

УДК 504.4.062.2

¹Т.А. Сафранов, д.г.-м.н., ²А.А. Полищук, к.х.н., ¹А.И. Волков, к.геогр.н.,

¹Е.Д. Гусева, ¹А.И. Конькова, ²Ю.А.Ярчук

¹Одесский государственный экологический университет

²ООО «Инфокс» филиал «Инфоксводоканал»

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛНОЦЕННОСТЬ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПИТЬЕВЫХ ВОД ОДЕССКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Дана оценка качества питьевых вод из поверхностных и подземных источников водоснабжения, используемых населением Одесской агломерации, с позиций физиологической полноценности их минерального состава.

Ключевые слова: питьевая вода, показатели качества воды, нормативные требования, водоснабжение.

Введение. Стабильность состава организма человека - одно из важнейших и обязательных условий его нормального функционирования. Отклонение содержания химического элемента в организме от нормы, обусловленное физико-географическими, антропогенными и другими факторами, приводит к нарушению здоровья человека. Это подтверждено фундаментальными исследованиями В.И. Вернадского, А.П.Виноградова, В.В. Ковальского и их многочисленных последователей. Из 92 химических элементов (ХЭ), встречающихся в природных средах, 81 ХЭ обнаружен в организме человека. По биологической (физиологической) значимости среди ХЭ выделяются: «структурные» (С, О, Н, N, Ca, Mg, Na, K, S, P, F, Cl), которые на 99% формируют элементный состав организма; эссенциальные (жизненно необходимые) (Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Ni, V, Se, Mn, As, F, Si, Li); условно эссенциальные; элементы, роль которых мало изучена или неизвестна. Эссенциальные минеральные вещества поступают в организм человека в составе продуктов питания и преимущественно питьевой воды. В этой связи физиологическая сбалансированность минерального состава питьевых вод является не только показателем качества питьевых вод, но и важным фактором формирования здоровья населения.

Анализ последних исследований и публикаций. Характеристика качества питьевых вод и их влияние на здоровье населения рассматриваются в многочисленных опубликованных работах и фондовых источниках информации.

В нормативно-законодательных документах недостаточное внимание уделялось критериям физиологической полноценности минерального состава питьевых вод. В этом отношении исключением являются Государственные санитарные нормы и правила «Гигиенические требования к питьевой воде, предназначенной для потребления человеком» [1], которые наряду с показателями эпидемиологической безопасности питьевой воды, санитарно-химическими показателями безопасности и качества питьевой воды и радиационными показателями безопасности питьевой воды, предъявляют требования к физиологической полноценности минерального состава питьевой воды (табл.

1). Впервые в мире раздел о физиологической полноценности питьевой воды появился в [2], хотя требования к отдельным показателям приведены и в других нормативно-законодательных документах [3, 4, 5].

Следует отметить, что некоторые показатели физиологической полноценности минерального состава питьевой воды входят и в группу санитарно-химических

показателей безопасности и качества питьевой воды [1]: *общая жесткость* ($\leq 7-10$ ммоль/дм³ – водопроводная вода, ≤ 10 ммоль/дм³ – колодцы и каптированные

Таблица 1 - Показатели физиологической полноценности минерального состава питьевой воды [1]

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Нормативы
1	Общая жесткость	ммоль/дм ³	1,5 - 7,0
2	Общая щелочность	ммоль/дм ³	0,5 - 6,5
3	Йод	мкг/дм ³	20 - 30
4	Калий	мг/дм ³	2 - 20
5	Магний	мг/дм ³	25 - 75
6	Кальций	мг/дм ³	10 - 50
7	Натрий	мг/дм ³	2 - 20
8	Сухой остаток	мг/дм ³	200 - 500
9	Фториды	мг/дм ³	0,7 - 1,2

источники, ≤ 7 ммоль/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы); *общая щелочность* ($\leq 6,5$ ммоль/дм³ ммоль/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы), *йод* (≤ 50 мкг/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы), *кальций* (≤ 130 мг/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы), *магний* (≤ 80 мг/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы); *сухой остаток* ($\leq 1000-1500$ мг/дм³ – водопроводная вода, 1500 мг/дм³ – колодцы и каптированные источники, ≤ 1000 мг/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы); *натрий* (≤ 200 мг/дм³ – водопроводная вода, ≤ 200 мг/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы); *фториды* (для климатических зон: IV $\leq 0,7$ мг/дм³, III $\leq 1,2$ мг/дм³, II $\leq 1,5$ мг/дм³ - водопроводная вода, $\leq 1,5$ мг/дм³ – колодцы и каптированные источники, $\leq 1,2$ мг/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы).

