

УДК 628.1.032/.033:556.114/.115

UDC628.1.032/.033:556.114/.115

**ОПАСНЫЕ И ВРЕДНЫЕ ПРИМЕСИ
ПРИРОДНЫХ И ПИТЬЕВЫХ ВОД****DANGEROUS AND HARMFUL IMPURITIES
IN NATURAL AND DRINKING WATERS**Туровский Борис Владимирович
к.т.н., профессорTurov Boris Vladimirovich
Cand.Tech.Sci., professorИнюкина Татьяна Андреевна
к.т.н., доцент
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*Inuykina Tatyina Andreevna
Cand.Tech.Sci., associate professor
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar,
Russia*

Экспериментально обоснованы количественные измерения по оцениваемым параметрам с помощью набора химических средств для оценки качества воды «НХС-вода»

In the article we have experimentally substantiated the quantitative measurements on the estimated parameters using a set of chemical tools for water quality assessment called NHS-voda

Ключевые слова: ПРИРОДНАЯ ВОДА,
ПОДЗЕМНАЯ, ДОЖДЕВАЯ, РЕЧНАЯ, ЖЕЛЕЗО,
АЛЮМИНИЙ, ХЛОР, ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ,
МУТНОСТЬ

Keywords: NATURAL WATER, GROUNDWA-
TER, RAINWATER, RIVER, IRON, ALUMI-
NUM, CHLORINE, WATER HARDNESS,
TURBIDITY

Трудно переоценить физиологическое и гигиеническое значение воды для организма человека, так как вода – обязательный участник обмена веществ в организме, с ее помощью растворяются все питательные вещества, попадающие в организм – белки, сахара, витамины, минеральные соли. В каждом органе нашего тела, в каждой его клетке непрерывно идут различные биохимические процессы, происходят сложнейшие превращения одних веществ в другие. Из поступающей в организм пищи вырабатываются вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма. Вода способствует очистке организма от токсинов, с ее помощью происходят процессы пищеварения, всасывания, циркуляции и выделения вредных продуктов обмена веществ. Она способствует переносу питательных веществ по организму, помогает восстанавливать клетки и ткани.

Вода – единственный ресурс природы, который не имеет заменителя. По мере развития общества потребности в ней увеличиваются всюду, где существуют земные формы жизни.

Краснодарский край располагает значительными запасами воды – в нем насчитывается 7088 водных источников, в том числе 547 рек,

12 водохранилищ и свыше 6500 артезианских скважин. Главная водная артерия края – река Кубань, которая имеет особое значение не только как источник водоснабжения, но и как приемник промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод. Вода большинства водоемов, особенно реки Кубань, зачастую подвержена нерациональному использованию и, как одно из последствий, происходит ее загрязнение.

В России первые законы об охране рек были изданы при Петре 1. Все нормы, которые были выработаны в XVIII в., были обобщены в национальном законодательстве в начале XIX в. Так, в Уставе строительном, утвержденном 2 августа 1803 г., статья 408 устанавливала: «Запрещается строить в городах и выше городов по течению рек и протоков мануфактуры, фабрики и заводы, вредные чистоте воздуха и воды».

В Уложении о наказаниях в 1845 г. появилась специальная глава «О нарушении правил охраны чистоты воздуха и безвредности воды», в котором говорилось: «Если кто-либо построит признанные по закону вредными для чистоты воздуха или воды фабрику, мануфактуру или завод в городе, или хотя вне города, но выше одного по течению реки или протока, то сии заведения уничтожаются за счет виновного, и он подвергается аресту на время от 7 дней до 3 месяцев или денежному взысканию свыше 300 руб.».

Основными законодательными актами по охране водных ресурсов являются закон «Об охране окружающей природной среды», Основы водного законодательства РФ и система государственных стандартов по охране природы.

Максимально допустимые концентрации в питьевой воде, воде технического назначения и стоках регулируются национальными стандартами. Учитывая особую важность для здоровья населения качества питьевой воды, специалисты Всемирной Организации Здравоохранения разрабатывают базовые нормы качества воды, на основе которых разрабатываются национальные стандарты стран.

