

ГІДРОГЕОЛОГІЯ ТА ГІДРОХІМІЯ

А.Б. БУБНЯК, О.Р. ДАЦЬКО

МОНІТОРИНГ ПІДЗЕМНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД ТРУСКАВЕЦЬКОГО РОДОВИЩА. ІСТОРІЯ, СУЧАСНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

У грудні 1949 р. при Трускавецькій територіальній раді курорту була організована контрольно-спостережна станція (КСС) другого розряду, яку очолила Р.Т.Козинкова. Метою створення КСС було започаткування систематичного проведення спостережень за режимом експлуатації родовища мінеральних вод: температури, дебіту, хімічного складу та проведення інших гідрогеологічних досліджень. Станція проводила контроль за охороною джерел мінеральних вод з метою уникнення їх виснаження та забруднення, а також за якістю мінеральних вод, що подавалися на бювет та водолікарню. На початку штат КСС складався з чотирьох чоловік – начальник, інженер-хімік замість геолога, лаборант і спостерігач. Слід відзначити, що станції відводилися суто спостережно-контрольні функції, а родовище та експлуатація джерел належали до комунальної служби міста.

На перших порах роботи станції, інженером-хіміком Духтай Є.Є. проводилися найпростіші визначення мінеральних вод (густина, мінералізація, окремі катіони-аніони та ін.). Для встановлення формули води (скорочений аналіз) проби відправляли в інститут курортології (м. Одеса). Однак, одразу виникли труднощі, з 16 відісланих проб в січні 1950р., звіт було надіслано лише по чотирьох зразках, через півроку. У серпні 1950р. зразки Трускавецьких вод були направлені в Інститут геології АН УРСР, але результати визначень так і не були отримані. Стало зрозуміло, що робота станції без виконаних в короткий термін аналізів є неповноцінною. Тому, у листопаді 1950р. була організована хімічна лабораторія в кількості 3 чоловік. З наступного року лабораторією почали проводитися визначення основних катіонів-аніонів (K^+Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , мінералізація) у мінеральних водах, результати яких увійшли в річний звіт. Бактеріологічні аналізи (індекс БГКП) на цей час проводилися Трускавецькою санепідемстанцією, згідно розробленого КСС плану спостереження за санітарним станом родовища. У 1954 р. при Трускавецькому територіальному курортному управлінні було організовано свою санітарну лабораторію, в якій, поряд з моніторингом родовища на забрудненість (визначення індексу БГКП), проводилися дослідження сульфатредуючих мікроорганізмів та мікроорганізмів, що заселяють ґрунти, з метою попередження забруднення джерел та свердловин.

У 1955 р., за допомогою співробітників науково-дослідного інституту курортології (м.Одеса), були впроваджені методики аналізів мікроелементів та органічних речовин в мінеральних водах. Визначення Mn, Al, Cd, Cu, Pb, Zn та аніонів (Br^- , I^-) проводили колориметричним методом за допомогою еталонів. Серед органічних речовин визначали групу ефіророзчинних речовин (леткі і нелеткі), леткі кислоти та феноли. Силами лабораторії були впроваджені методики визначення амонію, нітритів, нітратів та деяких мікроелементів (Fe , SiO_3^{2-} , BO_3^-), а також освоєно методи газового аналізу (O_2 , N_2 , CH_4 , H_2 , CO_2 , H_2S). Результати визначень увійшли в звіт за 1956р. Фактично, на той час, лабораторією була освоєна значна частина повного хімічного аналізу мінеральних вод.

У 1957 р. КСС очолює І.П.Пасєка. Вже у 1958 р. він ставить питання про перехід станції в перший розряд. Нагромаджений досвід майже десятирічного спостереження дозволив розробити режим експлуатації родовища, а також видавати рекомендації стосовно оптимального використання мінеральних підземних ресурсів. Фахівці КСС координують науково-дослідні та пошуково-розвідувальні роботи, що велися на родовищі.

З 1959 р. окрім планових аналізів мінеральних вод Трускавецького родовища лабораторією виконуються контрольні аналізи мінеральних вод інших курортів – Любіня Великого, Східниці, Моршину, а також вод з джерел Борислава, Східниці, Турки та інш.

З моменту створення КСС тісно співпрацює з гідрогеологічною конторою “Укргеокаптажмінвод”, яка проводить на Трускавецькому родовищі комплексні геолого-гідрологічні дослідження, бурові, геофізичні та геолого-гідрохімічні роботи з метою впорядкування і розширення гідромінеральної бази.

