

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ pH И ЖЕСТКОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В Г. МОСКВА

SEASONAL DYNAMICS OF pH AND HARDNESS OF DRINKING WATER IN MOSCOW

**E. Makarova
V. Dubasov**

Summary. The analysis of data on the indicators of total hardness and pH of drinking water collected during the period from August 2017 to April 2018 was conducted. The maximum permissible concentrations for these indicators were not found, the quality of drinking water in the Moscow region corresponds to GN2.1.5.1315–03. The highest concentration of hardness salts and the greatest deviation in the alkaline side is observed in the drinking water of the central administrative district of Moscow. Also in the study was established, graphically reflected and justified the seasonal dynamics of the studied indicators. Statistical analysis of the data was carried out. A direct statistically significant correlation between the total hardness and the pH of drinking water has been established.

Keywords: drinking water; water hardness; pH; seasonal dynamics; correlation; drinking water quality.

Макарова Елена Александровна

*К.б.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени им. К. И. Скрябина
lelemakarov@mail.ru*

Дубасов Владислав Владимирович

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени им. К. И. Скрябина

Аннотация. В работе проведен анализ данных по показателям общей жесткости и pH питьевой воды собранных в период с августа 2017 года по апрель 2018 года в г. Москва. При анализе полученных данных превышений ПДК по показателям не обнаружено. Качество питьевой воды в московском регионе соответствует Гигиеническим Нормативам 2.1.5.1315–03. Самая высокая концентрация солей жесткости и наибольшее отклонение в щелочную сторону наблюдается в питьевой воде центрального административного округа города Москвы. При исследовании была установлена сезонная динамика показателей общей жесткости и pH питьевой воды. Проведен статистический анализ данных и установлена прямая статистически значимая корреляция этих показателей.

Ключевые слова: питьевая вода; жесткость; pH; сезонная динамика; корреляция; качество питьевой воды.

Введение

Качество питьевой воды зависит от многих факторов, таких как тип источника пресной воды и его гидрохимических особенностей, географических, климатических и геологических особенностей региона его расположения, способа водозабора и водоподготовки и прочих.

Централизованное водоснабжение московского региона базируется в основном на водных ресурсах поверхностных источников — Москворецко-Вазузская (15 водохранилищ и тракты подачи воды — р. Москва с притоками) и Волжская водные системы (Канал им. Москвы). География источников водоснабжения охватывает территории Московской, Смоленской и Тверской областей [1].

Водоснабжение центральной зоны Москвы, а также ближайших городов и поселений Московской области осуществляют четыре станции водоподготовки (Рублевская, Западная, Северная, Восточная). В централизованной системе водоснабжения Москвы используется двухступенчатая (традиционная) технология очистки воды, применяемая с начала 30-х годов прошлого века и вклю-

чающая следующие процессы: использование реагентов (коагулянтов и флокулянтов), двухстадийное осветление и обеззараживание [1]. Для проведения исследования было отобрано по одному муниципальному району в каждом АО г. Москвы (рис. 1.).

Постановлением от 30 апреля 2003 г. министерством здравоохранения РФ были введены в действие так называемые гигиенические нормативы — «Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, Гигиенические Нормативы 2.1.5.1315–03» [2]. За период наблюдения с августа 2017 года по апрель 2018 года показатели pH и общей жесткости не превышают ПДК ни в одном из 8 АО Москвы.

Объект и методика

В работе использованы данные мониторинга крупнейшей ресурсоснабжающей организации региона (АО «Мосводоканал»). Определение основных показателей качества воды на каждом этапе очистки и перед подачей в городскую водопроводную сеть производится в непрерывном режиме автоматическими анализато-