Нормирование качества воды водного объекта состоит в определении совокупности допустимых значений показателей состава и свойств воды, в пределах которых надежно обеспечиваются охрана здоровья населения, благоприятные условия водопользования и экологическое благополучие самого водного объекта.

Водные объекты следует считать загрязненными, если в расчетном пункте (створе) не соблюдаются установленные для данного вида водопользования требования к составу и свойствам и нормативы предельно допустимые концентрации (ПДК), приведенные в «Санитарных правилах и нормах охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» [1].

Санитарные правила и нормативы устанавливают гигиенические требования к качеству питьевой воды, а также правила контроля качества воды, производимой и подаваемой централизованными системами питьевого водоснабжения населенных мест [2].

При несоответствии воды гигиеническим требованиям возникает необходимость улучшения ее качества. Способы и методы обработки воды на водопроводной станции, так же как и состав сооружений по водоочистке зависят от свойств воды из водоисточника. Под улучшением качества воды понимают комплекс мероприятий, направленных на осветление (устранение мутности воды), обесцвечивание (устранение цветности воды) и обеззараживание (освобождение воды от патогенных микроорганизмов). В отдельных случаях прибегают к использованию специальных методов обработки воды: опреснению, умягчению, обезжелезиванию, фторированию и т. д.

Качество воды определяется ее происхождением, местом ее истечения и условиями движения. Чистая природная вода содержит все необходимые гармонично сочетающиеся микроэлементы, соли. К этой категории относятся минеральные воды из природных источников, воды из артезианских скважин и глубоководных родников.

Государственными стандартами регламентируются Требования на питьевую воду, подаваемую централизованными системами хозяйственно-питьевого водоснабжения и устанавливаются гигиенические требования и контроль за качеством питьевой воды.

Согласно ГОСТу 2874–82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством», количество взвешенных веществ в воде, подаваемой для хозяйственных целей централизованными водопроводами, не должно быть более 1,5 мг/л. Некоторые производственные потребители могут использовать воду с содержанием взвешенных веществ более высоким, по сравнению с допустимым для питьевой воды. Так, использование для охлаждения воды, содержащей механические примеси, влечет за собой в некоторых случаях быстрое засорение охлаждающей аппаратуры [3].

Так как в настоящее время большинство рек и озер загрязнены, то вода, подаваемая по трубопроводам, не отвечает стандартам качества. Кроме того, на стенках водопроводных труб накапливается многолетний слой слизистых отложений, в которых развиваются микробы и бактерии. Применяемое на городских станциях водоснабжения хлорирование приводит к образованию очень опасных для здоровья человека хлорорганических соединений, которые могут вызвать онкологические заболевания, врожденные дефекты, угнетение центральной нервной системы, а также поражает печень и почки. Но хлорирование воды пока остается единственным доступным способом не допустить микробиологического заражения воды в трубах. Для водопроводной воды стандартом установлены ПДК загрязняющих веществ – условно безопасные для человека. Если колодцы находятся в населенных пунктах, качество колодезной воды также не всегда соответствует санитарным нормам, так как в нее могут проникать отходы промышленных предприятий, ядохимикаты с сельскохозяйственных полей. Нитраты и нитриты, тяжелые металлы, бактериальные загрязнения также попадают в организм человека вместе с водой [4].

Количественное содержание взвешенных веществ в воде может быть определено или непосредственно весовым способом, или косвенно – путем определения мутности (или прозрачности) воды. Мутность воды обуславливается наличием в ней различного рода механических примесей, находящихся во взвешенном состоянии: частиц песка, глины, илистых частиц органического происхождения и др. Мутность обычно свойственна воде поверхностных источников и, главным образом, рек. От характера грунта дна и берегов рек, а также от скорости течения воды зависит степень вымывания частиц грунта, увлекаемых водой – чем меньше размеры частиц грунта, тем большее количество их несет река. При определенной скорости течения воды эти частицы поддерживаются во взвешенном состоянии и придают воде мутность [5].

Мутность воды определяют специальными приборами – мутномерами. В настоящее время для определения мутности стали применять приборы, основанные на действии фотоэлементов, – нефелометры. Методикой исследования мутности воды предусмотрен простой способ, при котором прозрачность воды измеряют в стеклянном цилиндре или стеклянной трубке с сантиметровой шкалой. При этом определяют толщину слоя воды (в см), через который еще виден нанесенный черной краской на белой пластинке условный знак в виде двух крестообразно расположенных линий толщиной 1 мм (крест) или специальный стандартный шрифт. Таким образом, прозрачность измеряется в сантиметрах водяного столба.

