

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»
(ФГБОУ ВПО «ТГПУ им. Л.Н. Толстого»)

Кафедра химии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

**Состояние питьевой воды различных источников Тульской
области**

Выполнена:

студенткой 5 курса

группы «850191»

очной формы обучения

специальности «Химия»

со специализацией «Химия

окружающей среды и

химическая экспертиза»

факультета естественных наук

Акимовой Екатериной

Юрьевой

Тула - 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.1. Природные воды, их химический состав	12
1.1.1. Химический состав	12
1.1.1. Свойства пресной воды	23
1. 2. Загрязнители пресных вод.....	26
1. 3. Современные требования к качеству воды природных источников	37
ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	Ошибка! Закладка не определена.
2.1. Обоснование необходимости исследования. Характеристика объектов исследования	43
2.2. Результаты исследований.....	51
2.3. Обсуждение результатов исследования.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	62
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	65

Любсь, копирование запрещено

ВВЕДЕНИЕ

Вода - самое распространенное на поверхности Земли химическое соединение и вместе с тем самое удивительное. Она - единственное вещество, встречающееся в природе одновременно во всех трех агрегатных состояниях - твердом, жидком и газообразном. Вода - универсальный растворитель, она растворяет больше солей и других веществ, чем любое другое вещество. Вода имеет очень редкую способность расширяться при замерзании, благодаря чему лед имеет плотность меньше единицы и плавает на воде, остающейся под ним в жидкой фазе, где водные организмы не замерзают. Вода - очень прочное химическое соединение. Вода имеет самое большое из всех жидкостей поверхностное натяжение, что обуславливает ее высокую капиллярность. Газообразная вода - водяной пар легче воздуха, благодаря чему возможно образование облаков, перенос воды в атмосфере и выпадение осадков.

Техносфера в настоящее время сильно конкурирует с биосферой за наиболее доступные резервуары пресной воды. Преобладающим источником водоснабжения в мире остаются реки, многие из которых зарегулированы человеком: значительная часть стока рек мира проходит через плотины гидроэлектростанций, создано более 30 тыс. водохранилищ с общей площадью зеркала около 500 тыс. км², что больше площади Черного и Азовского морей. Безвозвратный расход воды, заканчивающийся в основном испарением, составляет 75%. [1]

Около 70% мирового водопотребления приходится на сельское хозяйство, 13% - на промышленность, 10% - на коммунально-бытовые нужды, 7% - на собственные нужды водного хозяйства (гидроэнергетика, судоходство, рыбное хозяйство и др.). Водоемкость разных производств зависит от вида продукции, применяемых технических средств и

технологических схем водоснабжения. Так, на производство 1 т разных видов готовой продукции расходуются в среднем такие объемы воды (в м³): угля - 0,6, нефти - 3, стали - 40, синтетических волокон - 300, бумаги - 900, резины - 2300. Большие объемы воды требуются для охлаждения энергоблоков: для работы ТЭС мощностью 1 ГВт 1,2-1,6 км³ воды в год, а для работы АЭС той же мощности - до 3 км³.

Общий объем организованных (технических) стоков водоотведения в поверхностные водоемы и водотоки мира превышает 1300 км³/год. Для достаточного разбавления содержащихся в них техногенных примесей требуется в среднем в 10 раз больше чистой воды. Таким образом, суммарное прямое антропогенное вмешательство в природный круговорот воды достигает 18 тыс. км³/год, что составляет уже половину речного стока мира. Кроме этого, существует еще значительное косвенное вмешательство в глобальный круговорот воды, обусловленное уменьшением объема транспирации из-за вырубки лесов. Вода некоторых рек в промышленных районах мира полностью (в ряде случаев более чем однократно) проходит через различные технические системы водопотребления. Потребление водных ресурсов не ограничивается водозабором. Водные артерии широко используются как транспортные пути. Современное техногенное вмешательство в круговорот воды близко к критическому уровню, превышение которого может существенно повлиять на географическое распределение осадков и качество воды природных источников.

В питьевом водоснабжении населения в настоящее время все большее значение начинают приобретать подземные источники. На них основано водное хозяйство более 25% городов мира, в том числе и многих крупных. Используются преимущественно пресные воды из зон активного водообмена и артезианских бассейнов с минерализацией менее 1 г/л, более чистые в санитарном отношении, но и более минерализованные, чем речные воды. Практически вся вода, поступающая в магистрали питьевого водоснабжения, нуждается в специальной водоподготовке, так как во многих случаях

трудности возникают не столько из-за недостаточного объема воды, сколько из-за ее низкого потребительского качества. В частности, поэтому быстро растет индустрия глубокой очистки и бутилирования воды. Проблема качества воды связана в основном с массивным техногенным загрязнением поверхностных и отчасти подземных природных вод.

Географическое распределение материкового стока крайне неравномерно: более 90% его выносится в Северный Ледовитый и Тихий океаны, а на бассейны Каспийского и Азовского морей, где проживает 80% населения России и сосредоточена большая часть хозяйственного потенциала, приходится менее 9%. [2]

Россия располагает большими запасами подземных вод, их потенциальный ресурс оценивается в 230 км^3 в год, из которых 60% приходится на Европейскую часть РФ. Утвержденные эксплуатационные запасы подземной пресной воды составляют $22 \text{ км}^3/\text{год}$. На каждого жителя Российской Федерации в год приходится в среднем 30 тыс. м^3 суммарного речного стока, 530 м^3 суммарного водозабора и $90\text{-}95 \text{ м}^3$ воды бытового водоснабжения (т.е. по 250 л в сутки). В крупных городах удельное водопотребление составляет 320 л/сут. , в Москве - 400 л/сут. Средняя водообеспеченность населения у нас одна из самых высоких в мире. Для сравнения: США - 320 , Великобритания - 170 , Япония - 125 , Индия - 65 , Ирак - 16 л в сутки. Однако по сравнению со многими другими странами пресная вода у нас расходуется крайне неэкономно. В то же время в ряде районов на Юге России, в Поволжье и в Зауралье существуют трудности с обеспечением населения качественной питьевой водой.

В настоящее время сложилась напряженная обстановка с обеспечением населения России доброкачественной питьевой водой. Основным критерием качества питьевой воды является ее влияние на здоровье человека. Безвредность воды обеспечивается отсутствием в ней токсичных и вредных для организма загрязнителей.

Исследования последних лет показали, что каждая четвертая проба воды из водоемов не отвечает гигиеническим нормам по санитарно-химическим характеристикам и каждая третья - по микробиологическим показателям.

Вода большинства поверхностных источников водоснабжения России характеризуется умеренным и высоким уровнем загрязнения. Основными загрязнителями на протяжении многих лет остаются органические соединения, взвешенные вещества, нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы и др. Среди возбудителей заболеваний из воды водоемов чаще всего выделяются сальмонеллы, энтеровирусы и др.

Результаты мониторинга качества поверхностных вод в местах водозаборов питьевых водопроводов России свидетельствуют о том, что в настоящее время концентрации приоритетных вредных химических веществ уже приближаются к предельно-допустимым, а в некоторых случаях даже превышают их. При таком положении резко усложняется возможность получения качественной питьевой воды, так как существующие водопроводные очистные сооружения практически не обеспечивают барьерную функцию по отношению к техногенным химическим веществам они транзитом поступают в питьевую воду.

Сегодня практически все поверхностные водоисточники по уровню загрязнения приблизились к 3 классу качества, а по международной классификации - к 4-5, при этом состав очистных сооружений и технология очистки воды остаются неизменными.

Традиционная технология подготовки питьевой воды (коагуляция - отстаивание - фильтрация - обеззараживание), которая применяется на водопроводных станциях с речными водозаборами, рассчитана на доведение природной воды до требований питьевой согласно действующему ГОСТу, лишь при условии общей низкой загрязненности воды и прежде всего токсичными элементами. В условиях высокой антропогенной и техногенной

нагрузки на водоемы очистные сооружения водопроводных станций не всегда в состоянии довести качество питьевой воды до требований ГОСТа.

В процессе технологической подготовки питьевой воды из поверхностных водоемов при применении различных реагентов могут образовываться химические соединения, зачастую более токсичные, чем первичные загрязнители. Использование современных методов анализа воды позволило обнаружить в питьевой воде более 700 органических соединений.[3]

Повсеместное применение хлора на очистных станциях в технологии подготовки питьевой воды приводит к образованию очень опасных хлорорганических соединений, которые имеют канцерогенные и мутагенные свойства. В отдельные периоды года концентрации, например, хлороформа в водопроводной воде в 3-5 раз превышают предельный уровень.

То же самое можно сказать и об алюминии - веществе, оказывающем нейротропное действие на организм. В ходе обработки воды соединениями алюминия содержание этого металла в питьевой воде, особенно в период паводка и цветения водоемов, может увеличиваться в 2 и более раз.

Приведенная картина состояния водоснабжения и качества питьевой воды свидетельствует о том, что каждый из нас ежедневно подвергается опасности со стороны обычной воды. Этот факт не вызывает сомнения в необходимости дополнительной ее очистки, которая соответствовала бы не только ГОСТу, но и требованиям каждой клетки нашего организма. [4]

Актуальность: в настоящее время сложилась напряженная обстановка с обеспечением населения России доброкачественной водой.

Вода – это важнейшая составляющая среды нашего обитания. После воздуха, вода второй по назначению компонент необходимый для жизни человека. Вода присутствует во всех тканях нашего организма, хотя распределена неравномерно.

Сегодня как никогда нашему организму очень важно получать чистую питьевую воду со сбалансированным минеральным составом. Чистая

питьевая вода повышает защиту организма от стресса, обеспечивает работу внутренних органов. Вода необходима для поддержания всех обменных процессов, она принимает участие в усвоении питательных веществ клетками. Вода является теплоносителем и терморегулятором.

При таком значении воды для человека, вода должна быть соответствующего качества.

Основными критериями качества питьевой воды являются: жесткость, щелочность, содержание кислорода, общая минерализация, рН. Безвредность воды обеспечивается отсутствием в ней токсичных и вредных для организма загрязнителей.

Исследования последних лет показали, что каждая четвертая проба воды из водоемов не отвечает гигиеническим нормам по санитарно – химическим характеристикам и каждая третья – по микробиологическим показателям.

Проанализировав литературные источники на предмет исследования химического состава природных источников питьевой воды было выявлено, что подобным вопросам не уделяется достаточное внимание.

Данное направление является особенно актуальным для Тульской области в связи с тем, что вода, поступающая из водозаборов, является очень жесткой, часто содержит катион Fe^{3+} и другие загрязнители.

Объект исследования – образцы воды четырнадцати природных источников Тульской области, два образца водопроводной воды г. Донского микрорайон Северо – Задонск.

Предмет исследования – состояние питьевой воды различных источников Тульской области.

Цель исследования – выявить состояние питьевой воды различных источников Тульской области с помощью химических и физико – химических методов.

Задачи исследования:

1. Провести теоретический анализ литературных источников,

соответствующих теме нашего исследования;

2. определить требования, предъявляемые к качеству питьевой воды;
3. Сравнить качество исследуемых проб природных вод с САНПИН и между собой.

Исследуемые образцы: нами проанализированы 14 образцов воды природных источников различных районов Тульской области:

1. Д. Осаново;
2. Д. Себино источник «Святая Матрона»;
3. Д. Орловка;
4. Куликово поле «Прощеный Колодец»;
5. Д. Кожинка;
6. Озерки
7. Д. Макшеево;
8. Г. Новомосковск микрорайон Залесный;
9. Д. Красное Гремячее;
10. Д. Ивановково;
11. Пос. Клин «Клинский родник»;
12. Д. Крутое;
13. Г. Донской, микрорайон Задонье;
14. Д. Дубовое;
15. Холодная водопродная вода;
16. Горячая водопродная вода;
17. Дистиллированная вода.

Методы исследования:

Для анализа были использованы химические и физико – химические методы: гравиметрический, титриметрический (аргентометрия, перманганатометрия, комплексонометрия), потенциометрическое титрование, фотоэлектроколориметрический, атомной спектроскопии и другие методы.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

1.1. Природные воды, их химический состав

1.1.1. Химический состав

Природные, в том числе подземные, воды представляют собой сложные системы, состоящие из собственно воды, разнообразных ионов химических элементов, газообразных молекул, органических соединений, микроорганизмов, сложных органоминеральных комплексов и т.д. Но всё-таки главными компонентами природных растворов, являются шесть ионов: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^+ .

Одной из важнейших характеристик химического состава природных вод является их минерализация, т.е. сумма растворённых солей; она выражается в г/л, мг/л, г/кг, мг/кг, может даваться в процентах (%), промилле (‰), в эквивалентном выражении. Иногда, главным образом в океанологии, вместо термина “минерализация” применяется термин “солёность”. Это синонимы.

Химический состав природных вод очень разнообразен. Это вызывает необходимость систематизации химического состава вод. С этой целью предложены ряд классификаций и множество способов наглядного изображения химического состава вод (графики, формулы, коэффициенты и т.п.).

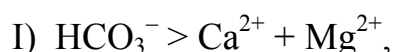
Наиболее распространено выражение химического состава воды в виде формулы Курлова. Эта формула представляет собой инструмент не только выражения состава воды, но и определения её типа, т.е. это инструмент классифицирования вод по химическому составу. Формула Курлова была предложена в 1928 г. и с этого времени её вид претерпел изменения. [5]

Итак, в левой стороне формулы выписывается (в мг/л) содержание газов, а затем микрокомпонентов, если их количество представляет геохимический интерес. Далее записывается минерализация воды (М) в виде

доби: в числителе в массовой форме (в г/л с точностью до одного десятичного знака), в знаменателе - в мг-эквивалентной форме. Далее, в псевдодробь записываются в %-эквивалентном выражении (с точностью до целых процентов) в нисходящем порядке все анионы (в числителе) и катионы (в знаменателе), содержание которых составляет более 1 %-экв. Справа от псевдодоби записывают показатели, характеризующие состояние воды (рН, Eh), перманганатную окисляемость в мг О/л, характеризующую содержание в воде органических веществ, а также температуру воды. Для сильноминерализованных вод в конце формулы проставляют плотность воды. При наименовании воды по её ионному составу по формуле Курлова учитываются ионы, концентрация которых превышает 20 %-экв. При этом сначала называются подчинённые ионы, а затем преобладающие. Вода, формула которой изображена выше, будет называться хлоридно-гидрокарбонатной натриево-магниево-кальциевой.

В большинстве случаев гидрогеохимической практики простое чтение формулы Курлова, как мы это только что сделали, оказывается достаточным для определения характера воды. Однако иногда (при гидрогеохимической оценке нефтегазоносности, при изучении минеральных лечебных вод, при решении специальных вопросов теоретической гидрогеохимии) необходимо провести более детальную типизацию воды по химическому составу. Тогда исследуют соотношения ионов (в мг-экв или %-экв.), которые по существу отражают, какие соли присутствуют в растворе, как связаны между собой катионы и анионы.

Почти все природные воды укладываются в четыре типа (в типе III - два подтипа), характеризующиеся следующими соотношениями ионов:



Итак, мы произвели типизацию подземной воды по химическому составу. И произвели её по существу, следуя наиболее принятой классификации О.А. Алекина –Е.В. Посохова. В основу этой классификации положены два принципа: преобладающих ионов и соотношения между ионами. Все природные воды по преобладающему аниону делятся на классы: гидрокарбонатный, сульфатный, хлоридный и промежуточные (гидрокарбонатно–сульфатный, сульфатно–хлоридный и т.д.), а классы по преобладающему катиону делятся на группы: кальциевых, магниевых, натриевых и смешанных (кальциево–магниевых, натриево–кальциевых и т.д.) вод. В пределах групп выделяются типы вод по соотношению ионов.

По величине минерализации природные воды подразделяются на пресные (до 1 г/кг), солоноватые (1,0–10,0 г/кг), солёные (10,0–35,0 г/кг) и рассолы (35–>370 г/кг). В пределах названных групп существует более дробное деление, как показано в таблице 1.

Таблица 1

Классификация природных вод по минерализации

Воды	Минерализация	
	г/кг	г/л
Пресные	< 0,1–1,0	< 0,1–1,0
	ультрапресные	< 0,1
	умеренно	0,1–0,5
	нормально	0,5–1,0
Солоноватые	1,0–10,0	1,0–10,0
	слабо	1,0–3,0
	средне	3,0–5,0
	сильно	5,0–10,0
Солёные	10,0–35,0	10,1–36,0
	слабо	10,0–25,0
	сильно	25,0–35,0
Рассолы	35,0– > 370,0	36,0– > 500,0
	слабые	35,0–135,0
	крепкие	135,0–265,0
	весьма крепкие	265,0–370,0
	предельно насыщенные	> 370

В этой таблице можно видеть, как сильно начинают различаться цифры минерализации, выраженной в г/кг и г/л при большой минерализации. Это связано с существенным ростом плотности воды при увеличении минерализации (пресная вода имеет плотность $1,0 \text{ г/см}^3$; морская вода с минерализацией 36 г/л - $1,03 \text{ г/см}^3$, а рассол с минерализацией 394 г/л - $1,28 \text{ г/см}^3$).

Теперь кратко рассмотрим особенности состава атмосферных и поверхностных вод Земли, которые дают начало подземным водам.

Атмосферные (метеорные) воды. Несмотря на довольно большое разнообразие химического состава незагрязнённых промышленными отходами дождевых и снеговых вод, всё же они, как правило, отличаются низкой минерализацией, не превышающей в районах гумидного климата 50 , а нередко и 20 мг/л . Но в некоторых районах морских побережий за счёт солей, захватываемых с поверхности моря, минерализация дождевых вод в отдельные периоды года может быть более 100 мг/л . Из моря или океана атмосферные осадки заимствуют натрий, хлор, иод, бром.

В Западной Европе содержание хлора в атмосферных осадках в непосредственной близости от берегов морей достигает иногда $200\text{--}300 \text{ мг/л}$. С удалением от морских побережий в глубь континентов всё большую роль в атмосферных осадках играют вещества, поступающие в атмосферу в результате развевания и последующего растворения пылеватых частиц почв и горных пород, а в условиях засушливого климата - и легкорастворимых солей. В последнем случае состав метеорных осадков становится сульфатным и даже хлоридным.

Важно отметить, что с каждым годом все больше возрастает роль техногенного фактора, который сильно изменяет состав атмосферным осадков. Выбросы в атмосферу газов, загрязнение её разнообразными отходами приводят к образованию в атмосфере кислот, щелочей, обогащению атмосферных вод различными металлами, органическими соединениями и солями. Из-за того, что минерализация атмосферных вод

мала, а источников поступления вещества в атмосферу много, метеорные воды характеризуются большим разнообразием химических типов. Кроме солей атмосферные воды содержат растворённые азот, кислород, углекислый газ, инертные газы.

Речные воды. Воды подавляющего числа рек имеют небольшую минерализацию (менее 0,5 г/л). Это, как правило, гидрокарбонатные кальциевые воды. В степной полосе и пустынях преимущественно распространены реки с сульфатной кальциевой или натриевой водой. Минерализация вод таких рек чаще всего 0,5–1 г/л. В отдельных случаях, как, например, в реке Кума, она достигает 4–5 г/л. Реки с водой хлоридного класса также распространены редко.[6]

Из биогенных компонентов химического состава для речных вод наиболее характерны соединения азота и фосфора. Органическое вещество в реках представлено, главным образом, гуминовыми соединениями. Из растворённых газов в речных водах наибольшее значение имеют кислород и углекислый газ.

В исключительных случаях реки характеризуются совершенно уникальным составом. Например, р. Риу–Негру в Колумбии содержит воду, в которой присутствует 11 г/кг серной кислоты и 9 г/кг соляной. В истоке этой реки находятся, по–видимому, активные вулканы.

Озерные воды. По минерализации воды озёр делятся на пресные (до 1 г/л), солоноватые (до 35 г/л) и соляные (свыше 35 г/л).

Вода подавляющего большинства пресных озёр гидрокарбонатная кальциевая. Таковы, например, озёра Нарочь, Байкал, Ладожское, Онежское, Гурон, Мичиган, Танганьика. Химический состав воды пресных озёр определяется составом вод втекающих в них рек.[6]

Сложнее обстоит дело с солоноватыми озёрами. В них вода подвергается испарительному концентрированию, а при этом происходят изменения в соотношении главных ионов и, следовательно, изменение её химического состава. К категории крупных солоноватых озёр относятся

Балхаш, Иссык–Куль и Аральское море. По преобладающим анионам вода в них является хлоридно–сульфатной или сульфатно–хлоридной, по катионному составу - магниево–натриевой.