Хозяйственно-питьевое водоснабжение Одесской промышленно-городской агломерации (ПГА) базируется преимущественно на поверхностных водах (р. Днестр) и в незначительной степени на подземных водах (ПВ) верхнесарматского водоносного горизонта (ВГ) миоцена.

Основным источником *централизованного водоснабжения* Одесской ПГА является днестровская вода, которая сама по себе не является питьевой и согласно [3] относится к источникам водоснабжения 2 класса (в случае отсутствия аномальных нарушений гидрологического режима). Анализ качества речной воды в зависимости от водности реки Днестр и эффективности функционирования водоочистной станции (ВОС) «Днестр» показал, что отклонения от нормативных значений отмечены только для отдельных показателей: общее микробное число, коли-индекс, мутность, железо, марганец, БПК₅, БСК₂₀, ХПК. Однако после ВОС «Днестр» значения этих показателей качества питьевой воды соответствуют нормативным требованиям. Среди определяемых токсичных металлов и органических соединений экстремально высоких концентраций не обнаружено, но полученные данные не дают полного представления о широком спектре этих поллютантов, особенно органического генезиса, что обуславливает необходимость расширения перечня показателей качества питьевой воды, предусмотренных в [1]. По большинству определяемых показателей питьевая вода соответствует нормативным требованиям. Ухудшение качества питьевой воды происходит, прежде всего, в водопроводной и внутридомовых сетях, техническое состояние которых на многих участках не отвечает требованиям санитарно-гигиенической безопасности [6]. Во время аномального паводка в июле - августе 2008г.

были зафиксированы существенные отклонения от нормативных значений по отдельным показателям (цветность, мутность, запах, вкус и привкус, перманганатная окисляемость, общее микробное число, коли-индекс, ион-аммония, алюминий, железо, медь). Кроме того, повышенная температура воды и увеличение количества биогенов в настоящее время обусловили интенсификацию процессов эвтрофирования и уменьшение количества водорастворимого кислорода. В результате днестровская вода во время аномального паводка трансформировалась в источник 3 - 4 класса [7].

Альтернативным источником водоснабжения являются межпластовые подземные воды верхнесарматского ВГ, которые эксплуатируются артезианскими скважинами, пробуренными в разных частях Одесской ПГА. По химико-бактериологическим показателям качество ПВ в большинстве случаев отвечает нормативным требованиям. Подземные воды имеют минерализацию в пределах 0,8-1,2 г/дм³, но в северо-восточной части их минерализация достигает 3-5 г/дм³. По химико-бактериологическим показателям их качество в большинстве случаев отвечает нормативным требованиям, однако запасы незначительны для организации централизованного водоснабжения [8].

В наших предыдущих публикациях [6, 8], а также во многих других работах приводились лишь отрывочные сведения относительно дефицита или избытка тех или иных физиологически значимых компонентов (параметров). Однако исследования физиологической полноценности минерального состава питьевых вод Одесской ПГА (воды из реки Днестр, водопроводной воды и подземной воды из бюветных комплексов) с учетом современных требований [1] не проводилось.

Целью данной работы является оценка физиологической полноценности минерального состава поверхностных и подземных питьевых вод Одесской ПГА, что имеет важное научно-методическое и практическое значение.

Исходные материалы и методы исследований. Оценка физиологической полноценности минерального состава поверхностных и подземных питьевых вод Одесской ПГА дана по результатам исследований химико-бактериологической лаборатории филиала «Инфоксводоканал» за 2006-2007 гг. и 2010-2011 гг. Результаты исследований обобщены в виде таблиц и графиков, которые построены с использованием программы Excel. Кроме того, использовались методы статистического, сравнительно-географического и картографического анализа информации.