Содержание взвешенных веществ в речной воде (а следовательно, ее мутность и прозрачность) меняется в течение года, возрастая в период дождей и доходя до максимума в период паводков. Наименьшая мутность (наибольшая прозрачность) речной воды наблюдается обычно в зимнее время, когда река покрыта льдом. В озерах и искусственных водохранилищах мутность, как правило, незначительна и обуславливается поступлением мутной воды из рек, питающих данные водоемы, а также поверхност-

ных стоков с их берегов. В больших водоемах замутнение воды происходит в результате взмучивания осадков со дна при волнении в ветреную погоду. Мутность некоторых рек достигает весьма значительной величины (до нескольких тысяч мг/л). Повышенной мутностью отличаются реки южных районов, в частности, реки среднеазиатских республик. Реки средней и северной частей России и многие реки Сибири имеют значительно меньшую мутность. Водам подземных источников, как правило, свойственна большая прозрачность [6].

Железо – один из часто встречающихся в природе химических элементов. Оно присутствует в большинстве вулканических пород, а также входит в состав пород, цементирующих песчаники. Железо в значительных количествах содержится в различных глинах, а в осадочных карбонатных породах (например, известняк) встречается только в виде незначительных примесей. Особенно много железа содержится в артезианской воде – уже при концентрациях свыше 0,3 мг/л такая вода вызывает образование ржавых потеков, способна изменить цвет тканей при их стирке и т.п. При больших концентрациях у воды возникает характерный металлический привкус, что отрицательно сказывается на качестве напитков (чай, кофе и т.п.). В некоторых случаях может пострадать даже качество еды, приготовленной на воде с высоким содержанием железа. При регулярном употреблении такой воды возрастает опасность различных заболеваний внутренних органов – в первую очередь, печени и почек. Кроме того, избыточное количество железа неблагоприятно воздействует на кожу человека, влияет на морфологический состав крови, может явиться причиной возникновения аллергических реакций, а также способствует накоплению осадка в системе водоотведения. По российским нормам содержание железа в исходной воде перед натрий-катионитными фильтрами должно быть не более 0,3 мг/л. Количество железа в скважинах зависит от их месторасположе-

ния, поэтому при бурении скважин необходимо проводить анализ воды и предусматривать мероприятия для нейтрализации излишних примесей [7].

Хлор в воде — большая проблема для тех, кто пьёт водопроводную воду. Продукт взаимодействия хлора с водой – атомарный кислород, который, является действующим веществом при хлорировании воды. Атомарный кислород очень активен и разрушает не только слизистые оболочки, но и другие вещества – белки, жиры, углеводы.

При пользовании горячей водопроводной водой происходит интенсивное его испарение, при вдыхании которого страдают лёгкие человека. Хлор в воде взаимодействует с органическими веществами, которые в ней находятся в больших количествах и образуются намного более опасные, чем хлор, соединения. Особенно интенсивно данные хлорорганические соединения образуются при кипячении воды (при повышенной температуре подобные реакции ускоряются) /8/. Согласно требованиям ГОСТ 2874–73, концентрация остаточного **хлора в воде** перед поступлением ее в сеть должна находиться в пределах 0,3– 0,5 мг/л.

Алюминий – химический элемент, серебристо-белый металл, легкий ($2,7 \text{ г/см}^3$). Один из самых распространенных элементов в земной коре содержится практически в любой природной воде. Алюминий попадает в природные воды естественным путем, при частичном растворении глинистых алюмосиликатов, а также со стоками отдельных производств (электротехническая, авиационная, химическая и нефтеперерабатывающая промышленность, машиностроение, строительство), с атмосферными осадками или сточными водами городской канализации. Содержание алюминия в водоемах колеблется в широких пределах от 2,5 до 121 мкг/дм³. ПДК алюминия и его соединений в питьевой воде – 0,2 мг/дм³. При закислении водоема нерастворимые формы алюминия переходят в растворимые, что способствует резкому повышению его концентрации в воде. Содержание алюминия в поверхностных водах колеблется в пределах от единиц до со-

тен микрограмм на 1 дм³. В кислых водах его концентрация может достигать нескольких граммов на 1 дм³. Присутствие в воде алюминия в концентрациях, превышающих 0,2 мг/л, способно вызвать выпадение в осадок хлопьев гидрохлорида алюминия, а также изменение цветности воды.

