позитивному изменению коммуникативного сознания и коммуникативных умений, развитию эмпатии, творческого потенциала личности студентов, формированию их социальной активности.

У студентов появляется личный опыт, происходит усиление наглядности образа будущего врача. В результате работы в медицинской организации, при проведении профилактических бесед моделируются типичные ситуации из практики врачей различных специальностей, что помогает увидеть будущим врачам различные стороны своей будущей профессиональной деятельности и определиться в дальнейшей специализации.

Список литературы

1. Кузьмина Е. Профориентация: эффективность и качество // Высшее образование в России. –2002. –№ 3. – С. 24-31. [Kuz'mina E. Proforientatsiya: effektivnost' i kachestvo .*Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2002; (3): 24-31. (InRuss)]

2. Семина О.А., Клименко Н.С. Проблемы профессионального самоопределения молодежи // Сибирский педагогический журнал. – 2010. – № 12. – С.96-101. [Semina O.A., KlimenkoN.S. Problemy professional'nogo samoopredeleniya molodezhi. *Sibirskiy pedagogicheskiy zhurnal*. 2010; (12): 96-101. . (In Russ.)]

3. Рогов Е.И., Заплатникова М.В. Роль профессиональных представлений студентов в формировании удовлетворенности профессиональным выбором // Совет ректоров. – 2011. – № 10. – С.20-28. [Rogov E.I., Zaplatnikova M.V. Rol' professional'nykh predstavleniy studentov v formirovanii udovletvorennosti professional'nym vyborom. *Sovet rektorov.*2011; (10): 20-28. (In Russ)]

УДК 5.54.54.06:54.066

ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ ПУТЕМ ЕЕ ВЛИЯНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ

Харинова Д.В., Еликов А.В., Мильчаков Д.Е., Цапок П.И.

ФГБОУ ВО Кировский государственный медицинский университет Минздрава России, Киров, Россия, (610998, г. Киров, ул. К. Маркса, 112) anton_yelikov@mail.ru

Данная статья посвящена новому подходу к оценке качества водопроводной воды, готовой к употреблению с учетом ее влияния на биохимические параметры биологического объекта (ротовой жидкости) в эксперименте. В качестве образцов исследовалась водопроводная вода, взятая из различных районов города Кирова, а также образец из поселка городского типа Нижнеивкино. Подробно описывается методика хемилюминесцентного анализа проб воды. Установлена значительная разница между величиной показателя общей антиоксидантной активности, которая между максимальным и минимальным показателем составила 33,3%, что подтверждает достаточно высокую чувствительность предложенной методики. Предложенная методика может быть использована как скрининговый метод для предварительной оценки влияния различных образцов воды на организм, а так же может быть использована в случае аварий в системе водоканала, для выявления пригодности к употреблению воды (категория: питьевая вода).

Ключевые слова: качество воды, биохимия слюны, антиоксидантная активность.

CHEMILUMINISCENT METHOD OF ASSESSING THE TAP WATER QUALITY THROUGH ITS INFLUENCE ON THE BIOLOGICAL OBJECT

Kharinova D.V, Elikov A.V, Milchakov D.E, Tsapok P.I.

Kirov State Medical University of the Ministry of Health of Russia

Kirov, Russia (610998, Kirov, K. Marx St, 112) anton_yelikov@mail.ru

The article is devoted to a new approach of assessing the quality of tap water ready for use, taking into account its impact on the biochemical parameters of the biological object (oral fluid) in the experiment. The samples were studied in tap water taken from various districts of Kirov and from the urban settlement Nizhneivkino. The method of chemiluminescent analysis of water samples is described in detail. A significant difference between the value of the total antioxidant activity, which was 33, 3% between the maximum and minimum, confirms the high sensitivity of the proposed method. It can be used as a screening for preliminary assessment of the impact of different water samples on the organism, and can also be used to identify water potability, in case of accidents in the water utility system.

Key words: water quality, biochemistry of saliva, antioxidant activity.

Введение

Угроза существованию человечеству таится в катастрофической экологической обстановке. В настоящее время одной из таких угроз является недостаток питьевой воды, ее качественные изменения, несоответствие санитарно-гигиеническим требованиям. Питьевая вода - необходимый элемент жизнеобеспечения населения, от ее качества зависят состояние здоровья людей, уровень социально-эпидемиологического благополучия, социальная стабильность общества. Проблема обеспечения России питьевой водой нормативного качества с каждым годом все более усугубляется, и сегодня она становится одной из главных социально-экологических проблем в осуществлении государственной стратегии устойчивого развития общества [1-3].

