

КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

А.В. Павлова*, **О.В. Крылова**, кандидат фармацевтических наук,
О.А. Васнецова, доктор химических наук, профессор

Первый Московский государственный медицинский университет
им. И.М.Сеченова (Сеченовский Университет);

Российская Федерация, 119991, Москва, ул. Большая Пироговская, д. 2, стр. 4

Изучение химического состава минеральных вод положило начало научной бальнеологии, развитие которой превратилось в самостоятельную отрасль теоретической и прикладной медицины. Представлен анализ существующих классификаций подземных вод. По назначению минеральные воды подразделяют на столовые, лечебно-столовые и лечебные. По способу применения минеральные воды делят на предназначенные для внутреннего (питьевые) и для наружного применения (бальнеологические). По преобладающему аниону выделяют 3 класса: гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные воды. В свою очередь воды каждого класса подразделяют по преобладающему катиону на 3 группы: кальциевую, магниевую и натриевую. Предпринята попытка систематизировать имеющиеся научные данные и показать зависимость минеральных питьевых (лечебных, лечебно-столовых и столовых) и бальнеологических вод от способа применения, дозы, показаний и противопоказаний.

Ключевые слова: природные минеральные воды, классификация минеральных вод.

Для цитирования: Павлова А.В., Крылова О.В., Васнецова О.А. Классификация минеральных вод. Фармация. 2018; 67 (1): 8–13.
DOI: 10.29296/25419218-2018-01-02

E-mail: mvl19111711@yandex.ru

Применение минеральных вод в медицинской практике имеет многовековую историю. В Греции археологами были обнаружены развалины водолечебницы VI века до н.э. Гиппократ, живший около 460–356 гг. до н. э., в своем сочинении «О воздухе, воде и местности» описал способы использования минеральной воды [1]. Древнегреческий врач Архигенес (I век н.э.) впервые обнаружил фактическую зависимость лечебной силы подземных вод от минерального состава воды. Создав первую классификацию минеральных вод, он выделил 4 группы воды: щелочные, соленые, железистые и сернистые. Родоначальник гидротерапии или водолечения, известный врач древнего мира Гален (131 г. н.э.) в своих трудах неоднократно говорил о пользе ежедневного купания в римских термах и общественных водолечебницах Древнего Рима. В XVI веке итальянский анатом и врач Габриэле Фаллопий (1523–1562), работавший над уточнением химического состава минеральных вод, опубликовал «Семь книг о теплых водах». На рубеже XVII–XVIII веков труды немецкого ученого Ф. Гофмана о химическом составе минеральных вод положили начало научной бальнеологии. В 1822 г. шведский химик И.Я. Берцелиус произ-

вел точные химические анализы минеральных источников в Карлсбаде и разработал научные приемы определения состава минеральных вод. Дальнейшее развитие бальнеологической науки превратило ее в самостоятельную отрасль теоретической и прикладной медицины.

Русский химик, академик Петербургской Академии наук Герман Иванович Гесс, опубликовал в 1825 г. работу, посвященную химическому составу и лечебному действию российских минеральных вод. Огромное влияние на дальнейшее изучение химического состава лечебных минеральных вод оказало создание в 1863 г. по инициативе доктора С.А. Смирнова на территории Кавказских Минеральных Вод «Русского бальнеологического общества». В XX веке были установлены общие основы единой оценки минеральных вод по физическим свойствам и химическому составу.

В соответствии с ГОСТ Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия (с изменениями №№ 1, 2, 3, 4)» по назначению все минеральные воды делятся на 3 вида: столовые, лечебно-столовые и лечебные [2, 3]. По минерализации минеральные воды подразделяются на 7 укрупненных групп: пресной минерализации – до 1 г/дм³, слабой – 1–2 г/дм³, малой – 5 г/дм³, средней – 5–10 г/дм³, высокой – 10–35 г/дм³, рассольные и крепкие рассолы 35–150 г/дм³

и более. Рассольные воды и крепкие рассолы используются для наружного применения в бальнеологии, остальные минеральные воды (пресной, слабой, малой, средней и высокой минерализации) считаются питьевыми для внутреннего потребления. Для вод, содержащих биологически активные компоненты, выделяются группы лечебных минеральных вод слабой минерализации – менее 1 г/дм³ [2, 4].