Соляные озёра делятся на три типа по химическому составу воды. Это: содовые или карбонатные, сульфатные и хлоридные. Соляные озёра бессточные, расположены в аридной зоне. На базе некоторых соляных озёр осуществляется промышленная добыча либо осаждающихся солей, либо высококонцентрированных вод (рассолов). Так, в заливе Кара–Богаз–Гол (Туркмения) много лет шла добыча мирабилита ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). В Израиле из хлоридных магниево–натриевых рассолов Мёртвого моря (это озеро) с минерализацией 300–320 г/л извлекают хлористый калий и бромидные продукты. В воде Мёртвого моря содержится 6 г/кг брома - самое большое количество, когда–либо зарегистрированное для любой поверхностной воды. [7]

Состав и количество органического вещества в озёрных водах весьма разнообразны и зависят от физико–географических условий нахождения озёра, его биологической продуктивности, ионного состава воды, температуры и др. В состав растворённых газов озёрных вод входят кислород, азот, углекислый газ, иногда сероводород и метан.

Морские и океанические воды. В морской и океанической воде обнаружены все химические элементы. Однако основную массу солей составляют одиннадцать главных компонентов, которые в средней океанической воде имеют такие концентрации (в г/л): Na^+ - 11,03; Mg^{2+} - 1,33; K^+ - 0,40; Ca^{2+} - 0,42; Sr^{2+} - 0,01; Cl^- - 19,83; SO_4^{2-} - 2,77; HCO_3^- - 0,15; Br^- - 0,07; F^- - 0,01 и H_3BO_4 - 0,03. Эти компоненты дают в сумме 99,9 % массы всех растворённых в океанической воде соединений. Минерализация средней океанической воды составляет 36 г/л, или 35 г/кг.

Таким образом, современная океаническая вода является хлоридной натриевой, относящейся к типу III, подтипу а, согласно классификации О.А. Алёкина – Е.В. Посохова.

Ещё в 1819 г. Марсет установил, что морская и океаническая вода в разных районах земного шара содержит одни и те же химические компоненты в очень близких пропорциях, а различия в химическом составе состоят только в общем количестве присутствующих солей, т.е. в минерализации. Действительно, минерализация воды составляет для Белого моря 3, Балтийского - 7, Черного - 18, Мраморного - 25, Средиземного и Красного - 38 г/кг.

В водах Мирового океана содержится существенное количество органического вещества, источником которого является весь органический мир, населяющий воды. Среднее содержание органического вещества в океанической воде 1,5–2,5 мг/л, в водах окраинных и внутренних морей концентрация органического вещества увеличивается. Например, в Азовском море она доходит до 6 мг/л. Среди органических веществ преобладают липиды, углеводороды и гуминовые вещества.

В морской воде также присутствуют растворённые газы. Это кислород, азот, углекислый газ, сероводород, углеводороды и инертные газы.

Интересно отметить, что при сравнении среднего химического состава вод Мирового океана и поверхностных вод суши ярко бросается в глаза диссиметрия Земли в составе поверхностных вод. Если в Мировом океане резко преобладают хлор и натрий, то в речных и озёрных водах - гидрокарбонат и кальций. Диссиметрия наблюдается и по общей концентрации солей: в Мировом океане концентрация растворённых веществ в среднем в 179 раз превышает таковую в водах рек и озёр.

Перейдём, к вещественному составу подземных вод, который складывается из ионов, газов, органического вещества, микрофлоры.

Состав растворённых ионов в подземных водах определяется распространённостью химических элементов в земной коре и растворимостью соединений, образуемых этими элементами. Распространённость и содержание минеральных веществ в подземных водах различны, в связи с чем среди них выделяются макрокомпоненты и

микрокомпоненты, а иногда и промежуточная группа - второстепенных компонентов (или мезокомпоненты).

Макрокомпоненты определяют химический тип воды, её общую минерализацию и название. К макрокомпонентам относятся Ca, Mg, Na, K (отнесение последнего в эту группу является спорным), Cl, S и C). Это химические элементы, которые имеют высокий кларк, т.е. высокое среднее содержание в земной коре и образуют хорошо растворимые соединения. Мы назвали макрокомпоненты в виде химических элементов, но в воде они присутствуют в виде ионов: (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} и HCO_3^-).

Второстепенными компонентами подземных вод принято считать азотистые соединения (NH_4^+ , NO_3^-), кремнекислоту H_3SiO_4 , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al. Эти элементы всегда присутствуют в подземных водах, но содержание их обычно невелико, что связано либо с их высоким кларком, но низкой растворимостью соединений, либо с низким кларком, но сравнительно хорошей растворимостью солей.[8]

Микрокомпоненты содержатся в подземных водах, как правило, в незначительных количествах, определяемых миллиграммами, микрограммами и долями микрограммов в 1 литре. Но иногда их концентрации достигают количеств, соизмеримых с макрокомпонентами. В этом случае они входят в формулу химического состава воды. Микрокомпоненты представлены химическими элементами, которые имеют низкий кларк в литосфере и соединения которых отличаются низкой растворимостью. Микрокомпонентами считаются бром, иод, фтор, бор, литий, рубидий, цезий, стронций, барий, мышьяк, молибден, медь, кобальт, цинк, свинец, ванадий, никель и др.

Простое перечисление макро-, мезо- и микрокомпонентов не даёт представления о размахе колебаний их концентраций в подземных водах. Поэтому отметим, что концентрация химических элементов в подземных водах колеблется от сотен граммов на литр (макрокомпоненты) до миллиардных долей г/л (микрокомпоненты).

Очень большой диапазон имеет и минерализация подземных вод. Увеличение минерализации происходит за счёт появления в подземных водах всё более растворимых соединений. Наименее минерализованными (менее 10 мг/л) являются ультрапресные гидрокарбонатные кальциевые воды (карбонат кальция относительно слабо растворим), наиболее минерализованными (до 760 г/л) - предельно насыщенные хлоридные кальциевые рассолы (хлорид кальция чрезвычайно хорошо растворим). [9]

Итак, мы отметили, что подземные воды весьма разнообразны по минерализации, по размаху концентраций отдельных химических компонентов. Теперь подчеркнём чрезвычайное разнообразие химических типов подземных вод.

В.И. Вернадский писал, что “в земной коре нет воды, не заключающей в растворе определённого количества и определённого состава газов”. Поэтому кратко рассмотрим газовый состав подземных вод. Основными газами, содержащимися в подземных водах, являются кислород O_2 , азот N_2 , углекислота CO_2 , сероводород H_2S , водород H_2 и углеводороды (метан CH_4 и более тяжёлые ГУ). Кроме того, подземные воды содержат инертные газы - He, Ne, Ar и др.

При изучении подземных вод важное значение имеет равновесие вода – газ. Обычно газ растворён в воде, но при его избытке часть его может находиться в свободном (спонтанном) состоянии, т.е. в виде мельчайших пузырьков в порах горных пород. Поглощение и выделение газа водой - процессы, которые могут спровоцироваться изменением ионно-солевого состава воды. Растворимость газов в воде зависит от температуры, давления и минерализации воды.

С ростом температуры примерно до 80–90 °С растворимость газов уменьшается, а при дальнейшем повышении температуры - увеличивается.

С увеличением давления растворимость газов возрастает. Именно поэтому воды кавказских минеральных источников газифицируются углекислотой. На глубине в этих водах растворено большое количество CO_2 ; при выходе на

поверхность снижается давление и уменьшается растворимость газа, который из растворённого состояния переходит в свободное.

Рост минерализации воды способствует снижению растворимости газов.

Наименьшей растворимостью в воде обладает гелий, а наибольшей сероводород.

По происхождению газы делятся на: 1) воздушные (N_2 , O_2 , CO_2 , Ne, Ar), проникающие в литосферу из атмосферного воздуха; 2) биохимические (CH_4 , CO_2 , N_2 , H_2S , H_2 , O_2 , TУ), образующиеся при разложении микроорганизмами органических и минеральных веществ; 3) химические (CO_2 , H_2S , H_2 , CH_4 и др.), образующиеся при взаимодействии воды и породы; 4) радиоактивного происхождения (He, Rn, O_2).

Кислород в подземных водах содержится в количествах до 15–20 мг/л. С глубиной его концентрация, как правило, уменьшается, так как он расходуется на окисление минеральных и органических соединений. Вместе с тем, высокие концентрации кислорода обнаружены в рассолах на глубинах 2–3 км. Здесь он связан с разложением молекул воды под действием радиоактивного излучения (радиолиз воды).

Содержание углекислоты в подземных водах достигает 20 и даже 40 г/л. CO_2 является участником реакций, определяющих одно из важнейших в природе карбонатных равновесий $CO_2 - CO_3^{2-} - HCO_3^-$.

Столь же важный агент химических реакций и сероводород, входящий в систему $H_2S - SO_4^{2-}$. Его концентрация в подземных водах достигает 3 г/л.

Азот очень широко распространён практически во всех типах подземных вод. Его обычная концентрация - десятки–сотни мг/л, максимальная - 1200 мг/л.

Углеводородные газы (CH_4 и др.) обычно присутствуют в водах нефтегазоносных бассейнов. Их содержание может достигать 13000 см³ в литре.

Гелия в подземных водах немного (десятые доли – единицы см³/л). В последние годы он привлекает внимание как показатель глубинных разломов и предвестник землетрясений.

Газовый состав - один из основных компонентов минеральных (лечебных) подземных вод, в связи с чем по газовому составу выделяются типы минеральных вод: сероводородные, метановые, азотные, углекислые, радоновые. Радоновые, генетически связанные с кристаллическими породами фундамента, воды имеются в западной части Беларуси, где они используются в санаторной практике.

В подземных водах содержится широкая гамма разнообразных органических соединений. Это жирные, нафтеновые и карбоновые кислоты, битум, фенолы, бензол, толуол, аминокислоты, амины, спирты, сложные эфиры. Количественная характеристика органического вещества подземных вод выражается концентрацией органического углерода (C_{орг}), или величиной окисляемости - перманганатной, бихроматной и др. (в мг О/л). В подземных водах содержание C_{орг} колеблется от десятых долей до сотен мг/л. Наиболее обогащены органическим веществом воды нефтяных месторождений (до 800 мг/л).

Основными источниками поступления органических веществ в подземную воду являются почвы, горные породы, особенно торф, уголь, горючие сланцы, залежи нефти.

В подземных водах широко распространены разнообразные микроорганизмы, среди которых наиболее изучены аэробные и анаэробные бактерии. Первые развиваются при наличии свободного кислорода, который используется ими для дыхания, вторые черпают необходимый им кислород из кислородсодержащих органических (углеводы, спирты и др.) и минеральных (нитраты, сульфаты) соединений. Число бактерий в подземных водах колеблется в больших пределах - от нескольких тысяч до 2 млн клеток в 1 мл воды.

В грунтовых водах распространены гнилостные бактерии и сапрофиты, разлагающие вещества белкового характера. Более глубокие подземные воды характеризуются развитием бактерий, активно участвующим в окислительно–восстановительных реакциях. Это сульфатредуцирующие, метанообразующие, денитрифицирующие, тионовые и другие бактерии. Верхний предел температуры, при которой может протекать жизнедеятельность микрофлоры 80–90 °С. Минерализация воды и её химический состав не являются сдерживающим фактором для развития микроорганизмов. Существует ряд микроорганизмов, способных существовать при концентрации солей 300 г/л и более.

1.1.1. Свойства пресной воды

Запах воды определяют (землистый, хлорный, запах нефтепродуктов и т. д.) и оценивая интенсивность запаха по пятибалльной шкале (ноль соответствует полному отсутствию запаха):

- очень слабый, практически неощутимый запах;
- запах слабый, заметный лишь в том случае, если обратить на него внимание;
- запах легко замечается и вызывает не одобрительный отзыв о воде;
- запах отчетливый, обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья;
- запах настолько силен, что делает воду не пригодной к употреблению.

Вкус воды характеризуется определениями соленый, кислый, сладкий, горький, а все остальные вкусовые ощущения называют привкусами. Оценивают вкус по такой же пятибалльной шкале, как и запах, с градациями: очень слабый, слабый, заметный, отчетливый, очень сильный.

Цвет воды определяют фотометрически, путем сравнения испытуемой воды с эталонными растворами, имитирующими цвет природной воды. Оценивают цвет по специальной шкале цветности с градациями от нуля до 14. Аналогичным образом исследуют и мутность.

Общая жесткость воды

Влияние избыточной жесткости:

- при использовании мягкой воды расходуется в 2 раза меньше моющих средств;

- жесткая вода, взаимодействуя с мылом, образует "мыльные шлаки", которые не смываются водой и оставляют разводы на посуде и поверхности сантехники;

- "мыльные шлаки" также не смываются с поверхности человеческой кожи, забивая поры и покрывая каждый волос на теле, что может стать причиной появления сыпи, раздражения, зуда;

- при нагревании воды, содержащиеся в ней соли жесткости кристаллизуются, выпадая в виде накипи;

- во многих промышленных процессах соли жесткости могут вступить в химическую реакцию, образовав нежелательные промежуточные продукты.

Содержание ионов Ca^{2+} в природных водах подвержено значительным колебаниям — от нескольких единиц до тысячи миллиграммов на литр. Основные источники Ca^{2+} — известняковые и гипсовые породы. Ион Ca^{2+} преобладает в мало минерализованных водах. С повышением минерализации содержание Ca^{2+} резко снижается, что связано с малой растворимостью карбоната и сульфата кальция. Обычно кальций в природных водах содержится в форме гидрокарбонатов, сульфатов и хлоридов. Ионы Ca^{2+} наряду с ионами Mg^{2+} обуславливают жесткость воды. Содержание Ca^{2+} находят перманганатометрическим и комплексометрическим методами.

Свойства воды изучаются методами качественного и количественного химического анализа. На каждый загрязнитель имеется свой ПДК - предельно допустимая концентрация, то есть такая, которая не наносит вреда нашему организму. Но есть вещества, вирусы и бактерии, для которых ПДК равен нулю, то есть их вообще не должно быть в воде. Вредные вещества и микрофлора могут присутствовать в воде, но в столь ничтожной

концентрации, что их не определить самыми тонкими и точными методами анализа.

Содержание фтора в природных и питьевых водах составляет особую проблему. Фтор широко распространен в природе. Его содержание в земной коре 0.01%. Чаще всего фтор встречается в виде фторидов с металлами. Много фтора содержат некоторые слюды, лепидолит, турмалин, фосфорит, фторапатит, гранит.

Воды поверхностных источников характеризуются преимущественно низким содержанием фтора (0.3-0.4 мг/л). Высокие содержания фтора в поверхностных водах являются следствием сброса промышленных фторсодержащих сточных вод или контакта вод с почвами, богатыми соединениями фтора. Максимальные концентрации фтора (5-27 мг/л и более) определяют в артезианских и минеральных водах, контактирующих с фторсодержащими водовмещающими породами.

Как недостаток, так и избыток фтора могут приводить к серьезным заболеваниям. Содержание фтора в питьевой должно поддерживаться в пределах 0.7 – 1.5 мг/л (в зависимости от климатических условий).

При гигиенической оценке поступления фтора в организм важное значение имеет содержание микроэлемента в суточном рационе, а не в отдельных пищевых продуктах. В суточном рационе содержится от 0.54 до 1.6 мг фтора (в среднем 0.81 мг). Как правило, с пищевыми продуктами в организм человека поступает в 4-6 раз меньше фтора, чем при употреблении питьевой воды, содержащей оптимальные его количества (1 мг/л).

Повышенное содержание фтора в воде (более 1.5 мг/л) оказывает вредное влияние на людей и животных, у населения развивается эндемический флюороз ("пятнистая эмаль зубов"), рахит и малокровие. Отмечается характерное поражение зубов, нарушение процессов окостенения скелета, истощение организма. Содержание фтора в питьевой воде лимитируется. Установлено, что систематическое использование населением фторированной воды снижает и уровень заболеваний, связанных с

последствиями одонтогенной инфекции (ревматизм, сердечно-сосудистая патология, заболевания почек и др.). Недостаток фтора в воде (менее 0.5 мг/л) приводит к кариесу.

Фтор - один из немногих элементов, которые лучше усваиваются организмом из воды. Оптимальная доза фтора в питьевой воде составляет 0.7 – 1.2 мг/л. ПДК фтора составляет 1.5 мг/л.

1. 2. Загрязнители пресных вод

Качество воды водных объектов Российской Федерации в настоящее время не отвечает нормативным требованиям. Многолетние наблюдения за динамикой качества поверхностных вод обнаруживают тенденцию роста степени их загрязнения.

Основные реки - Волга, Дон, Кубань, Обь, Енисей, Лена, Печора - оцениваются как "загрязненные", их крупные притоки - Ока, Кама, Томь, Тобол, Миасс, Исеть, Тура, а также река Урал - являются "сильно загрязненными".

Главные загрязняющие вещества - нефтепродукты, фенолы, легкоокисляемые органические вещества, соединения меди и цинка, аммонийный и нитритный азот. Во многих реках отмечаются повышенные концентрации лигнина, ксантогенатов, анилина, метилмеркаптана, формальдегида.

Неблагополучно состояние малых рек, особенно в зонах крупных промышленных центров, из-за поступления в них с поверхностным стоком и сточными промышленными водами больших количеств загрязняющих веществ. Значительный ущерб малым рекам наносится в сельской местности из-за нарушения режима хозяйственной деятельности в водоохранных зонах и попадания в водотоки органических и минеральных загрязнений, а также смыва почвы в результате водной эрозии.[10]

Поверхностные воды рек, озер, водохранилищ менее надежны в санитарном отношении, чем подземные. Это обусловлено тем, что в них, во-первых, значительно более вероятно попадание с хозяйственно-бытовыми, дождевыми, паводковыми и промышленными стоками микроорганизмов, токсических химических соединений и различных примесей физико-механического характера. А, во-вторых, в результате загрязнения снижается самоочищающая способность водоемов. Поэтому поверхностные воды, в сравнении с подземными, характеризуются большим количеством взвешенных веществ, пониженной прозрачностью, значительным органическим и бактериальным загрязнением, а также выраженными сезонными колебаниями качества.

В современных условиях развития промышленности большое значение имеет организация водоохраных мероприятий: соблюдение правил санитарной охраны водоисточников, объем стоков не должен превышать способности водоемов к самоочищению, иначе загрязнение становится необратимым и усиливающимся процессом и т.д.

Питание поверхностных водоисточников происходит главным образом за счет атмосферных осадков. Химический состав воды зависит от гидрометеорологических условий, от пород и почв на поверхности земли, которые в большинстве случаев содержат мало растворимых солей.

Пригодность поверхностного источника устанавливается на основе оценки санитарного состояния мест забора воды, самого водоема и качества воды. Программа выбора источника должна включать санитарно-топографические данные: геологическое и топографическое строение местности, характер растительности и почвы, наличие возможных источников загрязнения. Большое значение имеет эпидемиологический анализ, позволяющий выявить источник, механизм развития заболеваний населения и животных, передающихся водным путем, а также спланировать санитарно-гигиенические и противоэпидемические мероприятия. [11]

Исследованиями качества воды поверхностных источников водоснабжения (по полной схеме) предусматривается определение плавающих примесей, запаха, окраски, цветности, мутности, прозрачности, сухого осадка, хлоридов, сульфатов, железа, поверхностно-активных веществ (ПАВ), общей жесткости, щелочности, рН, биохимического потребления кислорода (БПК₅), окисляемости, аммония соленого, нитритов, фтора, числа сапрофитных бактерий, коли-индекса.[12]

При неблагоприятной санитарной и эпидемической обстановке, а также при высоком содержании БГКП (коли-индекс воды более 50000) проводят дополнительные исследования воды на наличие патогенных бактерий, вирусов, фекального загрязнения, а также промышленных загрязнений.

Поверхностные водоисточники в зависимости от качества воды подразделяются на три класса (таблица 2).

Таблица 2

Показатели качества воды поверхностных источников водоснабжения

Наименование показателя	По классам		
	1	2	3
Мутность, мг/дм ³ , не более	20	1500	10000
Цветность, градусы, не более	35	120	200
Запах при 20 и 60 °С, баллы, не более	2	3	4
Водородный показатель (рН)	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5
Железо (Fe), мг/дм ³ , не более	1	3	5
Марганец (Mn), мг/дм ³ , не более	0,1	1,0	2,0
Фитопланктон, мг/дм ³ , не более	1	5	50
Окисляемость перманганатная мг О ₂ /дм ³ , не более	7	15	20
БПК _{полное} мг О ₂ /дм ³ , не более	3	5	7
Число лактозоположительных кишечных палочек в 1 дм ³ воды (ЛКП), не более	1000	10000	50000

Примечание. Количество одноклеточных организмов оценивается в кл/см³, пленчатых и нитчатых - в мг/дм³. [13]

К первому классу отнесены те источники, воду которых для получения питьевого качества достаточно подвергнуть простейшей обработке (обеззараживание, осветление фильтрованием без предварительного коагулирования или с применением малых доз коагулянта). [14]

Питьевая вода источников второго класса может быть подготовлена с помощью традиционных методов (обеззараживание, осветление и обесцвечивание коагулированием, отстаиванием, фильтрованием; удаление фитопланктона микрофильтрованием).

Вода из источников третьего класса требует дополнительных методов обработки, таких, как вторая ступень отстаивания при высокой мутности, применение окислителей и активного угля для устранения запахов и привкусов, более эффективное обеззараживание и др.