Практически полностью качество воды определяется ее минеральным и микробиологическим составом. Известно, что наиболее чистая вода в природе - дождевая. При прохождении через почву, в ней растворяются различные соли, а также многочисленные соединения, являющиеся результатом загрязнения окружающей среды. Более того, вкус воды определяется качественным и

количественным соотношением растворенных солей и других веществ [4]. Одним из основных показателей качества воды является ее жесткость. Чем больше примесей, тем более жесткой считается вода. Установлено, что жесткость воды обусловлена главным образом, ионами кальция и магния. В целом, с точки зрения промышленной экологии, высокая жесткость является отрицательной характеристикой воды (образующаяся накипь ухудшает теплопередачу в водонагревательных приборах, существенно сужается просвет труб и т.д.), в связи с чем предложены способы снижения жесткости воды [5-7]. Однако катионы кальция и магния являются необходимыми макроэлементами в организме человека. В частности низкое поступление ионов кальция в организм приводит к развитию остеопороза, кариеса, снижению антиоксидантных ресурсов организма. Доказано, что слишком мягкая, а также не сбалансированная по макро- и микроэлементному составу вода является фактором, способствующим развитию атеросклероза и его осложнений, нарушению репродуктивных функций, энергообмена, а также ряда заболеваний эндемического характера [8-10].

Другим важнейшим фактором прямо и косвенно влияющим на качество воды является микробиологический состав [11]. Влияние на биосистему могут оказывать не только сами микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, но химические агенты, призванные для их нейтрализации в процессе очистки водопроводной воды. Огромное влияние на качество водопроводной воды будет оказывать состояние водоснабжающей системы, причем обычно в сторону ухудшения (например, ржавчина). Следует отметить, что частично проблему качества воды будут решать бытовые фильтры, однако полной гарантии полноценной очистки, они к сожалению дать не могут [12]. Кипячение водопроводной воды также не решает проблему оптимизации ее химического состава, а лишь обеспечивает относительную нормализацию микробиологических параметров. Для контроля за качеством воды предложено ряд методов, основанных на аппаратурном исследовании ее чистоты, т.е.

отсутствия примесей [13, 14]. Однако эти методы не решают проблемы оценки сбалансированности воды по минеральному составу, о чем говорилось выше. Исходя из вышесказанного, невозможно учесть все факторы, оказывающие влияние на химический и микробиологический состав водопроводной воды и их воздействие на организм человека, поэтому, по нашему мнению, весьма перспективным является направление оценки качества водопроводной воды путем ее влияния на биологический объект в эксперименте in vitro.

Целью нашей работы было научно обосновать и экспериментально оценить качество водопроводной воды, пригодной к употреблению человеком посредством ее влияния на биохимические параметры ротовой жидкости.

Материалы и методы. В основу метода положена гипотеза возможного влияния химического состава водопроводной воды на антиоксидантный статус ротовой жидкости, который оценивали определением общей антиоксидантной активности (ОАА) методом инициированной хемилюминесценции (ХЛ). Измеряли интенсивность ХЛ, инициированной пероксидом водорода, в присутствии избытка ионов двухвалентного железа, за 60 секунд (S60), а также величину максимальной вспышки хемилюминесценции (Im) за исследуемое время на биохемилюминометре Lum-100 в комплекте с универсальным многофункциональным программным обеспечением PowerGraph.

Основное содержание

Образцы водопроводной воды, отобранные в разных районах города Кирова (улица Верхосунская, улица Володарского, проспект Строителей; улица Правды; поселок Нижнеивкино), доставляли в научную лабораторию "Кариесология" на базе кафедры химии Кировского государственного медицинского университета. Для исключения влияния разницы биохимического состава ротовой жидкости на результаты исследования, слюна собиралась в объеме 5,0 мл у одного индивидуума. Ротовая жидкость центрифугировалась при 3000 об/мин в течение 15 минут, для дальнейшего исследования использовалась надосадочная жидкость. В кювету для

биохемилюминометра вносили 0,4 мл слюны, 0,4 мл образца воды, 0,2 мл 0,05 мМ раствора сульфата железа (II) и 0,2 мл 2 % раствора пероксида водорода. Затем кювету помещали в кюветодержатель биохемилюминометра и измеряли интенсивность свечения 60 секунд. Оценку ХЛ осуществляли по максимальному значению импульсов за секунду (пик) (Im) и величине светосуммы (S) за 60 секунд. При этом Im трактуется как потенциальная способность субстрата к окислению, а S - показатель интенсивности свободнорадикальных реакций. Оценку ОАА осуществляли по соотношению уровней максимальной вспышки/светосумма за 60 секунд (Im/S60). Результат выражали в условных единицах (у.е.).

