

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД СО СТАБИЛЬНЫМ АНИОННО-КАТИОННЫМ СОСТАВОМ

В. М. Лобойченко

Национальный университет гражданской защиты Украины

ул. Чернышевская, 94, г. Харьков, 61023, Украина. E-mail: loboichenko@nuczu.edu.ua, vloboichm@gmail.com.

Рассмотрены различные подходы к идентификации природных вод, отмечается сложность выполнения идентификации данных вод. Предложено использовать параметр удельной электропроводности и коэффициент идентификации для подтверждения соответствия исследуемой воды. Показана возможность использования коэффициента идентификации (K_{Id}) как нового обобщенного показателя для оценки химического состава природных вод и изложена последовательность его определения. Идентификация природных вод с использованием коэффициента идентификации и удельной электропроводности исходной воды апробирована на серии образцов минеральных природных вод. Время проведения идентификации – 2,5 - 3 часа. Точность определения K_{Id} , выраженная через относительное стандартное отклонение, не превышает 3 %. Идентификация с помощью коэффициента идентификации является малозатратной, простой в исполнении, экологически чистой.

Ключевые слова: природная вода, анион, катион, идентификация, электропроводность.

ИДЕНТИФІКАЦІЯ ПРИРОДНИХ ВОД ЗІ СТАБІЛЬНИМ АНІОНО-КАТІОННИМ СКЛАДОМ

В. М. Лобойченко

Національний університет цивільного захисту України,

вул. Чернишевська, 94, Харків, 61023, Україна. E-mail: loboichenko@nuczu.edu.ua, vloboichm@gmail.com.

Розглянуто різні підходи до ідентифікації природних вод, відзначається складність виконання ідентифікації даних вод. Запропоновано використовувати параметр питомої електропровідності і коефіцієнт ідентифікації для підтвердження відповідності досліджуваної води. Показано можливість використання коефіцієнта ідентифікації (K_{Id}) як нового узагальненого показника для оцінки хімічного складу природних вод і викладена послідовність його визначення. Ідентифікація природних вод з використанням коефіцієнта ідентифікації та питомої електропровідності вихідної води апробована на серії зразків мінеральних природних вод. Час проведення ідентифікації - 2,5 - 3 години. Точність K_{Id} , виражена через відносне стандартне відхилення, не перевищує 3%. Ідентифікація за допомогою коефіцієнта ідентифікації є маловитратною, простою у виконанні, екологічно чистою.

Ключові слова: природна вода, аніон, катіон, ідентифікація, електропровідність.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. В том или ином виде вода является частью природных экосистем. В то же время - без нее невозможно само существование человека. При этом важную роль играет качество воды, в частности, ее минеральный состав. Превышение или недостаток определенных компонентов может вызывать заболевания различных систем и органов человека и других живых организмов [1, 2]. Постоянно возрастающая антропогенная нагрузка на окружающую среду заставляет обращать более пристальное внимание на качество водных ресурсов и их пригодность для человека, растительных и живых организмов.

Качество воды, ее макро- и микроэлементный состав, оценивается различными способами. Существуют как требования нормативной документации касательно качества воды, так и общие подходы к выполнению анализа воды различными физическими, химическими, физико-химическими методами [3]. Выполняется оценка качества природных [4–6], питьевых [7–9] и минеральных [10] вод. Исследование качества воды проводится по одному или группе параметров, среди которых можно отметить рН, минерализацию, удельную электропроводность, содержание сульфатов, нитратов, хлоридов, тяжелых металлов и т.п. В последнее время получают развитие хемометрические подходы, связанные с использованием массивов экспериментальных данных [11, 12].

Исследуемые показатели позволяют провести идентификацию воды, т.е. определить ее принад-

лежность к тому или иному виду, типу вод [13–17]. Идентификация природной воды также является составляющей определения фальсифицированной продукции и предполагает проведение ряда экспертиз, в том числе связанных с непосредственным анализом воды [18–19].

