

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-3-329-336>

Поступила 14.04.2023

Поступила после рецензирования 14.08.2023

Принята в печать 21.08.2023

© Севостьянова Е. М., Ганин М. Ю., 2023

<https://www.fsjour.com/jour>

Научная статья

Open access

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД НАГУТСКОГО И ЭССЕНТУКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ЛЕЧЕБНО-СТОЛОВЫХ ВОД «НАГУТСКАЯ-4» И «ЭССЕНТУКИ № 4»

Севостьянова Е. М.*, Ганин М. Ю.

Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной
и винодельческой промышленности, Москва, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АННОТАЦИЯ

минеральная вода,
идентификационные
показатели,
изотопные
характеристики,
солевой состав,
бальнеологические
компоненты,
микрокомпоненты

В настоящее время Россия занимает лидирующее место в мире по запасам минеральных вод и производству на их основе упакованных минеральных питьевых вод. Идентификация пищевых продуктов является одной из современных проблем человечества, что в полной мере относится к упакованной минеральной воде. В статье рассматривается актуальность разработки методологических подходов к выбору идентификационных показателей упакованных минеральных вод. Упакованные минеральные воды не только признаны пищевым продуктом, но и являются ценным природным бальнеотерапевтическим ресурсом, оказывающим на организм человека лечебно-профилактическое действие. В связи с этим важнейшей задачей является разработка научно обоснованных принципов и алгоритмов определения места происхождения и подлинности упакованных минеральных вод. В настоящее время область традиционно нормируемых показателей качества и безопасности минеральных вод не предполагает возможности однозначной идентификации продукции по географическому, природному и другим признакам. Целью настоящего исследования было изучение физико-химических показателей и изотопных характеристик минеральной воды «Нагутская-4» с целью разработки комплекса идентификационных показателей. Качество воды и соответствие установленным нормативам оценивали по органолептическим (прозрачность, цвет, вкус и запах) и физико-химическим показателям (основной состав, минерализация, биологически активные компоненты, микрокомпоненты). Аналитические исследования изотопных характеристик воды проводились на изотопном масс-спектрометре Delta V Advantage с модульной приставкой GasBench II. Предложен перечень показателей для идентификации минеральной воды «Нагутская-4», в который дополнительно к основным показателям включены фториды и токсичные металлы (литий, стронций, барий), а также биологически активные компоненты (йод и бром), которые являются характерными для данной группы вод. Проведена сравнительная оценка идентификационных показателей минеральных лечебно-столовых вод «Нагутская-4» и «Эссентуки № 4», так как именно из скважины Нагутского месторождения в недавнем прошлом продавалась упакованная вода под брендом «Эссентуки № 4», которая показала статистические различия как в основных идентификационных показателях (основной состав, минерализация, биологически активные компоненты), так и в дополнительных (микрокомпоненты и изотопные характеристики).

ФИНАНСИРОВАНИЕ: работа выполнена в рамках выполнения исследований по государственному заданию FGUS-2022-0004 Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН.

Received 14.04.2023

Accepted in revised 14.08.2023

Accepted for publication 21.08.2023

© Sevostyanova E. M., Ganin M. Yu., 2023

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Original scientific article

Open access

COMPARATIVE ASSESSMENT OF IDENTIFICATION INDICATORS OF THE MINERAL WATERS OF THE NAGUTSKY AND ESSENTUKSKY DEPOSITS BY THE EXAMPLE OF MEDICAL AND TABLE WATERS “NAGUTSKAYA-4” AND “ESSENTUKI NO. 4”

Elena M. Sevostyanova*, Mikhail Yu. Ganin

All-Russian Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine-making Industry, Moscow, Russia

KEY WORDS:

mineral water,
identification
indicators, isotopic
characteristics,
salt composition,
balneological
components,
microcomponents

ABSTRACT

Currently, Russia occupies a leading position in the world in terms of mineral water reserves and the production of packaged mineral drinking water based on them. Identification of food products is one of the modern problems of mankind, which fully applies to packaged mineral water. The article discusses the relevance of developing methodological approaches to the choice of identification indicators of packaged mineral waters. Packaged mineral waters are not only recognized as a food product, but also are a valuable natural balneotherapeutic resource that has a therapeutic and prophylactic effect on the human body. In this regard, the most important task is to develop scientifically based principles and algorithms for determining the geographical origin and authenticity of packaged mineral waters. Currently, the area of traditionally normed indicators of the quality and safety of mineral waters does not imply the possibility of unambiguous identification of products by geographical, natural, and other characteristics. The purpose of this study was to investigate the physicochemical parameters and isotopic characteristics of the mineral water “Nagutskaya — 4” to develop a set of identification indicators. Water quality and compliance with established standards were assessed by organoleptic (transparency, color, taste and smell) and physicochemical (basic composition, mineralization, biologically active components, microcomponents) parameters. Analytical studies of the isotopic characteristics of water were carried out on a Delta V Advantage isotope mass spectrometer with a GasBench II modular set-top box. A list of indicators for the identification of mineral water “Nagutskaya — 4” is proposed, in which, in addition to

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Севостьянова, Е. М., Ганин, М. Ю. (2023). Сравнительная оценка идентификационных показателей минеральных вод Нагутского и Эссентукского месторождений на примере лечебно-столовых вод «Нагутская-4» и «Эссентуки № 4». *Пищевые системы*, 6(3), 329-336. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-3-329-336>

FOR CITATION: Sevostyanova, E. M., Ganin, M. Yu. (2023). Comparative assessment of identification indicators of the mineral waters of the Nagutsky and Essentuksky deposits by the example of medical and table waters “Nagutskaya-4” and “Essentuki no. 4”. *Food Systems*, 6(3), 329-336. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-3-329-336>

the main indicators, it is recommended to include fluorides, toxic metals (lithium, strontium, barium) and biologically active components (iodine and bromine), which are typical for this group of waters. It was from the well of the Nagutskoye deposit that packaged water was sold under the brand name "Essentuki No. 4" in the recent past. Therefore, a comparative assessment of the identification indicators of the mineral medicinal table waters "Nagutskaya-4" and "Essentuki No. 4" was carried out. The results of the assessment showed statistical differences both in the main identification indicators (basic composition, mineralization, biologically active components) and in additional ones (trace components and isotopic characteristics).

FUNDING: The article was published as part of the research topic No. FGUS-2022–0004 of the state assignment of the V. M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS.

1. Введение

Для реализации Постановления Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации «О национальной системе защиты прав потребителей» и принятия необходимых мер по противодействию незаконному обороту упакованной питьевой воды необходима четкая система идентификации минеральных вод с установлением научно обоснованных критериев, принципов и алгоритмов идентификации. Важной проблемой выявления фальсифицированных минеральных вод является установление ее географического происхождения, так как одним из способов фальсификации упакованных минеральных вод является незаконное использование известных брендов, недостоверное указание источника (наименование месторождения минеральной воды, номера скважины и т. д.). Особенно это касается известных брендов с ограниченным дебитом скважин, когда спрос превышает предложение [1].

В обзоре президента Международной ассоциации «Антиконтрафакт» описана ситуация, связанная с обнаружением подделок и контрафактных товаров, и представлены меры, которые могут повлиять на ухудшающееся положение на рынке. Одной из таких мер является создание в Российской Федерации системы прослеживания путем маркировки легальных товаров [2].