По радиоактивности различают 4 основные группы минеральных вод: радоновые, радиевые, радоново-радиевые и урановые. Основное лечебное значение имеют радоновые воды. В России с 1961 г. для минеральных вод были приняты следующие значения концентрации радона: малой концентрации (слаборадоновые) от 185 до 1480 Бк/л; средней концентрации (среднерадоновые) – от 1780 до 7400 Бк/л; высокой концентрации (высоко-радоновые) – более 7400 Бк/л.

Кислотные свойства минеральных вод определяются действием водородных, а щелочные – гидроксильных ионов. Величина pH в минеральных водах может меняться от 0,4 до 9,5. По кислотно-щелочным свойствам минеральные воды подразделяются на 6 групп: сильнокислые (pH – 3,5); кислые (pH – от 3,5 до 5,5); слабокислые (pH – от 5,5 до 6,8); нейтральные (pH – от 6,8 до 7,2); слабощелочные (pH – от 7,2 до 8,5) и щелочные (pH – более 8,5) [5, 6].

По преобладающему аниону выделяют 3 класса воды: гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные. Воды каждого класса подразделяют, в свою очередь, по преобладающему катиону на 3 группы: кальциевую, магниевую и натриевую. Каждая группа делится на 4 вида по соотношению содержащихся в воде ионов (в эквивалентах).

По содержанию основных биологически активных компонентов отличают минеральные воды: углекислые, сероводородные, мышьяковистые, железистые, бромные, йодные, борные, кремнистые, радоновые, содержащие органические вещества [7]. В настоящее время в России природные воды считают минеральными в соответствии с правилами минимального содержания в них биологически активных компонентов: CO₂ – 500 мг/дм³; H₂S – 10 мг/дм³; Fe – 10 мг/дм³; As – 0,7 мг/дм³; Br – 25 мг/дм³; J – 5 мг/дм³; H₂SiO₃ – 50 мг/дм³; Rn – 185 мг/дм³. Каждую группу подразделяют на 4 вида по соотношению содержащихся в воде ионов (в эквивалентах). При этом класс природных вод обозначается символом аниона (C, HCO³⁻, S, SO₄²⁻, Cl) и катиона (K⁺, Na⁺, Ca²⁺), тип воды указывается римской цифрой.

Формула воды записывается следующим образом: к символу класса добавляют нижний индекс – значение минерализации (с точностью до 0,1 г/л), к символу группы присоединяют верхний индекс – значение общего катионного состава (с точностью до целых единиц вещества в ммоль/л), например, C₁¹;²Na0,5 – гидрокарбонатно-натриевая вода с преобладающей концентрацией гидрокарбонатных ионов и ионов натрия и общей минерализацией 1,2 г/л.

В природных водах присутствуют растворенные газы, в основном диффундирующие из воздушной атмосферы, в частности кислород, углекислый газ, азот. В подземных водах нецентрализованных источников водоснабжения, в минеральных и термальных водах возможно присутствие сероводорода, радиоактивного газа радона, а также инертных и других газов.

В классификации минеральных вод, предложенной М.Г. Валяшко, нет деления на классы или группы. Все рассолы делятся на 3 типа: карбонатный, сульфатный и хлоридный. Выделение типов производится по присутствию в рассолах характерных солей. Так, карбонатный (содовый) тип отличается присутствием в рассоле NaHCO₃, хлоридный тип – CaCl₂. Сульфатный тип минеральных вод М.Г. Валяшко разделил на 2 подтипа в зависимости от наличия в рассоле Na₂SO₄ или MgCl₂; хлоридно-магниевый и сульфатно-натриевый. В данной классификации гидрохимические типы дают возможность спрогнозировать состав солей, выпадающих из рассолов.

На теории ионной диссоциации основана классификация лечебных вод В.А. Александрова. Он предложил разделить лечебные минеральные питьевые воды на 5 категорий по аниону, превышающему 12,5 экв.% (табл. 1), каждый из которых делится по преобладающим катионам: хлоридный, гидрокарбонатный, нитратный, сульфатный, смешанный (включает воды, содержащие одновременно разные анионы в количестве 12,5 экв.%). Каждый класс подразделяется на подклассы по преобладающему катиону [8].