Конституция России прямо говорит о гарантиях и правах граждан на защиту здоровья. Существует Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» 1999 года, есть еще Водный кодекс 2006 года и, наконец, Уголовный кодекс, предусматривающий ответственность за «нарушение санитарно-эпидемиологических правил» и «сокрытие информации об обстоятельствах, создающих опасность для жизни и здоровья людей». В 42-й статье Конституции сказано, что «каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о её состоянии и на возмещение ущерба, причинённого его здоровью или имуществу экологическим правонарушением». Но закона о питьевой воде, или о питьевом водоснабжении, или о том и другом вместе, что было бы самым правильным, увы, нет. Общие же слова «больших» законов до «маленьких» водных проблем не опускаются.

27 декабря 2002 года был принят Федеральный закон «О техническом регулировании» (№ 184), который должен расставить всё по своим местам.

Ключевой целью принятия этого закона стала гармонизация российской нормативной базы с зарубежной, что было выдвинуто как неременное условие принятия на во Всемирную торговую организацию

(ВТО). Однако жизнь показала, что по отношению к ряду отраслей «технический регламент» не является адекватной формой нормативного документа.

На смену своду старых норм, согласно замыслу авторов закона о техрегулировании, должны прийти буквально тысячи и тысячи технических регламентов и национальных стандартов, разрабатываемых синхронно путём переработки и доработки имеющихся ГОСТов. Но как развернутся события на самом деле – пока никто сказать не берётся. Если руководствоваться законом буквально, то после названного срока должны сразу перестать действовать все отраслевые нормативные документы, к примеру строительные нормы и правила (СНиПы) и Санитарные правила и нормативы (СанПиНы). В последних нормируются требования к питьевой воде, подаваемой населению нашей страны из централизованных источников водоснабжения.[14]

Причин принятия технических регламентов на питьевую воду, а скорее даже задач, на сегодня две. Во-первых, предоставление потребителю законодательной базы, дающей возможность подать в суд, если он получил «продукт» ненадлежащего качества, чётко оговоренного в документе, - по прямой аналогии с соком, молоком, любым товарным продуктом. Во-вторых, расширение перечня контролируемых опасных веществ. Но при этом отсутствует «региональный подход», когда специалисты на местах контролируют характерные для конкретного региона загрязнения.

И вот что интересно, поскольку по закону техрегламент оговаривает только вопросы безопасности «товарной продукции», то органолептические параметры – вкус, цвет, запах воды – не рассматриваются на несоответствие норме. То есть законом фактически допускается, что вода у нас может быть вполне безопасной, но мутной или плохо пахнуть.

В действующем пока ещё СанПиНе «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» реализован принцип «регионального

подхода». Он регламентирует поисковое «применение современных физико-химических методов, позволяющих получить максимально полную информацию о химическом составе исходных вод и спектре антропогенных воздействий, характерных для конкретного региона». Такой подход полностью отвечает требованиям «Руководства по качеству питьевой воды» Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).[15]

За всё время существования этих правил (а они есть в редакциях 1996, 2001 и 2006 годов) в них постоянно вносились существенные уточнения об использовании новейших методов контроля. При этом СанПиНы позволяют избежать лаборатории водоканалов – практически все они находятся в бедственном финансовом положении – от дополнительной нагрузки. Так, водопровод города Химки питается двумя подземными скважинами с давно известным составом воды, и поэтому в одной, например, постоянно контролируют железо, а в другой – фтор. Аналогично обстоит ситуация во многих населенных пунктах страны, и только крупные города, как правило, ведут забор воды из поверхностных водоёмов с широкой гаммой различных загрязнений, требующих вести расширенный контроль.

Первыми государствами, которые в 1937 году ввели стандарты на питьевую воду, стали Россия (СССР) и США. Всего для контроля было введено пять обязательных показателей. Европа ещё даже не знала, что такое стандарты на питьевую воду. В принятом в 1972 году ГОСТе уже были заложены требования отслеживать ПДК загрязнений, специфических для конкретного региона или области, города, села. Российским специалистам отводилась ведущая роль на заседаниях международных комиссий ВОЗ. Объективное отставание СССР от развитых стран с точки зрения перечня контролируемых веществ и допустимого уровня их содержания в воде, возникшее к концу 70-х – началу 80-х годов 20 века, было обусловлено экономическими причинами, которые и сегодня мешают стране выйти в решении проблемы питьевого водоснабжения на уровень ведущих мировых держав.

В проекте государственной программы "Чистая вода" констатируется: «Основная причина низкого качества воды, поступающей из источников централизованного водоснабжения, заключается в изношенности коммуникаций и оборудования и устаревших методах очистки. <...> В Российской Федерации одна треть водопроводных сетей нуждается в замене. <...> Не проходят полную биологическую очистку 12,3% сточных вод. Из сточных вод, проходящих очистку, до нормативных требований доводится менее половины (46,4%). В России одна треть канализационных сетей нуждается в замене. Плохое состояние систем водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод связано с недостаточным финансированием отрасли». Таким образом, не только констатируется суть проблемы, но и признаётся взаимосвязь водопроводной воды и сточных вод как фактора, влияющего на обеспечение населения безопасной водопроводной водой.[16]

Проблему нужно рассматривать в комплексе. Это и нормирование сброса сточных вод – все помним из уроков в средней школе о круговороте воды, - и создание адекватных законодательных механизмов регулирования деятельности коммунального водохозяйства. Иначе защитить интересы потребителя не удастся. На основе самых благих идей можно создать закон – регламент, существующий на бумаге, но совершенно не конструктивный, никем не исполняемый, поскольку как технически, так и экономически это невозможно. Получим дополнительные проблемы, вбив очередной клин в плохо отрегулированные законом отношения потребителей воды – граждан, органов контроля и коммунальных организаций. Состояние коммунального водохозяйства не позволяет гарантировать постоянного контроля и гораздо меньшего количества опасных для здоровья человека веществ, чем предложено в последней редакции техрегламента. Средств на содержание мощных лабораторий у большинства водоканалов просто нет. Нет и такой необходимости.

В настоящее время гигиенические нормативы утверждает своим постановлением Главный государственный санитарный врач РФ.

Роспотребнадзор имеет возможность оперативно реагировать на новую информацию о санитарно-токсикологических и иных негативных влияниях веществ на здоровье человека и вносить изменения в нормативы. Вряд ли это будет возможно после замещения СанПиНов техническими регламентами, поскольку они являются федеральными законами. А внесение изменений в федеральный закон – дело долгое.[17]

Вот пример: 30 марта 2003 года были утверждены гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». За четыре года в них внесено и утверждено 50 изменений и дополнений. Численные значения нормативов по 18 веществам изменены только в ходе разработки проекта технического регламента «О безопасности питьевой воды» в перечне показателей безопасности, подлежащих контролю. Но они не охватывают и сотой части загрязняющих веществ, на которые в России разработаны ПДК. За время разработки техрегламента знания о некоторых веществах существенно изменились, и произошло не просто небольшое уточнение второстепенных деталей, а зачастую изменены класс их опасности и величина норматива. Например, в 3-6 раз уменьшены предельно допустимые концентрации молибдена, урана, этилбензола, в 10 раз уменьшены ПДК хрома, бензола, винилхлорида, то есть эти вещества признаны более опасными, чем считалось ранее. А ПДК толуола скорректировано в сторону уменьшения более чем в 20 раз – с 0,01 до 0,0024 мг/л. Поэтому технический регламент не может стать эффективным рабочим документом в сфере коммунального водоснабжения.

В соответствии с законом продукции, продукция, признанная опасной, должна быть отозвана, а убытки возмещены. Это правильно. Но возникает вопрос: каким образом на практике удастся отозвать водопроводную воду, подаваемую населению 24 часа в сутки? А «вред» может оказаться такого масштаба, что его компенсация потребует десятилетий. Сложно понять, почему питьевую воду (равно как и очищенные стоки) пытаются приравнять

к «товарной продукции», когда вода является, по сути, средой обитания человека? С позиции санитарных норм не менее важно и то, какую воду мы используем для гигиенических нужд. Вода скорее «похожа» на воздух, чем на телевизор или велосипед. Ясно и то, что вода из-под крана и вода в бутылках – это вещи по определению разные.

Вот ещё одна деталь, небольшая, но исключительно важная. Закон «О техническом регулировании» не регламентирует отношения, связанные с «применением мер по предотвращению возникновения и распространения массовых инфекционных заболеваний человека, профилактике заболеваний человека». Между тем требования, которые предъявляются к питьевой воде, направлены как раз на создание непреодолимого барьера для проникновения в организм человека инфекционных заболеваний.

В соответствии с гигиеническими требованиями питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам перед ее поступлением в распределительную сеть, а также в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети. В отечественные требования к питьевой воде впервые введены паразитологические, радиационные и некоторые химические и микробиологические показатели.

При обнаружении в пробе питьевой воды колиформных бактерий или колифагов их определяют в повторно взятых пробах воды. Одновременно определяют содержание хлоридов, аммонийного азота, нитритов и нитратов.

При обнаружении в повторно взятых пробах воды более 2 общих колиформных бактерий в 100 мл, термотолерантных колиформных бактерий и колифагов пробы воды исследуют на патогенные бактерии кишечной группы и энтеровирусы. Такие же исследования проводятся по эпидемиологическим показаниям по решению центра Госсанэпиднадзора.

Безопасность питьевой воды по химическому составу определяется по обобщенным показателям, по содержанию вредных химических веществ,

наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Российской Федерации, а также веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение. К этой группе относятся 22 неорганических и 3 органических вещества. [18]

Из них по органолептическому признаку вредности нормируется 6, а по санитарно-токсикологическому - 19 соединений, по содержанию вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения, по содержанию вредных неорганических и органических химических веществ, поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека.

К последней группе относится более 1200 химических соединений. При обнаружении в питьевой воде нескольких токсичных веществ, относящихся к 1-му и 2-му классам опасности и нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности, сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из них в воде к ПДК не должна быть больше

При одновременном присутствии в воде свободного и связанного хлора их общая концентрация не должна превышать 1,2 мг/л.

В отдельных случаях по согласованию с центром Госсанэпиднадзора может быть допущена повышенная концентрация хлора в питьевой воде.

Питьевая вода должна обладать благоприятными органолептическими свойствами, которые определяются нормативами по запаху, привкусу, цветности и мутности, а также по содержанию веществ, влияющих на органолептические свойства воды. Не допускается присутствие в питьевой воде различимых невооруженным глазом водных организмов и поверхностной пленки.

Впервые в Санитарных правилах по питьевой воде определена; радиационная безопасность, которая обуславливается ее соответствием нормативам по показателям общей альфа- и бета-активности. Общая альфа-радиоактивность не должна превышать 0,1 Бк/л, а общая бета-

радиоактивность - 1,0 Бк/л воды. Идентификация присутствующих в воде радионуклидов и измерение их индивидуальных концентраций проводится при превышении нормативов общей активности.[19]

Санитарные правила регламентируют также методы контроля за качеством воды. Предусмотрены отбор и анализ проб воды из водоемов в местах водозабора, исследование проб воды после очистки перед поступлением в распределительную сеть, а также в местах водопотребления. Число проб увеличивается при использовании поверхностных источников водоснабжения. Число исследований определяется также численностью населения, использующего воду данного источника. В некоторых случаях число проб из водоисточника для органолептических, химических, микробиологических и паразитологических исследований может достигать нескольких тысяч в год.

Отдельно следует рассмотреть требования к питьевой воде в условиях местного нецентрализованного водоснабжения, поскольку централизованная система водоснабжения пока не стала основной для большинства сельских населенных мест России.

Под нецентрализованным водоснабжением понимается использование жителями населенных мест подземных источников водоснабжения для удовлетворения питьевых и хозяйственных нужд при помощи водозаборных устройств без разводящей сети. Источниками нецентрализованного водоснабжения являются подземные воды, которые разбирает население через шахтные и трубчатые колодцы, каптажи родников для общественного и индивидуального пользования. Колодцы и родники питаются, как правило, грунтовыми водами, расположенными на первом водоупорном слое, и вода из этих источников используется без какой-либо дополнительной обработки. Конечно, грунтовые воды не всегда могут быть такого качества, как межпластовые воды или питьевая вода при централизованном водоснабжении. В частности, это относится к органолептическим и микробиологическим свойствам воды местных источников водоснабжения, к

которым предъявляются несколько менее жесткие требования, нежели к этим же показателям для питьевой воды при централизованном водоснабжении. Однако питьевая вода должна быть, безусловно, эпидемически безопасной и химически безвредной.

В Российской Федерации действуют СанПиН 2.1.4.544-96 «Требования к качеству воды не централизованного водоснабжения. Санитарная охрана источников». Вода не централизованного водоснабжения по составу и свойствам должна соответствовать следующим нормативам: запах - не более 2-3 баллов; привкус - не более 2-3 баллов; цветность - не более 30 °; прозрачность - не менее 30 см по шрифту; мутность - не более 2 мг/л; нитраты (NO_3) - не более 45 мг/л; коли-индекс - не более 10. Содержание химических веществ не должно превышать ПДК.[20]

В зависимости от местных природных и санитарных условий, а также от эпидемической обстановки в населенном месте перечень контролируемых показателей качества воды расширяется по постановлению органов и учреждений Госсанэпиднадзора Российской Федерации.

Ответственность за санитарное состояние территории, качество и безопасность воды несут местные органы самоуправления или садово-огороднические товарищества, в ведении которых находятся водозаборные устройства и сооружения общественного пользования. Плановый или выборочный контроль за качеством воды колодцев и каптажей общественного пользования осуществляют центры Госсанэпиднадзора.

1. 3. Современные требования к качеству воды природных источников

Чрезвычайно важным для профилактики инфицирования человека посредством воды является обеспечение ее эпидемической безопасности. Это гигиеническое требование к доброкачественной питьевой воде контролируется по ряду микробиологических и паразитологических

показателей. К числу санитарно-показательных микроорганизмов относят бактерии группы кишечных палочек (БГКП), энтерококки, клостридии, бактерии группы протей, термофилы и колифаги. С точки зрения оценки уровня загрязнения воды микроорганизмами в практике коммунального водоснабжения в качестве критериев для оценки возможного фекального загрязнения воды используют группу индикаторных бактерий, а вирусного - колифаг.

Например, кишечная палочка впервые была рекомендована в качестве показателя фекального загрязнения воды в 1988 году французским врачом Е.Масе, что послужило своего рода началом развития санитарной микробиологии.

В группу колиформных микроорганизмов (БГКП) - палочковидных, неспорообразующих, грамотрицательных- входят следующие виды бактерий: *E. coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Kleibsiella*.

Все бактерии этой группы дают рост на питательной среде Эндо, ферментируют глюкозу и лактозу с образованием кислоты, газа и альдегида при 35-37°C за 24-48 ч и не обладают оксидазной активностью (по ГОСТ 18963-73). При постановке такой пробы высеянные микробы будут называться колиформными.

Если же при постановке пробы при 43±0,5°C сферментируется лактоза, тогда микроорганизмы будут определены как термотолерантные колиформные бактерии (или фекальные колиформы), которые и являются показателем свежего фекального загрязнения (СФЗ) воды. Из всей группы БГКП в качестве критерия СФЗ выступает, главным образом, род *Escherihia coli*.

В связи с развитием санитарной микробиологии осуществляется поиск новых индикаторных микроорганизмов. Среди них бифидобактерии, которые составляет основную анаэробную флору кишечника человека. Однако трудности при индикации и культивировании анаэробных

бифидобактерий ограничивают их практическое использование как индикатора биологического анализа.

При оценке эпидемической опасности питьевой воды учитывают, что существенное различие микроорганизмов по степени устойчивости к воздействию факторов окружающей среды; она уменьшается в следующем порядке: сапрофиты, вирусы, БГКП, сальмонеллы, шигеллы, вибрионы Эль-Тор и т.д. Из чего следует, что если снижение численности БГКП в воде в результате очистки и обеззараживания на водопроводных станциях может говорить и об уменьшении таковой сальмонелл, шигелл и т.д., то нет уверенности в уничтожении вирусов, которые являются возбудителями целого ряда кишечных инфекционных заболеваний.[21]

Результатом эффективной очистки является вода, свободная от колиформных микроорганизмов, независимо от уровня загрязнения исходной неочищенной воды. По данным ВОЗ, качество воды, поступающей в распределительную сеть, не может считаться удовлетворительным, если в 100 мл обнаруживаются колиформные микроорганизмы. Присутствие не более 3 колиформных микроорганизма в 100 мл может считаться допустимым для отдельных проб, если:

- отсутствуют фекальные колиформы;
- водосточник регулярно и достаточно часто обследуется;
- площадь водосбора и условия хранения удовлетворяют необходимым требованиям.

Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» утверждены и введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации Онищенко Г. Г. с 26 сентября 2001 года. СанПиН 2.1.4.1074-01 является обновленным изданием СанПиН 2.1.4.559-96, который был принят в 1997 году.

СанПиН нормирует содержание вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах, а также поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека. Устанавливает гигиенические требования к питьевой воде, определяет органолептические и некоторые физико-химические параметры питьевой воды.[22]

В нижеприведенных таблицах даны параметры, нормируемые в России, а также ряд других параметров, часто употребляемых в водоподготовке. Многие из этих величин вообще не нормируются, но, тем не менее, важны для оценки физико-химических свойств воды.

К числу органолептических показателей относятся параметры качества воды, определяющие ее потребительские свойства, то есть те свойства, которые непосредственно влияют на органы чувств человека (обоняние, осязание, зрение). Наиболее значимы из этих параметров – вкус и запах. Они не поддаются формальному измерению, поэтому их определение производится экспертным путем.

Гигиенические требования и нормативы качества питьевой воды:

1. Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.
2. Качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам перед ее поступлением в распределительную сеть, а также в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети.
3. Безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении определяется ее соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям.

Бактериологические и паразитологические показатели

Показатель	Единицы измерения	Нормативы
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл ¹⁾	Отсутствие
Общие колиформные бактерии ²⁾	Число бактерий в 100 мл ¹⁾	Отсутствие
Общее микробное число ²⁾	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	Не более 50
Колифаги ³⁾	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие
Колифаги	БОЕ в 100мл	Отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий ⁴⁾	Число спор в 20 мл	Отсутствие
Цисты лямблий	Число цист в 50 л	Отсутствие

Условия определения показателей:

1. При определении проводится трехкратное исследование по 100 мл отобранной пробы воды.
2. Превышение норматива не допускается в 95 % проб, отбираемых в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети в течение 12 месяцев, при количестве исследуемых проб не менее 100 за год.
3. Определение проводится только в системах водоснабжения из поверхностных источников перед подачей воды в распределительную сеть.
4. Определение проводится при оценке эффективности технологии обработки воды.

Органолептические показатели

Показатели	Единицы измерения	Нормативы, не более
Запах	Баллы	2
Привкус	-"-	2
Цветность	Градусы	20 (35)* 1)
Мутность	ЕМФ (единицы мутности по формазину) или мг/л (по каолину)	2,6 (3,5)* 1)

*Величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению Главного государственного санитарного врача по соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки.

Общие физико-химические показатели

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации) (ПДК), не более
Водородный показатель	Единицы рН	в пределах 6-9
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1000 (1500)2)
Жесткость общая	мг-экв./л	7,0 (10)2)
Окисляемость перманганатная	мг/л	5,0
Нефтепродукты, суммарно	мг/л	0,1
Поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионоактивные	мг/л	0,5
Фенольный индекс	мг/л	0,25

ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

2.1. Обоснование необходимости исследования. Характеристика объектов исследования

По определению из ГОСТ Р 51871-2002 "Устройства водоочистные", питьевая вода — это вода, по своему качеству в естественном состоянии или после подготовки отвечающая гигиеническим нормативам СанПиН 2.1.4.1074-01 и предназначенная для удовлетворения питьевых и бытовых потребностей человека либо для производства продукции для потребления человеком (пищевых продуктов, напитков или иной продукции).

В Российской Федерации качество питьевой водопроводной воды должно удовлетворять требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества". Качество питьевой воды, расфасованной в емкости, — СанПиН 2.1.4.1116-02 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества".

В Европейском Союзе (ЕС) нормы качества питьевой воды определяет директива "По качеству питьевой воды, предназначенной для потребления человеком" 98/83/ЕС. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) устанавливает требования к качеству воды в "Руководстве по контролю качества питьевой воды 1992 г". В нормативах присутствуют лишь незначительные отличия по некоторым показателям.

Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. В связи с этим целью нашего исследования стало изучение состояния питьевой воды различных источников города Тулы.

Исследуемые образцы: нами проанализированы 14 образцов воды природных источников различных районов Тульской области:

1. Д. Осаново;
2. Д. Себино источник «Святая Матрона»;
3. Д. Орловка;
4. Куликово поле «Прощеный Колодец»;
5. Д. Кожинка;
6. Озерки
7. Д. Макшеево;
8. Г. Новомосковск мкр – н Залесный;
9. Д. Красное Гремячее;
10. Д. Иваньково;
11. Пос. Клин «Клинский родник»;
12. Д. Крутое;
13. Г. Донской, мкр – н Задонье;
14. Д. Дубовое;
15. Холодная водопроводная вода;
16. Горячая водопроводная вода;
17. Дистиллированная вода.