Разработаны различные методы идентификации природных минеральных вод:

- по содержанию основных макрокомпонентов основного состава (натрий, кальций, магний, хлориды, сульфаты и гидрокарбонаты) и по уровню pH среды. Оценка результатов проводилась по соответствию полученных результатов и сведений, указанных в маркировке [3];
- по результатам элементного анализа с применением метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) и по соотношению концентраций Li/U, Mn/Ge, Li/Mo, Li/Sr, B/Ba, Rb/Th [4], а также по соотношению концентраций редкоземельных элементов (La/Y, Ce/La, Ce/Y, La/Lu, La/Er, Nd/Yb, Ce/Eu, Ce/Nd, Gd/Lu, Dy/Er, Sm/Lu, Pr/Tb, Ho/Tb) и стабильных изотопов свинца [4];
- по коэффициенту разбавления. Методом прямой кондуктометрии определяют удельную электрическую проводимость (УЭП) разбавленной в n раз минеральной воды и рассчитывают коэффициент идентификации химического состава воды как тангенс угла наклона зависимости обратной УЭП от степени разбавления, который имеет строго определенное значение для данного минерального состава водного раствора [5];
- по цветиметрии индикаторных бумаг. Предложено тест-устройство на основе целлюлозной бумаги для идентификации и классификации природных минеральных вод Владимирской области, содержащее индикаторные зоны для определения общей жесткости, щелочности и pH воды, а также концентраций хлоридов и сульфатов. Цветиметрические параметры индикаторных зон тест-устройства после контакта с исследуемой водой определяли с помощью смартфона. В качестве аналитического сигнала использовали значения цветиметрических параметров каждой индикаторной зоны в системе RGB [6];
- с использованием вольтамперометрического «электронного языка». В работе представлены результаты исследования вольтамперометрического поведения ароматических нитросоединений в системе трубчатых электродов. Продемонстрированы принципиальные подходы к идентификации многокомпонентных растворов электролитов с применением вольтамперометрического «электронного языка». Проведена идентификация минеральных вод методом PLS-DA [7];
- по специфическим компонентам. Разработан метод оперативного контроля качества и идентификации упакованных минеральных питьевых вод, основанный на химико-аналитическом определении в них содержания специфических для условий их формирования компонентов и на их сравнительном анализе с характерным природным их содержанием. Указанные идентификационные компоненты должны соответствовать следующим критериям:

стабильное во времени, а также не зависящее от установленных способов розлива минеральных вод их содержания; сравнительная простота в аналитическом определении; малая вероятность того, что данный компонент может быть внесен в воду при ее фальсификации; отсутствие специального регламентирования данных компонентов и их содержания в нормативно-технической документации на воду; возможность разграничения минеральных вод, близких по своему основному химическому составу [8].

Вместе с тем практически все предлагаемые методы идентификации основаны на контроле специфических компонентов минеральных вод, которые и являются их идентификационными показателями. Существующие в настоящее время идентификационные показатели минеральных вод не обеспечивают однозначной идентификации продукции, что обосновывает необходимость расширения области оценочных критериев, создания базы эталонных образцов и разработки идентификационных показателей для всех видов упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду.

В работе [9] предложены идентификационные показатели минеральной воды «Ессентуки № 4», в которые дополнительно включены характерные для данной группы вод фториды, токсичные металлы (литий, стронций, барий) и биологически активные компоненты (йод и бром).

Данная работа посвящена сравнительной оценке идентификационных показателей минеральных вод «Нгутская-4» и «Ессентуки № 4».

Среди наиболее известных регионов, где осуществляется добыча и розлив минеральных вод, стоит выделить Кавказские Минеральные Воды (КМВ) в Ставропольском крае. В регионе присутствует большое количество вод из реестра НМПТ (наименования места происхождения товара), которые известны потребителю с середины XX века. По физико-химическим свойствам воды минеральных источников региона КМВ делят на 16 типов (это почти все типы вод, известных мировой науке и курортной практике). Содержание минеральных солей большей части минеральных источников колеблется в пределах 2–15 г/л. Подобная концентрация является оптимальной для бальнеолечения. Некоторые минеральные воды, такие как «Ессентуки № 17» и «Ессентуки № 4», горячие кальциевые воды типа «Славяновской» и «Смирновской», горькие воды источника Баталинский, по праву можно назвать классическими. Они служат эталонами для оценки качества гидроминеральных ресурсов по всей стране [10]. Ввиду известности именно эти виды вод чаще всего являются предметом фальсификации со стороны недобросовестных производителей.

Курортный регион Кавказские Минеральные Воды (далее — КМВ) расположен в территориальных границах Кавминводского артезианского бассейна — уникального природного месторождения минеральных вод и характеризуется очень сложными условиями формирования газового, ионно-солевого, микро-компонентного состава подземных минеральных вод. Формирование и распространение на территории КМВ различных типов минеральных вод, таких как углекислые, сульфидные, бромные, йодные и радоновые, обусловлены геологией и тектоникой района, интенсивностью и характером проявления поствулканических процессов, особенностями геоморфологии. Основным фактором, оказывающим влияние на формирование месторождений минеральных вод КМВ, является региональный термометаморфизм [11].

На территории КМВ (Ставропольский край, Карачаево-Черкесская и Кабардино-Балкарская Республики) добываются уникальные минеральные подземные воды, имеющие международное распространение: «Ессентуки № 4», «Ессентуки № 17», «Нарзан», «Славяновская», «Смирновская» и др. Основными эксплуатируемыми водоносными горизонтами являются дат-зеландский, сеноман-маастрихтский (верхнемеловой), апт-нижнеальбский, титон-валанжинский, к которым приурочены месторождения минеральных подземных вод [12]. На территории КМВ по состоянию на 01.01.2022 г. разведано 45 месторождений (участков) минеральных подземных вод, запасы по ним оценены в количестве 16,39 тыс. м³/сут, в эксплуатации находятся 37. Суммарная добыча подземных вод составила 2,98 тыс. м³/сут. Целевое

использование минеральных вод в пределах региона КМВ составило 2,98 тыс. м³/сут (100% от добычи), в том числе для промышленного разлива — 1,64 тыс. м³/сут (55% от целевого использования) [13].

Циркулирующие в пределах КМВ минеральные воды обладают различной минерализацией, температурой, химическим и газовым составом. Такое многообразие подземных вод обусловлено сочетанием рельефа, геологических и гидрогеологических условий КМВ. По результатам мониторинга подземных минеральных вод в пределах основных месторождений КМВ наблюдается в основном установившийся гидродинамический режим; истощения и деградации водной составляющей питания месторождений минеральных вод не отмечается. На отдельных скважинах Кисловодского, Ессентукского и Пятигорского месторождений качество минеральных подземных вод вышло за пределы установленных кондиций. Изменение качества подземных вод обусловлено комплексом природных и техногенных факторов, основными из которых являются неудовлетворительное техническое состояние стволов эксплуатационных скважин и в отдельных случаях возможное превышение установленных лицензией дебитов [14].

Большинство подземных минеральных вод региона КМВ содержат в своем составе такие радиоактивные элементы, как уран, радий, радон, торий и другие. Основным фактором формирования радионуклидного состава подземных вод региона КМВ является выщелачивание пород палеозойского фундамента, гранитной дресвы и интрузивных тел лакколитов. Для большинства минеральных вод региона КМВ суммарная альфа-радиоактивность не превышает 0,2 Бк/кг или несколько выше этого значения. Превышение суммарной бета-активности отмечается только в минеральных водах Железноводского месторождения. Основной вклад в суммарную радиоактивность вносят изотопы радия [15].

Подземные минеральные воды района КМВ по изотопному составу серы водорастворенных сульфатов и сульфидов весьма неоднородны и отражают особенности литологического состава водовмещающих пород и геолого-гидрогеохимических процессов, участвующих в процессе формирования этих вод [16]. Даже небольшие концентрации рассеянного органического вещества (не более 0,8%), содержащиеся в водовмещающих породах, способны инициировать процесс биогенной сульфатредукции, обеспечивающей формирование месторождений углекисло-сероводородных вод и бессульфатных вод типа «Ессентуки 4» и «17». Такие минеральные воды присутствуют в верхнемеловом водоносном комплексе на Пятигорском, Ессентукском и Нагутском месторождениях [17].

