

РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ МІНЕРАЛЬНИХ РАДОНОВИХ ВОД НА ПРИКЛАДІ КУРОРТНОЇ ДІЛЯНКИ В М. НЕМИРІВ

Шаріков С.І., Чомко Д.Ф.

Навчально-науковий інститут «Інститут геології»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
вул. Васильківська, 90, 03022, м. Київ
s.sharikov@gmail.com, Chomko@knu.ua

Перспективи збільшення мінерально-сировинної бази України є однією із основних стратегій розвитку нашої країни сьогодні і в післявоєнний період.

На сьогоднішній момент збільшення кількості загальних затверджених запасів мінеральних радонових вод за рахунок відкриття нових родовищ не є першочерговою складовою, так як це є багатовитратно. Проте детальний аналіз можливого збільшення кількості експлуатаційних запасів на базі вже розвіданих родовищ – є перспективним.

Дана робота відноситься до однієї із складових плану досягнення спільного кращого майбутнього ухваленого членами Організації Об'єднаних Націй у 2015 р. (17 цілей сталого розвитку). Матеріал викладений у статті відноситься до 3 пункту, а саме – Безпечення здорового способу життя та сприяння благополуччю для всіх у будь-якому віці.

Радонові мінеральні води – є бальнеологічними підземними водами, що мають лікувальні властивості при внутрішньому чи зовнішньому застосуванню. Важливим фактором під час експлуатації таких підземних вод є їх відповідність кондиціям, тобто встановленим гранично-допустимим концентраціям (далі – ГДК), які діють на сьогоднішній момент.

В різні періоди часу в межах Вінницької області проводились різні стадії розвідки мінеральних радонових вод від пошукових робіт до детальної розвідки.

В межах поширення мінеральних радонових вод по окремих ділянках родовищ має місце перевищення вмісту нітратів. У відповідності до встановлених стандартів, вміст нітратів для мінеральних вод не має перевищувати 50 мг/дм³, проте встановленими нормами не визначаються напрямки використання води, а саме для зовнішнього застосування.

Тому детальний аналіз діючих родовищ, оцінка перспектив розширення чи збільшення експлуатаційних запасів, визначення ресурсного потенціалу установ, які спеціалізуються на радонових підземних водах є важливим завданням. *Ключові слова:* радон, мінеральні радонові підземні води, родовище, запаси, якість підземних вод.

Resource potential of mineral radon waters using the example of a resort site in the city of Nemiriv. Sharikov S., Chomko D.

Prospects for increasing the mineral resource base of Ukraine are one of the main strategies for the development of our country today and in the post-war period.

At present, increasing the number of total approved reserves of mineral radon waters by opening new deposits is not a priority component, as it is costly. However, a detailed analysis of the possible increase in the number of operational reserves based on already explored deposits is promising.

This work refers to one of the components of the plan for achieving a common better future approved by the members of the United Nations in 2015 (17 sustainable development goals). The material presented in the article refers to point 3, namely – Ensuring a healthy lifestyle and promoting well-being for all at any age.

Radon mineral waters are balneological underground waters that have healing properties when used internally or externally. An important factor during the operation of such groundwater is their compliance with the conditions, i.e. the established maximum permissible concentrations (hereinafter referred to as MPC), which are in force today.

At different periods of time, various stages of exploration of mineral radon waters were carried out within the Vinnytsia region, from search works to detailed exploration.

Within the distribution of mineral radon waters in certain areas of the deposits, there is an excess of nitrate content. In accordance with established standards, the nitrate content for mineral waters should not exceed 50 mg/dm³, however, the established norms do not determine the directions of water use, namely for external use.

Therefore, a detailed analysis of existing deposits, assessment of the prospects for expanding or increasing operational reserves, determination of the resource potential of institutions specializing in radon groundwater is an important task. *Key words:* radon, mineral radon groundwater, deposit, reserves, groundwater quality.

Постановка проблеми. У зв'язку із збройною агресією російської федерації, постає питання щодо реабілітації військових та цивільних. Зважаючи на той факт, що розвідка нових родовищ є на сьогоднішній момент багатовитратною, аналіз даних досліджень минулих років і збільшення мінерально-ресурсного потенціалу за рахунок розвіданих родовищ – є перспективним.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що в межах Курортної ділянки, яка розта-

шована в м. Немирів є потенціал до збільшення експлуатаційних запасів мінеральних радонових вод.