Ниже приведем историческую справку по некоторым объектам.

Д. Осаново

Святой источник Казанской Божией Матери в Осаново известен не только в Тульской области на протяжении уже более трех сотен лет. Те, кто побывал на источнике, убеждены, что вода отсюда обладает целебными свойствами. Над святым источником устроена часовня. Выходящая по огромной трубе из колодца вода с грохотом падает вниз, а затем по ручью попадает в реку Пронь. Температура воды в источнике 4°C. Здесь можно купаться в любое время года.

Ежегодно 21 июля, в праздник иконы Казанской Божией Матери – наиболее почитаемой на Руси – сюда, на целебный источник приезжают

люди со всех концов России. Говорят, что вода, набранная в этот день в осановском источнике, имеет особые свойства, которые могут помочь исцелить многие недуги. Традиционно под струей осановской ледяной воды нужно пройти три раза, тогда "смоются все грехи", а здоровье будет крепким весь последующий год.

По преданию, над колодцем в Осаново явилась чудотворная Казанская икона и тогда на этом месте была построена часовня. Родник в селе Осаново прославился как замечательным вкусом своей воды, так и разнообразием исторических событий, произошедших здесь в разное время. По имеющимся историческим документам впервые эти места упоминаются в 16 в. На берегу Прони находилась Маковская пустошь, которая именовалась так по названию села Маково. В 17 в. теми землями, где располагался источник, пользовались жители Беломестной слободы древнего города Гремячего (сегодня это одно из наиболее крупных сел в Тульской области).

Казанский источник в народе почитался всегда. В 19 веке над ним была построена небольшая часовенка из кирпича. Она сумела пережить эпоху воинствующего послереволюционного атеизма и нашествие оккупантов во время Великой Отечественной, взорвали ее в 1957 г. в ходе антирелигиозной хрущевской кампании.

В конце 1980-х гг. над источником поставили скромную деревянную часовню, но осенью ночью в 2002 г. ее сожгли неизвестные вандалы. В 2005 г. при помощи меценатов была построена новая кирпичная часовня по проекту дореволюционной постройки. Также была благоустроена территория вокруг источника.

Мало кто знает, что кроме большого родника, с двух сторон от села есть еще два. Один бьет из ниши под скалой (местные жители говорят, что его вода помогает исцелять желудочные заболевания и разные язвы), другой, вытекает из-под околицы села с левой стороны от речки Колычевка, и помогает от почечных недугов.

Куликово поле «Прощеный Колодец»

Прощеный колодец, родник, легендарное урочище в 14 км от Красного холма, вниз по течению Дона на правом его берегу у с. Грибоедово. В народных преданиях о Куликовской битве Прощеный колодец - место, где Дмитрий Донской омывал целебной водой раны товарищей, прощался с погибшими воинами. Первое упоминание о нем в исторических документах мы находим в экономических примечаниях к Генеральному межеванию 80-х гг. XVIII в., где упоминается речка Прощеная. Ручей с таким названием и сегодня протекает рядом с колодцем.

В 1991 - 1993 гг. в память о воинах, павших за Отечество во все времена, на Прощеном колодце была воздвигнута Спасская часовня в виде ротонды высотой 11 м. Авторами проекта были скульптор В. М. Клыков и архитектор М. А. Панкратов. Инициаторами создания часовни стали Товарищество "Куликово поле" и Международный фонд славянской письменности и культуры. 21 сентября 1995 г. в часовне установлены выполненные в белокаменном рельефе иконы Спаса Нерукотворного, Божией Матери и Сергия Радонежского работы скульптора В. М. Клыкова.

В 2000 - 2001 гг. территория вокруг часовни была благоустроена, были оборудованы открытая и закрытая купели, площадки для отдыха, благоустроен и сам родник. 15 сентября 2001 г. Прощеный колодец освящен святейшим патриархом Московским и всея Руси Алексием II. В 2003 г. территория Прощеного колодца взята под охрану музеем-заповедником "Куликово поле".

Состояние питьевой воды, приведенных выше источников будет оцениваться по следующим показателям:

К физическим показателям качества воды относят температуру, запах, привкус, цветность, мутность. Они определяют органолептические качества воды.

Химические показатели характеризуют химический состав воды. К ним обычно относят: водородный показатель воды pH, жесткость и щелочность, минерализация (сухой остаток), содержание органических и неорганических веществ.

Санитарно-бактериологические показатели характеризуют общую бактериальную загрязненность воды, загрязненность ее кишечной палочкой, содержание в воде токсичных и радиоактивных компонентов.

Эпидемические показатели. Вода является идеальной средой для размножения бактерий, микробов: возбудителей брюшного тифа, паратифов, холеры, дизентерии, вирусного гепатита и т.д. Вода может быть переносчиком различного рода глистов. В связи с обильным содержанием патогенных организмов, анализ воды проводят по «показательным» микробам (к примеру, кишечной палочке). Требования СанПиН - в 100 мл воды не должно быть кишечной палочки, количество бактерий в 1 мл воды не должно превышать 50.

Органолептические показатели.

Запах воды может быть: болотный, гнилостный, землистый, сероводородный, ароматический, хлорный, фенольный, хлорфенольный, нефтяной и др.

Привкус воды может быть: кисловатым, солоноватым, горьковатым, сладковатым.

Наличие запахов и привкусов говорит о содержании (возможно превышенном) в воде газов, минеральных солей, органических веществ, нефтепродуктов, микроорганизмов. Как правило, с повышением температуры запахи и привкусы усиливаются. Вода, используемая для питья, не должна иметь при температуре 60°C оценку более 2 баллов.

Цветность - окраска воды в тот или иной цвет. Свидетельствует о наличии в воде выше нормы высокомолекулярных соединений почвенного характера, железа в коллоидной форме, загрязнений сточных вод. Цветность не должна превышать 20° стандартной платинокобальтовой шкалы.

Мутность - иначе прозрачность. Зависит от наличия в воде взвешенных частиц. Использование мутной воды для питьевого водоснабжения нежелательно и даже недопустимо.

Химические показатели.

Водородный показатель рН - показатель концентрации в воде водородных ионов. Его величина характеризует фон водной среды: от кислого до щелочного. Для питьевой воды величина рН должна составлять от 6 до 9. Изменение значения рН должно быть сигналом о нарушении технологического режима водоподготовки.

Общая минерализация (сухой остаток) - суммарная концентрация анионов, катионов и растворенных в воде органических веществ. Влияет на органолептические свойства воды (вкуса). По сухому остатку можно судить о содержании в воде неорганических солей. Вода с повышенной минерализацией влияет на секреторную деятельность желудка, нарушает водно-солевое равновесие, в результате чего наступает рассогласование многих метаболических и биохимических процессов в организме. Содержание сухого остатка в питьевой воде нормируется величиной не более 1000 мг/л.

Жесткость воды - обусловлена наличием в ней катионов кальция и магния. Взаимодействуя с карбонатными ионами, при высоких температурах они образуют малорастворимые соли. Поэтому жесткие воды могут образовывать накипь и отложения на бытовой технике, котлах, трубопроводах горячей воды. При использовании жесткой воды для стирки белья ее необходимо предварительно умягчать. Установлена статистически достоверная связь между жесткостью воды и развитием сердечно-сосудистых заболеваний (частотой инфаркта миокарда). Есть предположение о роли жесткости воды в развитии мочекаменной болезни. Жесткость воды для питьевых целей ограничена концентрацией 7 ммоль/л.

Органические и неорганические вещества.

Общее число химических веществ, загрязняющих природные воды и оказывающих неблагоприятное воздействие на здоровье человека, в настоящее время превышает 50 000. Их содержание в воде строго регламентировано требованиями СанПиН. Гигиеническое значение их обусловлено их биологической ролью.

При содержании фтора в воде более 1,5 мг/л может развиваться флюороз, менее 0,7 мг/л - кариес зубов.

Чрезмерное содержание молибдена в воде приводит к увеличению активности ксантиноксидазы, щелочной фосфатазы, увеличению мочевой кислоты в крови и моче.

При низком поступлении в организм йода, развивается эндемический зоб, внешне проявляющийся в увеличении размеров щитовидной железы.

Ртуть - токсичный элемент, наличие ее в воде приводит к болезни Минамата, для которой характерно поражение центральной нервной системы.

Алюминий - нейротоксичен, способен накапливаться в нервной ткани, печени и , что особенно важно, в жизненно важных областях головного мозга, приводя к тяжелым расстройствам функции центральной нервной системы.

Барий - высокотоксичное вещество. При поступлении в организм, барий аккумулируется в костной ткани, что усугубляет его опасность для здоровья.

Бериллий - высокотоксичный и кумулятивный клеточный яд. Хорошо всасывается в желудочно-кишечный тракт. При поступлении в организм высоких концентраций бериллия с питьевой водой, наблюдаются серьезные расстройства половой сферы у представителей обоих полов.

Мышьяк - считается доказанной, роль мышьяка, содержащегося в воде, в возникновении опухолевых заболеваний.

Нитраты и нитриты - нитраты в воде в 1,5 раза токсичнее нитратов содержащихся в овощах. Повышенное содержание нитратов в воде вызывает токсический цианоз. Всасывание нитратов приводит к повышению содержания метгемоглобулина в крови.

Свинец - кумулятивен в костях. Поражает нервную систему, почки, приводит к раннему атеросклерозу, нарушению процесса образования эритроцитов. Детским организмом свинец усваивается в 3-4 раза интенсивнее, чем взрослым.

Железо - вода, когда ее перекачивают насосом прозрачна и бесцветна. Но по мере того, как отдельные молекулы этого соединения собираются вместе, появляется характерный ржавый цвет (такую воду часто называют «красной водой» или «ржавой водой»). В воде, содержащей железо, неизбежно образуются железобактерии - рассадник бактерий самого различного класса и уровня опасности для организма человека. По мере нарастания, эти бактерии образуют красно-коричневые наросты, которые забивают трубы и снижают напор воды. Разлагающаяся масса этих бактерий является причиной неприятного запаха и вкуса воды.

Вода с повышенным содержанием железа имеет металлический привкус. Такая вода оставляет следы буквально на всем. Даже при самом малом содержании железа в воде (0,3 мг/л) она оставляет ржавые пятна на любой поверхности. Железо добавляет много трудностей как в быту, так и в промышленности (особенно в пищевой). Даже там, где концентрация железа низка, его ни в коем случае нельзя игнорировать. Наличие железа в воде представляет серьезную проблему еще и потому, что оно обладает большой химической повторяемостью элементов. Нерастворимые соединения железа могут образовывать илистые отложения в водонапорных резервуарах, водонагревателях и других водопроводных установках.

Повышенное содержание железа в воде (а следовательно в организме человека) является причиной серьезных аллергенных заболеваний.

Марганец - спутник железа. Обычно его встречаются в железосодержащей воде. Марганец, соприкасаясь с чем-либо, оставляет темно-коричневые или черные следы даже при его минимальных концентрациях в воде (0,05 мг/л). Собираясь в водопроводных трубах, марганец дает черный осадок, от чего вода становится мутной.

Повышенное содержание марганца отрицательно влияет на высшую нервную систему, систему кровообращения, на работу поджелудочной железы, провоцирует болезни эндокринной системы, увеличивает возможность заболеваний онкологического характера.

Не случайно, Стандарт питьевой воды США установил минимальную норму присутствия марганца в воде равную 0,05 мг/л.

Медь - придает воде неприятный вяжущий привкус.

2.2. Результаты исследований

Результаты, полученные в ходе исследования, приведены в таблице 6.

Таблице 6

Химический состав образцов воды природных источников

№ образца	pH	Щелочность, ммоль/л	Жесткость, мг*эquiv/л	Ca ²⁺ , мг/эquiv/л	Mg ²⁺ , мг/эquiv/л	Cl ⁻ , мг/л	HCO ₃ ⁻ , мг/л	Сухой остаток, мг/л	Окисляемость перманганатная, мг/л	БПК, мг/л	Общее железо, мг/л
1	7,38	4,63	36,24	5,45	30,79	45,56	689,30	392,00	4,30	2,3	0,000
2	7,15	6,25	31,50	7,20	24,30	42,60	671,00	582,00	5,20	4,1	0,003
3	7,41	5,05	34,00	4,20	29,80	10,89	549,00	355,00	6,00	4,8	0,000
4	7,80	4,22	34,17	3,67	30,50	24,85	610,00	329,00	3,00	2,5	-0,001
5	7,28	4,68	40,83	10,20	30,63	65,68	854,00	877,50	2,00	1,3	-0,003
6	7,66	4,50	7,20	6,13	1,07	46,15	732,00	479,50	5,00	2,7	0,003
7	7,71	3,84	8,30	6,30	2,00	63,31	768,60	582,00	4,00	2,85	-0,002
8	7,45	5,95	12,33	9,37	2,96	62,13	1500,60	868,00	2,30	1,6	0,000
9	7,38	6,10	10,80	8,43	2,45	39,64	1708,00	793,50	3,50	1,68	-0,003
10	7,10	4,10	5,13	3,33	1,80	23,08	549,00	370,50	4,70	2,9	-0,002
11	7,24	6,70	17,07	13,10	4,06	22,10	793,00	1563,50	5,00	4,2	-0,003
12	6,97	2,50	10,17	7,87	2,30	63,90	915,00	816,50	5,20	4,3	-0,002
13	7,39	5,25	9,23	7,27	1,96	46,15	634,40	661,50	1,87	0,58	-0,001
14	7,59	5,70	9,10	6,93	2,17	31,95	671,00	636,00	4,24	2,6	-0,002
15*	7,30	8,82	30,00	20,67	9,33	81,06	1256,60	2148,00	6,42	3,4	0,002
16*	7,68	4,98	5,97	4,80	1,17	17,75	366,00	345,50	4,30	2,5	0,001
17*	5,48	0,12	0,37	0,04	0,33	6,04	67,10	1,50	1,00	0,46	
Норматив по СанПин	6,0 – 9,0	6,50	7,0-10,0	не нормируется	не нормируется	350,00	400,00	1000,0-1500,0	5,00	не нормируется	0,3

Название источников: 1. Д. Осаново; 2. Д. Себино источник «Святая Матрона»; 3. Д. Орловка; 4. Куликово поле «Прощеный Колодец»; 5. Д. Кожинка; 6. Озерки; 7. Д. Макшеево; 8. Г. Новомосковск мкр – н Залесный; 9. Д. Красное Гремячее; 10. Д. Ивановково; 11. Пос. Клин «Клинский родник»; 12. Д. Крутое; 13. Г. Донской, мкр – н Задонье; 14. Д. Дубовое; 15. Холодная водопродная вода; 16. Горячая водопродная вода; 17. Дистиллированная вода. (Дата отбора: 17.10.13)

Составим паспорт химического анализа воды.

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Д. Осаново _____
 Лабораторный номер ___ 1Т.14.3564 _____
 Условия и глубина отбора ___ природный источник, глубина 3м _____
 Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____
 Дата доставки в лабораторию ___ 17.10.13 _____
 Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 ___
 окончание _ 24.03.2014 _____
 Запах ___ отсутствует_ Привкус ___ отсутствует
 Цветность ___ отсутствует _____
 Мутность ___ отсутствует _____
 Сухой остаток (мг/дм³) ___ 392,00 _____
 Водородный показатель рН ___ 7,38 _____
 Щелочность (ммоль/л) ___ 4,63 _____
 Окисляемость перманганатная (мг/л) ___ 4,30 _____
 Жесткость (мг×эquiv/дм³): общая ___ 36,24 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca^{2+} , мг экв/л	5,45	Хлориды, Cl^- , мг/л	45,56
Магний, Mg^{2+} , мг экв/л	30,79	Гидрокарбонаты, HCO_3^- , мг/л	689,30
Железо общее, мг/л	0,000		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

2.3. Обсуждение результатов исследования

Далее проанализируем полученные результаты по каждому показателю.

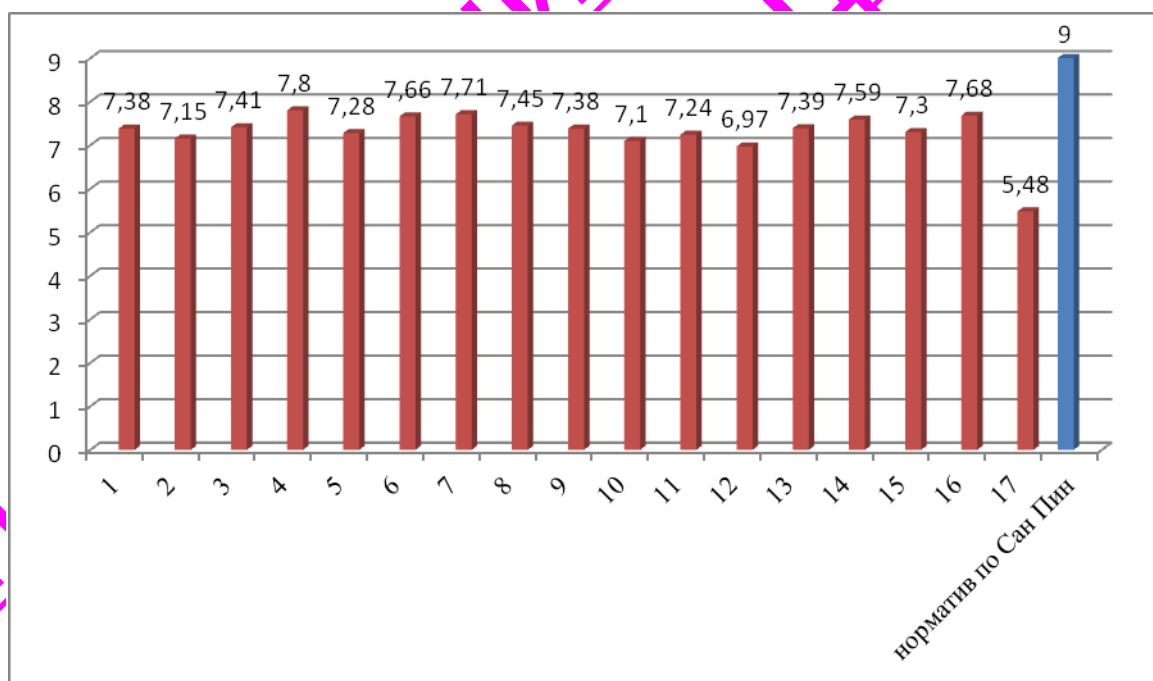


Рис. 1. Показатели уровня pH в пробах воды (норматив по СанПин 6,0 – 9,0)

Полученные результаты говорят о том, что все пробы, за исключением № 17 (Дистиллированная вода), соответствуют нормативам по СанПин.

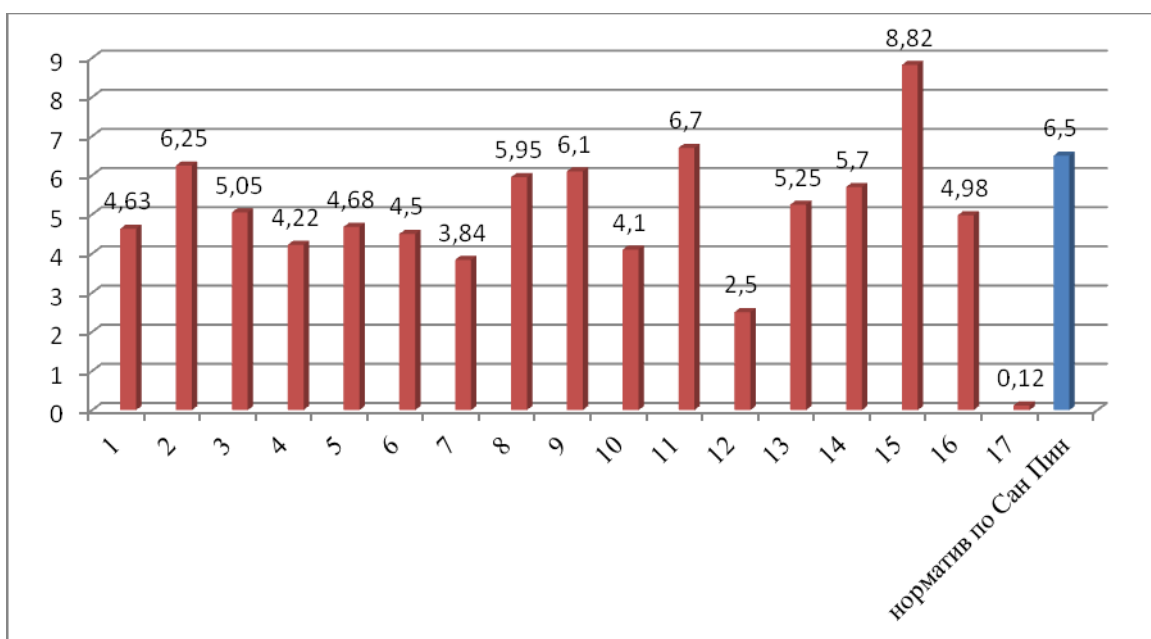


Рис. 2. Показатели уровня щелочности в пробах воды

Полученные результаты говорят о том, что пробы № 11 (источник Пос. Клин «Клинский родник») и № 15 (холодная водопроводная вода) не соответствуют нормативам по СанПин.