Одним из стратегически значимых месторождений для развития КМВ является Нагутское месторождение подземных минеральных вод. Оно расположено в северной части района КМВ (в 30 км от г. Ессентуки) и входит в Нагутский гидрогеологический район, который имеет существенную особенность — наличие крупной газовой залежи углекисло-метанового состава в основании нижнемелового базального горизонта конгломератов. Возраст вод Нагутского района, согласно изотопным исследованиям, превышает 1000 лет. К Нагутскому месторождению отнесены шесть участков недр с запасами минеральных вод. Эти участки совпадают с границами ЗСО, где расположены водозаборные скважины 9-бис, 26-н, 43, 47, 49 и 56-э [18].

Гидрогеологические условия района определяются совокупностью геолого-структурных особенностей осадочного чехла и широким распространением разрывных нарушений и неинтрузий. Состав минеральных вод формируется под влиянием процессов выщелачивания вмещающих пород, катионного обмена и смешения. Активность данного процесса наиболее высока в верхних частях разреза, так как глубинные газонасыщенные воды поступают по разломам фундамента ближе к поверхности. Именно здесь, смешиваясь и оттаяв, менее минерализованные потоки, формируется окончательный химический и температурный облик восходящих вод. С различными типами углекислых минеральных вод, особенно высокоценных питьевых, широко связаны гидроинжекционные гидрогеологические структуры. Эти структуры приурочены к нижнемеловым, верхнемеловым и нижнеплиоценовым отложениям. В числе таких вод можно выделить «Боржом», «Ессентуки-4» и «Ессентуки-17» [19].

Сравнительный анализ воды маастрихского горизонта верхнего мела Нагутского месторождения с водами Ессентукского месторождения показал, что вода из этого водоносного комплекса на уровне солевого состава является практически полным аналогом (по всем макро- и большинству микрокомпонентов) воды типа «Ессентуки». Отличия этой воды от «Ессентуков» заключаются только в более высоких концентрациях Sr, Ge, K, Rb и Cs, которые могут быть унаследованы от вод аптальского водоносного комплекса. Эти различия могут быть использованы для идентификации в торговых сетях про-

исхождения бутилированных вод типа «Ессентуки», добываемых из скважин Нагутского месторождения [20].

В работе [21] проведен сравнительный анализ результатов информационных расчетов, показывающий некоторую схожесть условий формирования минеральных подземных вод хлоридно-гидрокарбонатного состава в границах Ессентукского и Нагутского месторождений, при этом выделен ряд отличий в условиях поступления и накопления углекислоты, а также влияния гидрогеологических и геотермических условий на формирование вод хлоридно-гидрокарбонатного состава. Кроме того, концентрации метакремниевой кислоты, сульфатов и железа могут также различаться. Существенным отличием минеральных вод этого района является и термальность в довольно большом диапазоне температур от теплых, термальных до гипертермальных, что удобно для отпуска минеральной воды без подогрева, когда сохраняется природная структура и целебные свойства воды. Температура подземных вод в водоносном горизонте составляет +50–60 °С, на устье — +38–45 °С.

В связи с тем, что минеральные воды Нагутского месторождения относятся к термальным водам, в условиях лабораторных испытаний был оценен вклад температурного фактора в формирование этих вод. Установлено, что фактор температуры способствует накоплению В и Si в водной фазе, тогда как фактор минерализации, с одной стороны, сдерживает рост концентрации кремния, а с другой, способствует весьма существенному накоплению бора в воде, вплоть до состава воды «борного» типа [22].

Ввиду разнообразия добываемых в регионе минеральных вод существует необходимость разработки информационного ресурса, представляющего сведения о гидроминеральной ресурсной базе региона, а также создание единой базы данных по месторождениям минеральных вод в регионе Кавказские Минеральные Воды [23]. Для упакованных вод Ставропольского края («Ессентуки № 4», «Нагутская-4», «Нарзан», «Доктор Гааз», «Славяновская», «Смирновская», «Бештаугорская-2», «Новотерская целебная», «Нагутская-56», «Нагутская 26» и т. д.) в зависимости от химического состава и изотопных характеристик создан банк данных на 13 групп минеральных вод 10 производителей [24].

Сегодня на Нагутском месторождении из шести скважин добывается четыре гидрохимических типа природных термальных минеральных вод согласно ГОСТ Р 54316–2020¹ (Таблица 1).

Таблица 1. Характеристика скважин Нагутского месторождения, Ставропольский край

Table 1. Characteristics of the wells of the Nagutskoye deposit, Stavropol Krai

Группа минеральной воды	Гидрохимический тип	Водоисточник	Наименование представителя типа	Минерализация, г/дм ³
Гидрокарбонатная натриевая	Нагутский-26	Скважины № 26-н, 43	Нагутская-26	4–7
	Нагутский-56	Скважина № 56-э	Нагутская-56	6–9,5
Хлоридно-гидрокарбонатная натриевая	Нагутский-4	Скважина № 49	Нагутская-4	6–10
Хлоридно-гидрокарбонатная натриевая, борная	Ессентукский № 17	Скважины № 47, 9-бис	Нагутская-17	10–14

Именно из скважин Нагутского месторождения продавалась в недавнем прошлом упакованная вода под брендами «Ессентуки № 4» и «Ессентуки № 17», так как их химические составы очень схожи (ГОСТ Р 54316–2020).

Вода минеральная природная лечебно-столовая питьевая «Нагутская-4» выпускается по ГОСТ Р 54316–2020 с изменением 1 (Таблица А 1, группа VIII) и характеризуется следующими показателями:

- общая минерализация: 6,0–10,0 г/дм³ — категория среднеминерализованных минеральных вод;
- группа: хлоридно-гидрокарбонатная (гидрокарбонатно-хлоридная) натриевая;
- основные ионы (мг-экв.%): HCO₃[–]–70–80, Cl — 20–25, (Na+K) > 95;
- биологически активные компоненты (мг/дм³): H₂SiO₃ 10–80;
- по назначению относится к минеральным природным питьевым лечебно-столовым водам.

В качестве сырья для производства воды минеральной используется вода из скважины № 49 Нагутского месторождения. Особые свойства нативной воды определяются ее приуроченностью

¹ ГОСТ Р 54316–2020 «Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия», М.: Стандартинформ, 2020. — 49 с.

к Суркульско-Кумскому участку Нагутского месторождения, представляющего собой единую, чрезвычайно сложную гидродинамическую систему Нагутского инъекционного мегакупола, в котором под влиянием различных факторов сформировались многочисленные типы вод. Основные процессы формирования минеральной воды скважины № 49 обусловлены совокупностью геолого-гидрогеологических факторов участка водозабора, включающих наличие мощных очагов инъекции в апт-альбских отложениях глубинной термометаморфической углеислоты; развитие систем проницаемых тектонических трещин; литолого-фациальный состав водовмещающих пород; относительно затрудненный газоводообмен; высокая температура и пластовое давление [21].

Целью настоящего исследования было установление критериев идентификации воды минеральной лечебно-столовой питьевой «Нагутская-4» и сравнительная оценка критериев идентификации упакованных минеральных вод «Нагутская-4» и «Ессентуки № 4».

2. Материалы и методы

Работа проводилась специалистами направления минеральных и питьевых вод ВНИИПБиВП — филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН при участии сектора анализа минеральных и питьевых вод ИЦ ВНИИПБиВП и отдела технологии вина.

В качестве объектов исследования были выбраны промышленно разлитые воды минеральные природные лечебно-столовые «Нагутская-4» различных производителей, упакованные в потребительскую упаковку из полиэтилентерефталата и стекла, а также нативная вода из скважины. Ретроспектива исследований: 2020–2023 гг. (всего 10 образцов).