Классификация О.А. Алёкина совмещает правило деления по доминирующим анионам и катионам с разделением, согласно количественному соотношению между ними. Все без исключения натуральные природные воды подразделяются, в первую очередь, по преобладающему аниону (согласно эквивалентам) на 3 класса: гидрокарбонатные и карбонатные, сульфатные, хлоридные воды. Далее они делятся по преобладающему катиону на кальциевые, магниевые и натриевые.

Каждая из групп, в свою очередь, делится на 4 подгруппы, в зависимости от соотношений между ионами в эквивалентах (табл. 2).

По условиям образования подземные минеральные воды подразделяются на разные категории (табл. 3) [9, 10].

Существует большое количество классификаций минеральных вод по химическому составу и минерализации. Большинство исследователей (В.И. Вернадский, О.А. Алёкин и др.) выделяют 4 группы подземных вод: 1) пресные (общая минерализация до 1 г/л); 2) солоноватые (1 – 10 г/л); 3) соленые – (10–50 г/л); 4) рассолы (более 50 г/л). М.С. Гуревич и Н.И. Толстихин предлагают более дробное разделение указанных групп исходя из потребностей и различного применения подземных вод. Отнесение к пресным водам установлено нормами ГОСТа. Слабосоленоватые воды могут применяться для орошения, нецентрализованного водоснабжения; соленые – для оценки минеральных

(лечебных) вод. Выделение подгрупп рассолов обусловлено правильной оценкой промышленных термальных, подземных вод и вод нефтяных месторождений.

С.А. Шукарев построил свою классификацию на градации вод по 6 главным ионам, количество которых в воде превышает 12,5 экв: катионов Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} и анионов Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Вода по содержанию перечисленных ионов относится к тому или иному классу в значении, превышающем 25 процент-эквивалентов (суммы процент-эквивалентов анионов и катионов в отдельности принимают за 100). Всего получается 49 классов вод – в зависимости от комбинаций водных видов по содержанию катионов. Пример: вода сульфатная магниевая-кальциевая или хлоридно-гидрокарбонатная натриевая. Все классы поделены на группы по общей минерализации: А – менее 1,5 г/л; В – от 1,5 до 10 г/л; С – от 10 до 40 г/л; D – более 40 г/л. Преимущество классификации С.А.

Таблица 1

КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ПО В.А. АЛЕКСАНДРОВУ

Класс	Наименование	Химический состав
1	Гидрокарбонатные (щелочные) воды	Содержание гидрокарбонатных анионов (HCO_3^-) превышает 25 экв.%. Содержание других анионов меньше 25 экв.%
2	Хлоридные (соляные) воды	Содержание анионов хлора (Cl^-) превышает 25 экв.%. Содержание других анионов меньше 25 экв.%
3	Сульфатные (гипсовые) воды	Содержание сульфатных анионов (SO_4^{2-}) превышает 25 экв.%. Содержание других анионов меньше 25 экв.%
4	Воды смешанного типа	Имеют сложный состав (2 и более анионов): гидрокарбонатно-хлоридные, хлоридно-сульфатные, гидрокарбонатно-сульфатные, гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные
5	Воды 1–4 классов, содержащие биологически активные компоненты	Содержат биологически активные микроэлементы, железо, мышьяк, фтор
6	Газовые воды	Углекислые, сульфатные, радоновые

Таблица 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДГРУПП МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ПО О.А. АЛЁКИНУ

Тип подгруппы	Характеристика
Тип 1	Возникают либо при обменном процессе Ca^{2+} и Mg^{2+} на Na^+ , либо в ходе химического выщелачивания изверженных пород. Часто маломинерализованные. Редкий источник – бессточные озера, питаемые аналогичными водами
Тип 2 Смешанные	Структура может быть сопряжена на генетическом уровне с продуктами выветривания изверженных пород или с осадочными породами. Основной источник пресных вод: озера, реки и подземные воды малой и умеренной минерализации
Тип 3 Метаморфизированные	Часть вод, подвергшихся катионному обмену Na^+ на Ca^{2+} либо Mg^{2+} сильной минерализации. Это воды морей, океанов и другие сильноминерализованные воды
Тип 4 Подземные воды	Отличительные признаки: условия залегания, физические свойства подземных вод, гидравлические свойства, способ образования, литологический состав водоносных пород, возраст, химический состав

Щукарева – простота и удобство в сопоставлении различных по химическому составу вод, ее существенный недостаток – громоздкость (49 классов и 4 группы).