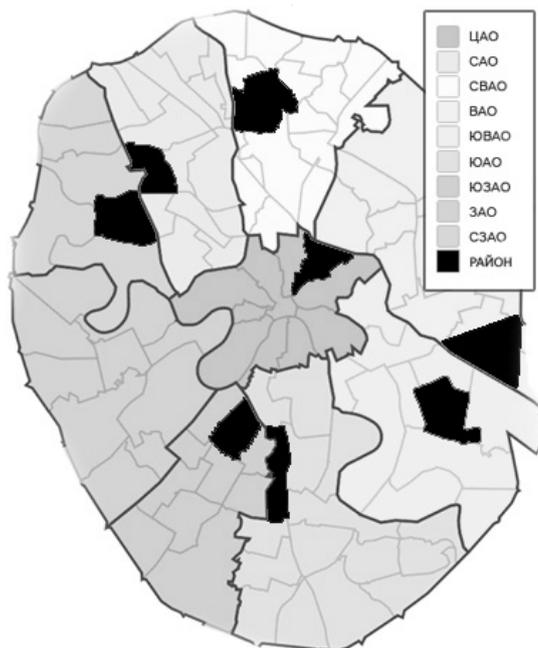


Рис. 1. Карта выборки муниципальных районов г. Москвы

Таблица 1. Показатели общей жесткости

АО \ ДАТА	08.17	09.17	10.17	11.18	01.18	02.18	03.18	04.18	Не более 7,0
ЦАО	2,8	2,9	3,6	3,4	2,9	3,4	3,5	3,2	
САО	3,3	3,6	4,3	3,1	3,5	3,6	4,1	3,6	
СВАО	3	2,7	3	2,9	3,1	3,1	3,3	3,2	
ВАО	2,9	2,8	2,7	2,9	3	3,4	3,2	3	
ЮВАО	4,1	3,6	3,7	3,1	3,3	3,4	3,6	3,2	
ЮАО	4,2	4,4	4,2	3,7	3,7	4,3	3,9	3,6	
ЮЗАО	4,3	4,7	4,3	4,1	3,6	4,1	4,3	3,5	
СЗАО	4	4,5	4,3	3,9	3,8	4	4,2	3,5	

рами с передачей показаний в единую базу данных [3]. Показатели общей жесткости и кислотности воды являются наиболее общими и используются в качестве экспресс оценки качества питьевых и природных вод. Данные показатели позволяют провести предварительную оценку общего состояния водного объекта или объекта водоснабжения, получить информацию о химическом составе воды, оценить уровень антропогенной нагрузки на водоисточник. Постоянное потребление питьевой воды повышенной жесткости может вызывать нарушение минерального баланса организма и другие патологии.

Общая жесткость (J^0) воды складывается из двух составляющих — карбонатной (временной), обусловленной концентрацией гидрокарбонатов кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, и магния $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ и некарбонатной (постоянной), обусловленной концентрацией в воде кальцие-

вых и магниевых солей сильных кислот ($\text{CaCl}_2, \text{MgSO}_4$) [4]. Физико-химический генезис магния и кальция в природных источниках воды имеет более или менее постоянный характер (табл. № 1). Соли этих металлов попадают в воду в результате процесса выщелачивания горных пород — известняков, доломитов, гипсов.

Концентрация кальция и магния биогенного происхождения в большей степени зависит от процессов характерных сезону года. Так абсолютное количество травянистых растений отмирают в конце вегетационного периода, а большинство древесных и кустарниковых видов сбрасывает листву с наступлением осени. В дальнейшем происходят процессы разложения и смыва их продуктов в бассейны поверхностных источников. Известно, что на ранних этапах распада хлорофилла в первую очередь теряется фитол и атом магния. Всего в хлорофиллах содержится около 15% магния растения,

Таблица 2. Показатели кислотности

АО \ ДАТА	08.17	09.17	10.17	11.18	01.18	02.18	03.18	04.18	В пределах 6,0–9,0
ЦАО	7,2	7,3	7,5	7,4	7,2	7,3	7,3	7,0	
САО	7,1	7,3	7,6	7,4	7,4	7,2	7,4	7,1	
СВАО	7,3	7,3	7,5	7,4	7,3	7,3	7,2	7,1	
ВАО	7	7,1	7,3	7,3	7	7,1	7	7,1	
ЮВАО	7,2	7,4	7,5	7,4	7,3	7,2	7,3	7	
ЮАО	7,5	7,5	7,5	7,4	7,4	7,4	7,4	7,1	
ЮЗАО	7,8	7,6	7,6	7,5	7,4	7,4	7,5	7,2	
СЗАО	7,4	7,5	7,6	7,5	7,3	7,2	7,4	7	

также магний является кофактором почти всех ферментов, катализирующих перенос фосфатных групп, необходим для работы многих ферментов гликолиза и цикла Кребса, а также спиртового и молочнокислого брожения [5], [6].

Кальций в растении накапливается в старых тканях и не реутилизируется. По мере старения клеток кальций концентрируется в вакуоли и связывается в виде нерастворимых солей органических кислот — оксалатов. Большое количество кальция связывается с пектиновыми веществами — элементами клеточной стенки. Разложение пектиновых веществ осуществляется при участии пектинолитических ферментов микроорганизмов. Основными внутриклеточными мишенями для ионов Ca^{2+} являются различные кальций-связывающие белки. Вместе с гибелью клеток происходит распад белковых молекул включающих кальций с последующим его высвобождением [5], [6].