В большинстве случаев подтверждение качества или идентификация природной воды [19–20] представляет собой на сегодняшний день достаточно сложную процедуру, требующую проведения затратных анализов, наличия дорогостоящего специализированного оборудования, получения большого массива данных, специальных пакетов программ или подходов для обработки полученных результатов [13–17].

Вышеперечисленное делает актуальным вопрос поиска быстрых, недорогих и информативных подходов к идентификации воды.

В данном аспекте интерес представляют электрохимические методы анализа, в частности, кондуктометрический метод. Он соответствует предъявляемым требованиям: измерение выполняется в течении нескольких минут, измерительные приборы выпускаются в лабораторных и портативных модификациях и достаточно недороги. Получаемая в ходе измерений характеристика – удельная электропроводность – соответствует общему содержанию растворенных веществ и связана с ним коэффициентами (0,55–0,75) [21]. Однако непосредственно измерение электропроводности не дает возможности отнести исследуемую воду к определенному

типу, виду или марке вод, поскольку ее значение можно воссоздать различными соотношениями разных ионов. Полученный раствор будет фальсификатом.

Цель работы - получение обобщенного параметра на основе показателя электропроводности для обеспечения идентификации природной воды со стабильным анионно-катионным составом.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Определение удельной электропроводности природных вод (ж, мкСм/см) проводили кондуктометрическим методом согласно инструкции по эксплуатации прибора. В работе применяли кондуктометр с электродами, покрытыми платиной с рабочим диапазоном 10 – 50000 мкСм/см. Количество параллельных измерений – 3. Время единичного измерения электропроводности – 2–3 минуты. Расчеты выполнялись с использованием стандартного математического аппарата. Все значения электропроводности приведены к 25 °С.

В качестве исследуемых образцов природных вод выступали вода «Березовская», вода «Остреченская», вода «Миргородская», вода «Боржоми».

Электропроводность раствора зависит от концентрации растворенных в нем электролитов. Одно- и двухзарядные ионы по-разному проявляют зависимость электропроводности от концентрации. Постоянство соотношения концентраций катионов и анионов в одном и том же образце воды при разбавлении обеспечивает строго индивидуальный наклон зависимости обратной электропроводности от степени разбавления для исследуемой воды [22–25]. Значение электропроводности исходного раствора является критерием величины общей минерализации [21].

Как обобщенный параметр предложено использовать тангенс угла наклона зависимости обратной электропроводности от степени разбавления исследуемого раствора – коэффициент идентификации (K_{id}).

Определение (K_{id}) предложено реализовывать следующим образом: измерять удельную электропроводность аликвоты раствора исследуемой воды; готовить серию растворов k ($k = 8 \text{ ч } 11$) разбавлением в несколько раз исходного раствора дистиллированной водой с измерением электропроводности этих растворов; строить зависимость в координатах «степень разбавления - обратная электропроводность раствора» и рассчитывать тангенс угла наклона полученной зависимости.

Следует отметить, что зависимость электропроводности или обратной электропроводности от степени разбавления не всегда имеет линейный характер и зависит от концентрации растворенных веществ в растворе [23–25, 26].

Для идентификации образца природной воды применяют K_{id} и предварительно измеренную электропроводность исходного исследуемого раствора [22–25]. Обработку результатов проводят с применением известных статистических приемов [27] для $P = 0,95$. В качестве характеристики точности изме-

рений используют стандартное отклонение S или относительное стандартное отклонение S_r .

Для реализации подобного подхода взят ряд природных вод различного стабильного анионно-катионного состава - «Березовская», «Остреченская», «Миргородская», «Боржоми». Готовили серию растворов для каждой исследуемой воды, разбавление выполняли в диапазоне $n = (2 - 100)$ раз. С использованием значений исходной электропроводности и значений электропроводности разбавленных растворов строили зависимость степени разбавления от обратной электропроводности для каждого исследуемого образца воды. На рис. 1. представлена усредненная зависимость степени разбавления n от обратной электропроводности ($1/\text{ж}$) раствора для данных вод.