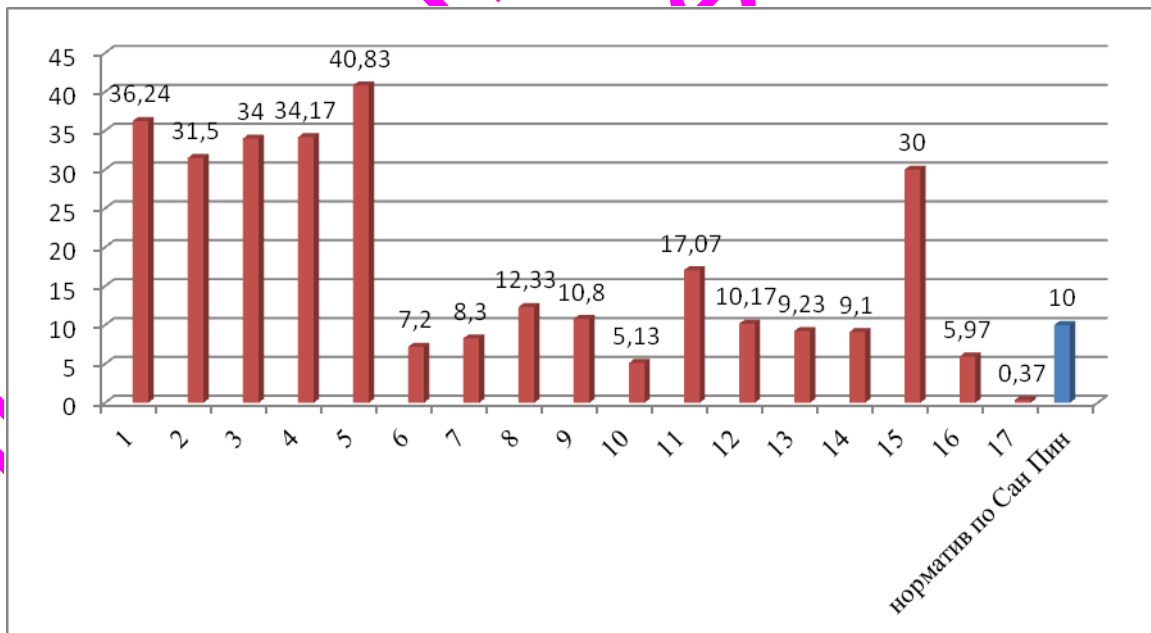


Рис. 3. Показатели уровня жесткости в пробах воды (норматив по СанПин, 7,0 – 10,0)

Полученные результаты говорят о том, что достаточно большое количество проб № 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17 не соответствуют нормативам по СанПин.

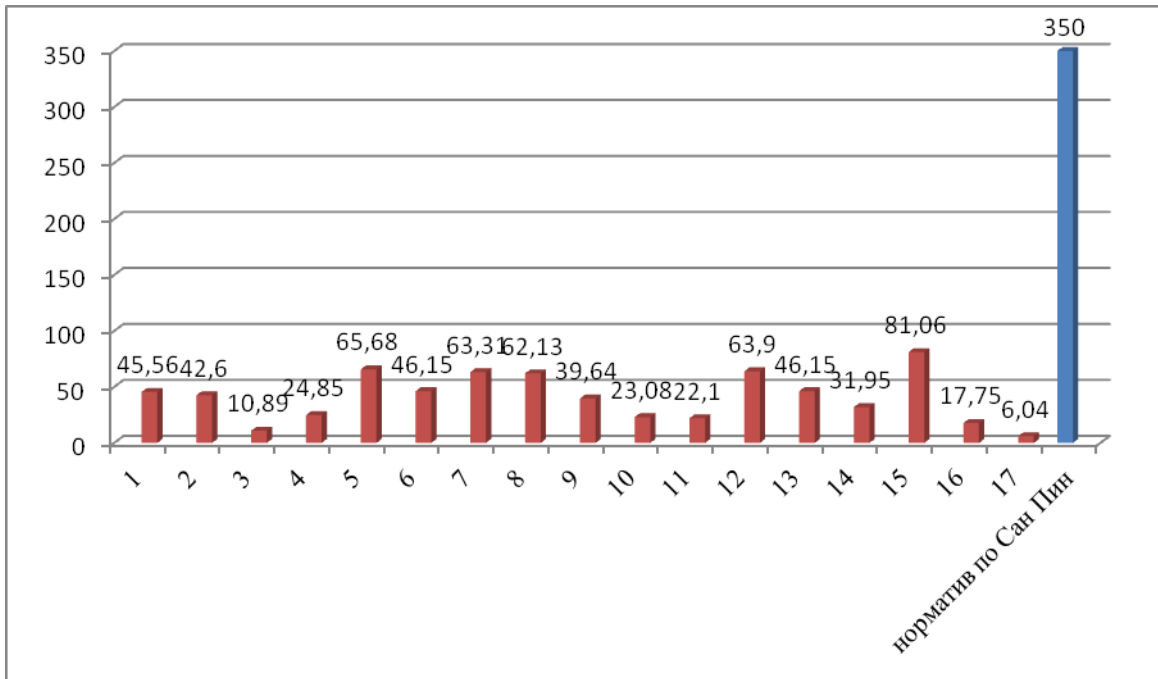


Рис. 4. Показатели уровня хлоридов в пробах воды

Полученные результаты говорят о том, что пробы не соответствуют нормативам по СанПин.

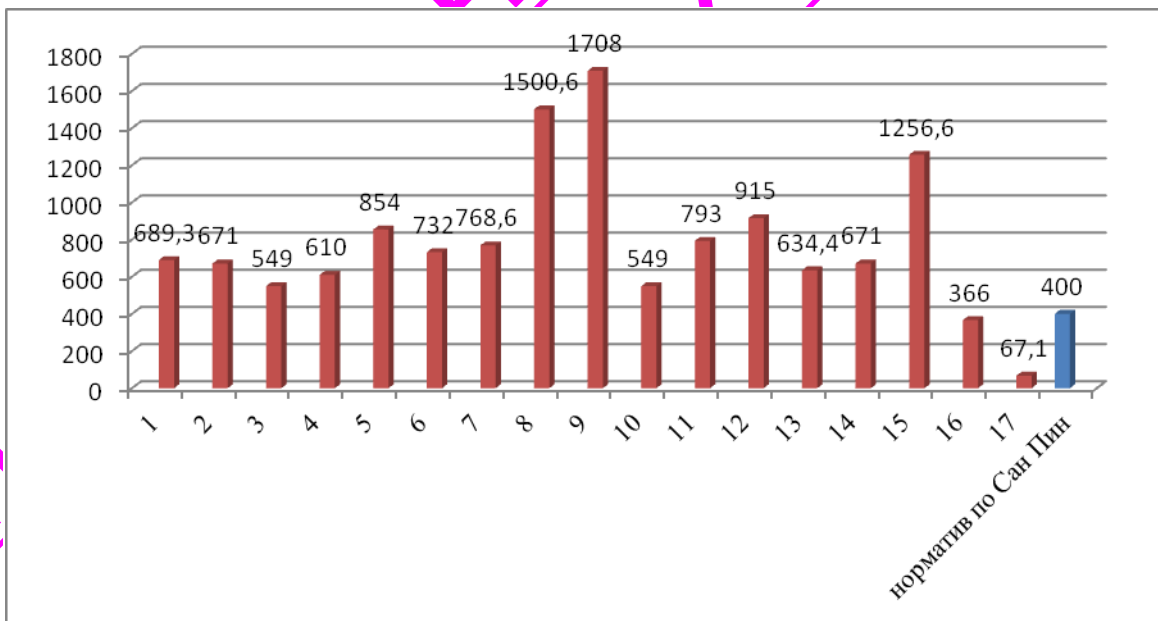


Рис. 5 Показатели уровня гидрокарбонатов в пробах воды

Полученные результаты говорят о том, что практически все пробы, кроме № 16, 17 не соответствуют нормативам по СанПин.

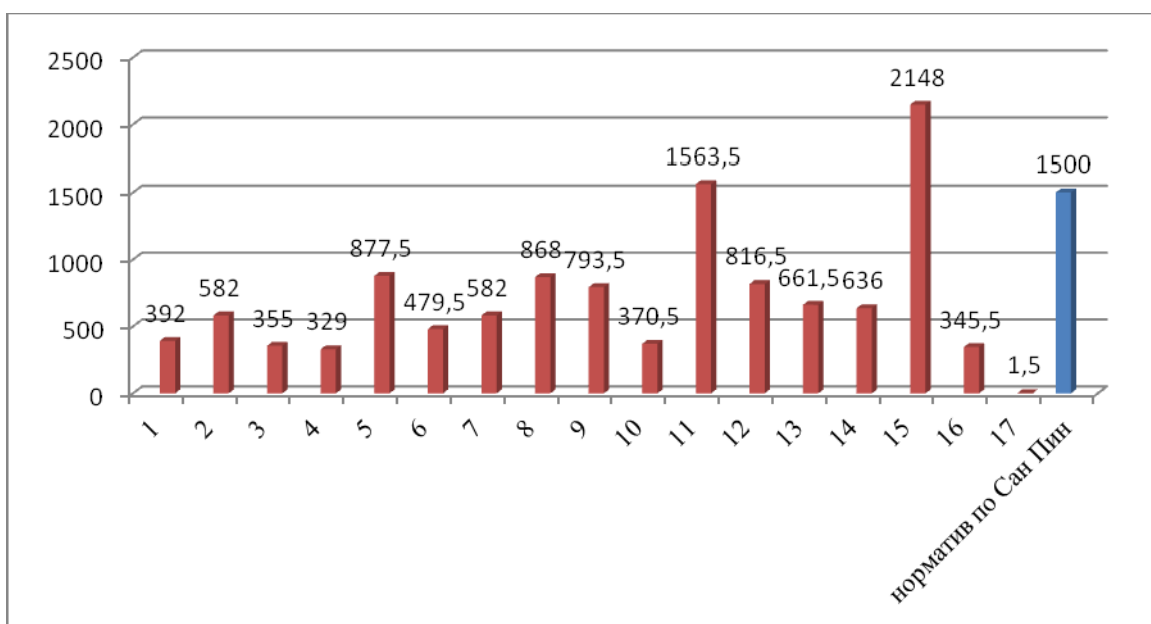


Рис. 6 Показатели уровня сухого остатка в пробах воды (1000,0 – 1500,0)

Полученные результаты говорят о том, что практически все пробы, не соответствуют нормативам по СанПин.

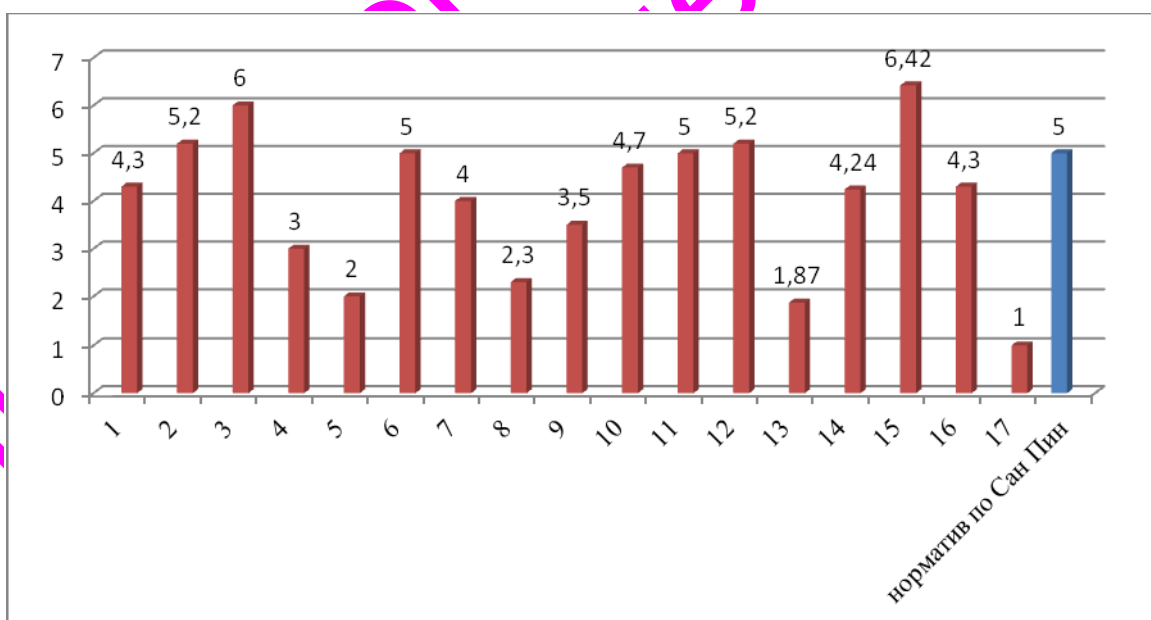


Рис. 7. Показатели уровня окисляемости

Полученные результаты говорят о том, что практически все пробы, кроме № 2, 3, 12, 15 соответствуют нормативам по СанПин.

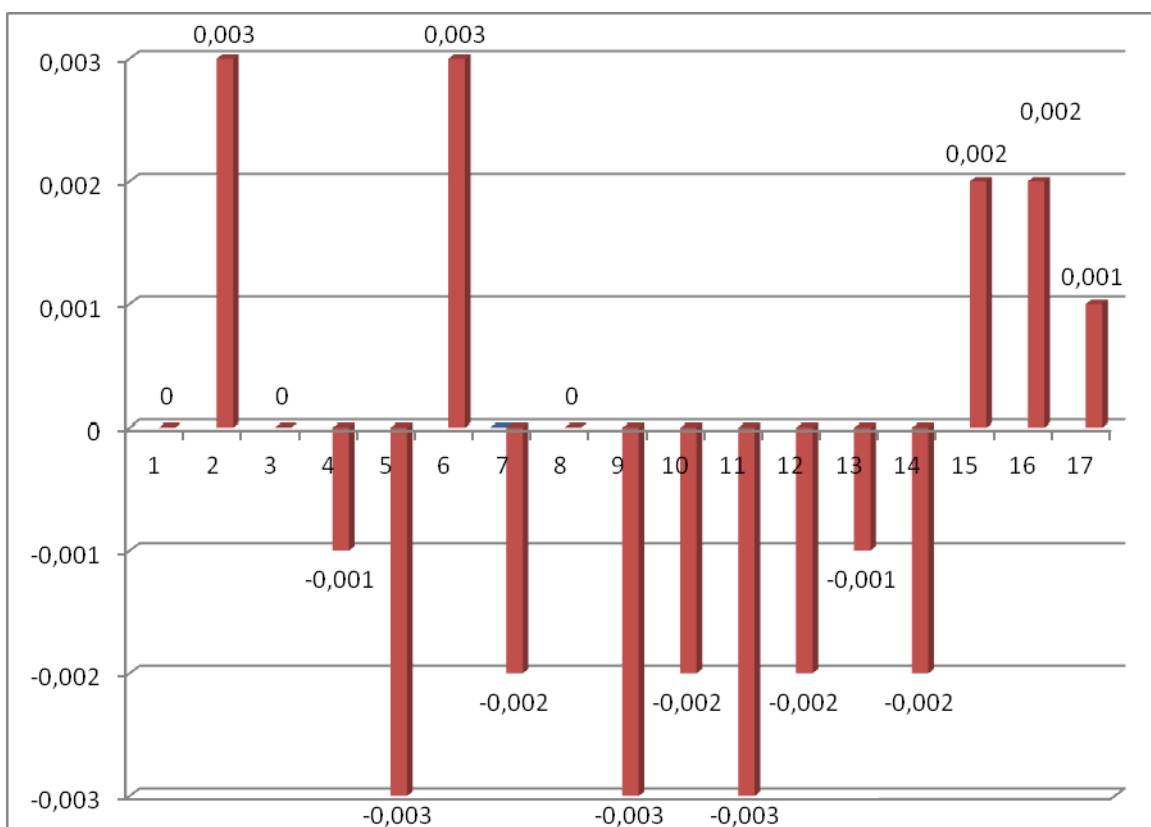


Рис. 8. Показатели уровня тяжелых металлов в пробах воды (норматив по СанПин 0,3)

Полученные результаты говорят о том, что практически все пробы, не соответствуют нормативам по СанПин.

Итак, в результате исследования мы можем констатировать следующее.

Органолептические показатели

Изучая органолептические показатели было выявлено, что двенадцать образцов имеют приятный вкус, без цвета и без запаха. Одиннадцать образцов не содержат песок, мелкий гравий, пятнадцать образцов – хлопья ржавчины.

Химический состав образцов воды

В результате проведенного исследования было выявлено, что каждый из образцов не соответствует гигиеническим нормам, по следующим критериям: жесткость, гидрокарбонат ионов.

Испытания на сухой остаток показали, что образцы под номерами 11 и 15 не соответствуют нормативам качества. Все проанализированные природные источники являются сильноминерализованными.

Любое копирование и
тиражирование запрещено

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Качество питьевой воды служит основой эпидемической безопасности и здоровья населения. Доброкачественная по химическим, микробиологическим, органолептическим и эстетическим свойствам вода является показателем высокого санитарного благополучия и жизненного уровня населения, обеспеченного централизованным водоснабжением. В развитых странах качеству питьевой воды государство и органы здравоохранения уделяют особое внимание.

В нашей стране временные нормативы качества питьевой воды, подаваемой централизованными системами водоснабжения, были впервые разработаны в 1937 г.

В 1945 г. утвержден первый Государственный стандарт на питьевую воду, который перерабатывался и усовершенствовался в 1954, 1973 и 1982 г. В 1996 г. в Российской Федерации приняты действующие в настоящее время первые Санитарные правила и нормы - СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», учитывающие современное санитарно-эпидемическое состояние окружающей среды, высокие требования к качеству питьевой воды и контролю за ним. В этих санитарных правилах учтен богатый опыт многолетнего использования отечественного ГОСТа 2874-82 «Вода питьевая» и европейских рекомендаций ВОЗ «Руководство по контролю качества питьевой воды», изданных в Женеве в 1994 г.

Санитарные правила применяются в отношении воды, подаваемой централизованными системами водоснабжения и предназначенной для потребления населением в питьевых и бытовых целях, для использования в процессах переработки продовольственного сырья и производства пищевых

продуктов, их хранения и торговли, а также для производства продукции, требующей применения воды питьевого качества.

Гигиенические требования к качеству питьевой воды, производимой автономными системами водоснабжения, индивидуальными устройствами для приготовления воды, а также реализуемой населению в бутылках или контейнерах, устанавливаются специальными санитарными правилами и нормами. В санитарных правилах наряду с областью применения представлены показатели качества питьевой воды, а также требования к контролю за качеством, включающие необходимое число проб, место и время их взятия, ответственность должностных лиц.

Результаты проведенного исследования:

Органолептические показатели

Изучая органолептические показатели было выявлено, что двенадцать образцов имеют приятный вкус, без цвета и без запаха. Одиннадцать образцов не содержат песок, мелкий гравий, пятнадцать образцов – хлопья ржавчины.

Химический состав образцов воды

В результате проведенного исследования было выявлено, что каждый из образцов не соответствует гигиеническим нормам, по следующим критериям: жесткость, гидрокарбонат ионов.

Испытания на сухой остаток показали, что образцы под номерами 11 и 15 не соответствуют нормативам качества. Все проанализированные природные источники являются сильноминерализованными.

Выводы:

1. Определен химический состав четырнадцати образцов воды природных источников тульской области, холодной и горячей воды г. Донского мкр-н Северо – Задонск;
2. Использованы химические и физико – химические методы: гравиметрический, титриметрический (аргентометрия,

перманганатометрия, комплексонометрия), потенциометрическое титрование, фотоэлектроколориметрический, атомной спектроскопии и другие методы.

3. Проведен анализ полученных данных с характеристиками качества питьевой воды в соответствии с ГОСТ.
4. В результате сравнения полученных данных с показателями ГОСТ для питьевой воды, можно сделать вывод, что вода из природных питьевых источников Тульской области по таким показателям как жесткость, щелочность, рН, количеству растворимых веществ, содержанию органических соединений, по отсутствию ионов тяжелых металлов является более чистой, чем водопроводная вода.
5. На каждый образец изготовлен паспорт химического состава воды.