Результаты исследования и их обсуждение. Данные, полученные при определении интенсивности ХЛ и расчете ОАА, представлены в таблице 1 и на рисунке 1. Из полученных данных видно, что исходные величины, а именно Im и S60 существенно отличаются друг от друга, что обеспечивает определенную форму графика представленного на рисунке 1.

Таблица 1

Численные значения интенсивности хемилюминесценции при исследовании влияния образцов водопроводной воды на биохимические параметры ротовой жидкости

Место взятия образца водопроводной воды	Величина исследуемого параметра		
	Im, кФотон	S60, кФотон	ОАА, у.е.
улица Верхосунская	4,373	202,098	0,0216
улица Володарского	7,612	307,929	0,0247
проспект Строителей	5,153	178,675	0,0288
улица Правды	4,434	188,404	0,0235
поселок Нижнеивкино	6,816	245,868	0,0277

Не смотря на быстроту определения исследуемых показателей, реакция, лежащая в основе определения ОАА имеет весьма сложный кинетический характер. Достоверно известно, что при введении в биологическую жидкость пероксида водорода и сульфата железа (II) в системе происходит каталитическое разложение пероксида водорода ионами металла с переменной валентностью. Образующиеся при этом свободные радикалы ($R^{\bullet}$, $OH^{\bullet}$, $RO^{\bullet}$, $RO_2^{\bullet}$, $O_2^{\bullet}$) инициируют свободнорадикальное окисление (СРО). Рекомбинация радикалов $RO_2^{\bullet}$ приводит к образованию неустойчивого тетроксида, распадающегося с выделением кванта света. Протекающий процесс регистрируется 60 секунд - время наибольшей информации об интенсивности развивающихся в ходе инициирования свободнорадикальных реакций. По нашему мнению, сама по себе готовая к употреблению водопроводная вода к СРО не способна, вследствие отсутствия субстрата для свободнорадикальный реакций. На интенсивность СРО может оказывать влияние лишь ее минеральный состав (например, ионы

металлов с переменной валентностью могут потенцировать реакции СРО при наличии субстрата окисления, а ионы тяжелых металлов могут выступать в роли ингибиторов ферментов-антиоксидантов). Таким образом оценить степень участия макро- и микроэлементного состава водопроводной воды можно только при непосредственном ее влиянии на биологический объект. При работе с биологической жидкостью следует учитывать, что на интенсивность ХЛ оказывает влияние комплекс соединений, обладающих как прооксидантными, так и антиоксидантными свойствами, т. е. метод дает возможность, с одной стороны, оценить потенциальную способность анализируемой биологической системы к СРО (наличие субстратов СРО - полиненасыщенных жирных кислот, продуктов СРО - гидроперекисей и перекисей), а также выраженность компенсаторных механизмов.