Как видно из приведенных примеров (см. рис. 1), линейный закон выполняется для вод с различной концентрацией растворенных веществ во всем исследуемом диапазоне и описывается уравнением вида $y = kx + B$. В данной зависимости k является тангенсом угла наклона прямой и представляет собой коэффициент идентификации K_{id} .

Стандартное отклонение наклона полученных зависимостей характеризуется величиной

$$4 \text{ Ч } 10^{-3} \text{ ч } N \text{ Ч } 10^{-4} \text{ (N - целое число).}$$

Полученные результаты определения K_{id} представлены в табл. 1.

Как видно из представленных данных, значения коэффициента идентификации значимо отличаются между собой как для вод разных типов (например, «Остреченская» и «Боржоми»), так и для вод одного типа («Боржоми» и «Березовская»). Различные значения коэффициента идентификации наблюдаются при близких параметрах минерализации исследуемых вод («Остреченская» и «Миргородская»), что также подтверждает возможность использования коэффициента идентификации как индивидуальной характеристики соотношения ионов в исследуемой воде. При выполнении идентификации природной воды подобным образом относительное стандартное отклонение S_r для всех измерений не превышает 3 %, что подтверждает точность полученных данных. Общее время определения коэффициента идентификации для одного образца природной воды составляет 2,5 – 3 часа.

Таким образом, полученная характеристика – коэффициент идентификации - может выступать в качестве параметра идентификации и вместе с значением электропроводности исследуемой воды использоваться для проведения идентификации неизвестного образца природной воды.

Выполнение идентификации воды с использованием данного коэффициента идентификации и удельной электропроводности исходного раствора не требует каких-либо химических реактивов, что позволяет говорить об экологической чистоте предложенного подхода.

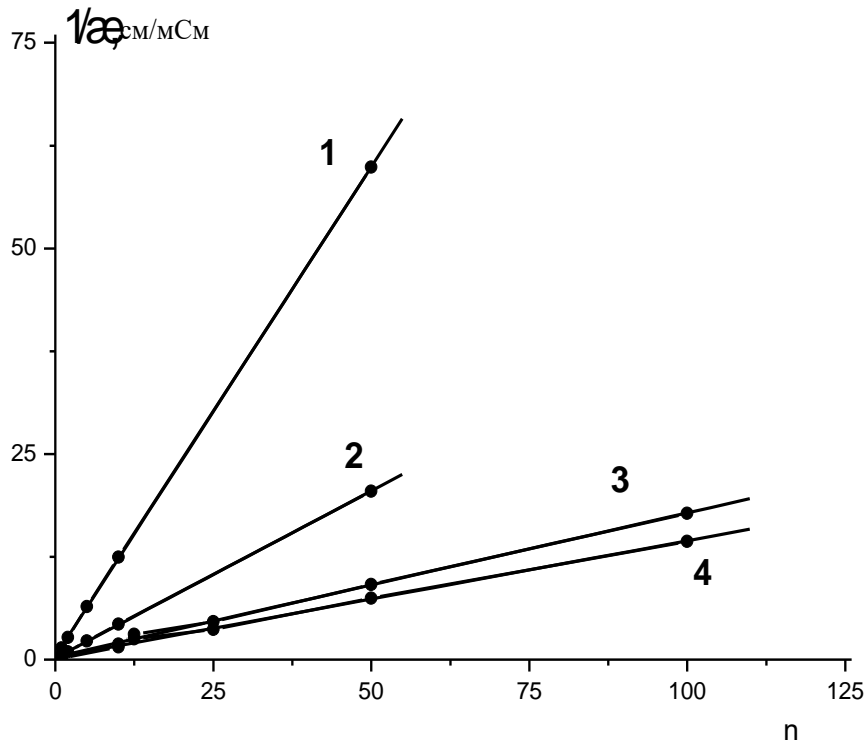


Рисунок 1 – Зависимость обратной электропроводности ($1/\kappa$, см/мСм) от степени разбавления (n) исследуемых вод: 1 – вода «Березовская»; 2 - вода «Остреченская»; 3 - вода «Миргородская»; 4 - вода «Боржоми»