Показатель кислотности (pH)

Питьевая вода в Московском регионе практически нейтральна со слабым перевесом в щелочную сторону (табл. № 2). Кислотность питьевой воды образуется многими факторами в основном концентрациями солей — гидрокарбонатов кальция и магния, солей сильных кислот и пр. Из этого следует, что водородный показатель должен быть связан с показателем жесткости, общего железа и других солеобразующих ионов, а также кислот [4].

Результаты исследования

С наступлением осеннего сезона травянистые растения отмирают, а древесные сбрасывают листву. Эта биомасса в дальнейшем неизбежно подвергается процессу разложения, продукты которого, попадая в почву, частично смываются в бассейны рек и озер. Помимо травянистых и древесных растений источниками ионов кальция и магния может служить биомасса водорослей

и фотосинтезирующих бактерий, а также микроорганизмов и животных.

Таким образом, на протяжении всей осени пока процессы разложения частично не консервируются отрицательными температурами концентрация магния, кальция и других биогенных элементов продолжает нарастать, питьевая вода становится более жесткой. В зимний период консервация процессов гниения и фиксация низкими температурами водных масс приводит к общему снижению показателя жесткости. Затем, когда средняя температура воздуха поднимается выше $0^{\circ}C$, происходит реконсервация процессов гниения, талые воды вместе с продуктами распада попадают в водоисточники, жесткость воды возрастает снова. Дальнейший спад концентрации солей жесткости объясняется тем, что интенсивность деструктивных процессов (лиственной опад, отмирание растений) снижается (рис. 2, 3).

Усредненные графики показателей pH и общей жесткости схожи. Кривые совпадают в пиковых точках в октябре и марте месяце. Трендовые линии в обоих случаях слабо отрицательны (рис. 2, 3). Для двух массивов данных при помощи функции «PEARSON» в excel был рассчитан коэффициент корреляции (R_s). А также проведен расчет значимости полученного коэффициента корреляции. Полученные значения выведены в таблицу 3.

Коэффициент корреляции ($R_s=0,61$) лежит у верхней границы сильной положительной связи. Полученный коэффициент является значимым при $\alpha=0,05$ так как $T_{эмп} > t_{кр}$.

Выводы

1. За исследуемый период с августа 2017 года по апрель 2018 года превышений нормативов (ГН 2.1.5.1315–03) по показателям pH и общей жесткости не наблюдается. Самая большая концентрация солей жесткости ($4,1 Ж^0$), а также наибольшее отклонение в щелочную сторону ($7,5$) наблюдается у питьевой воды в муниципальном районе «Академический» (ЦАО).