В организме человека алюминий воздействует на нервную систему, а избыток солей алюминия приводит к снижению кальция, уменьшает адсорбцию фосфора, одновременно в 10–20 раз увеличивается содержание алюминия в костях, печени, семенниках, мозге и паращитовидной железе. Алюминий накапливается в печени, поджелудочной и щитовидной железах. К важнейшим клиническим проявлениям нейротоксического действия относят нарушение двигательной активности, судороги, снижение или потерю памяти, психопатические реакции [9].

Жесткая вода – это вода с повышенным содержанием гидрокарбонатов кальция и магния. Они, в отличие от хлорсоединений, попадают в воду не через муниципальные службы очистки воды, а через грунтовые воды. Вода, проделывая путь через известковые породы, вымывает минеральные вещества. Жесткой водой принято считать такую воду, в которой уровень солей превышает 6 мг-экв./л, средний уровень жесткости – от 3 до 6 мг-экв./л, а в мягкой воде уровень солей не должен превышать 3 мг-экв./л.

Для определения качества воды различного происхождения водных источников города Краснодара в лабораторном исследовании была использована лабораторная установка Кристалл+. Объектами исследования служили пробы воды из четырех источников: вода подземная из скважины глубиной 25 м. (станция Елизаветинская), вода из реки Кубань (Юбилейный микрорайон), вода водопроводная питьевая (учебный корпус КубГАУ), вода дождевая.

Набор химических средств для оценки воды «НХС-вода», включенный в комплект данной установки, предназначен для экспресс-определения основных показателей качества воды, изучения методов и

оборудования по ее очистке. Комплект разработан для оснащения лабораторных работ в учреждениях профессионального образования – вузах, техникумах, курсах безопасности жизнедеятельности, инженерной защиты окружающей среды и т. п. и позволяет обеспечивать работу на лабораторной установке БЖ-08 и однотипных установках, а также с устройствами по очистке воды. Может применяться самостоятельно как в лабораторных, так и в полевых условиях. Позволяет также выполнять анализ почвенных вытяжек. Набор химических средств для оценки воды «НХС-вода» выпускается в базовом варианте (НХС-вода-1) и трех модификациях.

В состав НХС-вода-1 входят: тест-комплекты «Активный хлор»; «Алюминий»; «Железо»; «Общая жесткость»; «Мутность»; тест-системы «Железо общее»; «Активный хлор»; документация (паспорт, методическое пособие с комплектом карт-инструкций).

В состав модификации «НХС-вода-2», кроме выше перечисленного, входит фотоколориметр «Экотест-2020(8)» в упаковке для фотоколориметрирования и сборник методик измерения массовой концентрации химических веществ фотометрическим методом с применением тест-комплектов совместно с фотоколориметром. В состав модификации «НХС-вода-3» дополнительно к модификации «НХС-вода-2» входят измерительные приборы (портативные рН-метр, кондуктометр). Наличие портативного фотоколориметра «Экотест-2020(8)» позволяет выполнять количественные измерения по всем оцениваемым параметрам. Точность анализа, выполняемого с применением титрометрических тест-комплектов, сопоставима с точностью лабораторной методики выполнения измерений (относительная погрешность до $\pm 20-25\%$).

Результаты исследования мутности отражены на рисунке 1 и представляются следующим образом:

- вода подземная из скважины глубиной 25 м в станице Елизаветинская: при 25 см текст на белом фоне можно прочитать.

- вода из реки Кубань: при 13,9 см образец текста можно прочитать.
- вода водопроводная питьевая КубГАУ (скважина глубиной 200 м): при 27 см можно прочитать текст.
- вода дождевая: при 20 см предложенный образец читается.