Таблица 1 - Результаты определения K_{Id} исследуемых вод

№ з/п	Название воды	Тип воды	Общая минерализация, г/дм ³	K_{Id}	$S_{\Gamma K_{Id}}$, %
1	Остреченская	хлоридно-гидрокарбонатная	2,0 – 3,2	0,40	0,4
2	Миргородская	хлоридная	2,5 – 3,5	0,175	2,3
3	Боржоми	гидрокарбонатная	5,0 – 7,5	0,142	2,5
4	Березовская	гидрокарбонатная	0,5 – 1,0	1,191	0,3

ВЫВОДЫ. Существующие подходы к идентификации природной воды разнообразны, а известные методы идентификации химического состава природных вод сложны и трудоемки.

Предложено для идентификации природных вод использовать обобщенный параметр - коэффициент идентификации как тангенс угла зависимости обратной электропроводности от степени разбавления растворов и значение электропроводности исходного раствора, что является научной новизной работы. Коэффициент идентификации зависит от природы ионов в растворе и их соотношения.

Идентификация с помощью коэффициента идентификации является малозатратной, простой в исполнении, экологически чистой. Относительное стандартное отклонение S_r не превышает 3 %.

Практическая значимость полученных результатов заключается в расчёте K_{Id} для ряда образцов воды. Подход апробирован при идентификации серии образцов природных вод со стабильным содержанием анионов и катионов, что подтверждает разнообразие их химического состава.

Использование коэффициента идентификации и удельной электропроводности позволяет сократить время идентификации образцов природных вод со стабильным анионно-катионным составом, достаточно быстро подтвердить или опровергнуть их аутентичность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прокопов В.О., Липовецька О.Б. Вплив мінерального складу питної води на стан здоров'я