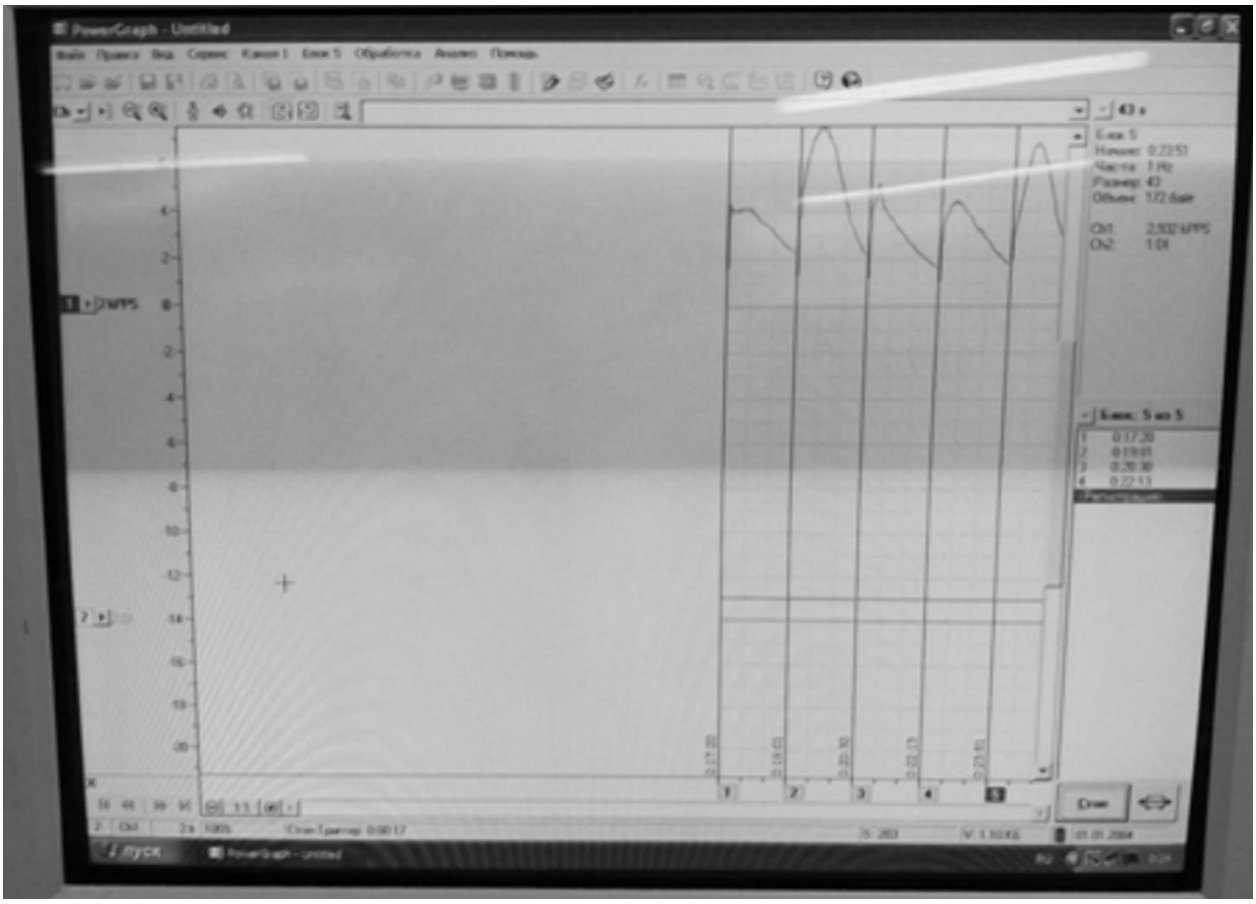

Рисунок 1. Графическое изображение интенсивности хемилюминесценции при исследовании влияния водопроводной воды на биохимические параметры ротовой жидкости, полученное при обработке программным обеспечением PowerGraph

Система антиоксидантной защиты представляет собой суммарный антиокислительный потенциал. Его составляют водорастворимые соединения (серосодержащие соединения, аскорбиновая кислота, витамины B_6, Р, биогенные амины, серотонин и др.), жирорастворимые соединения (витамины А, Е, К, убихинон, стерины, фосфолипиды), а также ферментативные антиоксиданты - супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионпероксидаза, глутатионредуктаза. Антиоксидантными свойствами также обладают некоторые плазменные металлосодержащие белки (церулоплазмин, альфа-липопротеины, альбумин, трансферрин, лактоферрин). Следует учитывать, что некоторые из перечисленных неферментативных антиоксидантов в зависимости от условий могут обладать прооксидантыми свойствами. В целом,

при анализе данных, полученных при определении ХЛ, можно трактовать максимальную вспышку (пик) как критерий потенциальной возможности к СРО биологической жидкости [15], в то время как на величину светосуммы ХЛ оказывает влияние комплекс соединений, обладающих как прооксидантными свойствами, так и антиоксидантными свойствами, а отношение этих двух величин и составляет искомую ОАА исследуемой системы. Определение ОАА именно по соотношению Im/S60 позволяет нивелировать в том числе такие характеристики исследуемого объекта (которые без сомнения будут сказываться величине Im и S60 по отдельности) как объем и концентрацию, что имеет очень важное значение при исследованиях такого динамичного объекта как секрет слюнных желез.