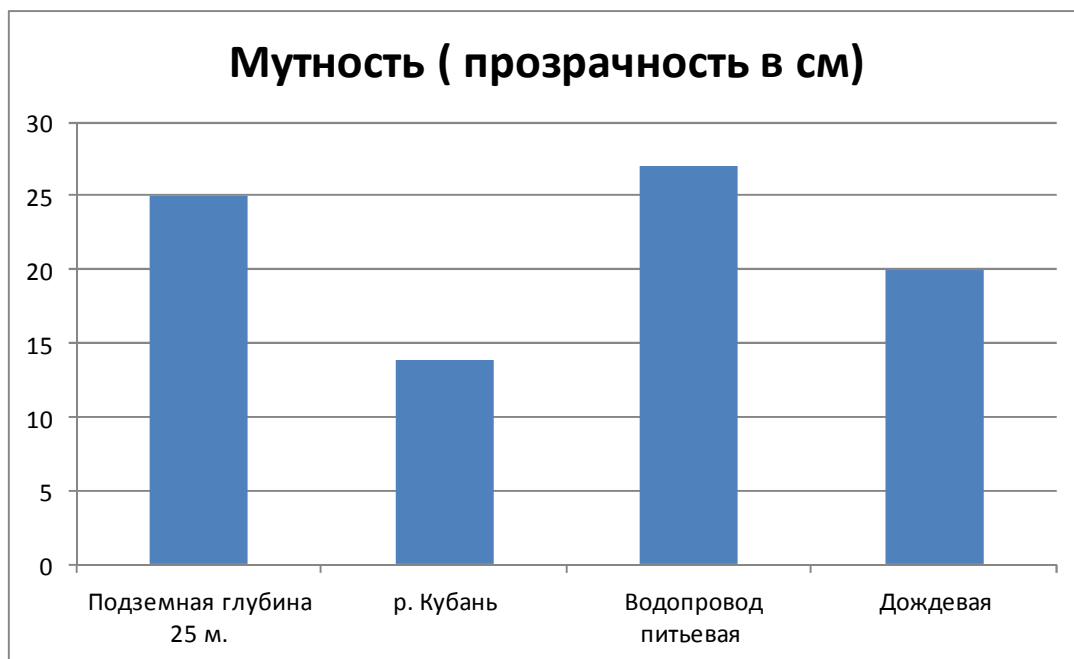


Рисунок 1. Определение мутности (прозрачности)

Результаты исследования содержания железа отражены на рисунке 2 и представляются следующим образом

- вода подземная из скважины глубиной 25 м в станице Елизаветинская: содержание железа в воде составляет 0,01 мг/л.
- вода из реки Кубань: содержание железа в воде составляет 0,1 мг/л.
- вода водопроводная питьевая КубГАУ: железа в воде не обнаружено.
- вода дождевая: железа в образце не обнаружено.