Испытания образцов минеральной воды по органолептическим и физико-химическим показателям проведены на соответствие ТР ЕАЭС 044/2017² и ГОСТ Р 54316–2020 по перечню показателей Приложения В.

Определение показателей проводили по утвержденным методикам, зарегистрированным в установленном порядке. Органолептические показатели определяли по ГОСТ 23268.1–91³. Состав рассчитывался следующим образом: для выявления катионов (кальция и магния) использовался титриметрический метод согласно ГОСТ 23268.5–78, натрий и калий измерялись методом атомной абсорбции по ГОСТ 23268.6–78 и ГОСТ 23268.7–78 соответственно на атомно-абсорбционном спектрофотометре VEB Carl Zeiss JENA AAS-3 с электротермическим атомизатором EA-30 (Германия). Анионы (сульфаты) определялись методом ионной хроматографии по ГОСТ 31867–2012 на жидкостном ионном хроматографе «Цвет-3006» (НПО «Химавтоматика», г. Москва), а хлориды и гидрокарбонаты — титриметрическим методом согласно ГОСТ 23268.17 и ГОСТ 23268.3 соответственно.

Определение токсичных элементов проводили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с электротермической атомизацией по ГОСТ 31870–2012⁴, М-02–2406–13⁵ на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-3 с электротермическим атомизатором EA-30, бор выявляли флуориметрическим методом по ГОСТ 31949–2012⁶ на анализаторе жидкости «Флуорат-02–2М» (ООО «ЛЮМЭКС», г. Санкт-Петербург), кремний, бром, йод — колориметрическим/фотометрическим методом по РД 52.24.433–2018⁷, ГОСТ 23268.15–78⁸,

ГОСТ 23268.16–78⁹ соответственно на спектрофотометре СФ-2000 (ЗАО ОКБ «СПЕКТР», г. Санкт-Петербург).

Общую минерализацию (М) в г/л, содержание метакремниевой и ортоборной кислоты в мг/дм³ определяли расчетным методом в соответствии с ГОСТ Р 54316–2020 (соответственно п. п. 7.7, 7.11, 7.12).

Аналитические исследования изотопного состава воды проводились на изотопном масс-спектрометре Delta V Advantage (Thermo Fisher Scientific, США — Германия), совмещенном с модулем GasBench II, позволяющим определять изотопные отношения кислорода и водорода в исследуемых образцах в концентрациях от 200 нмоль до 20 ммоль.

В случае анализа на показатели изотопных характеристик кислорода использовали метод, основанный на изотопном уравнивании молекул кислорода водной компоненты анализируемого образца и кислорода молекул CO₂ в смеси CO₂-He. Изотопное уравнивание происходило в закрытых крышках и предварительно продутых смесью CO₂-He и далее уравнивалось в пробирках в течение 20 часов в термостате при температуре 24 °С. В случае же анализа на показатели изотопных характеристик водорода использовали метод, основанный на уравнивании молекул водорода водной компоненты анализируемого образца и водорода молекул H₂ в смеси H₂-He, и далее содержимое уравнивалось в пробирках в течение 40 минут с использованием платинового катализатора при температуре 24 °С. Газовую смесь в случае как с кислородом, так и с водородом с измененным изотопным составом анализировали в масс-спектрометре изотопных отношений. Калибровку масс-спектрометра проводили по стандартам МАГАТЭ VSMOW2, USGS47, SLAP2. Значения показателя δ¹⁸O и δ²H в исследуемых жидкостях рассчитывали с помощью программного комплекса ISODAT. В качестве рабочего стандартного образца (PCO) применяли газообразный диоксид углерода (CO₂) высокой степени очистки 99,9999%, водород (H₂) чистоты 99,999%, а также задействовали в качестве газа-носителя гелий (He) высокой степени очистки 99,9999%. Помимо этого, также были использованы для изотопного уравнивания смеси газов, состоящая из гелия (чистота 99,9999%) и 0,4% высокоочищенного диоксида углерода, а также другая смесь, состоящая из гелия (чистота 99,9999%) и 2% высокоочищенного водорода.

Статистические данные обрабатывались программой Statistics (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA, 2006). Эксперименты проводились в 5 ÷ 6 повторностях с доверительной вероятностью p ≥ 95%.

3. Результаты и обсуждение

По органолептическим свойствам все исследованные пробы минеральной воды «Нагутская-4» соответствовали необходимым требованиям: бесцветная, прозрачная жидкость с характерным вкусом и ароматом — слабосоленоватая и кислая (за счет растворенной углекислоты) на вкус, без запаха и механических примесей.

Содержание биологически активного микрокомпонента кремния (в пересчете на метакремниевую кислоту) составляет 42,1–59,2 мг/дм³, что не позволяет однозначно отнести минеральную воду к группе «слабокремнистая» или «кремнистая». Концентрация бора (в пересчете на ортоборную кислоту) составляла 12,0–24,0 мг/дм³, что недостаточно для отнесения исследуемой воды к группе «борная».

Оценка стабильности органолептических и физико-химических показателей, а также содержания токсичных металлов в воде минеральной показала, что по изученным показателям все исследованные образцы воды соответствовали требованиям, предъявляемым к лечебно-столовым минеральным природным водам.

Токсичные металлы и нормируемые элементы, в том числе кобальт, кадмий, свинец, селен, сурьма, ртуть, мышьяк, никель, хром и др., соединения группы азота (нитриты, нитраты) в испытанных образцах воды содержатся в очень низких концентрациях, ниже предела обнаружения метода измерения. Из токсичных металлов, нормируемых ТР ЕАЭС 044/2017, в анализируемых водах обнаружены барий, литий и стронций.

Солевой состав исследованной воды минеральной с учетом сезонных колебаний за все время исследований был достаточно стабильным и соответствовал требованиям ГОСТ Р 54316–2020. Анализ полученных данных показал, что исследованные упакованные минеральные воды относятся к хлоридно-гидрокарбонатной натриевой подгруппе минеральных вод слабокремнистой группы в соответствии с Классификацией природных лечебных ресурсов¹⁰

² ТР ЕАЭС 044/2017 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природные минеральные воды» (ТР ЕАЭС 044/2017). Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 23 июня 2017 года N45.

³ ГОСТ 23268.1–91 «Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения органолептических показателей и объема воды в бутылках», М.: Издательство стандартов, 1985. — С. 23–34.

⁴ ГОСТ 31870–2012 «Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектрометрии», М.: Стандартинформ, 2012. — 20 с.

⁵ М-02–2406–13 Методика количественного химического анализа. Определение элементов в питьевой, минеральной, природной, сточной воде и в атмосферных осадках атомно-абсорбционным методом (свидетельство об аттестации N443/242(01.00250–2008)–2013 от 24.09.2013, номер в реестре ФР.1.31.2017.25626)

⁶ ГОСТ 31949–2012 «Вода питьевая. Метод определения содержания бора», М.: Стандартинформ, 2012. — 8 с.

⁷ РД 52.24.433–2018, Массовая концентрация кремния в поверхностных водах суши. Методика выполнения измерений фотометрическим методом в виде желтой формы молибдокремниевой кислоты (свидетельство об аттестации N87.24–2004, номер в реестре КЗ.07.00.01180–2015 от 09.12.2015)

⁸ ГОСТ 23268.15–78 «Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения бромид-ионов», М.: Издательство стандартов, 1985. — С. 85–91.

⁹ ГОСТ 23268.16–78 «Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения йодид-ионов», М.: Издательство стандартов, 1985. — С. 92–96.

¹⁰ Классификация природных лечебных ресурсов. Утверждена приказом Минздрава России № 557н от 31 мая 2021 г.