Результаты исследования и их анализ. Судя по данным, приведенным в табл. 2, значения показателей физиологической полноценности минерального состава исходной воды из реки Днестр и водопроводной воды в основном отвечают нормативным требованиям. Лишь в одном случае содержание калия в речной воде зафиксировано ниже минимального нормативного значения. Однако концентрации натрия выше (↑) максимальной нормы (maxN), а фторидов – ниже (↓) минимальной нормы (minN). Если натрий и фториды (2 класс опасности) рассматривать как санитарно-химические показатели безопасности и качества питьевой воды [1], то диапазон установленных концентраций натрия отвечает нормативным требованиям (≤ 200 мг/дм³), а фторидов – не отвечает нормативным требованиям ($\leq 0,7$ мг/дм³).

Как видно из рис. 1, содержание натрия лишь в мае – сентябре 2010 г. было ниже максимальной нормы (maxN), в то время как в другие месяцы 2010-2011 гг. оно превышало максимальное нормативное значение (maxN). Следует отметить, что увеличение минерализации природных вод сопровождается соответствующими изменениями в ряду основных катионов: $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^+ (Ca^{2+})$ [9]. Следовательно, столь низкий диапазон нормативных значений натрия (2 - 20 мг/дм³) может ассоциироваться с ультрапресными водами, но в этом случае вряд ли будет выдерживаться норматив питьевой воды по сухому остатку (минерализации). Кроме того, при очень низкой минерализации (< 100 мг/дм³) существенно ухудшается качество питьевой воды в физиологическом отношении [10].

Что касается фторидов, то в течение всех месяцев 2010-2011 гг. их содержание обычно не превышало $0,2 \text{ мг/дм}^3$, что намного ниже нормативного диапазона ($0,7 - 1,2 \text{ мг/дм}^3$) и типично для поверхностных вод практически всех регионов Украины.