Актуальність дослідження. Детальний аналіз розвіданих родовищ може надати можливість збільшення мінерально-ресурсної бази на основі вже розвіданих родовищ.

На сьогоднішній момент досі залишається невирішеним питання підвищеного вмісту нітратів у деяких свердловинах, за допомогою яких відбувається видобуток мінеральних радонових вод. Слід заува-

жити, що природа походження підвищеного вмісту нітратів може бути як природною, так і антропогенною. Додатково залишається невивченим питання впливу підземних вод із підвищеним вмістом нітратів при зовнішньому застосуванні на організм людини, що потребує детального довивчення.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними значеннями. Дослідження показали, що збільшення експлуатаційних запасів мінеральних радонових вод можливе за рахунок недіючої (на сьогоднішній момент) експлуатаційної свердловини № 6-Р. Під час детальної оцінки експлуатаційних запасів дана свердловина була виключена із підрахунку запасів, через перевищення вмісту нітратів (>65 мг/дм³) згідно ГСТУ 42.10-02-96 «Води мінеральні лікувальні. Технічні умови» [1]. Проте підвищений вміст нітратів не є результатом забруднення цільового водоносного горизонту, а є наслідком радіолізу води. Більш детальні дослідження цієї проблеми могли б призвести до удосконалення діючих нормативних вимог щодо мінеральних вод саме для зовнішнього застосування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У статті [2] (*Ashref Seid, Ash Kurnaz та ін.*), що була опублікована в «International Journal of Environmental Analytical Chemistry», аналізуються комплексні хімічні аналізи проб бутильованої води на вміст радону. Загалом було проаналізовано 49 зразків мінеральної бутильованої води від 22 брендів, які продаються в Туреччині. Було встановлено, що вміст радону в цих пробах коливається в межах 30,6-57,6 мБк/дм³, із середнім значенням $43,1 \pm 6,1$ мБк/дм³.

Додатково проводились вимірювання показників рН, солоності та загальної кількості розчинених твердих речовин. За результатами цього дослідження було встановлено, що всі отримані значення знаходяться в межах рекомендованих норм Всесвітньої організації охорони здоров'я та Європейського Союзу для питної води і бутильована вода, що досліджувалась не становить ризику для життя та здоров'я населення.

Комплексні дослідження, щодо режимних спостережень за вмістом радону у питних водах проводять і в Україні. Так, у статті [3] (*М. Бужинний та Л. Михайлова*) представлені результати моніторингових досліджень за 20-річний період, щодо концентрацій радону-222 у питній воді України за період з 2003 по 2021 рік. Загалом було проаналізовано 1228 зразків води із свердловин у 23 областях України. В результаті цих досліджень було встановлено, що 11% зразків перевищують встановлену державну та європейську норму вмісту радону-222 у питній воді, яка становить 100 Бк/дм³.

Найвищі концентрації вмісту радону-222 були виявлені в регіонах, розташованих на Українському кристалічному щиті, зокрема в Київській, Житомирській, Черкаській та Вінницькій областях. Слід відзначити,

що саме в цих областях розташовані найбільш відомі родовища мінеральних радонових вод.

Автори статті наголошують про необхідності детального вивчення радіоактивності підземних вод у цих регіонах та впровадження заходів для покращення радіаційної безпеки питної води. Також підкреслюється важливість розширення моніторингу на недосліджені джерела водопостачання для мінімізації радіаційного впливу на населення.

У статті [4] (*Нікіпелова О., Кисилевська А. та Солодова Л.*) приводиться аналіз сучасного стану нормативно-правової бази України щодо мінеральних вод та пропонують шляхи її вдосконалення. Особлива увага авторів приділяється саме розробці гігієнічних норм та нормативів, які б відповідали міжнародним та європейським стандартам, з урахуванням національних особливостей.

Автори зазначають, що на сьогоднішній час в Україні діють стандарти ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні. Технічні умови» та ГСТУ 42.10-02-96 «Води мінеральні лікувальні. Технічні умови», які регулювали вимоги до фасованих мінеральних вод та лікувальних вод, що використовуються в санаторно-курортній практиці при зовнішньому застосуванні відповідно. Однак ці стандарти потребували оновлення у відповідності до міжнародних вимог.