В наших экспериментах в качестве биологического объекта выбрана ротовая жидкость, поскольку она удобна для получения и обладает низкой степенью контагиозности. Так как взятие ротовой жидкости для исследования производилось у одного человека и одной порцией исключается возможное влияние биохимических параметров слюны на реакции СРО. Таким образом остается единственное переменное значение - химический состав готовой к употреблению водопроводной воды, что и лежит в качестве теоретической основы предлагаемого нами метода. В результате проведенных исследований установлено, что наименьшее значение ОАА ротовой жидкости выявлено с образцом водопроводной воды с улицы Верхосунская, с образцом с улицы Правды значение ОАА было выше на 8,8%, с улицы Володарского на 14,4%, из поселка Нижнеивкино на 28,2% и наибольшее значение ОАА (на 33,3%) при исследовании с образцом воды с проспекта Строителей. Обращает на себя внимание то, что результаты исследования с образцом водопроводной воды из поселка Нижнеивкино имели не самое высокое значение ОАА, что ожидалось изначально (крайне благоприятная экологическая обстановка, поселок Нижнеивкино входит в состав санаторно-курортной зоны Кировской области). Данный факт мы можем объяснить тем, что на качество водопроводной будет

оказывать влияние состояние водопроводной системы, что в итоге будет сказываться на конечных результатах эксперимента и служит предметом отдельного исследования. В целом можно заключить, что ХЛ является интегральным, высокочувствительным показателем, который можно использовать как скрининговый метод для предварительной оценки влияния того или иного воздействия на организм, в том числе и для оценки качества водопроводной воды путем ее воздействия на биологический объект - ротовую жидкость. При анализе полученных данных установлена максимальная разница в величине ОАА в 33,3%, что свидетельствует о достаточно высокой чувствительности предложенного способа оценки качества водопроводной воды. Также следует отметить примерное соответствие экологической обстановки и состояния коммунальных сетей в месте отбора образца водопроводной воды с величиной показателя ОАА.

Выводы.

1. Предложенный способ определения качества водопроводной воды обладает достаточной чувствительностью, что подтверждается разницей между минимальным и максимальным значением ОАА в 33,3%.

2. Установлено, что наилучшее качество водопроводной воды по предложенной нами методике в образце с проспекта Строителей, наихудшее - с улицы Верхосунской и подтверждается наибольшим и наименьшим значением ОАА соответственно.

3. Предложенная методика может быть использована как скрининговый метод для предварительной оценки влияния различных образцов воды на организм, а так же может быть использована в случае аварий в системе водоканала, для выявления пригодности к употреблению воды (категория: питьевая вода).

Список литературы

1. Калашников Ю.С. Оценка показателей санитарно-эпидемиологической безопасности воды реки Дон // Прикладные информационные аспекты медицины. - 2016. - Т.19. - №4. -

С.26-29. [Kalashnikov Yu.S. Assessment of indexes of sanitary and epidemiologic safety of water of the Don river. *Prikladnye informatsionnye aspekty meditsiny*. 2016;19(4):26-29. (In Russ)].

2. Клепиков О.В., Маслова М.О., Молоканова Л.В., Калашников Ю.С. Интегральная эколого-гигиеническая оценка водно-рекреационного потенциала Воронежской городской агломерации // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. - 2017. - №1. - С.118-125. [Klepikov O.V., Maslova M.O., Molokanova L.V., Kalashnikov Yu.S. Integral ecological and hygienic assessment of the water-recreational potential of the Voronezh urban agglomeration. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*. 2017;(1):118-125. (In Russ)].

3. Лысоченко А.А. Обеспечение экологической безопасности Ростовской области как фактор стратегического развития региона // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. - 2017. - №2 (50). - С.17. [Lysochenko A.A. Ensuring environmental safety in the Rostov region as factor in the strategic development of the region. *Regional'naya ekonomika i upravlenie: elektronnyi nauchnyi zhurnal*. 2017;(2):17. (In Russ)].

4. Касымбеков Ж.О., Белов Г.В., Касымов О.Т. Двадцатилетний опыт научно-производственного объединения "Профилактическая медицина" по разработке и экспертизе технических регламентов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2017. - №8-1. - С. 61-65. [Kasymbekov Zh.O., Belov G.V., Kasymov O.T. Twenty years' experience of scientific and production centre for preventive medicine in development and evaluation of technical regulations. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanii*. 2017;(8 Pt 1):61-65. (In Russ)].