Использование в научных целях
и учебных целях

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.priroda.su/>
2. <http://www.protown.ru/information/hide/2819.html>
3. Федеральный закон «Об охране окружающей среды». – М. : «Ось - 89», 2002, - 64 с.
4. Санитарные правила и нормы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды центральных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». М., 2006.
5. Бабушкина Л.Г., Коваленко Л.А., Неверова О.П., Судаков В.Г. Биологическая активность компонентов агробиогеоценозов как показатель адаптации экосистем к антропогенному загрязнению моногр. – Екатеринбург: Урал. Гос. Лесотех. Ун – т, 2008. – 292 с.
6. Инженерная экология: Учебник/ Под ред. Проф. Медведева В.Т.-М.: Гардарики, 2002.
7. Курс общей химии, под редакцией Н.В. Коровина, 1998.
8. Неорганическая химия, М.А. Тамаров, 1993.
Методика выполнения измерения 2-23-99.
Методика выполнения измерения 2-24-99.
Методика выполнения измерения 2-38-2000.
Методика выполнения измерения 2-48-00.
Методика выполнения измерения 2-55-01.
9. Методы химического анализа объектов природной среды/ А.А.Фёдоров, Г.З. Казиев, Г.Д. Казанова.-М. КолосС, 2008-118 л.
10. Скурлатов Ю.И., Дука Г.Г., Мизити А. Введение в экологическую химию. М., Высшая школа, 2004.
11. Скуратова, Н. С., Гурина, И.В., Природопользование – Москва-Ростов-на Дону, 2005.

12. Совершенствование технологии получения высококачественной питьевой воды из поверхностных водоисточников: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.04 / А. Н. Луков; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Н. Новгород, 2001. - 25 с.
13. Шаброва Е. В. Современные экологические проблемы с точки зрения химика // Ж. «Химия в школе», 2006, № 1.
14. Ширина Н. В. Химия. Проектная деятельность. – Волгоград, 2007.
15. ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством»
16. ЭКОЛОГИЯ. Электронное учебно-методическое пособие, СГГУ, 2010.
17. Андруз Дж., Бимблекумб П., Джикелз Т., Лисс П. Введение в химию окружающей среды. – М.: Мир, 1999 – 271 с.
18. Андруз Дж., Бимблекумб П., Джикелз Т., Лисс П. Введение в химию окружающей среды. – М.: Мир, 1999 – 271 с.
19. Небел Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир: в 2-ч т. Т. 1 – М.: Мир, 1993. – 424 с.
20. Андруз Дж., Бимблекумб П., Джикелз Т., Лисс П. Введение в химию окружающей среды. – М.: Мир, 1999 – 271 с.
21. Корте Ф. Экологическая химия. – М.: Мир, 1997. – 396.
22. Федеральный закон «Об охране окружающей среды». – М.: «Ось-89», 2002. – 64 с.
23. Санитарные правила и нормы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды центральных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». М., 2006.
24. <http://ria.ru/documents/20091125/195462644.html>
25. Федеральный закон «Об охране окружающей среды». – М.: «Ось-89», 2002. – 64 с.
26. Луцик В. И. Физико – химические методы анализа: Учебн. пособие / В. И. Луцик, А. Е. Соболев, Ю. В. Чурсанов – Тверь, 2008. – 208 с.

27. Санитарные правила и нормы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды центральных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». М., 2006.
28. СанПиН 2.1.4.1175-02: Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников (взамен СанПиН 2.1.4.544-96)
29. http://vmedaonline.narod.ru/Chapt02/C2_132.html
30. Санитарные правила и нормы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды центральных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». М., 2006.

Любое копирование и тиражирование запрещено

ПРИЛОЖЕНИЕ**Приложение 1****МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ****1.4. Методы анализа природной воды**

Органические вещества, входящие в состав природных вод, изучены значительно хуже, чем минеральные компоненты. Для количественной характеристики органических веществ используются, как правило, косвенными показателями, такими как перманганатная окисляемость и биохимическое потребление кислорода (БПК). Органические вещества в естественных условиях поступают в природные воды из почв, торфяников, лесного перегноя и других видов природных образований, а также образуются в самом водоеме. Общая концентрация органических веществ в природных водах колеблется в широких пределах.

Наибольшее их содержание (до 50 мг/л) отмечается в болотных водах и реках с болотным питанием. Среднее содержание органики в реках обычно не превышает 20 мг/л. Вывод органических веществ из воды осуществляют в результате химических и биологических процессов, а также адсорбции взвешьями. [23]

Органические вещества, растворенные в воде, связывают многие микроэлементы в хорошо растворимые комплексы, чем значительно увеличивают их миграционную способность. Особое внимание уделяют контролю содержания нефтепродуктов. Под нефтепродуктами (НФПР) в практической гидрохимии понимают сумму аполярных и малополярных

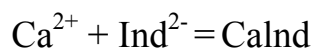
углеводов алифатического, ациклического и ароматического рядов, растворимых в гексане.

Комплексометрический метод

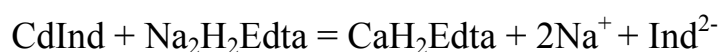
Наиболее точный и распространенный метод определения общей жесткости — комплексометрический, основанный на образовании ионами Ca^{2+} и Mg^{2+} прочных внутрикомплексных соединений с трилоном Б. В качестве индикатора при определении общей жесткости используется эриохром черный (кислотный хромоген черный специальный ЕТ-00). В щелочной среде (рН 8—11) ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} образуют с эриохромом черным комплексы красного цвета менее прочные, чем комплексоны этих металлов с трилоном Б. При титровании пробы воды трилоном Б в присутствии эриохрома черного красные комплексы кальция и магния разрушаются, образуются комплексоны этих металлов с трилоном Б, не имеющие окраски. Поэтому в точке эквивалентности красная окраска раствора переходит в синюю, обусловленную окраской аниона индикатора Ind^{2-} . Приняв условно молекулу эриохрома черного H_2Ind , можно записать:



Темно-лиловый Синий



Вишнево-красный (рН 8-11)



Бесцветный Синий (рН 8-1-1)

Чувствительность комплексометрического определения общей жесткости воды практически $1 \text{ мкг-экв} \cdot \text{л}^{-1}$.

Определению мешают ионы Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} и др. Ионы Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} осаждают в виде сульфидов вводя в пробу 1 мл 2—5%-ного раствора сернистого натрия. Во избежание окисления марганца прибавляют 3—5 капель 1%-ного раствора солянокислого гидроксилamina. Ионы Fe^{2+} и Mn^{2+} окисляют перманганатом калия в присутствии хлористого аммония.

При этом Fe^{2+} переходит в Fe^{3+} , а Mn^{2+} — в Mn^{4+} и осаждается в виде MnO_2 . Железо осаждают в форме $\text{Fe}(\text{OH})_3$, прибавляя гидроксид аммония до слабощелочной среды. Воду повышенной мутностью предварительно профильтровывают.[24]

В зависимости от общей жесткости концентрация рабочего раствора трилона Б и объем пробы воды могут быть различными.

При значительной жесткости пробу воды доводят дистиллированной водой до объема 50 мл.

Реактивы. 1) Трилон Б (0,03 н., 0,05 н., 0,1 н.). Грамм-эквивалент трилона Б равен 186 г. Для приготовления 0,1 н. раствора берут навеску 18,6 г, для 0,05 н. — 9,32 г, для 0,03 н. — 5,58 г. Навеску помещают в мерную колбу на 1 л, растворяют в дистиллированной воде, объем доводят до метки. Точную нормальность 0,1 раствора трилона Б устанавливают с помощью 0,01 н. раствора сернокислого магния. Отвешивают на аналитических весах 1,232 г перекристаллизованного химически чистого $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и растворяют в мерной колбе на 1 л. (В наборах для определения общей жесткости воды имеются ампулы — фиксаналы с навеской $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ коническую колбу отмеривают пипеткой 100 мл 0,01 н. раствора сульфата магния, прибавляют 5 мл аммонийной буферной смеси и 5 - 8 капель индикатора хрома темно-синего. Титруют до перехода красной окраски в синюю. При установке нормальности 0,03 и 0,05 н растворов трилона Б применяют 0,005 н. раствор $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

2) Аммонийная буферная смесь. 20 г химически чистого хлористого аммония растворяют в 100 мл дистиллированной воды и смешивают со 100 мл 20%-ной NH_4OH . Объем раствора доводят дистиллированной водой до 1 л.

3) Индикаторы: а) эриохром черный; б) кислотный хром темно-синий. 0,5 г индикатора растворяют в 10 мл аммонийной буферной смеси. Доводят объем до 100 мл этиловым спиртом. Приготовленный раствор пригоден для работы в течение 10 дней.

Ход работы. В коническую колбу отмерить пипеткой соответствующее количество исследуемой воды (при значительной жесткости разбавить пробу дистиллированной водой). Добавить 5 мл аммонийной буферной смеси, 5—8 капель эриохрома черного и титровать рабочим раствором трилона Б до перехода вишнево-красной окраски в синюю. Окраска раствора от избытка трилона Б остается неизменной, поэтому в конце титрования рабочий раствор трилона следует прибавлять по каплям, энергично перемешивая. Записать результаты титрования.

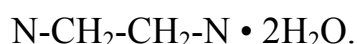
Расчет

$$Ж_0 = (V_1 N \cdot 1000) / V_2,$$

где $Ж_0$ — общая жесткость воды, мг-экв * л⁻¹; V_1 — объем рабочего раствора трилона Б на титрование пробы воды, мл; N — нормальность рабочего раствора трилона Б; V_2 — объем пробы, мл.

Трилонометрический метод

Трилон Б — динатриевая соль этилендиаминотетрауксусной кислоты образует прочные комплексы с ионами трех- и двухвалентных металлов, в частности с ионами кальция и магния.



Схематически взаимодействие трилона Б с ионами кальция (магния)

может быть представлено уравнением



где R — радикал этилендиаминотетрауксусной кислоты.

Трилонометрический метод применим для вод с различной жесткостью.

Используемые для данного определения индикаторы являются чувствительными реактивами на многие тяжелые металлы, вследствие чего последние мешают определению кальция и магния. Присутствие железа мешает определению при содержании более 1 мг/л, алюминия — при

содержании более 2 мг/л. Особое внимание следует обратить на содержание меди, даже следы которой не позволяют провести определение. Для устранения влияния ионов меди в отмеренную для титрования пробу воды прибавляют 1 мл 5—10%-ного раствора Na_2S , а в случае присутствия марганца — 5 капель 1%-ного раствора хлористого гидросиламина.

В тех редких случаях, когда избавиться от мешающего влияния марганца (а возможно, и других не установленных компонентов) не удастся, определяют кальций оксалатным методом, магний— пиррофосфатным методом. Общую жесткость вычисляют.

Реактивы

1. Раствор трилона Б 0,025 М. 9,307 г трилона Б растворяют в дистиллированной воде и доводят объем до 1 л.
2. Буферный раствор. 50 г х. ч. NH_4Cl растворяют в дистиллированной воде, добавляют 250 мл 20%-ного раствора аммиака и доводят объем раствора дистиллированной водой до 1 л.
3. Индикатор. 0,5 г эриохромчерного Т (специальный ЕТ-00) растирают с 50 г х. ч. NaCl .

Стандартный раствор ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Раствор готовят из смеси 0,1 н. растворов солей Са и Mg с таким расчетом, чтобы отношение Са:Mg —3:1. Растворяют 3,009 г безводного MgSO_4 (получаемого высушиванием при 240° семиводного гидрата) в мерной колбе с дистиллированной водой и объем доводят до 500 мл. В другую мерную колбу объемом 1 л вносят 5,005 г х. ч. CaCO_3 , приливают 10 мл дистиллированной воды и по каплям вводят соляную кислоту (1 : 1), избегая ее избытка, до полного растворения карбоната. Затем добавляют дистиллированную воду до метки.

Для приготовления 0,05 н. стандартного раствора $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$. В мерную колбу емкостью 200 мл отмеривают 75 мл 0,1 н. раствора CaCl_2 и 25 мл 0,1 н раствора MgSO_4 , после чего доливают дистиллированной воды до метки.

Ход анализа

Производят два определения: ориентировочное и точное.

Ориентировочное определение. Отмеривают пипеткой в коническую колбу 1 мл исследуемой воды, прибавляют 10 мл дистиллированной воды, 0,2—0,3 мл буферного раствора, 0,02 г индикатора ЕТ-00 с NaCl и титруют 0,025 М раствором трилона Б до голубой окраски раствора.

Расчет общей жесткости (в мг-экв/л) производят по формуле:

$$X = v * 2M * 1000$$

где v — объем раствора трилона Б, израсходованного на определение жесткости, мл; M — молярность раствора трилона Б.

Точное определение. В коническую колбу емкостью 250 мл отмеривают пипеткой необходимый объем исследуемой воды с таким расчетом, чтобы в нем содержалось не более 0,5 мг-экв $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$

К анализируемой воде, объем которой доводят дистиллированной водой до 100 мл, прибавляют 5 мл буферного раствора и 0,1 г смеси индикатора ЕТ-00 с NaCl. Раствор перемешивают и медленно титруют 0,025 М раствором трилона Б до изменения окраски жидкости, свойственной данному индикатору в присутствии ионов кальция и магния. Конец титрования лучше всего наблюдать, если рядом поставить перетитрованную пробу, до цвета которой и следует титровать исследуемую пробу.

Общую жесткость (в мг-экв/л) вычисляют по формуле:

$$X = (V_1 * 2M * 1000) / V$$

где V_1 — объем раствора трилона Б, израсходованного на определение жесткости, мл; M — молярность раствора трилона Б; V — объем исследуемой воды, мл.

Установление молярности раствора трилона Б. В коническую колбу емкостью 250 мл отмеривают пипеткой 10 мл 0,05 н. стандартного раствора $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, добавляют мензуркой 35 мл дистиллированной воды и 5 мл буферного раствора. Жидкость перемешивают и к ней добавляют 7—8

капель раствора индикатора, после чего титруют трилоном Б так же, как и при определении жесткости.

Молярность раствора трилона Б вычисляют по формуле:

$$M = (n \cdot V_1) / (2 \cdot V_2)$$

где n — нормальность стандартного раствора $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$;

V_1 — объем стандартного раствора $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, взятого на определение, мл;

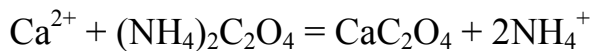
V_2 — объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование, мл.

Расчетный метод

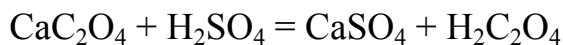
Определяют отдельно ион кальция и ион магния и полученные результаты, выраженные в мг-экв/л, складывают.

Перманганатометрический метод

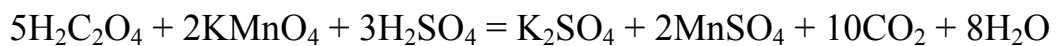
Стандартный метод определения Ca^{2+} в воде — объемный перманганатометрический (ГОСТ 3688—47). Ионы Ca^{2+} вначале осаждают щавелевокислым аммонием в виде оксалата CaC_2O_4 — белого кристаллического осадка, растворимого в сильных и нерастворимого в слабых кислотах



Осадок CaC_2O_4 отделяют и растворяют в серной кислоте.



Выделившуюся щавелевую кислоту, количество которой эквивалентно содержанию ионов Ca^{2+} , оттитровывают перманганатом калия



При содержании Ca^{2+} менее 20 мг-л^{-1} пробу воды упаривают в 4—5 раз.

При значительном содержании магния для получения чистого осадка CaC_2O_4 рекомендуется переосаждение.

Реактивы. 1) HCl (1:9). 10 мл HCl (пл. 1,19) разбавляют до 100 мл дистиллированной водой. 2) NH_4Cl (10%). 3) NH_4OH (25%). 4) $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ (5%). 5) $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ (0,1%). 6) H_2SO_4 (2 мл кислоты, пл. 1,84, на 1000 мл воды). 7) KMnO_4 (0,05 н.). 8) CaSO_4 (насыщенный раствор).

Ход работы. К 100 мл исследуемой воды прилить, помешивая, соляную кислоту по каплям до кислой реакции по лакмусу. Нагреть до кипения. Прибавить 10 мл раствора хлористого аммония и, непрерывно помешивая, прилить 15 мл 5%-ного раствора оксалата аммония. Через 10—15 мин внести по каплям раствор аммиака до появления запаха. Раствор с осадком выдержать час на водяной бане. Дать отстояться 1,5—2 ч. Осадок отфильтровать через плотный бумажный фильтр, промыть 0,1%-ным раствором оксалата аммония и дистиллированной водой до исчезновения в фильтрате ионов $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (проба с насыщенным раствором CaSO_4). Отсутствие мути от прибавления к промывным водам насыщенного раствора CaSO_4 указывает, что промывание осадка можно закончить. Отмытый осадок растворить на фильтре серной кислотой, собирая фильтрат в стакан, в котором проводилось осаждение. Полученный раствор нагреть до 80—90° С и титровать 0,05 н. раствором KMnO_4 до появления слаборозовой окраски.

Расчет.

Содержание Ca^{2+} (в $\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$) вычисляют по формуле:

$$X = (V_1 N E * 1000) / V_2$$

где V_1 — объем раствора KMnO_4 на титрование, мл; N — нормальность рабочего раствора KMnO_4 ; E — эквивалент кальция (20,04);

V_2 — объем воды для определения, мл.

Трилонометрический метод

Определение основано на образовании ионами кальция с мурексидом (аммониевой солью пурпуровой кислоты) мало диссоциированного, прочного при $\text{pH} \sim 10$ соединения, окрашенного в малиновый цвет. При титровании кальций связывается трилоном Б в еще менее диссоциированный комплекс, и мурексид окрашивает щелочной раствор в фиолетовый цвет.

Реактивы

1. Кислота соляная, 0,05 - 0,1 н. раствор.
2. Натрий едкий, 2 н. раствор.
3. Т р и л о н Б, 0,025 М раствор

4. Мурекид. Растирают в ступке 1 г мурекида и 100 г NaCl х.ч.

5. Индикаторная бумажка конго.

Ход анализа

В коническую колбу емкостью 250 мл наливают исследуемую воду в объеме, содержащем не более 0,5 мг-экв $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, и доводят объем дистиллированной водой до 50 мл. Затем в колбу опускают небольшой кусочек бумажки конго и при постоянном перемешивании прибавляют по каплям 0,05—0,1 н. раствор HCl до перехода окраски реактивной бумажки из красной в сиреневую. Бумажку извлекают стеклянной палочкой, раствор кипятят в течение 5 мин, после чего охлаждают, закрыв колбу пробкой, соединенной резиновой трубкой с колонкой, наполненной натронной известью.

К холодному раствору прибавляют 2,5 мл 2 н. раствора едкого натра и 30—50 мг сухой смеси мурекида с хлористым натрием.

Подготовленную таким образом жидкость титруют 0,025 М раствором трилона Б (в присутствии «свидетеля») до перехода окраски в фиолетовый цвет, устойчивый в течение 3 мин.

Содержание иона кальция (в мг/л) вычисляют по формуле:

$$X = (V_1 M * 40,08 * 1000) / V$$

где V_1 — объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование, мл; M — молярность раствора трилона Б; V — объем исследуемой воды, мл; 40,08 - атомный вес кальция.

Колориметрический метод

Метод основан на образовании окрашенного комплексного соединения при взаимодействии ионов кальция с мурекидом. Окраски от фиолетово-красной до оранжево-красной образуются. В щелочном растворе при pH 10,8—13,2. Комплекс кальция с мурекидом при этих значениях pH раствора мало устойчив, поэтому сравнение окрасок стандартной шкалы с испытуемым раствором производят не позже чем через 1—2 мин после прибавления реактивов. Чувствительность метода по предлагаемой прописи

позволяет определить от 0,5 до 4 мг/л Ca^{2+} . Путем упаривания или отбора меньших объемов воды для анализа можно соответственно определить меньшие и большие количества кальция.

Реактивы

1. Натрий едкий, 1 н. раствор.
2. Мурексид, 0,05% -ный водный раствор.
3. Стандартный раствор кальция 0,250 г х. ч. CaCO_3 растворяют в 50 мл 0,1 н. раствора HCl , и доводят раствор в мерной литровой колбе до метки. В 1 мл этого раствора содержится 100 мкг кальция. Разведением в 20 раз получают рабочий раствор содержащий в 1 мл 5 мкг кальция.

Ход анализа

Вносят в колориметрическую пробирку 4 мл исследуемой воды, прибавляют 0,5 мл 1 н. раствора NaOH и 0,5 мл 0,05%-ного раствора мурексида. Через 1—2 мин сравнивают образовавшуюся окраску со шкалой стандартных растворов. Вследствие небольшой устойчивости окраски комплексного соединения мурексида с кальцием, раствор мурексида прибавляют одновременно в исследуемую воду и стандартную шкалу.

Приготовление шкалы стандартных растворов. В шесть колориметрических пробирок вносят 0—0,4—0,6—0,8—1,6—3,2 мл стандартного рабочего раствора, что соответствует содержанию Ca^{2+} от 0 до 16 мкг, доводят до 4 мл дистиллированной водой, прибавляют 0,5 мл 1 н. раствора NaOH и 0,5 мл 0,05%-ного раствора мурексида.