Відзначається, що першим кроком у вирішенні цього питання має бути розробка та затвердження гігієнічних нормативів, які визначають параметри безпечності та якості мінеральних вод. Такі нормативи мають стати основою для створення нових санітарно-гігієнічних вимог до мінеральних вод та підприємств, що займаються їх виробництвом, фасуванням, використанням у лікувальних цілях при внутрішньому та зовнішньому застосуванні. Розробка таких нормативів сприятиме підвищенню надійності оцінки потенційних ризиків для здоров'я населення та забезпеченню відповідності українських стандартів до міжнародних.

Автори статті також піднімають питання в статті, щодо впровадження нових редакцій національних стандартів на лікувальні води, що будуть враховувати в сучасні наукові досягнення та практичний досвід. Це дозволить забезпечити високий рівень контролю якості та безпечності мінеральних вод, що використовуються.

У висновках автори звіту відзначають про необхідність проведення реформ, щодо вдосконалення нормативно-правової бази України у сфері мінеральних вод, що є важливим кроком для інтеграції вітчизняних стандартів до міжнародного правового поля та забезпечення високої якості та безпечності мінеральних вод для споживачів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Згідно ГСТУ 42.10-02-96 «Води мінеральні лікувальні. Технічні умови» [1] ГДК токсичних компонентів лікувальних мінеральних вод щодо

концентрації вмісту нітратів (по NO_3^-) має бути не більше 50 мг/дм³. Проте дане твердження базувалося на забрудненні цільових водоносних горизонтів під впливом сільськогосподарської діяльності, побутових стічних вод, відходів тваринництва – тобто має місце антропогенний вплив на підземні води. Так, при детальній розвідці Острівної ділянки Хмільницького родовища мінеральних радонових вод було відмічено підвищений вміст нітратів до 150 мг/дм³.

Проте антропогенний фактор для родовищ мінеральних радонових вод не є базовим. На родовищах мінеральних радонових вод може відбуватися деяка метаморфізація хімічного складу слабо мінералізованих гідрокарбонатних кальцієвих вод, а також розчинених у воді газів завдяки продуктам радіолізу води.

Новизна. В роботі приведений детальний аналіз хімічного складу підземних вод. В результаті проведених досліджень відзначається природне походження підвищеного вмісту нітратів у водоносному горизонті тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію в межах Курортної ділянки Немирівського родовища та можливі шляхи внесення змін до нормативно-правової бази України в частині використання підземних мінеральних вод при зовнішньому застосуванні.

Методологічне або загальнонаукове значення. В даній роботі приведені результати, у відповідності до яких можуть виникнути нові методологічні підходи до оцінки якісного складу мінеральних вод при зовнішньому застосуванні.

Виклад основного матеріалу. Протягом 1997-2002 рр. було проведено детальну розвідку ділянки «Курортна» Немирівського родовища (свердловини № 5, 10-Р) мінеральних радонових вод для зовнішнього лікування у Немирівському районі Вінницької області [5].

Ділянка «Курортна» Немирівського родовища розташоване на південно-східній околиці м. Немирів Вінницької області, у парковій зоні санаторію «Авангард», на лівому березі р. Устя. Родовище розкрито двома свердловинами: №№ 5, 10-Р.

Слід зауважити, що на розгляд ДКЗ України подавались експлуатаційні запаси також і по свердловині № 6-Р в кількості 84 м³/д, проте зважаючи на підвищений вміст нітратів (>65 мг/дм³) вони були виключені з підрахунку запасів.

Загалом в межах родовища пробурено та досліджено ще декілька свердловин №№ 6-Р-11-Р, які в процесі попередньої та детальної розвідки виявились або малодобітними або некондиційними відповідно до чинного законодавства.

Геологічна будова родовища. У структурі Українського щита район робіт займає західну окраїну Дністровсько-Бузького мегаблоку в місці зчленування Подільського та Середньобузького блоків I порядку. Має триярусну будову: нижній ярус складений ранньодокембрійськими метаморфічними та

ультраметаморфічними породами, сформованими протягом кількох тектонічних циклів і за різних термодинамічних умов. Майже повсюдно (за винятком ділянок у долинах річок) він перекритий осадами покривного і четвертинного ярусів. Покривний комплекс разом з повсюдно розвиненою площинною корою вивітрювання має потужність до перших десятків метрів. Генетично це дуже різномірні породи – від континентальних глин і пісків до морських вапняків, що розвинуті більше на південному заході території. Четвертинні відклади, представлені субаквальними і лесовими фаціальними різновидами. Район робіт розташований у межах глибинного розлому, що розділяє структурно-формаційні зони (блоки I порядку).