В 1963 р. гідрогеологічною конторою “Укргеокаптажмінвод” в 15 метрах від відомого з 1827 р джерела лікувальної води Нафтуса була пробурена експлуатаційна свердловина № 21-Н. Вперше в процесі буріння цієї свердловини проводились детальні бітумінологічні дослідження кернового

матеріалу. Результати комплексних досліджень дозволили вірогідно стверджувати про генетичний зв'язок лікувальної води Нафтуса з породами, які насичені органічними речовинами нафтового ряду.

У сімдесятих роках вводяться нові, на той час рідкісні, фізико-хімічні методи для вивчення Нафтусі, особливо її органічної складової. В 1962 р. Лівчак Я.М. проводив визначення органічних речовин виділених з джерел та свердловин родовищ Нафтуса-1 та Нафтуса-2 капілярно-люмінісцентним методом. Методом ІЧ-спектроскопії досліджувався твердий парафіновий зразок зі стінок бетонованого колодца та органічних речовин виділених з мінеральних вод Нафтуса №1 та дж. №11 м. Борислава. У цьому ж році був затверджений план науково-дослідних робіт на 1963-1964р., де одним з пунктів є вивчення органічних речовин, що входять до мінеральних вод Нафтуса. У цей час лабораторією, окрім режимних спостережень, досліджувалася зміна фізико-хімічних властивостей мінеральної води при тривалому зберіганні та транспортуванні.

Спостереження за природним режимом хімічного складу мінеральних вод проводилося на джерелах родовища Нафтуса №2, №7“Фердинанд”, св. 8-К, 5-К, 15-РК, 9-Н. Завдання полягало в нагромадженні фактичного матеріалу з метою вивчення умов формування лікувальних ресурсів родовища та впливу природних факторів – температури, пори року, опадів на зміну кондиції мінеральних вод (концентрації окремих компонентів та мінералізації). Спостереження за режимом хімічного складу експлуатаційних свердловин проводилося на території родовища Нафтуса №1. Метеоспостереження проводилися біокліматичною станцією, що була при територіальному управлінні курорту.

За даними спостережень виділяли дві групи вод - з стабільним і змінним хімічним складом води. До першої групи входять слабомінералізовані води (мінералізація <1г/л), до другої - всі решта. Мікрохімічний склад вод першої групи водопунктів є достатньо стабільним. У другій групі є водопункти з мінералізацією, що зменшується, збільшується та змінною в часі, наприклад, свердловини 7-К, 9-К і 9-Б, які знаходяться на водозаборі Юзя. Так, у 1950р. початкова мінералізація першої з них становила 6,0-7,4 г/л, другої – 13,0-16,0 г/л і третьої – 11,0-15,0 г/л. До кінця 1970р вона знизилася відповідно до 2,6-3,0; 1,0-2,0 і 9,0-11,0 г/л. Найбільш багаточисельною є група водопунктів з змінною в часі мінералізацією. До неї входять джерела - №3 “Броніслава” - діапазон зміни концентрації становив (2,0 – 20,0) г/л; №4 “Барбара” – (10-375) г/л; №8 “Емануїл” – (1,14-7,4) г/л; № 10 “Катерина” - (2,7-29) г/л; св.5-РГ – (40-371) г/л. Окрім зміни мінералізації води в часі, в деяких джерелах цієї групи - №4 “Барбара”, №7 “Фердинанд”, №10 “Катерина” спостерігалася збільшення мінералізації з глибиною, а навіть зміни типу води, що не мали закономірного характеру.

Курорт стрімко розвивається. Кількість відпочиваючих збільшується з кожним роком, і, відповідно, споживання води збільшується. В межах родовища лікувальної води Нафтуса 1960-1966рр було просвердлено ще 16 свердловин, що містять воду, яка аналогічна за лікувальними властивостями воді з джерела №1. Стає очевидним, що в формуванні цієї унікальної води беруть участь органічні речовини водовмісних порід та мікроорганізми, які їх населяють. З другої сторони практична бальнеологія потребує вивчення лікувальних чинників мінеральної води Нафтуса та науковообґрунтованих норм її використання. Як наслідок впродовж 1971-1972 р створюються дві лабораторії - мікробіології та фізіології і органічної хімії. Мета роботи цих лабораторій – комплексне вивчення природи і дії мінеральної води Нафтуса на організм людини.