Расчетный метод

Зная общую жесткость воды C (мг-экв/л) и содержание магния C_1 (мг-экв/л), рассчитывают содержание иона кальция X (в мг/л) по формуле:

$$X = (C - C_1) \cdot 20.04$$

Весовой фосфатный метод

Метод основан на осаждении магния в виде MgNH_4PO_4 и переводе его последующим прокаливанием в пирофосфат магния:



Метод применим для вод разнообразного состава и минерализации.

Реактивы

1. Кислота соляная (1:1).
2. Аммиак, 10% - ный раствор.
3. Аммиак, 2.5 % - ный раствор.
4. Аммиак (1 : 20).
5. Аммоний фосфорнокислый двухзамещенный $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ или натрий фосфорнокислый двухзамещенный Na_2HPO_4 , 10% - ный раствор.

Ход анализа

Фильтрат и промывные воды после отделения кальция упаривают до объема 100—200 мл и прибавляют 2—3 мл HCl (1 : 1) и 16 мл 10%-ного раствора $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ или Na_2HPO_4 . Жидкость нагревают почти до кипения и при постоянном и энергичном перемешивании постепенно прибавляют 2.5%-ный раствор NH_4OH до выпадения кристаллического осадка, после чего добавляют 10%-ный раствор NH_4OH в количестве, равном $1/5$ объема всего раствора. Раствор перемешивают и оставляют на ночь на холоду. На следующий день его снова перемешивают, дают осадку осесть и фильтруют через плотный фильтр или фарфоровый тигель № 4 с пористым дном. Затем осадок переносят на фильтр и промывают раствором NH_4OH (1:20) до отрицательной реакции на хлор-ион (перед добавлением нитрата серебра фильтрат подкисляют азотной кислотой).

Фильтр с осадком высушивают, осторожно озоляют, постепенно повышая температуру муфеля, а затем прокаливают до постоянного веса при температуре 900 - 1000° С.

Переводной коэффициент пирофосфата магния на магний — 0,2184.

Трилонометрический метод

Метод основан на титровании иона магния трилоном Б в присутствии индикатора эриохромчерного в том же растворе, в котором ионы кальция были связаны в комплекс трилоном Б в присутствии индикатора мурексида.

До титрования магния окраска, вызванная мурексидом, должна быть разрушена.

Реактивы

1. Кислота соляная (1:2).
2. Буферный раствор.
3. Трилон Б, 0,025 М раствор.
4. Эриохромчерный Т. Растирают в ступе 1 г индикатора и 100 г

хлористого натрия х. ч.

5. Индикаторная бумажка конго.

Ход анализа

Пробу воды после определения иона кальция с мурексидом кипятят в течение нескольких минут до уничтожения окраски жидкости от мурексида или оставляют на холоду в течение нескольких часов. Раствор после охлаждения нейтрализуют HCl (1:2) до перехода окраски бумажки конго из красной в сиреневую. Затем прибавляют 2 мл буферного раствора, 0,1 г сухой смеси эриохромчерного с хлоридом натрия и титруют 0,025 М раствором трилона Б (в присутствии «свидетеля») до перехода окраски жидкости в сине-зеленый цвет.

Содержание иона магния (в мг/л) вычисляют по формуле:

$$X = (V_1 M * 24.32 * 1000) / V$$

где V_1 — объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование магния, мл; M — молярность раствора трилона Б; V — объем исследуемой воды, мл; 24,32 — атомный вес магния.

Фотоэлектроколориметрический метод

Метод основан на образовании окрашенного комплексного соединения при взаимодействии ионов магния с реагентом Магнезон ИРЕА. Окраски раствора от сине-фиолетовой до ярко-красной образуются при значениях pH 9.8—11.2.

Чувствительность метода позволяет без предварительной концентрации определить от 0.25 до 4 мг/л Mg^{2+} .

Железо и кальций мешают определению. В определяемом объеме может содержаться не более: Fe 25 мкг; Ca 15 мкг.

Реактивы

1. Кислота соляная (1 : 1).
2. Аммиак, 10%-ный раствор.
3. Аммонийхлористый, 10% -ный раствор.
4. Сегнетова соль, 50%-ный раствор. 50 г сегнетовой соли ч. Д. а. растворяют в 50 мл дистиллированной воды.
5. Ацетон ч. д. а.
6. Магнезон ИРЕА, 0,1%-ный раствор в ацетоне.

Стандартный раствор Mg^{2+}

0,166 г х. ч. прокаленной окиси магния растворяют в 5 мл соляной кислоты (1:1) и доводят водой в мерной колбе до 1 л. 1 мл полученного раствора содержит 100 мкг магния. Разбавлением в 20 раз получают рабочий раствор, в 1 мл которого содержится 5 мкг магния.

Ход анализа

В колориметрическую пробирку вносят 2 мл исследуемой ВОДЫ, содержащей в этом объеме 0,5—8 мкг магния, прибавляют 0,5 мл 10%-ного раствора хлористого аммония, 0,2 мл 50%-ного раствора сегнетовой соли, 1 мл ацетона и 0,4 мл раствора аммиака. Затем прибавляют 0,6 мл раствора магнезона и доводят раствор в пробирке дистиллированной водой до 5,0 мл. Одновременно готовят стандартную шкалу. Через 5 мин образовавшуюся окраску сравнивают со стандартной шкалой эталонов. Сравнение окраски растворов следует проводить в проходящем свете на фоне молочного стекла.

Приготовление шкалы стандартных растворов. В шесть колориметрических пробирок вносят: 0—0,1—0,2—0,4—0,8—1,6 мл стандартного рабочего раствора, что соответствует содержанию Mg^{2+} от 0 до 8 мкг, затем прибавляют 0,5 мл раствора хлористого аммония, 0,2 мл раствора сегнетовой соли, 1 мл ацетона и 0,4 мл раствора аммиака. Раствор в пробирках доводят водой до 4,4 мл и прибавляют 0,6 мл раствора магнезона.

РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД

Зная общую жесткость воды C (мг-экв/л) и содержание кальция C_1 (мг-экв/л), рассчитывают содержание магния X (в мг/л) по формуле:

$$X=(C-C_1)*12.16$$

Любое копирование и
тиражирование запрещено

ВОДА ПИТЬЕВАЯ
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДАМИ
АТОМНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

ГОССТАНДАРТ РОССИИ МОСКВА

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Техническим комитетом по стандартизации ТК 343 «Качество воды» (ГУП «ЦИКВ», ЗАО «Роса», ФЦГСЭН, ГИЦ ПВ, ВНИИстандарт). ВНЕСЕН Управлением продукции сельскохозяйственного производства, пищевой, легкой и химической промышленности Госстандарта России

2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 20 августа 1999 г. № 268-ст

3 Раздел 4 настоящего стандарта учитывает требования международных стандартов ИСО 5961-94 «Качество воды. Определение кадмия. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии» и ИСО 9174-90 «Качество воды. Определение общего хрома. Методы атомно-абсорбционной спектроскопии». Раздел 5 учитывает требования ИСО 11885-96 «Качество воды. Определение 33 элементов методом атомной эмиссии с индуктивно связанной плазмой»

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

1. Область применения Настоящий стандарт распространяется на питьевые воды и воды источников водоснабжения и устанавливает два метода определения массовой концентрации элементов: 1 - определение содержания алюминия, бария, бериллия, ванадия, висмута, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, мышьяка, никеля, олова, свинца, селена, серебра, сурьмы, титана, хрома, цинка (далее по тексту - элементы) методом атомно- абсорбционной спектроскопии с электротермической

атомизацией (ААС-ЭТА): 2 - определение содержания алюминия, бария, бериллия, бора, ванадия, висмута, вольфрама, железа, кадмия, калия, кальция, кобальта, кремния, лития, магния, марганца, меди, молибдена, мышьяка, натрия, никеля, олова, свинца, селена, серебра, стронция, сурьмы, теллура, титана, хрома, цинка (далее по тексту - элементы) методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП). Методы могут применяться и для целей сертификации.

2. Нормативные ссылки В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.315-97 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов.

Основные положения

ГОСТ 1770-74 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Технические условия

ГОСТ 4461-77 Кислота азотная. Технические условия

ГОСТ 4979-49 Вода хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения. Методы химического анализа. Отбор, хранение и транспортирование проб

ГОСТ 6709-72 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ 9293-74 Азот газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 10157-79 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 11088-75 Магний нитрат 6-водный. Технические условия

ГОСТ 11125-84 Кислота азотная особой чистоты. Технические условия

ГОСТ 14836-82 Палладий в порошке. Технические условия

ГОСТ 14919-83 Электроплиты, электроплитки и жарочные электрошкафы бытовые. Общие технические условия

ГОСТ 20298-74 Смолы ионообменные. Катиониты. Технические условия

ГОСТ 24104-88 Весы лабораторные общего назначения и образцовые. Общие технические условия

ГОСТ 24481-80 Вода питьевая. Отбор проб

ГОСТ 25336-82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные.
Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ 28165-89 Приборы и аппараты лабораторные из стекла.
Аквадистилляторы. Испарители. Установки ректификационные. Общие
технические требования

ГОСТ 29169-91 (ИСО 648-77) Посуда лабораторная стеклянная.
Пипетки с одной отметкой

ГОСТ 29227-91 (ИСО 835-1-81) Посуда лабораторная стеклянная.
Пипетки градуировочные.

Часть 1. Общие требования

3. Сокращения ААС - атомно-абсорбционная спектрометрия ЭТА -
электротермическая атомизация АЭС - атомно-эмиссионная спектрометрия
ИСП - индуктивно связанная плазма ГСО - государственный стандартный
образец

4. Определение содержания алюминия, бария, бериллия, ванадия,
висмута, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, мышьяка,
никеля, олова, свинца, селена, серебра, сурьмы, титана, хрома, цинка
методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической
атомизацией (метод 1)

Метод позволяет определять массовые концентрации следующих
элементов:

алюминия	- от 0,01 до 0,1 мг/дм ³ ;
мышьяка	- от 0,005 до 0,3 мг/дм ³ ;
бария	- от 0,01 до 0,2 мг/дм ³ ;
никеля	- от 0,001 до 0,05 мг/дм ³ ;
бериллия	- от 0,0001 до 0,002 мг/дм ³ ;
олова	- от 0,005 до 0,02 мг/дм ³ ;
ванадия	- от 0,005 до 0,05 мг/дм ³ ;
свинца	- от 0,001 до 0,05 мг/дм ³ ;

висмута	- от 0,005 до 0,1 мг/дм ³ ;
селена	- от 0,002 до 0,05 мг/дм ³ ;
железа	- от 0,04 до 0,25 мг/дм ³ ;
серебра	- от 0,0005 до 0,01 мг/дм ³ ;
кадмия	- от 0,0001 до 0,01 мг/дм ³ ;
сурьмы	- от 0,005 до 0,02 мг/дм ³ ;
кобальта	- от 0,001 до 0,05 мг/дм ³ ;
титана	- от 0,1 до 0,5 мг/дм ³ ;
марганца	- от 0,001 до 0,05 мг/дм ³ ;
хрома	- от 0,001 до 0,05 мг/дм ³ ;
меди	- от 0,001 до 0,05 мг/дм ³ ;
цинка	- от 0,001 до 0,05 мг/дм ³ ;
молибдена	- от 0,001 до 0,2 мг/дм ³ ;

Метод основан на измерении поглощения излучения резонансной длины волны атомным паром определяемого элемента, образующимся в результате электротермической атомизации анализируемой пробы в графитовой печи спектрометра. Метод может применяться для определения более высоких концентраций элементов после разбавления анализируемой пробы воды, но не более чем в сто раз.

4.1 Средства измерений, оборудование и реактивы Атомно-абсорбционный спектрометр (спектрофотометр) любого типа с электротермическим атомизатором, позволяющим производить по заданной программе разогрев графитовой печи, оборудованный источниками резонансного излучения (спектральными лампами) для определения соответствующих элементов и устройством для коррекции неселективного поглощения (фона).

Цилиндр мерный вместимостью 500 см³ по ГОСТ 1770.

Колбы мерные по ГОСТ 1770.

Пипетки градуированные по ГОСТ 29227 или с одной отметкой по ГОСТ 29169.

Микродозаторы.

Весы лабораторные общего назначения 2-го класса точности по ГОСТ 24104 с наибольшим пределом взвешивания 200 г.

Государственные стандартные образцы состава водных растворов элементов по ГОСТ 8.315.

Стаканчики для взвешивания по ГОСТ 25336.

Стакан термостойкий по ГОСТ 25336.

Холодильник бытовой любого типа.

Фильтры бумажные обеззоленные, «синяя лента» или мембранные диаметром пор 0,45 - 0,55 мкм.

Устройство для фильтрования.

Плитка электрическая с закрытой спиралью по ГОСТ 14919.

Аквадистилляторы одноступенчатый и двухступенчатый по ГОСТ 28165.

Посуда для транспортирования и хранения отобранных проб воды вместимостью 0,2 - 0,5 дм³ из полимерных материалов (полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида, фторопласта, предназначенных для изготовления емкостей для пищевых продуктов или лекарственных препаратов).

Кислота азотная по ГОСТ 11125, особой чистоты или по ГОСТ 4461, очищенная методом перегонки.

Вода бидистиллированная или деионизированная (дистиллированная вода по ГОСТ 6709, перегнанная повторно или пропущенная через колонку с ионообменной смолой по ГОСТ 20298).

Аргон газообразный высокой чистоты по ГОСТ 10157 или азот газообразный по ГОСТ 9293.

Палладий металлический, порошок (99,94 %) по ГОСТ 14836.

Нитрат магния 6-водный по ГОСТ 11088, ч.д.а.

Допускается применять другие средства измерений, оборудование и реактивы с техническими и метрологическими характеристиками не хуже указанных.

4.2 Отбор проб Пробы воды отбирают по ГОСТ 4979 и ГОСТ 24481 в посуду объемом 0,2 - 0,5 дм³, изготовленную из полимерных материалов. Если измерение проводят более чем через 5 ч после отбора, пробы консервируют, добавляя на 0,2 дм³ воды 3 см³ концентрированной азотной кислоты. Срок хранения законсервированных проб при определении висмута, кадмия, мышьяка, олова, селена, серебра и сурьмы 5 сут, остальных проб - 14 сут. Проба не должна подвергаться воздействию прямого солнечного света.

4.3 Порядок подготовки к проведению измерений

4.3.1 Подготовка посуды Всю используемую для отбора, хранения, транспортирования и анализа проб посуду промывают разбавленной 1 : 1 азотной кислотой, затем большим количеством водопроводной и (или) дистиллированной воды и ополаскивают 3 - 4 раза бидистиллированной водой. Не допускается обрабатывать посуду смесями, содержащими хром.

4.3.2 Приготовление растворов

4.3.2.1 Раствор азотной кислоты молярной концентрации 0,3 моль/дм³ В мерную колбу вместимостью 1 дм³ помещают 100 см³ бидистиллированной (деионизированной) воды и приливают 15 см³ концентрированной азотной кислоты. После охлаждения до комнатной температуры доводят раствор бидистиллированной (деионизированной) водой до метки и тщательно перемешивают. Срок хранения раствора 3 мес.

4.3.2.2 Раствор разбавленной в соотношении 1 : 1 азотной кислоты В мерную колбу вместимостью 1 дм³ помещают 100 см³ бидистиллированной (деионизированной) воды, затем мерным цилиндром осторожно приливают 500 см³ концентрированной азотной кислоты. После охлаждения раствора до комнатной температуры раствор в колбе доводят до метки бидистиллированной (деионизированной) водой и тщательно перемешивают. Срок хранения раствора 6 мес.

4.3.2.3 Химический модификатор (модификатор матрицы) При определении многих легколетучих элементов для увеличения температуры озоления пробы и разделения пиков атомного и фонового поглощения используют химические модификаторы (модификаторы матрицы). Растворы нитрата палладия и нитрата магния являются универсальными модификаторами. Допускается применение других модификаторов или их смеси, в зависимости от рекомендаций фирм - изготовителей приборов.

4.3.2.3.1 Раствор нитрата палладия с массовой концентрацией палладия 1 г/дм³ В термостойкий стакан помещают 1,00 г порошкообразного палладия, добавляют 5 см³ концентрированной азотной кислоты и нагревают на электроплитке с закрытой спиралью до полного растворения металла. После охлаждения раствор фильтруют в мерную колбу вместимостью 1 дм³, промывают фильтр несколькими порциями раствора азотной кислоты концентрации 0,3 моль/дм³ и доводят его объем раствора до метки. Срок хранения раствора 6 мес.

4.3.2.3.2 Раствор нитрата магния массовой концентрации 3 г/дм³ В колбу вместимостью 1 дм³ помещают 5,19 г нитрата магния и растворяют в растворе азотной кислоты концентрацией 0,3 моль/дм³. Срок хранения раствора 3 мес.

4.3.2.4 Градуировочные растворы элементов Градуировочные растворы готовят путем разбавления в мерной посуде необходимого стандартного образца состава водного раствора элемента раствором азотной кислоты молярной концентрации 0,3 моль/дм³ в соответствии с инструкцией по применению стандартного образца. В качестве градуировочных растворов могут применяться непосредственно стандартные образцы состава водных растворов элементов. Градуировочные растворы каждого определяемого элемента должны охватывать весь рабочий диапазон измерения его массовой концентрации в пробах. Их число должно быть не менее трех. Срок хранения приготовленных градуировочных растворов элементов с массовой концентрацией от 100 до 10 мг/дм³ в плотно закрытой посуде из полимерных материалов (кроме раствора серебра) не более 2 мес; раствора серебра в

посуде из темного стекла не более 14 сут; градуировочных растворов элементов с массовой концентрацией от 10 до 1 мг/дм³ в плотно закрытой пластиковой посуде (кроме раствора серебра) не более 1 мес; раствора серебра в посуде из темного стекла не более 7 сут; градуировочных растворов элементов с массовой концентрацией от 1 до 0,1 мг/дм³ в плотно закрытой пластиковой посуде (кроме раствора серебра) не более 7 сут. Хранят растворы в холодильнике при температуре 4 - 8 °С. Градуировочные растворы элементов массовой концентрации менее 0,1 мг/дм³ и серебра менее 1 мг/дм³ готовят непосредственно перед началом измерений и используют не позднее 8 ч с момента их приготовления.

4.3.2.5 Холостая проба - раствор азотной кислоты молярной концентрации 0,3 моль/дм³. Холостая проба должна содержать все вещества и в таких концентрациях, которые добавляют к анализируемой пробе.

4.3.2.6 При приготовлении растворов необходимо контролировать чистоту применяемой для разбавления бидистиллированной (деионизированной) воды и раствора азотной кислоты молярной концентрации 0,3 моль/дм³. Измеренное в них по 4.4 содержание определяемых элементов не должно быть более значения нижней границы установленного диапазона измерений. В противном случае используют реактивы более высокой чистоты или проводят их дополнительную очистку, например, методом перегонки.

4.3.3 Подготовка прибора Атомно-абсорбционный спектрометр (спектрофотометр) с электротермическим атомизатором подготавливают к работе в соответствии с руководством (инструкцией) по эксплуатации. Режимы работы прибора и программу нагрева печи устанавливают в соответствии с рекомендациями фирмы-изготовителя прибора. Рекомендуемые режимы проведения измерений приведены в приложении А. При этом для конкретного типа прибора оптимальные режимы работы устанавливают экспериментально.

4.3.4 Градуировка прибора Градуировку прибора проводят перед началом измерений подготовленных проб. Для получения градуировочной характеристики в режимах, установленных по 4.3.3, не менее трех раз измеряют значение атомного поглощения холостой пробы, а затем - каждого градуировочного раствора определяемого элемента, приготовленного по 4.3.2.4, как правило, в порядке возрастания концентрации. По результатам измерений определяют градуировочную зависимость среднего значения атомного поглощения конкретного элемента с учетом среднего значения атомного поглощения холостой пробы от массовой концентрации элемента в анализируемом градуировочном растворе.

4.3.5 Контроль стабильности градуировочной характеристики Стабильность градуировочной характеристики контролируют не менее чем через каждые 15 анализируемых проб воды. Для контроля стабильности градуировочной характеристики измеряют приготовленный градуировочный раствор, в котором массовая концентрация элемента находится вблизи рабочего диапазона измерений этого элемента в анализируемой партии проб. Градуировочную характеристику считают стабильной, если выполняется условие

$$100|C - C_k| \leq 0,5\delta C_k, \quad (1)$$

где C_k - действительное значение массовой концентрации элемента в градуировочном растворе, мг/дм³, C - измеренное значение массовой концентрации элемента в этом же градуировочном растворе, мг/дм³, δ - относительная погрешность, %. В случае невыполнения условия (1) проводят повторную градуировку прибора.