Метаморфічні утворення представлені породами гайсинського ультраметаморфічного комплексу. Представлені насамперед плагіогранітами та плагіомігматитами біотитовими.

Кайнозойські відкладення мають практично повсюдне поширення і представлені відкладами неогену і четвертинної системи.

Немирівське родовище мінеральних радонових вод у тектонічному плані належить до перетину Муховецько-Монастирецького та Ладижин-Брацлавського розломів. За межами тектонічних розломів кристалічні породи є практично безводними, нижче зон тріщинуватості спостерігається перехід до монолітних порід кристалічного фундаменту.

Гідрогеологічна будова родовища. Немирівське родовище ділянка «Курортна» розташоване в південно-західній частині гідрогеологічної провінції складчастої області Українського кристалічного щита. В межах родовища набули поширення та були вивчені наступні водоносні горизонти:

- в сучасних алювіальних відкладах заплав і днищ балок;
- в середньо-верхньочетвертинних еолово-делювіальних відкладах (вододілів і їх схилів);
- у відкладах балтської світи;
- в тріщинних зонах кристалічних порід докембрію.

Зважаючи на той факт, що в межах родовища експлуатаційним є водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію нижче приводимо його детальну характеристику.

Водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію розкритий експлуатаційними свердловинами №№ 5, 10-Р та містить лікувальні радонові води, які з 1995 р. санаторій «Авангард» використовує для лікувальних потреб зовнішнього застосування.

Для родовищ, які пов'язані із породами кристалічного фундаменту важливу роль має їх (порід) тріщинуватість. В межах ділянки «Курортна» інтенсивна тріщинуватість кристалічних порід генетично та просторово пов'язана із зоною Муховецько-Монастирецького розлому, що перетинає родовище

з північного заходу на північний схід. Так, у 1984 р. на стадії попередньої розвідки в межах розлому були пробурені свердловини №№ 7-Р, 8-Р, 11-Р.

За межами цього розлому активна тріщинуватість різко зменшується, що підтверджується майже безводними свердловинами №№ 9-Р, 14, 15, що пробурені на відстані 60-100 м від Муховецько-Монастирецького розлому.

Даний факт свідчить про високу анізотропію фільтраційних властивостей кристалічних порід докембрію в межах родовища. Абсолютні відмітки статичних рівнів підземних вод Немирівського родовища змінюються від 243,1 м (свердловина № 11-Р, яка знаходиться на північному сході) до 227,1 м (на півдні свердловина № 6-Р). Загалом, підземний стік у північно-західній та північній частинах Курортної ділянки спрямований на південний схід в напрямку до зони Муховецько-Монастирецького розлому. І навпаки, в південно-східній та південній частинах Курортної ділянки він спрямований в протилежну сторону, тобто на північний схід та північ – в напрямку до зони Муховецько-Монастирецького розлому, а також до тектонічного «вузла» – перетин Муховецько-Монастирецького та Ладизин-Брацлавського розломів.

Найбільш водозбагаченими є свердловини, які розташовані в зоні впливу Муховецько-Монастирецького розлому. За межами розлому, дебіти свердловин становлять менше 0,01 дм³/с.

На стадії попередньої розвідки (1987 р.) були проведені поінтервальні випробування експлуатаційних свердловин, що склали в основному 10-30 м, рідше 10-50 м активної тріщинуватості порід. Так, під час проведення групової дослідної відкачки по свердловинах №№ 6-Р, 8-Р до спостережної мережі були включені свердловини №№ 9-Р, 10-Р, 11-Р, 14. При досягненні максимального дебіту на рівні 408 м³/д, зниження рівня в спостережних свердловинах не спостерігалось, також протягом всієї експлуатаційної відкачки (99 діб) зниження рівня не було. Даний дослід зайвий раз підтверджує твердження про те, що режим рівнів підземних вод по водоносному горизонту кристалічних порід докембрію в більшій мірі залежить від інфільтрації атмосферних опадів.