Таблица 3. Данные статистической обработки

α	R_s	$T_{эмп}$	$t_{кр}$
0,05	0,61	14,186	1,982

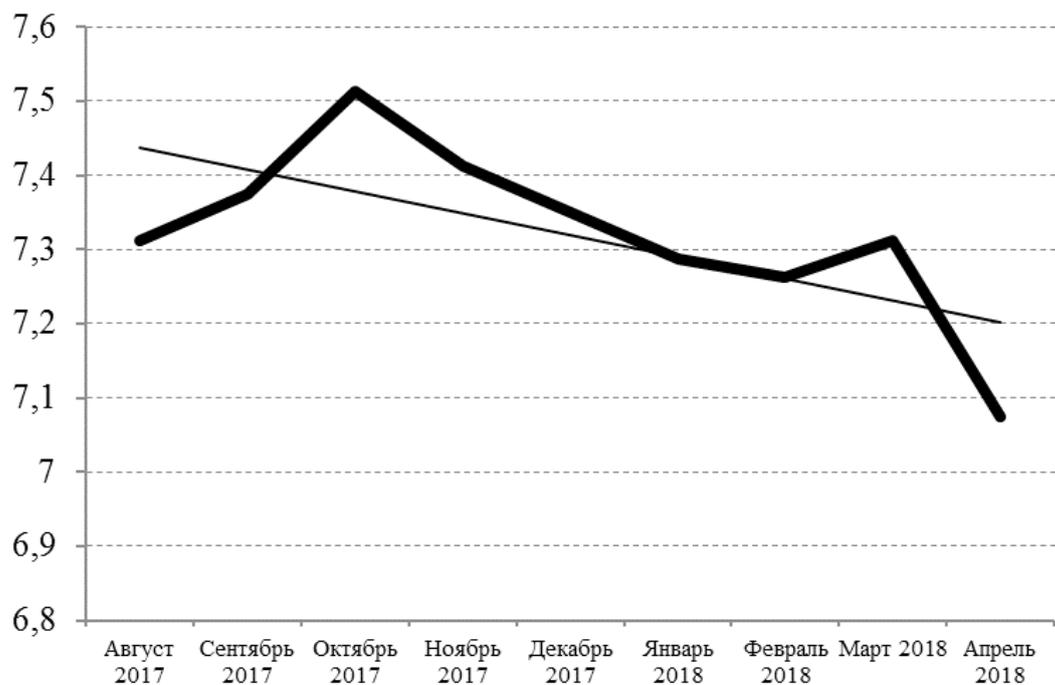


Рис. 2. Динамика показателя кислотности питьевой воды.

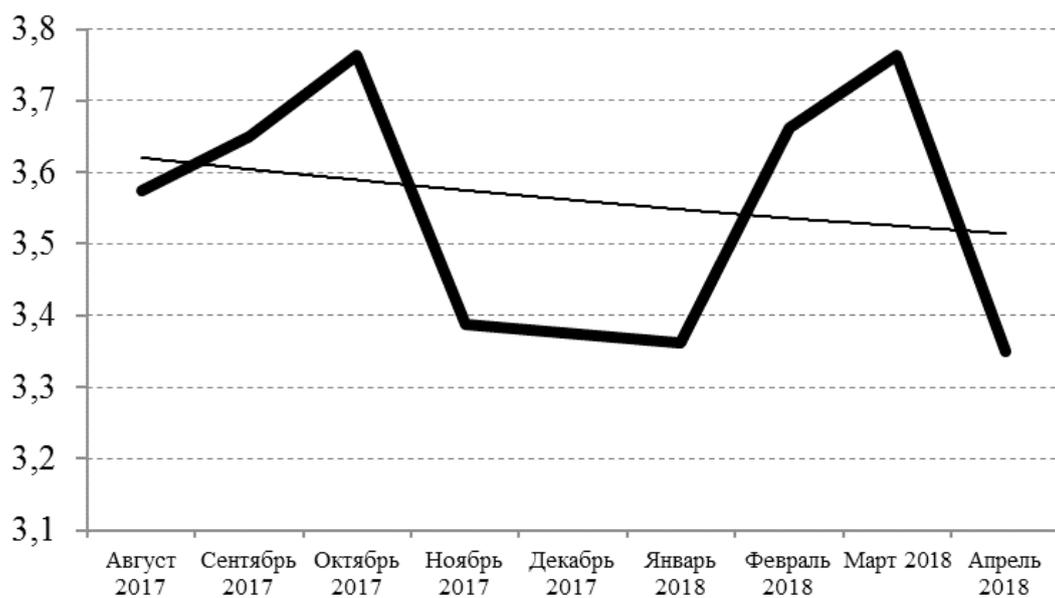


Рис. 3. Динамика показателя общей жесткости питьевой воды.

2. Установлена сезонная динамика исследуемых показателей. На протяжении всего осеннего сезона показатель общей жесткости и pH нарастает. Зимой концентрация солей жесткости в питьевой воде становится минимальной, а показатель кислотности снижается в среднем до 7,1. В начале весны показатель общей жесткости резко возрастает, а затем опять снижается до минимума. Показатель кислотности опускается ниже отметки в 7,1.

3. Сезонная динамика показателя общей жесткости имеет схожий характер с динамикой показателя кислотности (pH). В осенний и весенний периоды наблюдаются точки максимумов для этих показателей. Трендовая линия в обоих случаях отрицательна (рис. 1,2).

4. Коэффициент корреляции по показателям pH и общей жесткости ($R_s=0,61$) является значимым при $\alpha=0,05$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Схема водоснабжения на период до 2025 года. ТОМ I. — М.: АО «Мосводоканал», 2015.
2. Постановление «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» от 30 апреля 2003 г. № ГН 2.1.5.1315-03 // Главный государственный санитарный врач РФ.
3. Контроль качества воды // АО «Мосводоканал» URL: http://www.mosvodokanal.ru/watersupply/quality_control/
4. Химическая энциклопедия / Редкол.: Кнунянц И. Л. и др. — М.: Советская энциклопедия, 1990. — Т. 2. .
5. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов: Пер. с англ. М.: Мир, 1986. — 94–365 с.
6. Физиология растений. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 227–240 с.: ил

© Макарова Елена Александровна (lelemakarov@mail.ru), Дубасов Владислав Владимирович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени им. К.И. Скрябина