и являются водой минеральной природной питьевой «Нагутская-4». По основным идентификационным показателям, зарегистрированным в ГОСТ Р 54316–2020 и НМПТ, исследованные минеральные воды соответствуют необходимым требованиям. Результаты исследования (среднее значение по выборке и стандартное отклонение δ) представлены в Таблице 2. Идентификационные показатели были ранжированы по степени значимости: в первый блок вошли показатели солевого состава, характеризующие подгруппу минеральной воды и обнаруженные в концентрации более 20 мг-экв.%, общая минерализация в г/л, во второй — показатели солевого состава, обнаруженные в концентрации значительно менее 20 мг-экв.%, и биологически активные компоненты, характеризующие группу минеральной воды.

Таблица 2. Макро- и микрокомпонентный состав минеральной воды «Нагутская-4»

Table 2. Macro- and micro-component composition of mineral water “Nagutskaya – 4”

Вода минеральная природная лечебно-столовая питьевая «Нагутская-4» (скважина № 49)				
Пока- затель,	$x \pm \delta$		НМПТ	ГОСТ Р 54316
	мг/дм ³	мг-ЭКВ./дм ³		
Среднее значение идентификационных показателей, определяющих подгруппу минеральных вод				
K ⁺	26,7 ± 4,03	0,6 ± 0,1	2000–2700	1900–2700
Na ⁺	2448 ± 42,8	97,7 ± 1,3		
Cl [–]	792,3 ± 6,5	20,6 ± 0,6	600–900	550–1000
HCO ₃ [–]	4981,0 ± 83,3	74,8 ± 0,5	4000–5500	4000–5500
M, г/л	8,6 ± 0,16	–	6,0–9,0	6,0–10,0
Среднее значение идентификационных показателей, определяющих группу минеральных вод по биологически активным компонентам и элементам солевого состава				
Mg ₂ ⁺	6,7 ± 1,5	0,5 ± 0,1	< 50	1–25
Ca ₂ ⁺	26,4 ± 3,5	1,2 ± 0,2	< 100	10–100
SO ₄ ²	240,2 ± 38,3	4,6 ± 0,6	100–350	100–350
H ₂ SiO ₃	50,3 ± 8,0	–	44	10–80
H ₃ BO ₃	16,5 ± 4,9	–	отсутствует	отсутствует

Вместе с тем каждая скважина индивидуальна и характеризуется определенным набором элементов и концентраций, в том числе наличием бальнеокомпонентов и микроэлементов.

Из биологически активных компонентов (бальнеокомпонентов) в анализируемой воде в бальнеонормах присутствует только кремний; бор, фтор, йод и бром обнаружены в концентрациях значительно меньше бальнеологических норм. Микрокомпоненты, обнаруженные в стабильных концентрациях (литий, стронций, барий, бор, фтор, йод и бром), могут служить маркерами для идентификации минеральной воды «Нагутская-4» в качестве дополнительных идентификационных показателей.

Результаты исследования микрокомпонентов (среднее значение по выборке и стандартное отклонение δ), предлагаемых для идентификации, приведены в Таблице 3.

Таблица 3. Средние значения микрокомпонентов минеральной воды «Нагутская-4»

Table 3. Mean values of microcomponents of mineral water “Nagutskaya – 4”

Показатель, мг/дм ³	Среднее значение по выборке	Стандартное отклонение
Li ⁺	0,3	0,07
Sr ²⁺	1,4	0,64
Ba ²⁺	0,20	0,04
F [–]	2,4	0,4
Cl [–]	792,3	6,5
Br [–]	3,9	0,5
I [–]	0,4	0,15

На следующем этапе была проведена сравнительная оценка идентификационных показателей упакованных минеральных вод «Нагутская-4» и «Ессентуки № 4». Результаты аналитических данных (среднее значение по выборке) представлены на Рисунке 1.

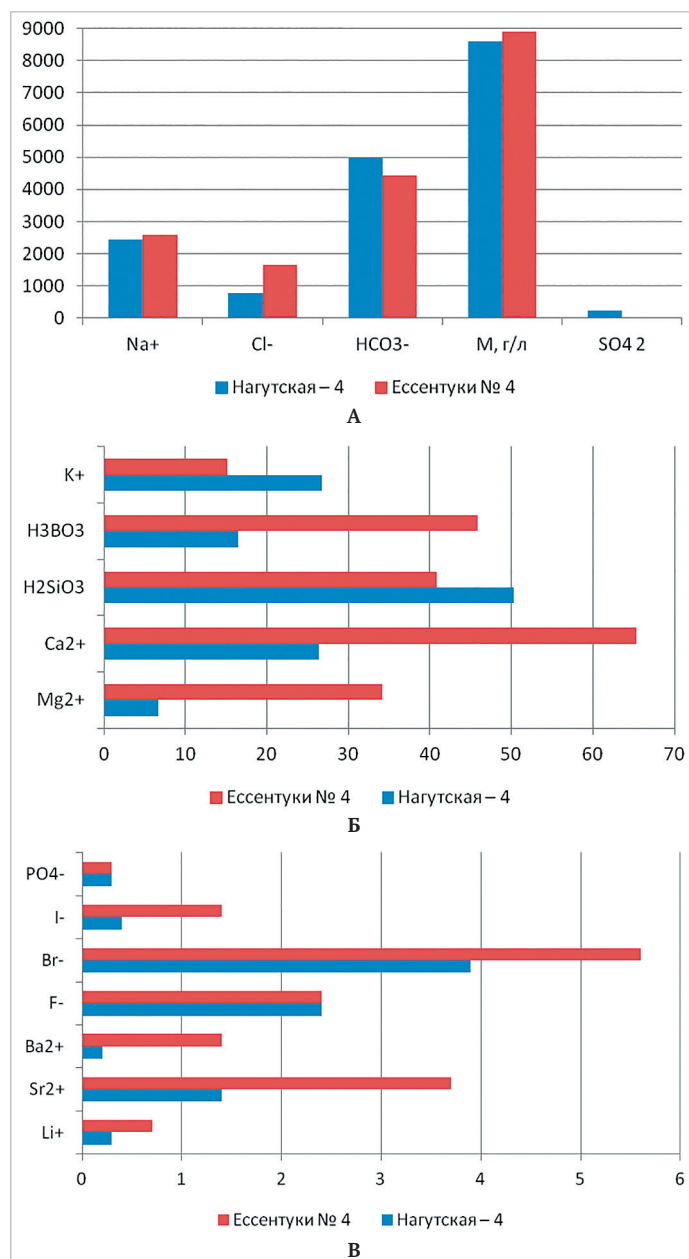


Рисунок 1. Сравнительная оценка значений идентификационных показателей вод минеральных лечебно-столовых «Нагутская-4» и «Ессентуки № 4»

Figure 1. Comparative assessment of identification indicators of the mineral medicinal table waters “Nagutskaya-4” and “Essentuki No. 4”

А — показатели, определяющие особые свойства минеральной воды и характеризующие подгруппу минеральных вод;

Б — показатели, которые определяют особые свойства минеральной воды и характеризуют группу минеральных вод по содержанию биологически активных компонентов и элементов солевого состава, не включенных в блок Рисунка 1 А.

В — дополнительные показатели химического состава (микрокомпоненты), рекомендуемые как идентификационные.

Анализ полученных результатов химического состава образцов минеральных вод «Нагутская-4» и «Ессентуки № 4» показал, что в соответствии с принятой Классификацией природных лечебных ресурсов исследованные образцы минеральных вод по целевому назначению относятся к категории питьевых вод, по совокупности показателей общей минерализации и содержания биологически активных компонентов относятся к подкатегории лечебно-столовых вод, по соотношению ионов основного ионно-солевого состава — к под-

группе хлоридно-гидрокарбонатная натриевая, по значению минерализации — к подгруппе среднеминерализованная. По показателям основного состава упакованные минеральные воды «Нагутская-4» и «Ессентуки № 4» отличаются по содержанию хлоридов и сульфатов (Рисунок 1 А). Минеральная вода «Нагутская-4» содержит в 2 раза меньше хлоридов, чем «Ессентуки № 4», и значительно больше сульфатов при практическом их отсутствии в воде «Ессентуки № 4».