Лабораторія мікробіології та фізіології, яку очолив Конотоп Г.І., була створена при територіальному управлінні курортами. Від інституту фізіології ім. О.О. Богомольця наукове керівництво здійснював Єсипенко Б.Є. Лабораторія проводила моніторинг санітарного стану свердловин та джерел Трускавецького родовища, досліджувала мікрофлору слабомінералізованих вод (св. 1-НО, 21-Н, 17-Н, 8-НО) та проводила фізіологічні дослідження на собаках і щурах. Загальну кількість мікроорганізмів в водах визначали методом прямої мікроскопії з використанням ультрафільтрації та паралельно методом висіву на селективні живильні середовища. В мінеральній воді Нафтуса і її аналогах виявлені амоніфікуючі, денітрофікуючі, сульфатвідновлюючі, вуглеводнеокислюючі бактерії та залізобактерії. Дослідники вважали, що діяльність сульфатредуючих бактерій в воді зумовлює нагромадження в ній сірководню, адже для перебігу процесу десульфатації є всі умови: наявність сульфатів, присутність сульфатредуючих бактерій, анаеробне середовище, наявність органічних речовин. Показано, що вуглеводнеокислюючі бактерії здатні розвиватися на середовищах, що містять Бориславську нафту. У воді джерела 21-Н було виявлено гуміноурійнуючі мікроорганізми. Окрім бактерій, в водах Нафтуса були також виявлені дріжджі. Їх кількість пропорційна вмісту органічних речовин в воді. Серед дріжджів та бактерій,

що вивчалися, багато штамів засвоювали промислові парафіни, суміші алканів C_6-C_{10} і $C_{12}-C_{22}$, а також нафтенів кислоти і їх солі.

Лабораторія органічної хімії, яку очолила А.П.Ясевич, була створена при гідрогеологічній станції (так називалася КСС з 1965р.) До штату 8 чоловік станції приєдналися ще 7 працівників лабораторії, що проходили навчання в лабораторії органічної хімії інституту геохімії АН УРСР. Науковим консультантом лабораторії був д.х.н. А.Д.Семенов (Новочеркаський гідрохімічний інститут). За його рекомендаціями були прийняті основні методи та напрями дослідження лабораторії. Визначення сумарного вмісту органічного вуглецю в мінеральній воді Нафтуса проводилося двома способами – визначення біхроматної окисності з визначенням летких і нелетких органічних речовин в одній пробі та загального органічного вуглецю ($C_{орг}$) методом спалювання при температурі $800^{\circ}C$ (Бакуніна – Скопінцев). З 1974р. почався моніторинг по $C_{орг}$ в мінеральних водах Нафтуса. Вже в 1975р. лабораторією було констатовано, що з збільшення відбору води з св. 21-Н приводить до зменшення загального органічного вуглецю в ній. Дослідження бітумінозних речовин проводилося шляхом хроматографічного розділення їх на окремі фракції (зони) в тонкому незакріпленому шарі оксиду алюмінію з подальшим люмінесцентним аналізом цих зон. Всі ці методи за винятком біхроматної окисності використовуються і в наш час. Треба відзначити, що в цей час в гідростанції були добре обладнані лабораторії, які окрім спостережних робіт проводили наукові дослідження за програмами, погодженими з інститутами АН УРСР.

Згідно з постанови колегії Укркурортради від 28.03.1972р. на трускавецьку гідрогеологічну станцію покладено функції республіканської базової станції. Маючи великий досвід гідрогеологічних спостережень та добре обладнані лабораторії фахівці станції надають методичну допомогу своїм колегам в інших регіонах. З 1976р. лабораторія проводить моніторинг трьох джерел селища Східниці (св.18-С, дж.№1 та №10). За хімічними показниками ці води аналогічні водам Нафтуса трускавецького родовища. Пізніше фахівці Одеського інституту курортології рекомендують їх для використання в лікувальних цілях.

На протязі 1973-1981 рр. над вивченням гідромінеральної бази курорту, особливо інтенсивно, співпрацювали лабораторії: сектору гідрогеології Інституту геології АН УРСР під керівництвом А.Є.Бабинця (м.Київ), горючих копалин АН УРСР (м.Львів) під керівництвом Й.В.Грінберга, органічної хімії (м.Трускавець) під керівництвом А.П.Ясевич і А.Г.Конторович та Інституту бактеріології і вірусології АН УРСР (м.Київ) під керівництвом В.Я.Масумян. В 1977-1978р в цих лабораторіях були детально досліджені склад органічних речовин виділених з порід взятих по окремих горизонтах свердловини 17-НО і 22-Н, а також 21-Н. Органічні речовини виділяли з порід та мінеральних вод чотирьохлористим вуглецем та н-гексаном і аналізували методами ІЧ-спектроскопії і газової хроматографії. Дослідники прийшли висновку, що це типові сполуки, що входять до складу природних нафт, в їх складі відсутні гумусові речовини. Крім того в різний час лабораторією проводилися дослідження органічних речовин Нафтусі, водних витяжок з озокериту і бориславської нафти з метою встановлення їх генезису та фізіологічної дії.