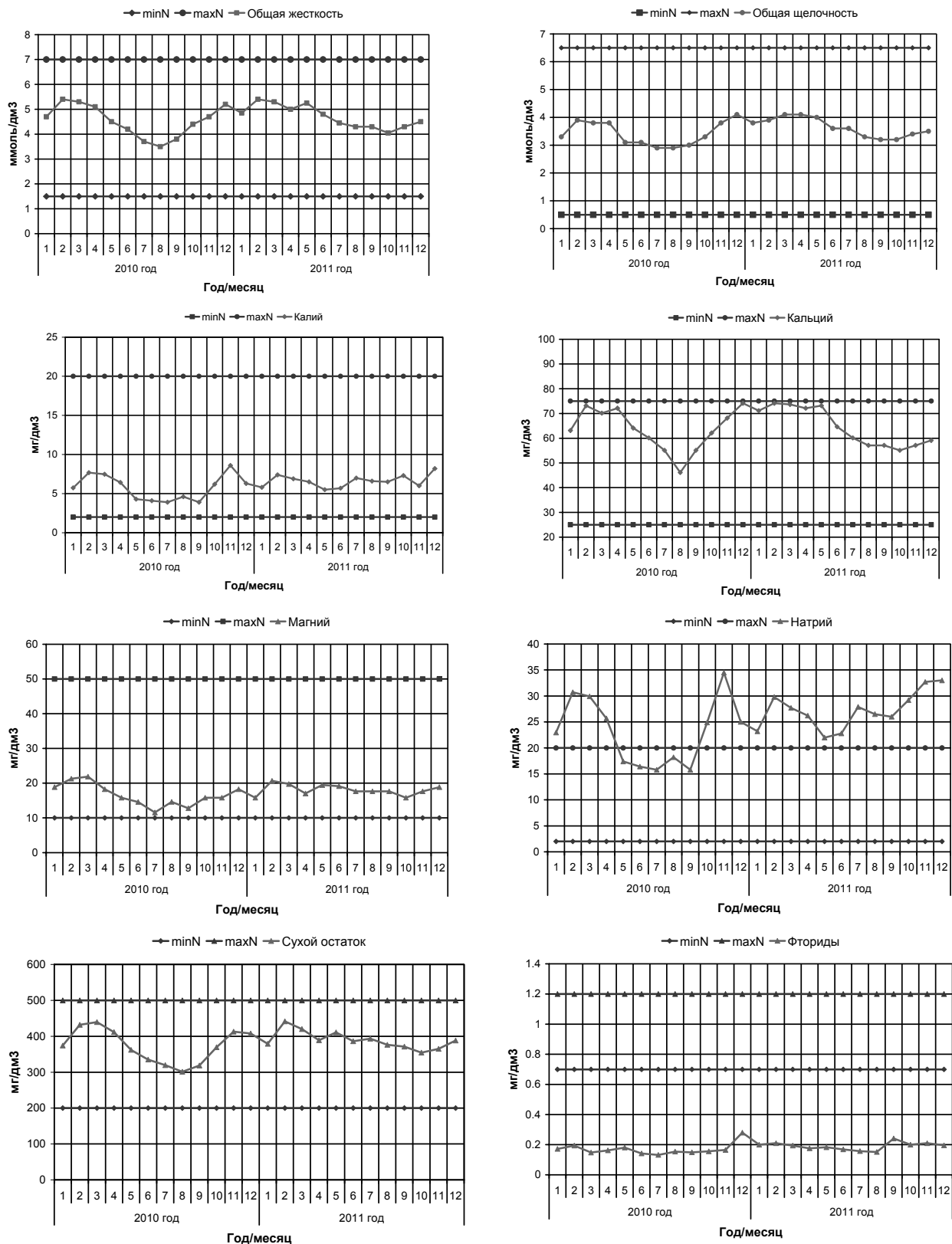


Рис. 1 – Среднемесячные значения показателей физиологической полноценности минерального состава водопроводной воды в Одесской агломерации.

Таблица 2 – Показатели физиологической полноценности минерального состава воды из реки Днестр и водопроводной воды (2010-2011 гг.)

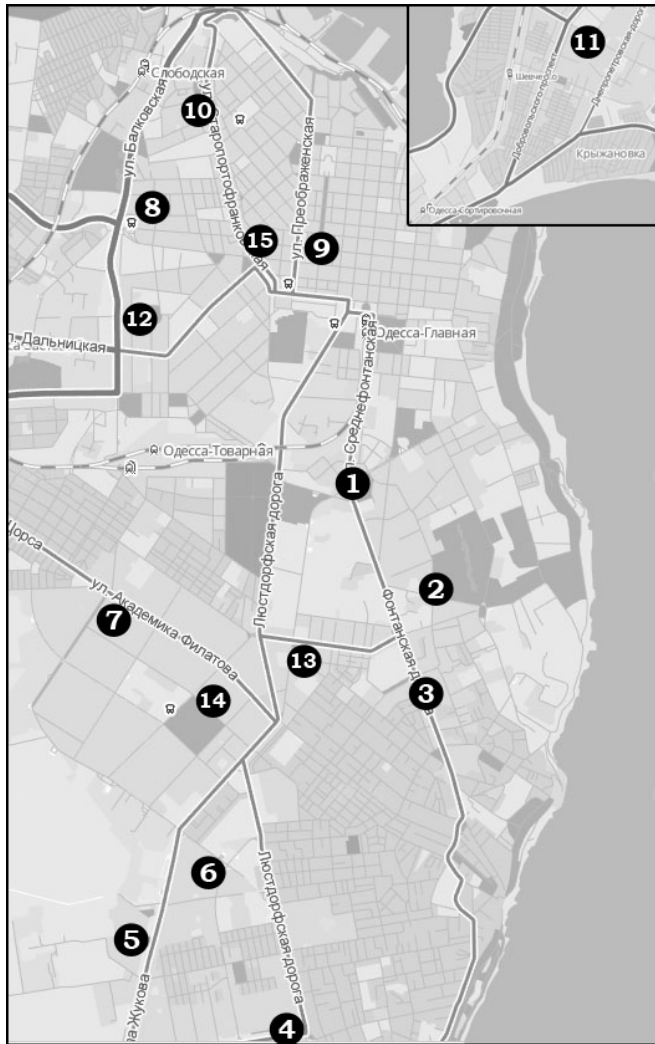
№ п/п	Показатели	Диапазон фактических значений		Диапазон нормативных значений
		Вода из реки Днестр	Водопроводная вода	
1	Общая жесткость, ммоль/дм ³	3,70 - 5,40	3,5 - 5,4	1,5 - 7,0
2	Общая щелочность, ммоль/дм ³	2,75 - 3,90	2,9 - 4,1	0,5 - 6,5
3	Калий, мг/дм ³	1,60 ↓ - 8,45	3,9 - 8,2	2 - 20
4	Кальций, мг/дм ³	30,06 - 74,15	46,1 - 74,15	25 - 75
5	Магний, мг/дм ³	12,16 - 40,74	11,55 - 20,67	10 - 50
6	Натрий, мг/дм ³	6,40 - 33,80 ↑	15,8 - 33,00 ↑	2 - 20
7	Сухой остаток, мг/дм ³	300,0 - 440,0	301,0 - 441,5	200 - 500
8	Фториды, мг/дм ³	0,19 ↓ - 0,42 ↓	0,132 ↓ - 0,32 ↓	0,7 - 1,2

Если в исходных поверхностных водах Одесской ПГА отклонения от нормативных значений характерны лишь для натрия и фторидов, то в ПВ верхнесарматского ВГ, эксплуатируемого бьюетными комплексами в разных частях города (рис. 2), в диапазон нормативных значений не вписываются практически все определяемые показатели физиологической полноценности минерального состава (табл. 3).