По основным бальнеологическим показателям лечебной значимости минеральная вода «Ессентуки № 4» относится к группе борная, слабощелочная; а «Нагутская-4» — к группе слабощелочная (щелочная). Концентрация бора (в пересчете на ортоборную кислоту в минеральной воде «Нагутская-4» составляла 12–24 мг/дм³ и была меньше принятой бальнеологической нормы (35 мг/дм³), в то время как концентрация H₂BO₃ в минеральной воде «Ессентуки № 4» позволила отнести ее к группе борных вод. Концентрация метакремниевой кислоты в минеральной воде «Нагутская-4» составляла в среднем по выборке 50,3 ± 8,0 мг/дм³ при максимально допустимой для слабощелочных и минимально-необходимой для кремнистых минеральных вод 50 мг/дм³. Для минеральной воды «Ессентуки № 4» концентрация H₂SiO₃ не достигала уровня бальнеонормы для группы кремнистых вод.

На основании полученных данных составлены формулы минеральных вод 1 и 2.

Вода минеральная природная лечебно-столовая питьевая «Нагутская-4» хлоридно-гидрокарбонатная слабощелочная (щелочная):

$$M\ 8,4-8,8 \quad \frac{HCO_3\ 74,6-75,7\ Cl\ 19,8-20,9}{(Na + K)\ 97,4-98,5} \quad H_2SiO_3\ (42,1-59,2) \quad (1).$$

Вода минеральная природная лечебно-столовая питьевая «Ессентуки № 4» хлоридно-гидрокарбонатная борная, слабощелочная:

$$M\ 8,7-8,9 \quad \frac{HCO_3\ (60-62,1)\ Cl\ (37,8-39,9)}{(Na + K)\ 93,8-96,4} \quad H_3BO_3\ (45,3-46,8)\ H_2SiO_3\ (17,0-42,8) \quad (2).$$

По микрокомпонентному составу исследуемые минеральные воды были похожи и характеризовались практически тем же набором микрокомпонентов, но в воде «Ессентуки № 4» они определялись в большей концентрации (Рисунок 1 В).

На следующем этапе исследуемые минеральные воды сравнивались по изотопным характеристикам. В воде глубоких подземных скважин изотопные характеристики воды (δD и $\delta^{18}O$) позволяют различать первоисточники подземной воды (инфильтрационные, седиментационные, ювенильные и т. д.) и оценивать долю каждого генетического типа в изучаемой смеси. Целью изотопных исследований подземных вод является главным образом установление условий формирования, происхождения и динамики водообмена [25]. Вместе с тем изотопные характеристики минеральных вод могут быть использованы при их идентификации. Наиболее перспективный метод для решения этой задачи — масс-спектрометрический метод определения изотопного состава кислорода и водорода этих вод. Результаты исследования (среднее значение по выборке и стандартное отклонение δ) приведены в Таблице 4.

Таблица 4. Изотопные характеристики минеральных вод

Table 4. Isotopic characteristics of mineral waters

Изотопные характеристики	Наименование образца воды минеральной лечебно-столовой			
	«Нагутская-4»		«Ессентуки № 4»	
	скв. 49	скв. 49-Э	скв. 71	скв. 57-РЭ-бис
$\delta O^{18}, \text{‰}$	(– 11,63 ± 0,08)	(– 9,29 ± 0,6)	(– 9,15 ± 0,6)	(– 9,17 ± 0,3)
$\delta D, \text{‰}$	(– 73,50 ± 0,59)	(– 77,51 ± 3,4)	(– 74,12 ± 2,3)	(– 74,12 ± 0,2)

Анализ полученных результатов показал, что изотопные характеристики исследуемых образцов близки по показателям изотопных характеристик водорода и кислорода, так как Ессентукское и Нагутское месторождения расположены в одном регионе и достаточно близко. Вместе с тем даже в пределах одного месторождения сква-

жины могут несколько отличаться по изотопным характеристикам, так, по соотношению изотопов водорода δD образец из скважины 49-Э Ессентукского месторождения был немного легче (– 77,51‰) двух других образцов. Сравнение изотопных характеристик исследуемых минеральных вод показало, что по соотношению изотопных характеристик кислорода $\delta^{18}O$ минеральная вода «Нагутская-4» из скважины № 49 была «легче» минеральной воды «Ессентуки № 4» со значением — 11,63‰. Изотопные характеристики кислорода и водорода минеральных вод зависят в первую очередь от географического местоположения источника и от геохимических особенностей региона. Схожесть полученных результатов хорошо показывает факт того, что данные месторождения находятся близко относительно друг друга, что подтверждает данную теорию.

Таким образом, проверены и уточнены идентификационные показатели для воды минеральной «Нагутская-4», которые разбиты на блоки по значимости. В перечень дополнительных показателей для идентификации минеральных вод «Нагутская-4» и «Ессентуки № 4» рекомендуется включить фториды, токсичные металлы (литий, стронций, барий), а также биологически активные компоненты (йод и бром), концентрации которых характерны для данной группы вод. Сравнительная оценка идентификационных показателей Ессентукского и Нагутского месторождений показала их идентичность, а их количественное содержание в упакованных минеральных водах, ранее разливаемых под одним брендом, показала их различие по ряду показателей (хлоридам, сульфатам, бору, микрокомпонентам и т. д.), что позволит надежно их идентифицировать.

4. Выводы

В результате проведенной работы получены новые экспериментальные данные по химическому составу и изотопным характеристикам минеральной воды Нагутского месторождения «Нагутская-4». Предложены и научно обоснованы ее идентификационные показатели.

В качестве идентификационных показателей используются традиционные показатели (основной состав, биологически активные компоненты и минерализация) и микрокомпоненты, характерные для скважины № 49 Нагутского месторождения. Идентификационные показатели ранжированы по степени значимости: 1 блок — показатели основного состава, характеризующие подгруппу; 2 блок — элементы, характеризующие группу минеральных вод по биологически активным компонентам и элементам солевого состава, не входящим в блок 1; 3 блок — микрокомпоненты, характерные для данного месторождения.

В перечень дополнительных показателей для идентификации минеральных вод «Ессентуки № 4» и «Нагутская-4» рекомендуется включить фториды, токсичные металлы: литий, стронций, барий; биологически активные компоненты: йод и бром, концентрации которых были достаточно стабильны за весь исследуемый период и были характерны для данной группы вод Ессентукского и Нагутского месторождений.

Проведенная сравнительная идентификация близких по происхождению, условиям формирования и составу минеральных вод «Нагутская-4» и «Ессентуки № 4» показала возможность их идентификации как по основным идентификационным показателям (показатели, выносимые в маркировку), так и по микрокомпонентному составу, изотопным характеристикам. Установлено, что для изученных минеральных вод Ессентукского и Нагутского месторождений характерно наличие микрокомпонентов (лития, стронция, бария, фтора, йода и брома), которые могут служить в качестве маркеров при идентификации упакованной минеральной воды, как и их изотопные характеристики.