- населення (огляд літератури) // Гігієна населених місць. – 2012. – № 59. – С. 63–74.
2. Липовецька О.Б. Вплив мінерального складу питної води на хвороби органів травлення дорослого населення (на прикладі м. Херсона) / Гігієна населених місць. – 2015. – № 65. – С. 290–295.
 3. Кравченко М.В. Фізико-хімічний аналіз природної питної води різних джерел водопостачання // Екологічна безпека та природокористування. – 2015. – № 3(19). – С. 52-60.
 4. Sarath Prasanth S.V., Magesh N.S., Jitheshlal K.V., Chandrasekar N., Gangadhar K. Evaluation of groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural use in the coastal stretch of Alappuzha District, Kerala, India // Applied Water Science. - 2012. – Vol. 2, no. 3. – pp. 165 – 175.
 5. Florence Vouvé, Roselyne Buscail, Dominique Aubert, Pierre Labadie, Marc Chevreuil, Christophe Canal, Marion Desmousseaux, et al. Bages-Sigean and Canet-St Nazaire lagoons (France): physico-chemical characteristics and contaminant concentrations (Cu, Cd, PCBs and PBDEs) as environmental quality of water and sediment// Environmental Science and Pollution Research. – 2014. – Vol. 21, no. 4. – pp. 3005 – 3020.
 6. Srinivas Y., Hudson Oliver D., Stanley Raj A., Chandrasekar N. Evaluation of groundwater quality in and around Nagercoil town, Tamilnadu, India: an integrated geochemical and GIS approach // Applied Water Science, – 2013. – Vol. 3, no. 3. – pp. 631 – 651.
 7. Scheilia A., Rodriguez M.J., Sadiqb R. Seasonal and spatial variations of source and drinking water quality in small municipal systems of two Canadian regions // Science of The Total Environment. - 2015. -Vol. 508. – pp. 514 – 524.
 8. Ильина Е.Г. Определение качества питьевых вод, расфасованных в емкости // Известия Алтайского государственного университета. Серия «Химия». – 2011. – №. 3–1 (71). – С. 118 – 121.
 9. WHO (Editor) (2011): Guidelines for Drinking-water Quality, Fourth Edition. Geneva: World Health Organization. 564 p.
 10. Monique van der Aa. Classification of mineral water types and comparison with drinking water standards // Environmental Geology. – 2003. – Vol. 44, no. 5. –pp. 554 – 563.
 11. Brodnjak-Voncina D., Dobcnik D., Novic M., Zupan J. Chemometrics characterisation of the quality of river water // Anal. Chim. Acta. – 2002. – Vol. 462, no. 1. – pp. 87–100.
 12. Zhou F., Guo H., Liu Y., Jiang Y.I. Chemometrics data analysis of marine water quality and source identification in Southern Hong Kong // Marine Pollution Bulletin. – 2007. – Vol. 54, no. 6. –pp. 745 – 756.
 13. Корнилов Н.И., Ермоленко О.Н. Идентификация природных минеральных вод хлоридно-гидрокарбонатного типа // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – 2008. – №. 3 (16). – С. 33 – 39.
 14. Pushkarova Ya.N., Sledzevskaya A.B., Panteleimonov A.V., Titova N.P., Yurchenko O.I., Ivanov V.V., Kholin Yu.V. Identification of water samples from different springs and rivers of Kharkiv: Comparison of methods for multivariate data analysis // Moscow University Chemistry Bulletin. – 2013. – Vol. 68, no. 1. – pp. 60 – 66.
 15. Кириченко А.Я., Голубничая Г.В. Идентификация питьевой воды природных источников Харьковского региона с использованием температурной зависимости их коэффициента преломления // Радиофізика та електроніка. – 2011. – Т. 2(16), №. 1. – С. 81 – 84
 16. Сидельников А. В., Майстренко В. Н., Кудашева Ф. Х., Бикмесев Д. М. Идентификация минеральных вод с использованием вольтамперометрического «электронного языка» // Вестник Башкирского университета. – 2011. – 16(2). – С. 345 – 348.
 17. Сидельников А.В., Дубровский Д.И., Кудашева Ф.Х., Майстренко В.Н. Идентификация минеральных вод с использованием методов импедансной спектроскопии и проекции на латентные структуры// Журнал аналитической химии. – 2016. – Т. 71. № 11. – С. 1166–1171.
 18. Коломієць Т., Мережко Н., Осієвська В. Методологічні засади ідентифікації споживчих товарів// Товари і ринки. 2012. – № 2. – С. 48 – 53.
 19. Данько Т.І., Яворська Н.П. Ідентифікація товарів: сутність та основні товарознавчі аспекти // Економіка і суспільство. 2017. – № 9. – С. 391 – 395.
 20. Мильман Б.Л. Введение в химическую идентификацию / СПб.: ВВМ, 2008. – 180 с.
 21. Hem J. D. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. Second Edition –Geological Survey Water Supply Paper 1473. United States Government Printing Office: Washington, 1970. – 380 p.
 22. О.Є. Васюков, В.М. Лобойченко, А.А. Карлюк. Особенности идентификации природных минеральных вод с использованием метода прямой кондуктометрии // Сучасні проблеми електрохімії : освіта, наука, виробництво: збірник наукових праць. – Харків: НТУ «ХПІ», 2015. – С. 253 – 254.
 23. Методичні питання дослідження бутильованих мінеральних вод / О.Є. Васюков, В.М. Лобойченко, В.В.Сабадаш. //Теорія та практика судової експертизи і криміналістики: збірник наукових праць. –2016.– Вип. 16. – С. 258 – 264.
 24. Vasyukov A., Loboichenko V. and Bushtec S. Identification of bottled natural waters by using direct conductometry // Ecology, Environment and Conservation. 2016. – Vol. 22 (3). – pp. 1171 –1176.
 25. Лобойченко В.М., Васюков О.Є. Екологічні аспекти ідентифікації мінеральних вод з постійним сольовим складом // Доклади міжнародного наукового симпозиума «Неделя еколога–2017», 10 – 13апреля 2017 г. – 2017. – С. 57–58.
 26. Зори А.А., Коренев В.Д., Марковский Ю.Е. Экспресс-метод определения общей минерализации питьевой воды / Наукові праці ДонНТУ. Серія «Обчислювальна техніка та автоматизація». –2006. – Випуск 107. – С. 136 – 142
 27. Дворкин В.И. Метрология и обеспечение качества количественного химического анализа. – М.: Химия, 2001. – 263 с.