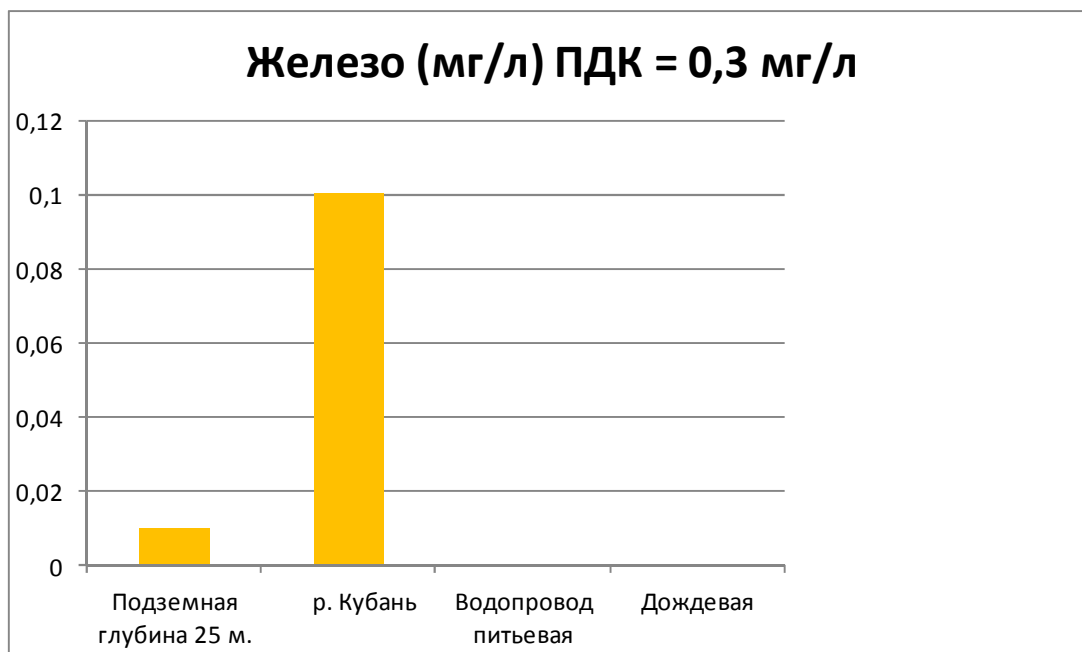


Рисунок 2. Определение содержания железа

Результаты исследования содержания активного хлора отражены на рисунке 3 и представляются следующим образом:

- вода подземная из скважины глубиной 25 м в станице Елизаветинская: хлора в воде не обнаружено.
- вода из реки Кубань: содержание хлора в воде не обнаружено.
- вода водопроводная питьевая КубГАУ: содержание хлора в воде 0,3 мг/л.
- вода дождевая: хлора не обнаружено.

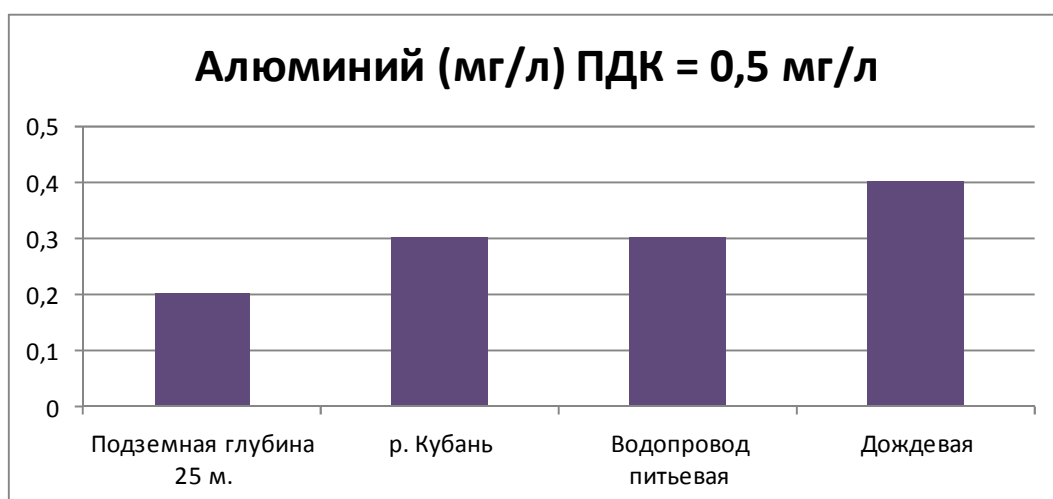


Рисунок 3. Определение содержания алюминия

Результаты исследования содержания активного хлора отражены на рисунке 4 и представляются следующим образом:

- вода подземная из скважины глубиной 25 м станицы Елизаветинская: после добавления ацетатно-буферного раствора концентрация алюминия установлена на уровне 0,2 мг/л.
- вода из реки Кубань: концентрация алюминия 0,3 мг/л.
- вода водопроводная питьевая КубГАУ: концентрация алюминия 0,3 мг/л.
- вода дождевая: содержание алюминия 0,4 мг/л.