В соответствии с поставленной целью были установлены критерии идентификации воды минеральной лечебно-столовой питьевой «Нагутская-4», а проведенная сравнительная оценка идентификационных показателей и их количественного содержания упакованных минеральных вод «Нагутская-4» и «Ессентуки № 4» позволила выявить их сходство и различие. Разработанные критерии идентификации минеральной воды «Нагутская-4» позволяют однозначно ее идентифицировать из ряда однотипной продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Митин, С. Г., Сысоев, Г. В., Оганесянц, Л. А., Севостьянова, Е. М. (2020). Производство упакованных вод. Состояние, проблемы и пути их решения. *Пиво и напитки*, 4, 29–32. <https://doi.org/10.24411/2072-9650-2020-10041>
2. Аслаханов, А. А. (2018). Контрафакт убивает бренд. *Контроль качества продукции*, 1, 54–55.
3. Анищенко, Д., Талызина, Т. Л. (17 марта, 2020). *Идентификация ионного состава минеральных вод*. Материалы XVII Международной научной конференции, Брянск: Брянский государственный аграрный университет. Брянск, Россия, 2020.
4. Амелин, В. Г., Подколзин, И. В., Третьяков, А. В. (2012). Применение масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой для идентификации происхождения и выявления факта фальсификации природных минеральных вод. *Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология*, 55(7), 16–21.
5. Васюков, А. Е., Суринова, К. К., Зиновьев, Н. Р., Никулина, С. Н. (2020). *Использование двукратного измерения удельной электропроводности воды для идентификации ее минерального состава*. Научные труды Калужского государственного университета имени К. Э. Циолковского. Серия: Естественные и технические науки. Калуга: Издательство КГУ имени К. Э. Циолковского, 2020
6. Шаока, З. А. Ч., Амелин В. Г., Репкин Р. В. (2022). Идентификация природных минеральных вод Владимирской области по цветометрии индикаторных бумаг с использованием смартфона. *Вестник Московского университета. Серия 2: Химия*, 63(3), 233–243.
7. Сидельников, А. В., Майстренко, В. Н., Кудашева, Ф. Х., Бикмеев, Д. М. (2011). Идентификация минеральных вод с использованием вольтамперометрического «электронного языка». *Вестник Башкирского университета*, 16(2), 345–348.
8. Курочкин, В. Ю., Хорошавина, Е. И., Пешехонов, Д. А. (2022). Контроль качества упакованных минеральных питьевых вод. *Гигиена и санитария*, 101(12), 1568–1574. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-12-1568-1574>
9. Севостьянова, Е. М., Шилкин, А. А., Семилатный, В. К. (2022). Изучение особенностей химического состава и изотопных характеристик подземных вод Ессентукского месторождения. *Пищевая промышленность*, 9, 92–96. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.9.9.018>
10. Кольчугина, Т. А. (11–12 января 2018). *Классификация гидроминеральных ресурсов Кавказских Минеральных Вод*. Университетские чтения — 2018: Материалы научно-методических чтений ПГУ, Пятигорск, Том XIV, Пятигорск: Пятигорский государственный университет, 2018.
11. Бондарева, Г. Л. (2008). Условия формирования месторождений минеральных вод региона Кавказских Минеральных Вод. *Геология, география и глобальная энергия*, 1(28), 115–119.
12. Петрова, К. Ю. (29–30 марта, 2019). *Общие сведения о состоянии и использовании минерально-сырьевой базы Ставропольского края*. Материалы докладов VII Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием, Махачкала: Дагестанский государственный педагогический университет. Махачкала, Россия, 2019.
13. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации за 2021 год, Выпуск 18. Электронный ресурс: <https://specgeo.ru/upload/iblock/bee/0jgz9v5m29b15jem18br25zaauwdesdk.pdf> Дата доступа 20.06.2023.
14. Спектор, С. В., Королев, И. Б., Терещенко, Л. А., Арутюнова, С. В., Стародубова, Ю. П. (2018). Оценка состояния минеральных подземных вод региона Кавказские минеральные воды по данным государственного мониторинга состояния недр. *Разведка и охрана недр*, 11, 47–53.
15. Потапов, Е. Г., Ляшенко, С. И. (17–20 августа 2020). *Особенности формирования радиологического состава минеральных вод региона КМВ*. Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: Сборник материалов четвертой Всероссийской научной конференции с международным участием, Улан-Удэ: Геологический институт СО РАН. Улан-Удэ: Бурятский научный центр Сибирского отделения РАН, 2020. <https://doi.org/10.31554/978-5-7925-0584-1-2020-103-106>
16. Потапов, Е. Г., Дубинина, Е. О. (20–25 августа, 2018). *Изотопный состав серы пород и подземных вод района КМВ*. Материалы третьей Всероссийской научной конференции с международным участием, Чита: Бурятский научный центр Сибирского отделения РАН. Чита, Россия, 2018. <https://doi.org/10.31554/978-5-7925-0536-0-2018-308-311>
17. Потапов, Е. Г., Айдаркожина, А., Лаврушин, В. Ю., Данилов С. Р. (27–29 сентября, 2019). *Распределение органического вещества горных пород и состав подземных минеральных вод региона КМВ*. Актуальные направления сбалансированного развития горных территорий в контексте междисциплинарного подхода: Материалы I Международной научной конференции. Карачаевск: Карачаево-Черкесский государственный университет им. У. Д. Алиева. Карачаевск, Россия, 2019.
18. Открытое акционерное общество «Минеральные воды Ставрополя»: официальный сайт. Электронный ресурс: <http://mvs-kmv.ru/info/about.aspx> Дата доступа 05.06.2023
19. База данных по месторождениям региона Кавказские Минеральные Воды. Электронный ресурс: <https://softsyntez.ru/mineralbase.php?id=3> Дата доступа 05.06.2023
20. Lavrushin, V. Yu, Lisenkov, A. B., Aidarkozhina, A. S. (2020). Genesis of the Yes-sentuki deposit of carbonated waters, North Caucasus. *Geochemistry International*, 58, 77–90. <https://doi.org/10.1134/S0016702920010085>
21. Королев, Б. И., Лисенков, А. Б. (2018). Сравнение природных условий формирования минеральных вод Ессентукского и Нагутского месторождений. *Геозология. Инженерная геология, гидрогеология, геоэкология*, 2, 30–40.
22. Limantseva, O. A., Cherkasova, E. V., Potapov, E. G., Danilov, S. P. (2016). Analysis of accumulation conditions of minor elements in mineral waters: An example of hydrocarbonate sodic waters of the Nagutskoe mineralized groundwater field. *Geochemistry International*, 54, 712–718. <https://doi.org/10.1134/S001670291608005X>
23. Флоринский, О. С., Макарова, А. А. (2021). Обоснование необходимости разработки информационного ресурса «Месторождение минеральных вод КМВ». *Вестник Ессентукского института управления, бизнеса и права*, 18, 156–161.
24. Скоробогатова, Н. Н., Артамошкина, О. М., Булгаков, Т. В. (12 марта, 2021). *Некоторые аспекты экспертного исследования минеральных природных питьевых вод Ставропольского края*. Материалы Международной научно-практической конференции, Иркутск: Восточно-Сибирский институт Министрства внутренних дел Российской Федерации. Иркутск, Россия, 2021.
25. Оганесянц, Л. А., Севостьянова Е. М., Кузьмина Е. И., Ганин М. Ю., Чебыкин Е. П., Сутурин А. Н. (2021). Изучение изотопного и химического состава глущинной воды озера Байкал. *Техника и технология пищевых производств*, 51(4), 723–732. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-723-732>