IDENTIFICATION OF NATURAL WATERS WITH STABLE ANIONIC–CATIONIC COMPOSITION

V. Loboichenko

National University of Civil Protection of Ukraine,

vul. Chernishevskaya, 94, Kharkiv, 61023, Ukraine. E-mail: loboichenko@nuczu.edu.ua, vloboichm@gmail.com.

Purpose. To obtain a generalized parameter based on the electrical conductivity parameter to ensure the identification of natural water with a stable anionic-cationic composition. **Methodology.** Initially, the electrical conductivity of the original water sample has been measured. Then, the identification coefficient has been calculated to identify the water sample. Where, an identification coefficient (K_{Id}) has been measured as the tangent of slope angle for the dependence of the inverse conductivity on the degree of diluting investigated water by distilled water. **Results.** The electrical conductivity of a solution depends on the concentration of electrolytes dissolved in it. Determination of electrical conductivity of natural waters has been carried out with using a conductometric method. As a generalized parameter, it has been suggested to use the tangent of slope angle for the dependence of the inverse conductivity on the degree of diluting investigated solution - the identification coefficient (K_{Id}). For the identification of a sample of natural water, K_{Id} and the electrical conductivity of the previously diluted investigated solutions have been used. The approach has been implemented on a number of natural waters: Berezovskaya, Ostrechenskaya, Mirgorodskaya, Borjomi. It is noted that the identification coefficients significantly differ among themselves both for waters of different types and for waters of the same type. **Originality.** It has been proposed to use the new generalized parameter - identification coefficient as the tangent of slope angle for the dependence of the inverse conductivity on the degree of diluting of solutions and the value of the electrical conductivity of the initial solution for identification of natural waters, which is the scientific novelty of the work. The identification coefficient depends on the nature of the ions in the solution and their ratio. Identification by means of the identification coefficient is low-cost, easy to perform, environmentally friendly. Sr does not exceed 3%. **Practical value.** The practical significance of the results is the calculation of K_{Id} for a number of water samples. The approach has been tested in the identification of a series of samples of natural waters with a stable content of anions and cations, which confirms the diversity of their chemical composition.