Классификация А.И. Перельмана интересна своим акцентом на 6 основных таксонах, при этом каждый из них определяют на основе одного критерия: по группе – температура; по типу – окислительно-восстановительные условия; по классу – щелочно-кислотные условия; по семейству – общая минерализация; по роду – растворенное органическое вещество; по виду – ведущие катионы и анионы, кроме H^+ и OH^- . Эту классификацию отличает от других учет температуры, органических веществ, газов. Идея А. И. Перельмана – изображение воды 6-значным числом (по числу таксонов и разновидностей, которых в каждом таксоне содержится не более 9) [10]. Предусмотре-

но также параллельное деление вод по их особым свойствам (табл. 4).

По химическому составу выделяют 31 группу природных минеральных вод, относящихся к следующим 5 типам: 1-я гидрокарбонатные; 2-я – хлоридные; 3-я – сульфатные; 4-я – воды со сложной структурой (хлоридно-гидрокарбонатные, сульфатно-гидрокарбонатные и хлоридно-сульфатные); 5-я – воды, содержащие биологически активные элементы. Содержание анионов и катионов отражается в названии группы минеральной воды, например гидрокарбонатная магниевонатриево-кальциевая и магниево-кальциевонатриевая (Амурская); магниево-натриевая, магниево-кальциевая и натриево-магниево-кальциевая (Нарзан), сульфатно-гидрокарбонатная; хлоридно-сульфатная натриевая (Нижне-Ивкинская № 1) и т.д.

Таблица 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ПО УСЛОВИЯМ ОБРАЗОВАНИЯ

Класс	Категория	Характеристика
1	Условия залегания природных минеральных вод и характер вмещающих горных пород	Поровые воды, залегающие и циркулирующие в порах горных пород, слагающие поверхностную часть земной коры. Пластовые воды, залегающие и циркулирующие в трещинах осадочных горных пород, перекрываемых и подстилаемых водоупорными породами: порово-пластовые, трещинно-пластовые. Трещинные воды циркулируют в скальных породах (магматических, метаморфических и осадочных), пронизаны равномерной трещиноватостью. Карстовые воды циркулируют в карбонатных гипсоносных и соленосных раскарстованных породах. Трещинно-жильные воды циркулируют в отдельных тектонических трещинах, а также в местах тектонических разломов
2	Гидравлические свойства	Безнапорные или воды со свободной поверхностью. Напорные (водоносный горизонт сверху перекрыт водоупорной породой, находящаяся в нем подземная вода испытывает гидростатическое давление, обуславливающее напор)
3	Возраст водовмещающих пород	Воды юрских и меловых отложений. Воды каменноугольных отложений. Воды третичных отложений и т. п.
4	Степень минерализации	Пресные содержат до 1 г/л растворенных солей. Солончатые содержат от 1 до 10 г/л солей. Солёные содержат от 10 до 50 г/л солей. Рассолы содержат более 50 г/л солей
5	Температура подземной воды	Холодные – температура ниже 20°C. Гипотермальные (теплые) – температура от 20°C до 37°C. Гипертермальные: горячие – температура от 37°C до 42°C; очень горячие или термы – температура выше 42°C

Таблица 4

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ С ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ

Свойства воды	Характеристика
1. Воды с активными ионами	Железистые (>10,0 мг/л). Мышьяковистые (>1,0 мг/л). Йодо-бромные (Br-> 25,0 мг/л, I-> 10,0 мг/л). Кремнистые (>50 мг/л). С другими активными ионами (Li^+ , B, Co, F и др.)
2. Газовые воды	Углекислые (>0,75 г/л). Сероводородные (>10,0 мг/л). Радонные (>10 единиц Махе). Другие газовые воды (метановые, азотные, и т. д.)
3. Нормальные воды	Теплые (температура 20–37°C). Горячие (температура выше 37° C)