5. Бизяев Н.А., Байтимиров Ю.А. Снижение жесткости и щелочности воды катионированием в природных условиях и технологической водоподготовке // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. - 2013. - №16. - С.334-341.[Bizyaev N.A., Baitimirov Yu.A. Snizhenie zhestkosti i shchelochnosti vody kationirovaniem v prirodnykh usloviyakh i tekhnologicheskoi vodopodgotovke. *Problemy mineralogii, petrografii i metallogenii. Nauchnye chteniya pamyati P.N. Chirvinskogo.* 2013;(16):334-341. (In Russ)].

6. Назаров В.Д., Назаров М.В., Осипова А.А., Димов К.В., Дрямина М.А. Очистка природных вод от бария и солей жесткости // Градостроительство и архитектура. - 2017. - Т.7. - №2 (27). - С.32-37. [Nazarov V.D., Nazarov M.V., Osipova A.A., Dimov K.V., Dryamina M.A. Water purification from barium and hardness salts. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura*. 2017;7(2):32-37. (In Russ)].

7. Порошин Д.Е., Савин В.В. Жесткость воды, проблемы и пути их решения // Питьевая вода. - 2006. - №3. - С.2-5. [Poroshin D.E., Savin V.V. Zhestkost' vody, problemy i puti ikh resheniya. *Pit'evaya voda*. 2006;(3):2-5. (In Russ)].

8. Андреева Ю.В., Толмачева Н.В. Влияние дефицита магния на репродуктивное здоровье женщин // Успехи современного естествознания. - 2014. - №6. - С.13-18. [Andreeva Yu.V., Tolmacheva N.V. Vliyanie defitsita magniya na reproduktivnoe zdorov'e zhenshchin. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya.* 2014;(6):13-18.(In Russ)].

9. Зайчик А.Ш., Чурилов Л.П. Основы патохимии. СПб. - 2001. [Zaichik A.Sh., Churilov L.P. *Osnovy patokhimii*. Saint-Petersburg: 2001. (In Russ)].

10. Толмачева Н.В. Эколого-физиологическое обоснование оптимальности макро- и микроэлементов. Чебоксары. - 2011. [Tolmacheva N.V. *Ekologo-fiziologicheskoe obosnovaniye optimal'nosti makro- i mikroelementov*. Cheboksary: 2011. (In Russ)].

11. Гусева Т.М., Евдокимова О.В., Канина И.В. Микроорганизмы - биологические индикаторы безопасности объектов внешней среды // Научная жизнь. - 2017. - №11. - С.120-127. [Guseva T.M., Evdokimova O.V., Kanina I.V. Microorganisms as biological indicators of safety of objects of the external environment. *Nauchnaya zhizn'*. 2017;(11):120-127. (In Russ)].

12. Годамчук А.Ю., Тябаев Е.С., Петрова Е.В. Использование фильтровальной установки для очистки водопроводной воды от солей жесткости // В сборнике: инновационные технологии в машиностроении. Сборник VIII Международной научно-практической конференции. Юргинский технологический институт. - 2017. - С.269-271. [Godamchuk A.Yu., Tyabaev E.S., Petrova E.V. Ispol'zovanie fil'troval'noi ustanovki dlya ochistki vodoprovodnoi vody ot solei zhestkosti. Innovative technologies in engineering. Proceedings from the VIII International Scientific and Practical Conference. Yurga: Yurga State Institute of Technology; 2017; P 269-271. (In Russ)].

13. Каргаполов В.А., Зубарева Г.М. Способ исследования чистоты воды // патент на изобретение RUS 2164685 28.12.1999. [Kargapolov V.A., Zubareva G.M. Sposob issledovaniya chistoty vody. Patent RUS 2164685 28.12.1999 (In Russ)].

14. Кудрявцев В.А., Галкин А.А., Шешунов И.В., Цапок П.И., Шилов О.И. Способ исследования чистоты воды // патент на изобретение 2315298 24.07.2006. [Kudryavtsev V.A., Galkin A.A., Sheshunov I.V., Tsapok P.I., Shilov O.I. Sposob issledovaniya chistoty vody. Patent RUS 2315298 24.07.2006. (In Russ)].

15. Конторщикова К.Н. Перекисное окисление липидов в норме и патологии. - Н.Новгород.: НГМА, 2000. [Kontorshchikova K.N. *Perekisnoe okislenie lipidov v norme i patologii.* Nizhniy Novgorod: NSMA; 2000. (In Russ)].