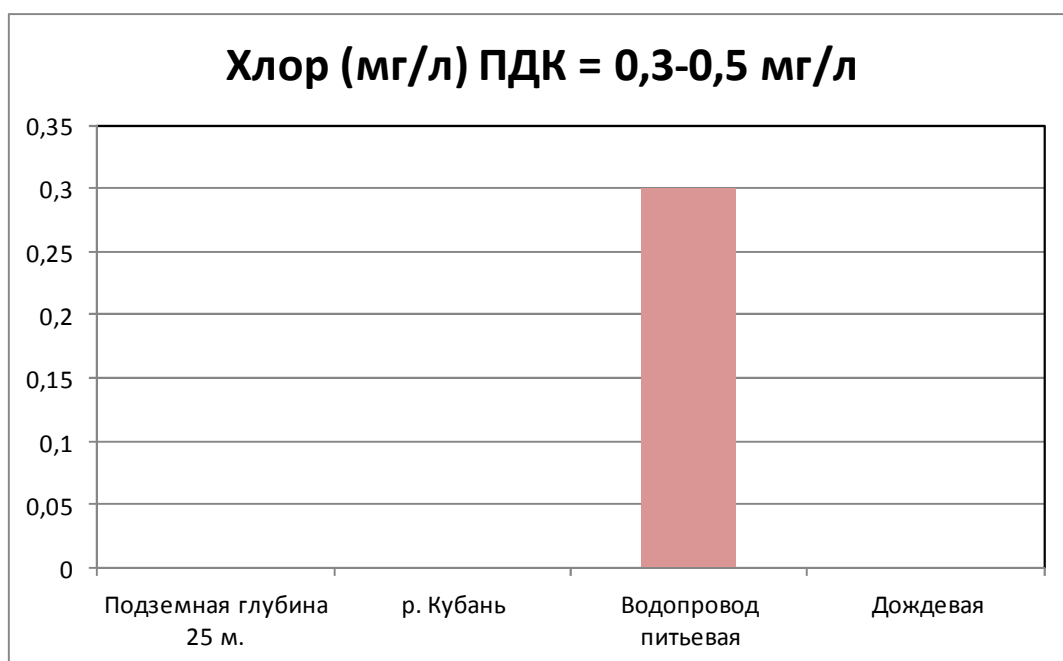


Рисунок 4. Определение содержания хлора

Результаты исследования содержания активного хлора отражены на рисунке 5 и представляются следующим образом:

- вода подземная из скважины глубиной 25 м станицы Елизаветинская: после вычисления величина общей жесткости равна 8 ммоль/л.
- вода из реки Кубань: жесткость 6 ммоль/л.
- вода водопроводная питьевая КубГАУ: жесткость 2 ммоль/л.
- вода дождевая: жесткость 0,8 ммоль/л.