Keywords: natural water, anion, cation, identification, electrical conductivity/

REFERENCES

1. Prokopov, V. O., Lipovetska, O.B. (2012), "Vplyv mineral'nogo skladu pytnoi' vody na stan zdorov'ja naselelnja (ogljad literatury)" [Influence of mineral composition of drinking water on the state of health of the population (review of literature)], *Gigiena naselenuh mist*, no. 59, pp. 63 - 73. [In Ukrainian]
2. Lipovetska, O.B. (2015), "Vplyv mineral'nogo skladu pytnoi' vody na hvoroby organiv travlennja doroslogo naselelnja (na prykladi m. Hersona)", [Influence of mineral composition of drinking water on diseases of digestive organs of adult population (for example, Kherson city)]. *Gigiena naselenuh mist*. No. 65, pp. 290 – 295. [In Ukrainian]
3. Kravchenko, M.V. (2015), "Fizyko-himichnyj analiz pryrodnoi' pytnoi' vody riznyh dzherel vodopostachannja", [Physico-chemical analysis of natural drinking water of different water sources], *Environmental safety and natural resources*, № 3 (19), pp. 52 - 60. [In Ukrainian]
4. Sarath Prasanth, S.V., Magesh, N.S., Jitheshlal, K.V., Chandrasekar, N., Gangadhar, K. (2012) "Evaluation of groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural use in the coastal stretch of Alappuzha District, Kerala, India", *Applied Water Science*, vol. 2, no. 3, pp. 165 - 175.
5. Florence, Vouvé, Roselyne, Buscail, Dominique, Aubert, Pierre, Labadie, Marc, Chevreuil, Christophe, Canal, Marion, Desmousseaux, et al. (2014), "Bages-Sigean and Canet-St Nazaire lagoons (France): physico-chemical characteristics and contaminant concentrations (Cu, Cd, PCBs and PBDEs) as environmental quality of water and sediment". *Environ. Sci. Pollut. R.*, vol. 21, no. 4, pp. 3005 - 3020.
6. Srinivas, Y., Hudson Oliver, D., Stanley Raj, A., Chandrasekar, N. (2013), "Evaluation of groundwater quality in and around Nagercoil town, Tamilnadu, India: an integrated geochemical and GIS approach", *Applied Water Science*, vol. 3, no. 3, pp. 631 - 651.
7. Scheilia, A., Rodriguez, M.J., Sadiqb, R. (2015), "Seasonal and spatial variations of source and drinking water quality in small municipal systems of two Canadian regions", *Sci. Total Environ.*, vol. 508, pp. 514 – 524.
8. Ilyina, E.G. (2011), "Opredelenie kachestva pit'evykh vod, rasfasovannykh v emkosti", [Determination of Pre-packed Drinking Water Quality], *Izvestiya of Altai State University Journal. Chemistry*, no. 3-1 (71), pp. 118 – 121. [In Russian]
9. WHO (Editor) (2011): Guidelines for Drinking-water Quality, Fourth Edition. Geneva: World Health Organization, 564 p.
10. Monique van der, Aa. (2003), "Classification of mineral water types and comparison with drinking water standards", *Environ. Geol.* vol. 44, no 5, pp. 554 - 563.
11. Brodnjak-Voncina, D., Dobcnik, D., Novic, M., Zupan, J. (2002), "Chemometrics characterisation of the quality of river water", *Anal. Chim. Acta*, vol. 462, no. 1, pp. 87 – 100.
12. Zhou, F., Guo, H., Liu, Y., Jiang, Y.I. (2007), "Chemometrics data analysis of marine water quality and source identification in Southern Hong Kong". *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 54, no. 6, pp. 745 – 756.
13. Kornilov, N.I., Ermolenko, O.N. (2008), "Identifikacija prirodnykh mineral'nykh vod hloridno-gidrokarbonatnogo tipa", [Identification of natural mineral waters of chloride-hydrocarbonate type], *Bulletin of the North Caucasus State Technical University*, no. 3 (16), p. 33 - 39. [In Russian]
14. Pushkarova, Ya.N., Sledzevskaya, A.B., Panteleimonov, A.V., Titova, N.P., Yurchenko, O.I., Ivanov, V.V., Kholin, Yu.V. (2013) "Identification of water samples from different springs and rivers of

Kharkiv: Comparison of methods for multivariate data analysis”, *Moscow University Chemistry Bulletin*, vol. 68, no. 1, pp. 60 - 66.