REFERENCES

1. Mitin, S. G., Sysoev, G. V., Oganesyants, L. A., Sevostyanova, E. M. (2020). *Packaged water production. Status, problems and solutions. Beer and Beverages*, 4, 29–32. <https://doi.org/10.24411/2072-9650-2020-10041> (In Russian)
2. Aslahanov, A. A. (2018). Counterfeit kills brand. *Production Quality Control*, 1, 54–55. (In Russian)
3. Anishchenko, D., Talyzina, T. L. (March 17, 2020). *Identification of the ionic composition of mineral waters*. Proceedings of the 17th International scientific conference. Bryansk: Bryansk State Agrarian University. Bryansk, Russia. 2020. (In Russian)
4. Amelin, V. G., Podkolzin, I. V., Tretyakov, A. V. (2012). Using inductively coupled plasma mass spectrometry to determine origin and reveal a fact of adulteration of natural mineral waters. *The Journal Chemchemtech*, 55(7), 16–21. (In Russian)
5. Vasyukov, A. E., Surinova, K. K., Zinoviev, N. R., Nikulina, S. N. (2020). *Using two-time measurement of the specific electrical conductivity of water to identify its mineral composition*. Scientific works of the Kaluga State University named after K. E. Tsiolkovski. Series: Natural and technical sciences. Kaluga: KSU named after K. E. Tsiolkovski, 2020. (In Russian)
6. Shaoka, Z. A. Ch., Amelin, V. G., Repkin, R. V. (2022). Identification of natural mineral waters Vladimir region by colorimetry of indicator papers using a smartphone. *Moscow University Chemistry Bulletin*, 63(3), 233–243. (In Russian)
7. Sidelnikov, A. V., Maistrenko, V. N., Kudashova, F. H., Bikmeev, D. M. (2011). Identification of mineral waters using voltammetric electronic tongue. *Vestnik Bashkirskogo Universiteta*, 16(2), 345–348. (In Russian)
8. Kurochkin, Y. Yu., Khoroshavina, E. I., Peshekhonov, D. A. (2022). Quality control of packaged mineral drinking water. *Hygiene and Sanitation*, 101(12), 1568–1574. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-12-1568-1574> (In Russian)
9. Sevostyanova, E. M., Shilkin, A. A., Semipiatny, V. K. (2022). Study of the chemical composition and isotopic characteristics of the underground waters of the Essentuki deposit. *Food Industry*, 9, 92–96. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.9.9.018> (In Russian)
10. Kolchugina, T. A. (January 11–12, 2018). *Classification of hydromineral resources of the Caucasian mineral waters*. University readings — 2018: Proceedings of the scientific-methodical readings of PSU, Pyatigorsk, Vol. XIV, Pyatigorsk: Pyatigorsk State University, Russia. 2018. (In Russian)
11. Bondareva, G. L. (2008). Conditions for formation of mineral water deposits in the region of Caucasian mineral waters. *Geology, Geography and Global Energy*, 1(28), 115–119. (In Russian)
12. Petrova, K. Yu. (March 29–30, 2019). *General information about the condition and use of mineral and raw material base of the Stavropol krai*. Proceedings of the reports of the 7th All-Russian scientific-practical conference with the international participation, Makhachkala: Dagestan State Pedagogical University. Makhachkala, Russia. 2019. (In Russian)
13. Informational bulletin about the condition of underground resources of the territory of the North Caucasian Federal district for 2021, Issue 18. Retrieved from <https://specgeo.ru/upload/iblock/bee/Ojgz9v5m29b15iemimbr25zquydwgskd.pdf> Accessed June 20, 2023 (In Russian)
14. Spector, S. V., Korolev, I. B., Tereshchenko, L. A., Arutyunova, S. V., Starodubova, Yu. P. (2018). State monitoring of mineral underground waters particularly protected ecological resort region of Caucasian mineral waters. *Prospect and Protection of Mineral Resources*, 11, 47–53. (In Russian)
15. Potapov, E. G., Lyashenko, S. I. (August 17–29, 2020). *Features of the formation of the radiological composition of mineral waters of the CMW region*. The Geological Evolution of the Water-Rock Interaction: Proceedings of the 4th All-Russian scientific conference with the international participation, Ulan-Ude, Geological Institute of the Siberian Branch of RAS, Ulan-Ude: Buryat Scientific Center of the Siberian Branch of RAS, Russia. 2020. <https://doi.org/10.31554/978-5-7925-0584-1-2020-103-106> (In Russian)
16. Potapov, E. G., Dubinina, E. O. (August 20–25, 2018). *Isotope composition sulfur of the rocks and groundwater of the KMV region*. Proceedings of the 3rd All-Russian scientific conference with the international participation, Chita, Buryat Scientific Center of the Siberian Branch of RAS. Chita, Russia. 2018. <https://doi.org/10.31554/978-5-7925-0536-0-2018-308-311> (In Russian)
17. Potapov, E. G., Aidarkozhina, A., Lavrushin, V. Yu., Danilov S. R. (September 27–29, 2019). *Hydromineral resources of spa resorts of the Caucasian Mineral Water*. Topical directions of the balanced development of mountain territories in the context of the interdisciplinary approach: Proceedings of the 1st International scientific conference. Karachaevsk: Karachaevo-Cherkess State University named after U. D. Aliiev. Karachaevsk, Russia. 2019. (In Russian)

18. Open joint-stock company “Mineral waters of Stavropolye”: official site. Retrieved from <http://mvs-kmv.ru/info/about.aspx> Accessed June 5, 2023. (In Russian)
19. Database on deposits of the region Caucasian mineral waters. Retrieved from <https://softsyntez.ru/mineralbase.php?id=3>. Accessed June 5, 2023. (In Russian)
20. Lavrushin, V. Yu, Lisenkov, A. B., Aidarkozhina, A. S. (2020). Genesis of the Yes-sentuki deposit of carbonated waters, North Caucasus. *Geochemistry International*, 58, 77–90. <https://doi.org/10.1134/S0016702920010085>
21. Korolev, B. I., Lisenkov, A. B. (2018). Comparative natural conditions of mineral groundwater formation at the Essentuki and Naguta deposits. *Geocology. Engineering Geology, Hydrogeology, Geocryology*, 2, 30–40. (In Russian)
22. Limantseva, O. A., Cherkasova, E. V., Potapov, E. G., Danilov, S. P. (2016). Analysis of accumulation conditions of minor elements in mineral waters: An example of hydrocarbonate sodic waters of the nagutskoe mineralized ground-water field. *Geochemistry International*, 54(8), 712–718. <https://doi.org/10.1134/S001670291608005X>
23. Florinsky, O. S., Makarova, A. A. (2021). Justification of the need to develop an information resource “Mineral water deposit по данным журнала: KMV”. *Bulletin of the Essentuki Institute of Management, Business and Law*, 18, 156–161. (In Russian)
24. Skorobogatova, N. N., Artamoshkina, O. M., Bulgakov, T. V. (March 12, 2021). *Several aspects of expert investigation of mineral natural drinking waters of Stavropol krai*. Proceedings of the International scientific-practical conference. Irkutsk: East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation. Irkutsk, Russia. 2021. (In Russian)
25. Oganesyants, L. A., Sevostianova, E. M., Kuzmina, E. I., Ganin, M. Yu, Chebykin, E.P, Suturin, A. N (2021). Isotopic and Chemical Composition of the Deep Water of Lake Baikal. *Food Processing: Techniques and Technology*, 51(4), 723–732. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-723-732> (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
Елена Михайловна Севостьянова — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, отдел технологии пивоварения, Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности 119021, г. Москва, ул. Россолимо, д. 7 Тел.: +7-499-246-01-96 e-mail: waterlena@list.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8307-8329 * автор для контактов	Elena M. Sevostyanova, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Brewing Technology Department, All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry 7, Rossolimo str., 119021, Moscow, Russia Tel.: +7-499-246-01-96 e-mail: waterlena@list.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8307-8329 * corresponding author
Ганин Михаил Юрьевич — младший научный сотрудник, лаборатория технологии виноградных и плодовых вин, Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности Адрес: 119021, г. Москва, ул. Россолимо, д. 7 Тел.: +7-499-246-63-10 E-mail: labvin@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0518-1181	Mikhail Yu. Ganin, Junior Researcher, Laboratory of Technology of Grape and Fruit Wines, All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry 7, Rossolimo St., 119021, Moscow, Russia Tel.: +7-499-246-63-10 E-mail: labvin@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0518-1181
Критерии авторства	Contribution
Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат	Authors equally relevant to the writing of the manuscript, and equally responsible for plagiarism
Конфликт интересов	Conflict of interest
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.	The authors declare no conflict of interest.