Для підтвердження цього твердження на другому етапі дослідних робіт була проведена відкачка із свердловини № 5 протягом 194 діб, де в якості спостережних виступали свердловини №№ 6-Р, 8-Р. Реакції – не відбувалось.

Вміст радону у воді, а саме його максимальна концентрація спостерігалась в свердловинах, які розташовані в зоні саме тектонічного «вузла», це свердловини №№ 6-Р, 7-Р. По свердловині № 7-Р за даними попередньої розвідки концентрація радону становила 60 нКи/дм³ (2220 Бк/дм³).

Відповідно до детальної розвідки води у водоносному горизонті докембрійських порід можна віднести до дуже слаборадонових (вміст радону

більше 10 нКи/дм³ або 370 Бк/дм³), що належать до Муховецько-Монастирецького та Ладизин-Брацлавського розломів.

Поза межами цих розломів та тектонічного «вузла», слаботріщинуваті докембрійські породи містять практично прісні води, де вміст радону становить менше 5 нКи/дм³ або 185 Бк/дм³.

Так, концентрація радону у свердловинах Немирівського родовища (ДП УГК «Nemiroff»), що розташовані на протилежному боці річки Устя за даними розвідки 2012 р. становить <1,0*10⁻¹² Бк/дм³.

У цьому ж звіті відбирались проби на визначення вмісту нітратів із р. Устя ті із четвертинного водоносного горизонту. Вміст нітратів із криниці становив 14 мг/дм³, р. Устя – 0,6 мг/дм³.

Виходячи з цього можна зауважити, що джерело забруднення цільового водоносного горизонту тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію відсутнє і підвищений вміст нітратів у свердловинах Ділянки «Курортна» є наслідком радіолізу води.

Розчинені у воді гази під впливом випромінювань переходять у зв'язаний вміст, наприклад, інертний азот перетворюється на амонійний, нітритний та нітратний іони. Радіоліз підземних вод, обумовлений виділенням енергії в радіаційному полі землі, викликає генерування кисню та утворення водню. У таких випадках підвищений вміст нітратів у воді не може бути показником їх забруднення.

То ж приведення нормативної бази до єдиного значення, або внесення певних критеріїв саме для родовищ мінеральних радонових вод є однією із невирішених питань на сьогоднішній момент.

Мінеральні радонові води ділянки «Курортна» Немирівського родовища свердловинами №№ 5, 10-Р розкривають водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію та функціонують на території санаторію «Авангард» з 1992 р., використовуються в лікувальній практиці для зовнішнього застосування.

Підземні радонові води в межах гідрогеологічної провінції Українського кристалічного щита генетично та просторово пов'язані з тріщинуватими зонами кристалічних порід докембрію. Радонові води в цих тріщинах строкаті за петрографічним складом і відносяться, зазвичай, до гнейсів, гранітів та їх мігматитів, гранодіоритів, чарнокітів, амфіболітів та інших різновидів магматичних, ультраметаморфічних та метаморфічних порід.

Згідно довідки про кондиції параметри постійних кондицій для ділянки «Курортна» Немирівського родовища (свердловини №№ 5, 10-Р) мінеральної радонової води наступні: загальна мінералізація – до 1,0 г/дм³; концентрація радону у воді – 185-740 Бк/дм³; вміст нітратів – до 65 мг/дм³; значення рН 6,8-7,4 од. рН; температура вод – від 8 °С до 12,0 °С.

За результатами проведених хімічних досліджень по свердловині № 5 було встановлено, що за співвідношенням основних аніонів і катіонів підземні

Таблиця 1

Критерії по лікувальним властивостям свердловин Курортної ділянки м. Немирів

№ свердловини	Вміст радону, Бк/дм ³	ГДК, Бк/дм ³ [6]
5	185-740	Дуже слабкорадонові
10-Р		

води водоносного горизонту тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію відносяться до слабкомініралізованих (0,65-0,8 г/дм³) гідрокарбонатних магнієвих кальцієвих, дуже слабо радонових (303,4-799,2 Бк/дм³).

За результатами проведених хімічних досліджень по свердловині № 10-Р було встановлено, що за співвідношенням основних аніонів і катіонів підземні води водоносного горизонту тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію відносяться до слабкомініралізованих (0,651-0,848 г/дм³) гідрокарбонатних магнієвих кальцієвих, дуже слабо радонових (225,7-662,3 Бк/дм³) та слабкорадонових (802,9-943,5 Бк/дм³).