15. Kirichenko, A. Ya., Golubnichaja, G.V. (2011), “Identifikacija pit'evoj vody prirodnyh istochnikov Har'kovskogo regiona s ispol'zovaniem temperaturnoj zavisimosti ih kojefficienta prelomlenija” [Identification of potable water from Kharkov region springs, using temperature dependence of their refraction indexes], *Radiophysics and electronics*, vol. 2 (16), no. 1, p. 81 - 84. [In Russian]

16. Sidel'nikov, A.V., Maystrenko, V.N., Kudashcheva, F.H., Bikmееv, D.M. (2011), “Identifikacija mineral'nyh vod s ispol'zovaniem vol'tamperometricheskogo “jelektronnogo jazyka” [Identification of mineral water using voltammetric “electronic tongue”], *Bulletin of Bashkir University*, 16 (2), pp. 345 - 348. [In Russian]

17. Sidel'nikov, A.V., Dubrovskii, D.I., Kudashcheva, F.K., Maistrenko, V.N. (2016), “Identifikacija mineral'nyh vod s ispol'zovaniem metodov impedansnoj spektroskopii i proekcii na latentnye struktury” [Identification of mineral waters using impedance spectroscopy and projection to latent structures], *Journal of Analytical Chemistry*, vol. 71, no. 11, p. 1109 - 1114. [In Russian]

18. Kolomiets, T., Merezhko, N., Osiyevska, V. (2012) “Metodologichni zasady identyfikacii spozhyvchyh tovariv” [Methodological principles of identifying consumer products], *Commodities and markets*, no. 2, pp. 48 - 53. [In Ukrainian]

19. Danko, T.I., Yavorska, N.P. (2017), “Identifikacija tovariv: sutnist' ta osnovni tovaroznavchi aspekty”, [Identification of goods: essence and major commodity aspects], *Economy and society*, no. 9, pp. 391 – 395. [In Ukrainian]

20. Milman, B. L. (2008), *Vvedenie v himicheskiju identifikaciju* [Introduction to the chemical identification], BBM, St. Petersburg. [In Russian]

21. Hem, J.D. (1970), *Study and Interpretation of*

the Chemical Characteristics of Natural Water. Second Edition –Geological Survey Water Supply Paper 1473 – United States Government Printing Office. Washington.

22. Vasyukov, O.E., Loboichenko, V.M., Karlyuk, A.A. (2015), “Features of identification of natural mineral waters using the method of direct conductometry”, *Suchasni problemi elektrohimii` : osvita, nauka, virobnictvo : zbirnik naukovih prac* [Modern problems of electrochemistry: education, science, production: a collection of scientific works], Kharkiv: NTU "KhPI", 2015, pp. 253 – 254. [In Russian]

23. Vasyukov, O. E., Loboichenko, V. M., Sabadash, V. V. (2016), “Methodological issues of study of bottled mineral waters” [Methodological issues of study of bottled mineral waters], *Theory and practice of forensic examination and forensic science: a collection of scientific works*, Iss. 16, pp. 258 – 264. [In Ukrainian]

24. Vasyukov, A., Loboichenko, V. and Bushtec, S. (2016) “Identification of bottled natural waters by using direct conductometry”, *Ecology, Environment and Conservation*, vol. 22 (3), pp. 1171 – 1176.

25. Loboichenko, V.M., Vasyukov, O.E. (2017), “Environmental aspects of identification of mineral waters with a constant salt composition”, *Doklady mejdunarodnogo nauchnogo simpoziuma «Nedelya ekologiya-2017»* [Reports of the International Scientific Symposium “Week of Ecologist-2017”], Kamenskoe, 10 - 13 April, 2017, pp. 57 - 58. [In Ukrainian]

26. Zori, A.A., Korenev, V.D., Markovskyy, Y.E. (2006) “Jekspress-metod opredelenija obshhej mineralizacii pit'evoj vody” [Express Method of Determination of Total Mineralization of Drinking Water], *Proceedings of DonNTU. Series “Computing and Automation”*, iss. 107, pp. 136 – 142. [In Russian]

27. Dvorkin, V.I. (2001) *Metrologiya i obespechenie kachestva kolichestvennogo himicheskogo analiza* [Metrology and quality assurance of quantitative chemical analysis], Himiya, Moscow. [In Russian]

Стаття надійшла 24.11.2017.