В вересні 1977 р гідрогеологічна станція була реорганізована в гідрогеологічну режимно - експлуатаційну станцію (ГРЕС). З цього часу станція проводить не тільки гідрогеологічні, але і експлуатаційні роботи на родовищі. Штат працівників складав 90 чоловік.

Окремої уваги заслуговують отримані лабораторією результати бітумінозного аналізу мінеральних вод Східниці і Трускавця проведені в 1979 р. Було показано, що прісні води Східницького родовища відрізняються від трускавецьких вмістом окремих фракцій бітумів. Для вод Трускавця вуглеводнева частина бітумів, або нафтопродуктів (голуба зона) становить 67,1 % (св. 1-НО) та 36,7% (св.17-НО), тобто в середньому близько 50% від загальної. У водах Східниці ці речовини складають всього - 30%, а в природних нафтах цей показник досягає 85%. Таким чином, можна стверджувати, що в мінеральних водах нафтопродукти трансформуються, тобто стають більш полярними, що здійснюється, тими ж мікроорганізмами, які населяють водовмісні породи.

Результати багаторічних досліджень мінеральної води Нафтуса узагальнені і викладені в ряді монографій [1-3].

В 1983 ГРЕС переїжджає в нове приміщення, на першому поверсі якого розміщуються лабораторії відділення експериментальної бальнеології інституту ім. О.О.Богомольця (відділення було створене на базі лабораторії мікробіології і фізіології в 1981р.)

З 1986 року в економіці колишнього Радянського союзу починають простежуватися кризові явища, які не могли не торкнутися і курортної сфери. Кількість працюючих на ГРЕС скорочується до 57 чоловік за 1987-1988 рр Зрозуміло, що припинилися науково-дослідні роботи,

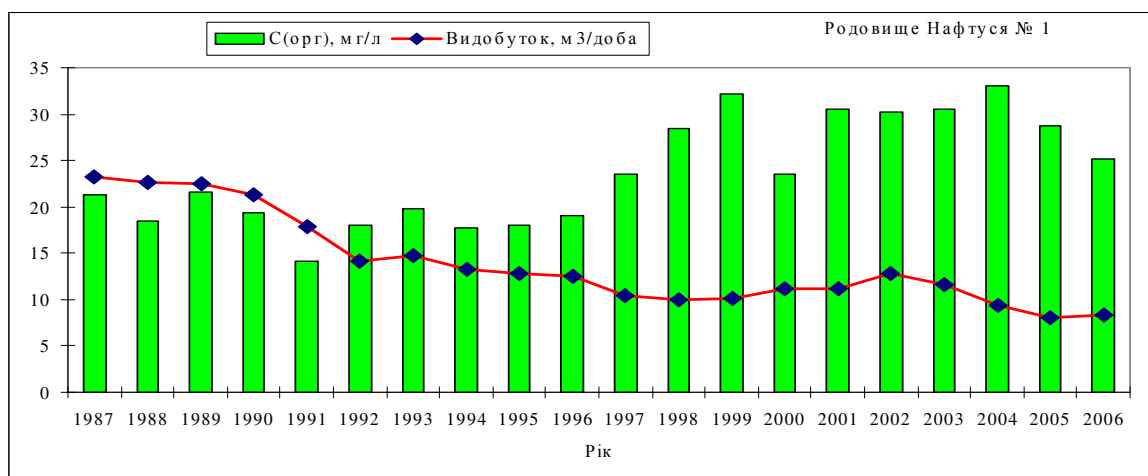
а проводилися тільки технологічні спостереження за родовищем. Фактично була розформована лабораторія органічної хімії.

В 1991 р. внаслідок виходу на пенсію І.Пасеки станцію очолив І.Г. Гураков. Поряд з моніторинговими спостереження йому доводилося вирішувати проблеми соціально-економічного характеру пов'язані з цим складним періодом. Однак йому вдалося зберегти станцію. Навіть в час економічних негараздів ГГРЕС працювала безперебійно.