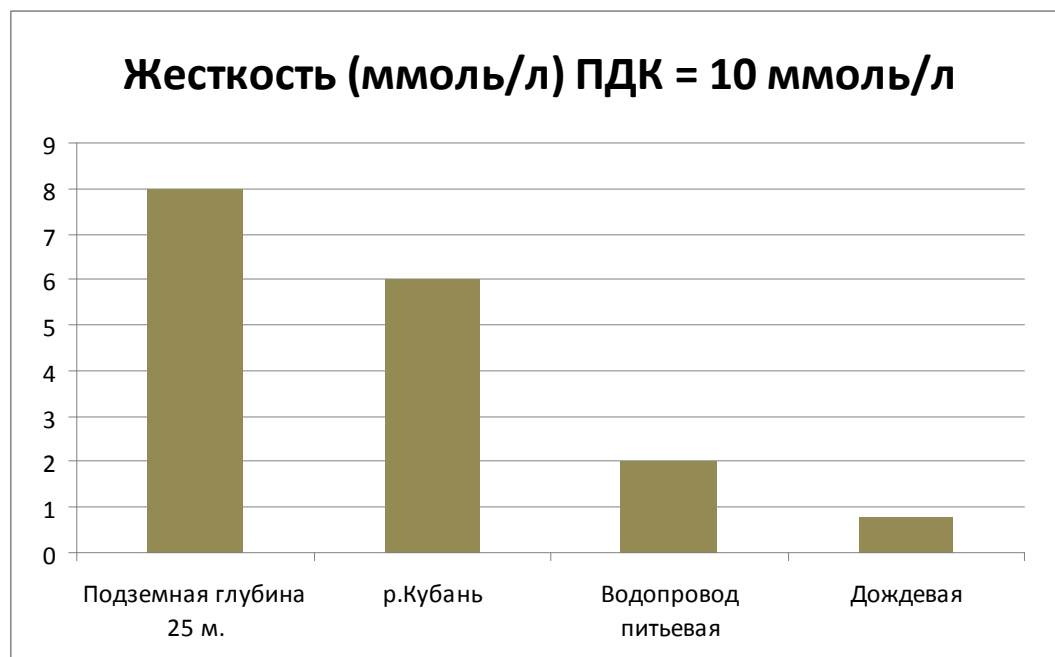


Рисунок 5. Определение общей жесткости воды

Анализ результатов исследования показал, что питьевая вода из глубоководной скважины КубГАУ по ряду показателей превосходит прочие природные источники. По мутности питьевая вода оказалась самой прозрачной, кроме того, в ней так же как в дождевой не обнаружено присутствия железа, а содержание алюминия и жесткость значительно ниже предельных показателей. Вместе с тем это единственный источник, содержащий хлор практически на предельно допустимом уровне, в данном случае добавленный искусственно для обеззараживания. Самой мягкой по показателю жесткости оказалась дождевая вода, однако, в ней обнаружен относительно высокий уровень содержания алюминия. Наиболее высокий показатель жесткости у подземной воды с глубины 25 м. А самой железосодержащей оказалась речная вода.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о достаточно благополучной экологической обстановке с водными ресурсами в исследуемом регионе, так как во всех источниках содержание вредных примесей не превышают предельных уровней.

Список литературы

1. СанПиН № 4630-88 Охрана поверхностных вод от загрязнения.
2. СанПиН 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
3. Голд З.Г. Оценка качества вод по химическим и биологическим показателям / З.Г. Голд // Водные ресурсы. – 2003. – Т. 30, № 3. – С. 3.
4. Белов С.В. Охрана окружающей среды / С.В. Белов. – М.: Высшая школа, 1991. 319 с.
5. Кичигин В.И. Использование интегральных показателей загрязненности для анализа состояния водотоков / В.И. Кичигин, Е.Д. Палагин // ВСТ. – 2005. – №7. – С. 25.
6. Кичигин В.И. Комплексная оценка качества природных вод / В.И. Кичигин, Е.Д. Палагин // ВСТ. – 2005. – №7. – С. 11.
7. Железо в воде. Польза или вред для человеческого организма. По материалам: www.bibliotekar.ru, www.ekomarket.ru, RBK.ru, РИА
8. Чем опасно хлорирование водопроводной воды? По материалам: www.bibliotekar.ru, www.ekomarket.ru, RBK.ru, РИА
9. Чудесная вода – голос жизни eestivesi. автор: гидрогеолог Erna Sepp, кандидат геологии и минералогии.
10. ГОСТ 2874–82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством».

References

1. SanPiN № 4630-88 Ohrana poverhnostnyh vod ot zagrjaznenija.
2. SanPiN 2.1.4.1074-01. Pit'evaja voda. Gigienicheskie trebovanija k kachestvu vody centralizovannyh sistem pit'evogo vodosnabzhenija. Kontrol' kachestva. Gigienicheskie trebovanija k obespečeniju bezopasnosti sistem gorjachego vodosnabzhenija
3. Gold Z.G. Ocenka kachestva vod po himicheskim i biologicheskim pokazanijam. / Z.G. Gold //Vodnye resursy. – 2003. – T.30. – №3. – S.3.
4. Belov S.V. Ohrana okružhajushhej sredy /Belov S.V.– M. Vysshaja shkola, 1991. 319 s.
5. Kichigin V.I. Ispol'zovanie integral'nyh pokazatelej zagrjaznennosti dlja analiza sostojanija vodotokov / V.I.Kichigin, E.D. Palagin //VST.–2005. – №7. –s.25.
6. Kichigin V.I. Kompleksnaja ocenka kachestva prirodnyh vod / V.I.Kichigin, E.D. Palagin //VST.–2005. – №7. –s.11.
7. Zhelezo v vode. Pol'za ili vred dlja chelovecheskogo organizma. Po materialam: www.bibliotekar.ru, www.ekomarket.ru, RBK.ru, RIA
8. Chem opasno hlorirovanie vodoprovodnoj vody? Po materialam: www.bibliotekar.ru, www.ekomarket.ru, RBK.ru, RIA
9. Chudesnaja voda-golos zhizni eestivesi. avtor: gidrogeolog Erna Sepp, kandidat geologii i mineralogii.)
10. GOST 2874–82 «Voda pit'evaja. Gigienicheskie trebovanija i kontrol' za kachestvom»