Таблица 3 – Диапазон значений показателей физиологической полноценности минерального состава подземных вод до и после очистки по всем бьюетным комплексам Одесской агломерации

№ п/п	Показатели	Диапазон фактических значений		Диапазон нормативных значений
		2006-2007 гг.	2010-2011 гг.	
1	Общая жесткость, ммоль/дм ³	<u>1,80 - 9,20</u> ↑ 0,10 ↓ - 3,60	<u>1,90 - 7,50</u> ↑ 0,50 ↓ - 3,20	1,5 - 7,0
2	Общая щелочность, ммоль/дм ³	<u>3,20 - 8,50</u> ↑ 0,10 ↓ - 4,00	<u>3,00 - 5,00</u> 0,80 - 4,50	0,5 - 6,5
3	Калий, мг/дм ³	- 0,30 ↓ - 42,23 ↑	<u>4,60 - 10,00</u> 1,00 ↓ - 7,10	2 - 20
4	Кальций, мг/дм ³	- 1,00 ↓ - 24,04 ↓	<u>13,0</u> ↓ - <u>48,0</u> 3,00 ↓ - 30,00	25 - 75
5	Магний, мг/дм ³	- 0,61 ↓ - 29,19	<u>13,4 - 69,0</u> ↑ 4,30 ↓ - 26,10	10 - 50
6	Натрий, мг/дм ³	- 0,50 ↓ - 198,76 ↑	<u>125,0</u> ↑ - <u>300,0</u> ↑ 49,80 ↑ - 175,00 ↑	2 - 20
7	Сухой остаток, мг/дм ³	<u>363,60 - 4096,60</u> ↑ 21,80 ↓ - 742,00 ↑	<u>652,3</u> ↑ - <u>1203</u> ↑ 141,0 ↓ - 858,0 ↑	200 - 500
8	Фториды, мг/дм ³	- 0,03 ↓ - 0,61 ↓	- 0,05 ↓ - 0,64 ↓	0,7 - 1,2

В бьюетных комплексах применяется современная технология подготовки ПВ, состоящая из следующих стадий очистки: 1) механико-каталитическая фильтрация (окисление Fe^{2+} , Mn^{2+} , удаление мелкодисперсных взвешенных частиц);



Номера бюветных комплексов:

- 1 – Среднефонтанская, сквер Космонавтов (пр. Гагарина);
- 2 – парк Победы (ул. Пионерская, 11);
- 3 – 6-я станция Большого Фонтана (Фонтанская дор., 16);
- 4 – ул. акад. Глушко, 1;
- 5 – ул. марш. Жукова, 14;
- 6 – ул. 25-ой Чапаевской дивизии, 1;
- 7 – ул. Рабина, 1;
- 8 – ул. Дальническая, 25 (ул. Раскидайловская, 31);
- 9 – сквер Старобазарный (ул. Старобазарная, 3);
- 10 – сквер Мечникова (ул. Ольгиевская, 37);
- 11 – сквер Заболотного (ул. Крымская, 71);
- 12 – сквер Михайловский (Михайловская пл., 19);
- 13 – кинотеатр «Вымпел» (пр. Адмиральский, 31);
- 14 - парк М. Горького (ул. Космонавтов, 15);
- 15 – ул. Прохорова (ул. Старопортофранковская, 105).

Рис. 2 – Схема расположения бюветных комплексов в г. Одессе.