В 1994 р. начальником станції був призначений д.м.н., проф. С.В. Івасівка. З цього періоду почалися комплексні моніторингові дослідження складу та бальнеоактивності мінеральних вод. Введено в практику рідинну і газову хроматографію, відновлено мікробіологічну лабораторію для режимних спостережень за автохтонною мікрофлорою [4]. В нових ринкових умовах стало економічно не вигідно робити повні аналізи своїх свердловин (біля 30 шт.) в інституті курортології (м.Одеса). Крім того, ринкові відносини породили багато заводів виробників мінеральних вод, які також потребували таких аналізів. Тому було прийняте рішення атестувати лабораторію в системі держстандарту і доукомплектувати необхідним обладнанням. В 2001р. впроваджено визначення мікроелементів методом атомної абсорбції, в 2003 р. - радіологічні методи на основі енергетичної сцинтиляційної гама- та бета-спектроскопії [5-7]. З цього часу хіміко-бактеріологічна лабораторія проводить повний аналіз мінеральних вод.

Особливої уваги заслуговує моніторинг за мінеральною водою Нафтуса, оскільки запаси її обмежені. До 1960 р. трускавецьке родовище Нафтусі розвантажувалося в природньому режимі з дебітом 4,5 м³/добу через джерело №1. З 1960 р. на родовищі почали проводити бурові роботи і до середини 70 років було введено в експлуатацію 8 свердловин з затвердженими запасами 47,2 м³/добу. З кожним роком, внаслідок розвитку курорту споживання мінеральної води Нафтуса збільшується і досягло 25-30 м³/добу в 90-х роках, що не могло не відбитися на її кондиціях. Як вже згадувалося, лабораторією ГГРЕС ще в 1975р. було встановлено, що з збільшення відбору води Нафтуса приводить до зменшення загального органічного вуглецю в ній. Пізніше, в 1983–1987 рр. працівники лабораторії мікробіології і фізіології Конотоп Г.І. і Гела А.А. виявили зниження кількості автохтонної мікрофлори, в тому числі специфічних для Нафтусі вуглеводнеокиснюючих та сульфатредуючих бактерій, в міру збільшення відбору води. В цей період про зменшення видобутку води не могло бути і мови, оскільки чисельність відпочиваючих збільшувалася з кожним роком. Внаслідок соціально-економічних потрясінь в 1991 р. кількість відпочиваючих на курорті різко зменшилася і, відповідно, зменшився відбір мінеральної води до 14 м³/добу. 1993-1998 рр., і навіть до 11.4-9,5 м³/добу в 1999-2003 рр. Відповідно вміст органічних речовин в мінеральній воді Нафтуса збільшився з 15 до 20 мг/л вже в кінці 1991р., а з 1997 р. починає збільшуватися і досягає 30 мг/л в 1999 р. Отримані дані показані на рис.1. Видно, що різке зменшення видобутку відбулося в 1990-1992 рр., а збільшення органічного вуглецю в мінеральній воді відбулося в 1997-1999 рр., тобто релаксаційні процеси на родовищі тривають 6-7 років.

Рис.1. Результати (середня величина за рік) моніторингу Сорг. та видобутку води



Радіологічні дослідження розпочато в 2003 р. В зв'язку з регламентацією питомої бета-активності в питних водах згідно СанПіН-96 досліджувалися питома активність бета-випромінювання в мінеральних водах Трускавецького родовища та вод Закарпаття. Прісні води відповідають цим вимогам. Однак питома активність вод з мінералізацією більше ніж 1,5г/л є

вищою за 1Бк/л і зумовлена радіонуклідом К-40. Згідно діючих норм питома активність К-40 нормується. Автори [5-7] приходять висновку необхідності нормування активності мінеральних вод, для внутрішнього вживання, аналогічно питним.

Результати моніторингу мінеральних вод Трускавецькою гідрогеологічною станцією оформляються річними звітами на основі яких і зроблений цей короткий екскурс. Частина цих матеріалів викладена співробітниками станції та науковцями провідних інститутів в наукових публікаціях та монографіях. Працівники ГГРЕС беруть активну участь у конференціях наукових семінарах та симпозиумах.

В даний час хіміко-бактеріологічна лабораторія атестована в системі держстандарту і може виконувати аналізи мінеральних вод згідно ДСТУ 878 – 93 та ГСТУ 42.10-02-96.