Химический состав минеральных вод представлен в виде формулы Курлова, где в числителе – анионы, а в знаменателе – катионы, содержание которых в воде выше 20 мг-экв%. Число газов и активных микроэлементов (железо, бром, йод, радий), находящихся в воде, проставляют в начале формулы после величины М. Ионы пишут слева направо в убывающей последовательности. Слева от дробки указывают общую минерализацию воды и количество содержащегося в ней газа (г/дм³) и микроэлементов (мг/дм³); справа – температуру и дебит воды. Принадлежность воды к конкретному типу ведут от иона, играющего подчиненную роль. Поэтому основные ионы имеют полное название, а второстепенные – краткое, например холодная сульфатная натриево-кальциево-магниевая (классическая формула Московской лечебно-столовой минеральной воды).

Присутствие в минеральной воде солей и газов оказывает огромное влияние на вкус. Наличие хлористоводородной соли придает воде соленый вкус, а присутствие уголекислоты – кислый. Щелочные соли приносят в воду солоно-горький привкус, сернокислые – горький, железистые – легкий вяжущий, серные – неприятный запах тухлых яиц.

К биологически активным водам относят воды разной степени минерализации, при усло-

вии, что в них растворен хотя бы 1 из элементов вместе с широко распространенными анионами и катионами (железо – выше 10 мг/дм³, мышьяк – выше 7 мг/дм³, бром – более 25 мг/дм³, йод – выше 10 мг/дм³, литий – более 5 мг/дм³) или присутствуют радиоактивные элементы радий и радон.

В зависимости от химического и газового состава питьевые минеральные воды объединены в 5 технологических групп: 1-я – воды неуглекислые без легко окисляемых компонентов; 2-я – воды углекислые без легко окисляемых компонентов; 3-я – воды минеральные, содержащие железо; 4-я – воды гидросульфитные и гидросульфитно-сероводородные; 5-я – воды минеральные с содержанием сульфатовосстанавливающих бактерий. Для всех групп вод специально разработаны схемы розлива и обработки.

Большинство ученых придерживаются фасетной классификации минеральных вод, которая включена в Инструкцию СанПиНа [11, 12]. Она учитывает основные признаки: применение, минерализацию, ионно-солевой состав, содержание биологически активных компонентов, радиоактивность, температуру, кислотно-щелочные свойства. Каждый признак рассматривается в отдельности (табл. 5).

Таблица 5

ФАСЕТНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Принцип классификации	Выделяемые группы
Способ получения	Натуральные, искусственные
Назначение	Для внутреннего применения (питьевые); для наружного применения
Степень минерализации	Слабоминерализованные (1–2 г/л); маломинерализованные (2–5г/л); среднеминерализованные (5–15г/л); высокоминерализованные (15–30г/л), рассольные (35–150 г/л); крепкорассольные (150 г/л и выше)
Для питьевых вод: общая минерализация	Столовые (до 1 г/л); минерально-столовые (1–2г/л); лечебно-столовые (1–10 г/л); лечебные (10–15 г/л)
Ионный состав	Хлоридные, сульфатные, гидрокарбонатные, хлоридно-сульфатные, сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридные, натриевые, кальциевые, натриево-кальциевые, магниевые-натриевые, магниевые-кальциевые, магниевые-кальциево-натриевые и др.
Микроэлементный состав	Железистые, кремнистые, йодные, бромные, мышьяковистые
Газовый состав	Углекислые, азотные, сероводородные
Наличие органических веществ	Гуминовые вещества, битумы, фенолы, жирные и нафтенновые кислоты
Реакция среды (рН)	Кислые, нейтральные, щелочные
Температура минеральной воды (на выходе из источника)	Очень холодные (0°С – 4°С); холодные (до 20°С); теплые (20°С – 35°С); горячие (35°С – 42°С); очень горячие (выше 42°С)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Минеральная вода оказывает на организм человека лечебное действие благодаря комплексу растворенных в ней веществ. Ее лечебное действие обусловлено такими отличительными признаками, как химический состав, температура, наличие минералов и газов. Анализ существующих классификаций лечебных и лечебно-столовых минеральных вод показал, что они построены на сопоставлении анионного и катионного, газового составов, общей минерализации и специфических компонентов минеральной воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://fb.ru/article/295399/stolovaya-mineralnaya-voda-nazvaniya-sostav-gost-gazirovannaya-mineralnaya-voda>
2. ГОСТ Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия (с изменениями №№ 1, 2, 3, 4)».