В результаті радіохімічних випробувань встановлена відповідність якості води по показниках щодо параметрів кондиції.

Головні висновки. В межах родовища розташована ще одна свердловина № 6-Р по якій не підтверджувались параметри постійних кондицій, а саме – перевищення вмісту нітратів (>65 мг/дм³) згідно вимог ГСТУ 42.10-02-96 «Води мінеральні лікувальні. Технічні умови».

Забруднення водоносного горизонту тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію не є антропогенним фактором, а є радіолізом води. Проте дане твердження потребує додаткового довивчення в межах розвіданих родовищ мінеральних підзем-

них вод, де зафіксоване перевищення вмісту нітратів у відповідності до чинного законодавства.

Родовище має потенціал до збільшення експлуатаційних запасів за рахунок свердловини № 6-Р. Питання щодо процесу радіолізу води є комплексне, як гідрологічне, так і гідрогеологічне і потребує більш детального вивчення, щодо причин забруднення підземних вод.

У відповідності до чинного законодавства [1] радоновими вважаються підземні води вміст лікувального компонента в яких перевищує або дорівнює 185 Бк/дм³. Згідно [6] мінеральні радонові води мають наступні критерії по лікувальним властивостям із вмістом специфічних компонентів:

- дуже слабкорадонові – 185-740 Бк/дм³;
- слабкорадонові – 740-1480 Бк/дм³;
- середньорадонові – 1480-7400 Бк/дм³;
- високорадонові – >7400 Бк/дм³.

Перспективи використання результатів досліджень. Результати досліджень можуть бути використані для вдосконалення нормативно-правової бази України в частині використання мінеральних вод для внутрішнього та зовнішнього застосування. Питання підвищеного вмісту нітратів та вплив їх на організм людини при зовнішньому застосуванні у підземних водах не досліджувалось. Необхідно провести подальші дослідження в місцях підвищеного вмісту нітратів на інших родовищах мінеральних радонових вод.

Література

1. ГСТУ 42.10-02-96 «Води мінеральні лікувальні. Технічні умови» 1996 р.
2. Radon concentration of different brands of bottled natural mineral water commercially sold in Turkey and radiological risk assessment/Ashref Seid, Şeref Turhan, Toufik Bakir, Aslı Kurnaz /International Journal of Environmental Analytical Chemistry 102(19):1-13 pp. URL: https://www.researchgate.net/publication/346101549_Radon_concentration_of_different_brands_of_bottled_natural_mineral_water_commercially_sold_in_Turkey_and_radiological_risk_assessment
3. Узагальнені дані 20-річного моніторингу радону-222 у питній воді України/ М. Бузинний та Л. Михайлова/ Ядерна та радіаційна безпека 4(96).2022, с. 29-38 URL: https://www.academia.edu/104532811/%D0%A3%D0%B7%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%96_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%96_20_%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D1%83_%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%BD%D1%83_222_%D1%83_%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%BD%D1%96%D0%B9_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%96_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8?email_work_card=title
4. Гігієнічні нормативи щодо мінеральної лікувально-профілактичної води та лікувальної води – каталізатор розвитку їх стандартизації в Україні/ Нікіпелова О., Кисилевська А. та Солодова/ Харчова наука та технологія, с. 26-29. URL: https://www.researchgate.net/publication/293488548_Gigienichni_normativi_sodo_mineralnoi_likovalno-profilaktichnoi_vodi_ta_likovalnoi_vodi_-_katalizator_rozvitku_ih_standartizacii_v_Ukraini_Hygienic_standards_for_therapeutic_and_preventive_mineral_water
5. Мілюхін М., Шеремета А. «Звіт про результати детальної розвідки з підрахунком експлуатаційних запасів мінеральних радонових вод Немирівського родовища (санаторій «Авангард»), Вінницької області проведеної в 1997-2002 р.р.» 2005 р.
6. Бабов К., Золоторьова Т. та ін. «Порядок здійснення медико-біологічної оцінки якості та цінності природних лікувальних ресурсів» 2008 р.
7. Babov K., Zolotoreva T. et al. "Procedure for conducting medical and biological assessment of the quality and value of natural medicinal resources" 2008.