric precipitation.

Keywords: spring, monitoring, monitoring stages, flow rate, chemical composition of water, Carpathian National Natural Park, Ukrainian Carpathians.

Надійшла до редколегії 03.04.2020