3. <http://water2you.ru/articles/prochie-materialy/klassifikatsiya-prirodnikh-vod>.
4. <http://lifezone.su/mineralizaciya-vody/>.
5. <http://www.vshaibolit.ru/9873-vidy-mineralnyh-vod-i-ih-primeneniye.html>.
6. <http://sakartvelotour.com/mineralnaya-voda>.
7. https://znaytovar.ru/s/Mineralnye_vody_lechebnye.html.
8. <http://sankurtur.ru/methods/379>
9. <http://www.studfiles.ru/preview/5332797/page:5/>.
10. <http://www.studfiles.ru/preview/5318999/page:5/>.
11. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.1.4.1116-02 (с изменениями от 25 февраля 2010 г., 28 июня 2010 г.). «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества».
12. Санитарно-эпидемиологические правила 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения (с изменениями на 28 июня 2010 г.).

Поступила 12 октября 2017 г.

CLASSIFICATION OF MINERAL WATERS

A.V. Pavlova; O.V. Krylova, PhD; Professor O.A. Vasnetsova, PhD

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 4, Bolshaya Pirogovskaya St., Build. 2, Moscow 119991, Russian Federation

SUMMARY

A study of the chemical composition of mineral waters has initiated scientific balneology that has become an independent branch of theoretical and applied medicine. The paper presents the existing classifications of groundwaters. According to their uses, the mineral waters are divided into table, therapeutic table, and therapeutic ones. According to the route of administration, the mineral waters are divided into oral (drinking) and topical (balneological) ones. The class of mineral water is determined by the predominant anion; there are 3 classes: bicarbonate, sulfate, and chloride waters. According to the most prevalent cation, the waters of each class are in turn subdivided in 3 groups: calcium, magnesium, and sodium ones. An attempt is made to systematize the available scientific data and to show the relationship of mineral drinking (therapeutic, therapeutic table, and table) and balneological waters to the route of administration, dosage, indications, and contraindications.

Key words: natural mineral waters, classification of mineral waters.

For citation: Pavlova A.V., Krylova O.V., Vasnetsova O.A. Classification of mineral waters. *Farmatsiya (Pharmacy)*. 2018; 67 (1): 8–13 (In Russian). DOI: 10.29296/25419218-2018-01-02

REFERENCES

1. <http://fb.ru/article/295399/stolovaya-mineralnaya-voda-nazvaniya-sostav-gost-gazirovannaya-mineralnaya-voda>
2. GOST RF 54316-2011 «Natural mineral water for drinking. General technical conditions (with Changes № 1, 2, 3, 4)».
3. <http://water2you.ru/articles/prochie-materialy/klassifikatsiya-prirodnikh-vod>.
4. <http://lifezone.su/mineralizaciya-vody/>.
5. <http://www.vshaibolit.ru/9873-vidy-mineralnyh-vod-i-ih-primeneniye.html>.
6. <http://sakartvelotour.com/mineralnaya-voda>.
7. https://znaytovar.ru/s/Mineralnye_vody_lechebnye.html.
8. <http://sankurtur.ru/methods/379>
9. <http://www.studfiles.ru/preview/5332797/page:5/>.
10. <http://www.studfiles.ru/preview/5318999/page:5/>.
11. Drinking water. Hygienic requirements for the quality of water packaged in a container. Quality control. Sanitary and epidemiological rules and standards SanPiN 2.1.4.1116-02 (with changes from February 25, 2010, June 28, 2010) (in Russian).
12. Sanitary and epidemiological rules 2.1.4.1074-01 Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control. Hygienic requirements for ensuring the safety of hot water systems (as amended on June 28, 2010) (in Russian).