В проведенні аналізу основних катіонів-аніонів труднощів не виникає, однак деякі з них, наприклад визначення сульфатів, вимагають значних затрат робочого часу та є трудоемкими. Добре було би перейти на метод капілярного електрофорезу де одночасно в пробі поряд з сульфатами в автоматичному режимі можна визначати фосфати, фториди, нітрати.

Визначення мікроелементів проводять хімічним методом (Hg, As,) та методами атомної абсорбції (Zn, Cu, Cd, -методом електротермічної атомізації, Pb, Cr, V - полум'яний варіант). Суттєвим недоліком цього методу є необхідність використання при визначенні певного елемента спектральної лампи з порожнистим катодом. Це обмежує кількість визначуваних елементів наявними в лабораторії лампами та вимагає щоразового юстування приладу при встановленні іншої лампи. Сучасні прилади для атомної абсорбції, наприклад, спектрофотометри моделі **contR AA 300** або **contR AA 600** (Carl Zeiss Jena Analytik, Німеччина) мають можливість реального багатоелементного аналізу і мають тільки одне джерело випромінювання (ксенонова лампа). Альтернативним до ААС є використання приладів атомно-емісійного аналізу, наприклад АЭМС-03 («Беланалитприбор»), що не вимагає спектральних ламп і забезпечує межу визначення $10^{-6}\%$.

Лікувальним чинником мінеральної води Нафтуса є комплекс органічних речовин, що входять до її складу. Крім того встановлений генетичний зв'язок органічних речовин з бориславською нафтою, родовище якої на віддалі 5-7 км. Склад органічної складової на рівні компонентів є невідомим. Таким чином питання безпеки стає на перше місце. Особливо на це звертають увагу в країнах –членах Євросоюзу. Однак на сьогоднішній день, згідно НТД моніторингу підлягає всього чотири види аналізів – загальний (валовий) вуглець, нафтопродукти, феноли та вміст органічного азоту. В той час коли Список пріоритетних забруднювачів Європейського Співтовариства нараховує 132 речовини. Уряд України декларує, що в майбутньому наша держава стане членом Євросоюзу. Ми радіємо що Трускавець стає міжнародним курортом, але сподіваємося що поряд з готелями європейського рівня тут будуть створені лабораторії обладнані приладами високого класу, що дозволить вести моніторинг мінеральних вод на світовому рівні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Маринов Н.А., Пасека И.П. Трускавецкие минеральные воды. - М.: Недра, 1978.- 296 с.
2. Состав и свойства минеральной воды "Нафтуса" / Под ред. Б.Е. Есипенко.- К.: Наук. думка, 1978.– 157 с.
3. Лечебные минеральные воды типа "Нафтуса"/ Бабинец А.Е., Шестопапов В.М., Мойсеева Н.П. и др.- К.: Наук. думка, 1986.- 192 с.
4. Івасівка С.В. Біологічно активні речовини води Нафтуса їх генезис та механізм фізіологічної дії. - К.: Наук. думка, 1997.- 109 с.
5. Івасівка С.В., Бубняк А.Б., Дацько О.Р., Положин І.П. Вміст калію та бета-активність мінеральних вод // Медична гідрологія та реабілітація.- 2004.- Т. 2, № 1.- С.65-72.
6. Івасівка С.В., Бубняк А.Б., Дацько О.Р., Положин І.П. Радіологічні дослідження мінеральних вод Трускавецького родовища // Медична гідрологія та реабілітація.- 2004.- Т. 2, № 3.- С.34-38.
7. Бубняк А.Б., Дацько О.Р., Положин І.П., Івасівка С.В. Гама- та бета- енергетична сцинтиляційна спектроскопія при радіологічних дослідженнях мінеральних вод Трускавецького родовища // Медична гідрологія та реабілітація.- 2005.- Т 3, № 1.- С.43-46.

O.R. DATS'KO, A.B.BUBNYAK. THE MONITORING FOR UNDERGROUND MINERAL WATERS OF TRUSKAVETC'S DEPOSITORY. HISTORY, PRESENT AND FUTURE PERSPECTIVES

Using the Reports historical review has been made for monitoring of mineral water Naftusya from Truskavets springs which was performed by Hydro Geological Station. The special attention was took into results of the chemical composition analysis. Present state and future perspectives for that monitoring are lighting according to the formation of Truskavets as rehabilitation site of European level.

Гідрогеологічна режимно-експлуатаційна станція ЗАТ "Трускавецькурорт"

Дата поступлення: 03.12. 2007 р.