4.3.6 Подготовка проб

4.3.6.1 К пробе анализируемой воды, если ее не консервировали после отбора, добавляют концентрированную азотную кислоту из расчета 3,0 см³ азотной кислоты на 200 см³ воды, раствор тщательно перемешивают и выдерживают не менее 3 ч. Если в подкисленной пробе находятся заметные глазом взвешенные частицы, то перед проведением измерений ее фильтруют.

4.3.6.2 При необходимости разбавления исходной пробы воды, а также для устранения возможного мешающего влияния матрицы, подготовленные по 4.3.6.1 пробы разбавляют раствором азотной кислоты молярной концентрации 0,3 моль/дм³. Для проверки наличия мешающего влияния матрицы из подготовленной по 4.3.6.1 пробы отбирают аликвотную часть и разбавляют ее в 5 - 10 раз раствором азотной кислоты молярной концентрации 0,3 моль/дм³. Исходную и разбавленную пробы измеряют по 4.4. Мешающие влияния считают незначимыми, если выполняется условие

$$|K_p C_p - C| \leq \sqrt{(0,01\delta K_p C_p)^2 + (0,01\delta C)^2}, \quad (2)$$

где C - массовая концентрация элемента в исходной пробе, мг/дм³; C_p - массовая концентрация элемента в разбавленной пробе, мг/дм³; K_p - кратность разбавления исходной пробы; δ - относительная погрешность для соответствующего значения C_p и C , %. В случае загрязнения графитовой печи при измерении проб с содержанием определяемого элемента, выходящим за верхнюю границу диапазона измерений, необходимо провести ее отжиг до тех пор, пока сигнал при определении холостой пробы не вернется к исходному уровню.

4.4 Порядок проведения измерений

4.4.1 Измерение массовой концентрации элементов проводят при нормальных климатических условиях испытаний с учетом требований руководства (инструкции) по эксплуатации спектрометра (спектрофотометра).

4.4.2 Устанавливают оптимальные режимы измерений для конкретного элемента в соответствии с руководством (инструкцией) по эксплуатации спектрометра.

4.4.3 Аликвотную часть подготовленной по 4.3.6 пробы вводят дозирующим устройством (микродозатором) в графитовую печь спектрометра. Нагревание пробы проводят в токе инертного газа (аргона) по программе, включающей высушивание, озоление, атомизацию пробы и

отжиг печи. При измерении железа, кобальта, марганца, меди, мышьяка, никеля, свинца, серебра и цинка допускается использовать в качестве инертного газа азот. Измерение атомного поглощения элемента в каждой пробе проводят не менее двух раз. Компенсацию неселективного поглощения осуществляют с использованием различных способов коррекции: непрерывного спектра дейтериевой лампой, на основе эффекта Зеемана и другие. Измеряемая массовая концентрация определяемого элемента в пробе должна находиться в пределах найденной по 4.3.4 градуировочной зависимости.

4.4.4 Для повышения температуры озоления проб рекомендуется в графитовую печь атомизатора, перед введением в нее аликвотной части подготовленной пробы, добавлять модификатор, приготовленный по 4.3.2.3, в соответствии с рекомендациями фирмы-изготовителя прибора. При этом данную процедуру проводят и при градуировке прибора. Допускается добавлять модификатор матрицы непосредственно в анализируемые пробы, соответствующие градуировочные растворы и холостую пробу.

4.4.5 Холостой опыт. Измеряют значение атомного поглощения холостой пробы, приготовленной по 4.3.2.5.

4.5 Обработка результатов измерений

4.5.1 По значениям атомного поглощения элемента в анализируемой пробе воды и в холостой пробе, используя градуировочную зависимость по 4.3.4, определяют массовую концентрацию элемента в пробе X , мг/дм³.

4.5.2 За результат определения принимают среднее арифметическое двух параллельных измерений анализируемого элемента, удовлетворяющих условию Б.1.

4.5.3 Если исходную анализируемую пробу разбавляли, то полученный по 4.5.2 результат умножают на кратность произведенного разбавления исходной пробы.

4.5.4 Результат определения содержания элемента в анализируемой пробе в документах, предусматривающих их использование, представляют в виде:

$$X \pm \Delta, \text{ мг/дм}^3, \quad (3)$$

где X - массовая концентрация элемента в воде, мг/дм³; Δ - абсолютная погрешность определения массовой концентрации элемента, мг/дм³, при вероятности $P = 0,95$. Значение Δ рассчитывают по формуле

$$\Delta = 0,01\delta X, \quad (4)$$

где δ - относительная погрешность определения элемента по таблице 1.

Если исходную пробу разбавляли, то значение Δ рассчитывают по формуле

$$\Delta = 0,01\delta K_{\text{рСр}}. \quad (5)$$

4.6 Характеристики погрешности Границы относительной погрешности измерений массовой концентрации элементов δ , %, при вероятности $P = 0,95$, не должны превышать значений, приведенных в таблице 1.

Любое копирование запрещено

Наименование элемента	Массовая концентрация элемента, мг/дм ³	Границы относительной погрешности, ±δ, %
Алюминий	От 0,01 до 0,1 включ.	40
Барий	" 0,01 " 0,2 "	30
Бериллий	" 0,0001 " 0,0005 "	50
	Св. 0,0005 " 0,002 "	25
Ванадий	От 0,005 " 0,01 "	50
	Св. 0,01 " 0,05 "	25
Висмут	" 0,005 " 0,05 "	60
	Св. 0,05 " 0,1 "	30
Железо	От 0,04 " 0,25 "	20
Кадмий	" 0,0001 " 0,001 "	50
	Св. 0,001 " 0,01 "	25
Кобальт	От 0,001 " 0,005 "	35
	Св. 0,005 " 0,05 "	20
Марганец	От 0,001 " 0,05 "	20
Медь	" 0,001 " 0,01 "	40
	Св. 0,01 " 0,05 "	20
Молибден	От 0,001 " 0,05 "	35
	Св. 0,05 " 0,2 "	20
Мышьяк	От 0,005 " 0,02 "	50
	Св. 0,02 " 0,05 "	25
	" 0,05 " 0,3 "	15
Никель	От 0,001 " 0,05 "	30
Олово	" 0,005 " 0,02 "	40
Свинец	" 0,001 " 0,01 "	40
	Св. 0,01 " 0,05 "	20
Селен	От 0,002 " 0,05 "	20
Серебро	" 0,0005 " 0,01 "	40
Сурьма	" 0,005 " 0,02 "	35
Титан	От 0,1 " 0,5 "	40
Хром	" 0,001 " 0,01 "	40
	Св. 0,01 " 0,05 "	25
Цинк	От 0,001 " 0,05 "	25

Оформление результатов

Полученные результаты регистрируют в протоколах, в которых указывают:

- обозначение настоящего стандарта;
- информацию, необходимую для идентификации пробы, или ее порядковый номер;
- отклонения при проведении определения, если таковые имелись, и факторы, отрицательно влияющие на их результаты;
- дату отбора пробы и проведения измерений;
- результат определения;
- фамилию исполнителя.

4.8 Контроль точности (погрешности) результатов измерений

4.8.1 Контроль точности (погрешности) результатов измерений приведен в приложении Б.

4.8.2 Нормативы оперативного контроля сходимости и воспроизводимости, при вероятности $P = 0,95$, приведены в таблице 2.

Наименование элемента	Массовая концентрация элемента, мг/дм ³	Нормативы оперативного контроля	
		сходимости d , %	воспроизводимости D , %
Бериллий	От 0,0001 " 0,0005 <small>включ.</small>	46	64
	Св. 0,0005 " 0,002 "	24	33
Ванадий	От 0,005 " 0,01 "	46	64
	Св. 0,01 " 0,05 "	24	33
Висмут	" 0,005 " 0,05 "	56	78
	Св. 0,05 " 0,1 "	28	39
Железо	От 0,04 " 0,25 "	21	29
Кадмий	" 0,0001 " 0,001 "	46	64
	Св. 0,001 " 0,01 "	24	33
Кобальт	От 0,001 " 0,005 "	33	46
	Св. 0,005 " 0,05 "	21	29
Марганец	От 0,001 " 0,05 "	21	29
Медь	" 0,001 " 0,01 "	37	52
	Св. 0,01 " 0,05 "	21	29
Молибден	От 0,001 " 0,05 "	33	46
	Св. 0,05 " 0,2 "	21	29
Мышьяк	От 0,005 " 0,02 "	46	64
	Св. 0,02 " 0,05 "	24	33
	" 0,05 " 0,3 "	16	21
Никель	От 0,001 " 0,05 "	28	39
Олово	" 0,005 " 0,02 "	37	52
Свинец	" 0,001 " 0,01 "	37	52
	Св. 0,01 " 0,05 "	22	30
Селен	От 0,002 " 0,05 "	22	30
Серебро	" 0,0005 " 0,01 "	37	52
Сурьма	" 0,005 " 0,02 "	33	46
Титан	" 0,1 " 0,5 "	37	52
Хром	" 0,001 " 0,01 "	37	52
	Св. 0,01 " 0,05 "	24	33
Цинк	От 0,001 " 0,05 "	24	33

Любое
тиражирование

ЧЕНО

Приложение 3

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Д. Орловка _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3565 _____

Условия и глубина отбора ___ природный источник, глубина 3м _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию ___ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _

окончание _ 24.03.2014 _

Запах ___ отсутствует _

Привкус ___ отсутствует

Цветность ___ отсутствует _____

Мутность ___ отсутствует _____

Сухой остаток (мг/дм³) ___ 582,00 _____

Водородный показатель рН ___ 7,15 _____

Щелочность (ммоль/л) ___ 6,25 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) ___ 5,20 _____

Жесткость (мг×эquiv/дм³): общая ___ 31,50 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	7,20	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	46,15
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	24,30	Гидрокарбонаты, НСО ₃ ⁻ , мг/л	671,00
Железо общее, мг/л	-0,001		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ пос. Задонье _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3566 _____

Условия и глубина отбора ___ природный источник, глубина 3м _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию ___ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _

окончание _ 24.03.2014 _

Запах ___ отсутствует _

Привкус ___ отсутствует

Цветность ___ отсутствует ___

Мутность ___ отсутствует

Сухой остаток (мг/дм³) ___ 634,40 _____

Водородный показатель рН ___ 7,39 _____

Щелочность (ммоль/л) ___ 5,25 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) ___ 1,87 _____

Жесткость (мг×эquiv/дм³): общая ___ 9,23 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	7,27 1,96	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	45,56
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	0,000	Гидрокарбонаты, HCO ₃ ⁻ , мг/л	634,40
Железо общее, мг/л			

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Д. Крутое _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3567 _____

Условия и глубина отбора ___ природный источник, глубина 3м _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию ___ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _____

окончание _ 24.03.2014 _____

Запах ___ отсутствует _____

Привкус ___ отсутствует _____

Цветность ___ отсутствует _____

Мутность ___ отсутствует _____

Сухой остаток (мг/дм³) ___ 816,15 _____

Водородный показатель рН ___ 6,97 _____

Щелочность (ммоль/л) ___ 2,50 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) ___ 5,2 _____

Жесткость (мг×эquiv/дм³): общая ___ 36,24 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	5,45	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	63,9
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	30,79	Гидрокарбонаты, НСО ₃ ⁻ , мг/л	915, 0
Железо общее, мг/л	-0,002		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Д. Себино источник «Святая Матрона» _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3568 _____

Условия и глубина отбора ___ природный источник, глубина 3м _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию ___ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _

окончание _ 24.03.2014 _

Запах ___ отсутствует _

Привкус ___ отсутствует

Цветность ___ отсутствует ___

Мутность ___ отсутствует

Сухой остаток (мг/дм³) ___ 582 _____

Водородный показатель рН ___ 7,15 _____

Щелочность (ммоль/л) ___ 6,25 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) ___ 5,2 _____

Жесткость (мг×эquiv/дм³): общая ___ 31,50 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	7,20	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	42,60
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	24,30	Гидрокарбонаты, HCO ₃ ⁻ , мг/л	671, 0
Железо общее, мг/л	0,003		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Куликово поле «Прощеный Колодец» _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3569 _____

Условия и глубина отбора ___ природный источник, глубина 3м _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию _____ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _____

окончание _ 24.03.2014 _____

Запах ___ отсутствует _____

Привкус ___ отсутствует _____

Цветность _____ отсутствует _____

Мутность ___ отсутствует _____

Сухой остаток (мг/дм³) _____ 329,0 _____

Водородный показатель рН ___ 7,80 _____

Щелочность (ммоль/л) _____ 4,22 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) _____ 3,00 _____

Жесткость (мг×экв/дм³): общая _____ 34,17 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	3,67	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	24,85
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	30,50	Гидрокарбонаты, НСО ₃ ⁻ , мг/л	610, 0
Железо общее, мг/л	0,000		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Д. Кожинка _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3570 _____

Условия и глубина отбора ___ природный источник, глубина 3м _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию ___ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _____

окончание _ 24.03.2014 _____

Запах ___ отсутствует _____

Привкус ___ отсутствует _____

Цветность ___ отсутствует _____

Мутность ___ отсутствует _____

Сухой остаток (мг/дм³) ___ 877,50 _____

Водородный показатель рН ___ 7,28 _____

Щелочность (ммоль/л) ___ 4,68 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) ___ 2,00 _____

Жесткость (мг×эquiv/дм³): общая ___ 40,83 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	10,20	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	65,68
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	30,63	Гидрокарбонаты, НСO ₃ ⁻ , мг/л	854, 0
Железо общее, мг/л	-0,003		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Д. Озерки _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3571 _____

Условия и глубина отбора ___ природный источник, глубина 3м _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию ___ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _____

окончание _ 24.03.2014 _____

Запах ___ отсутствует _____

Привкус ___ отсутствует _____

Цветность ___ отсутствует _____

Мутность ___ отсутствует _____

Сухой остаток (мг/дм³) ___ 479,5 _____

Водородный показатель рН ___ 7,66 _____

Щелочность (ммоль/л) ___ 4,50 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) ___ 5,0 _____

Жесткость (мг×эquiv/дм³): общая ___ 7,20 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	6,13	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	46,15
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	1,07	Гидрокарбонаты, НСО ₃ ⁻ , мг/л	732,0
Железо общее, мг/л	0,003		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Д. Макшеево _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3571 _____

Условия и глубина отбора ___ природный источник, глубина 3м _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию ___ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _

окончание _ 24.03.2014 _

Запах ___ отсутствует _

Привкус ___ отсутствует

Цветность ___ отсутствует ___

Мутность ___ отсутствует

Сухой остаток (мг/дм³) ___ 582,0 _____

Водородный показатель рН ___ 7,71 _____

Щелочность (ммоль/л) ___ 3,84 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) ___ 4,0 _____

Жесткость (мг×эquiv/дм³): общая ___ 8,30 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	6,30	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	63,31
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	2,00	Гидрокарбонаты, НСO ₃ ⁻ , мг/л	768,6
Железо общее, мг/л	-0,002		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Г. Новомосковск мкр – н Залесный _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3572 _____

Условия и глубина отбора ___ природный источник, глубина 3м _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию ___ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _____

окончание _ 24.03.2014 _____

Запах ___ отсутствует _____

Привкус ___ отсутствует _____

Цветность ___ отсутствует _____

Мутность ___ отсутствует _____

Сухой остаток (мг/дм³) ___ 868,00 _____

Водородный показатель рН ___ 7,45 _____

Щелочность (ммоль/л) ___ 5,95 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) ___ 2,30 _____

Жесткость (мг×эquiv/дм³): общая ___ 12,33 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	9,37	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	62,13
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	2,96	Гидрокарбонаты, НСO ₃ ⁻ , мг/л	1500,6
Железо общее, мг/л	0,000		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Д. Красное Гремячее _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3573 _____

Условия и глубина отбора ___ природный источник, глубина 3м _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию ___ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _

окончание _ 24.03.2014 _

Запах ___ отсутствует _

Привкус ___ отсутствует

Цветность ___ отсутствует ___

Мутность ___ отсутствует

Сухой остаток (мг/дм³) ___ 793,5 _____

Водородный показатель рН ___ 7,38 _____

Щелочность (ммоль/л) ___ 6,10 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) ___ 3,50 _____

Жесткость (мг×экв/дм³): общая ___ 10,80 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	8,43	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	39,64
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	2,45	Гидрокарбонаты, НСО ₃ ⁻ , мг/л	1708, 0
Железо общее, мг/л	-0,003		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Д. Иваньково _____

Лабораторный номер ___ 1Г.14.3574 _____

Условия и глубина отбора ___ природный источник, глубина 3м _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию ___ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _____

окончание _ 24.03.2014 _____

Запах ___ отсутствует _____

Привкус ___ отсутствует _____

Цветность ___ отсутствует _____

Мутность ___ отсутствует _____

Сухой остаток (мг/дм³) ___ 370,5 _____

Водородный показатель рН ___ 7,10 _____

Щелочность (ммоль/л) ___ 4,10 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) ___ 4,70 _____

Жесткость (мг×экв/дм³): общая ___ 5,13 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	3,33	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	23,08
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	1,80	Гидрокарбонаты, НСО ₃ ⁻ , мг/л	549, 0
Железо общее, мг/л	-0,002		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Пос. Клин «Клинский родник» _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3575 _____

Условия и глубина отбора ___ природный источник, глубина 3м _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию ___ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _____

окончание _ 24.03.2014 _____

Запах ___ отсутствует _____

Привкус ___ отсутствует _____

Цветность ___ отсутствует _____

Мутность ___ отсутствует _____

Сухой остаток (мг/дм³) ___ 1563,5 _____

Водородный показатель рН ___ 7,24 _____

Щелочность (ммоль/л) ___ 6,70 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) ___ 5,0 _____

Жесткость (мг×экв/дм³): общая ___ 17,07 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	13,1	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	22,1
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	4,06	Гидрокарбонаты, НСО ₃ ⁻ , мг/л	793, 0
Железо общее, мг/л	-0,003		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Д. Дубовое _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3576 _____

Условия и глубина отбора ___ природный источник, глубина 3м _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию ___ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _____

окончание _ 24.03.2014 _____

Запах ___ отсутствует _____

Привкус ___ отсутствует _____

Цветность ___ отсутствует _____

Мутность ___ отсутствует _____

Сухой остаток (мг/дм³) ___ 636,00 _____

Водородный показатель рН ___ 7,59 _____

Щелочность (ммоль/л) ___ 5,70 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) ___ 4,24 _____

Жесткость (мг×эquiv/дм³): общая ___ 9,10 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	6,93	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	31,95
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	2,17	Гидрокарбонаты, НСO ₃ ⁻ , мг/л	671, 0
Железо общее, мг/л	-0,002		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Холодная водопроводная вода _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3576 _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию ___ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _

окончание _ 24.03.2014 _

Запах __ отсутствует _

Привкус ___ отсутствует

Цветность ___ отсутствует ___

Мутность ___ отсутствует

Сухой остаток (мг/дм³) ___ 2148,00 _____

Водородный показатель рН ___ 7,30 _____

Щелочность (ммоль/л) ___ 8,82 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) ___ 6,42 _____

Жесткость (мг×эquiv/дм³): общая ___ 30,00 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	20,67	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	81,06
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	9,33	Гидрокарбонаты, HCO ₃ ⁻ , мг/л	1256,6
Железо общее, мг/л	0,002		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Горячая водопроводная вода _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3577 _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию _____ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _

окончание _ 24.03.2014 _

Запах ___ отсутствует _

Привкус ___ отсутствует

Цветность ___ отсутствует ___

Мутность ___ отсутствует

Сухой остаток (мг/дм³) _____ 345,5 _____

Водородный показатель рН ___ 7,68 ___

Щелочность (ммоль/л) _____ 4,98 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) _____ 4,30 _____

Жесткость (мг×эquiv/дм³): общая _____ 5,97

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	4,80	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	17,75
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	1,17	Гидрокарбонаты, НСО ₃ ⁻ , мг/л	366, 0
Железо общее, мг/л	0,001		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____

Паспорт полного химического анализа воды

Место отбора пробы ___ Дистиллированная вода _____

Лабораторный номер ___ 1Т.14.3578 _____

Дата отбора пробы ___ 17. 10.13 _____

Дата доставки в лабораторию _____ 17.10.13 _____

Дата производства анализа: начало _ 19.03.2014 _

окончание _ 24.03.2014 _

Запах ___ отсутствует _

Привкус ___ отсутствует

Цветность ___ отсутствует ___

Мутность ___ отсутствует

Сухой остаток (мг/дм³) _____ 1,5 _____

Водородный показатель рН _ 5,48 _

Щелочность (ммоль/л) _____ 0,12 _____

Окисляемость перманганатная (мг/л) _____ 1,0 _____

Жесткость (мг×эquiv/дм³): общая _____ 0,37 _____

КАТИОНЫ	Результаты	АНИОНЫ	Результаты
Кальций, Ca ²⁺ , мг экв/л	0,042	Хлориды, Cl ⁻ , мг/л	6,04
Магний, Mg ²⁺ , мг экв/л	0,328	Гидрокарбонаты, НСO ₃ ⁻ , мг/л	67,1
Железо общее, мг/л	-		

Зав. лабораторией _____ Аналитик _____

Дата _____