2) очистка части объема воды методом обратного осмоса - (удаление Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , Cl , HCO_3^- , микроорганизмов); 3) смешивание воды, прошедшей очистку методом обратного осмоса, с водой, прошедшей механическое фильтрование, в соотношении близком к 1:1, в результате чего значение общей жесткости, сухого остатка, Na^+ , SO_4^{2-} , Cl уменьшаются); 4) озонирование воды, относительно сбалансированной по минеральному составу, что позволяет обеспечить обеззараживание, дезодорацию, окисление органических и неорганических веществ, дегазацию воды и насыщение ее O_2 ; 5) адсорбционная очистка озонированной воды на фильтрах с активированным углем (в результате чего удаляются окисленные органические и некоторые неорганические вещества); 6) вторичное озонирование воды, прошедшей стадию адсорбционной очистки, перед подачей потребителям. После очистки ПВ на 40-50% снижаются концентрации Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , Cl , HCO_3^- , удаляются токсичные неорганические вещества (Be , Mo , Hg , As , Pb , Cd , Cr^{6+} и др.) и органические соединения (пестициды, хлороформ и др.). Высокая степень очистки характерна и по таким показателям, как мутность, цветность, железо (до 100%), азот аммонийный (93%), окисляемость перманганатная (до 40%). ПВ верхнесарматского ВГ не загрязнены веществами антропогенного происхождения, о чем свидетельствуют токсикологические показатели воды [11].

Как видно из табл. 3, значения всех показателей физиологической полноценности минерального состава ПВ верхнесарматского ВГ после очистки заметно снижаются.

Путем дополнительной очистки воды из артезианских скважин в водоочистных комплексах проблема сбалансированности физиологически важных минеральных компонентов ПВ решается лишь частично, а в некоторых случаях даже усугубляется.

Графики среднемесячных значений показателей физиологической полноценности минерального состава питьевых вод из бюветных комплексов Одессы (рис. 3), построенные по данным исследований 2006-2007 гг., также показывают более сложный характер распределения по сравнению с аналогичными графиками для водопроводной воды (см. рис. 1). Значения общей жесткости лишь в ноябре-декабре 2006 г. и январе-марте 2007 г. весьма незначительно превышали величину минимальной нормы (minN). Значения общей щелочности, как правило, превышали минимальную норму (minN). Концентрация калия в течение 2006-2007 гг. находилась в пределах диапазона его нормативных значений, а содержание кальция не достигало уровня минимальной нормы (minN). Содержание магния (аналогично значению общей жесткости) в ноябре-декабре 2006 г. и январе-марте 2007 г. весьма незначительно превышало величину минимальной нормы (minN). Что касается концентрации натрия, то прослеживается явное превышение величины максимальной нормы (maxN) в течение всего периода наблюдений. Если в течение января-сентября 2006 г. величина сухого остатка была ниже минимальной нормы (minN), то начиная с октября 2006 г. его значение находится в пределах диапазона его нормативных значений. Концентрация фторидов в бюветных водах, как и в водопроводной воде, не достигает уровня минимальной нормы (minN).

Возможно, что характер распределения значений показателей физиологической полноценности бюветных вод во многом зависит от составляющих массива информации, т.е. от данных по конкретному бюветному комплексу. При этом необходимо учитывать природную гидродинамическую и гидрогеохимическую зональность ПВ, режимные условия и другие факторы.

В этой связи интерес представляют данные о средних значения некоторых показателей физиологической полноценности бюветных вод (усредненные данные за 2006-2007 гг.) до очистки и после очистки в отдельных бюветных комплексах (табл. 4). К сожалению, не по всем показателям физиологической полноценности минерального состава питьевой воды имеется необходимое количество данных для того, чтобы судить об их концентрациях до и после очистки ПВ, поэтому приведены среднее значение и его доверительный интервал для общей жесткости, общей щелочности и сухого остатка.

Как видно из табл. 4, на всех бюветах ПВ до очистки характеризовались средними значениями общей жесткости в пределах нормативного диапазона, за исключением бюветного комплекса №11 (сквер Заболотного), где величина общей жесткости была несколько выше нормативного максимума (maxN). После очистки ПВ среднее значение жесткости практически во всех бюветах ниже минимальной нормы (minN), кроме бювета № 9 (сквер Старобазарный), где среднее значение несколько превышало минимальную норму. Эти данные косвенно указывают на дефицит кальция и магния (но не на их соотношение) в ПВ, используемых в питьевых целях в большинстве бюветных комплексов.

Средние значения общей щелочности в ПВ всех бюветных комплексов как до, так и после очистки находятся в пределах нормативного диапазона. Незначительное превышение общей щелочности отмечено лишь в ПВ бювета №11 до очистки.

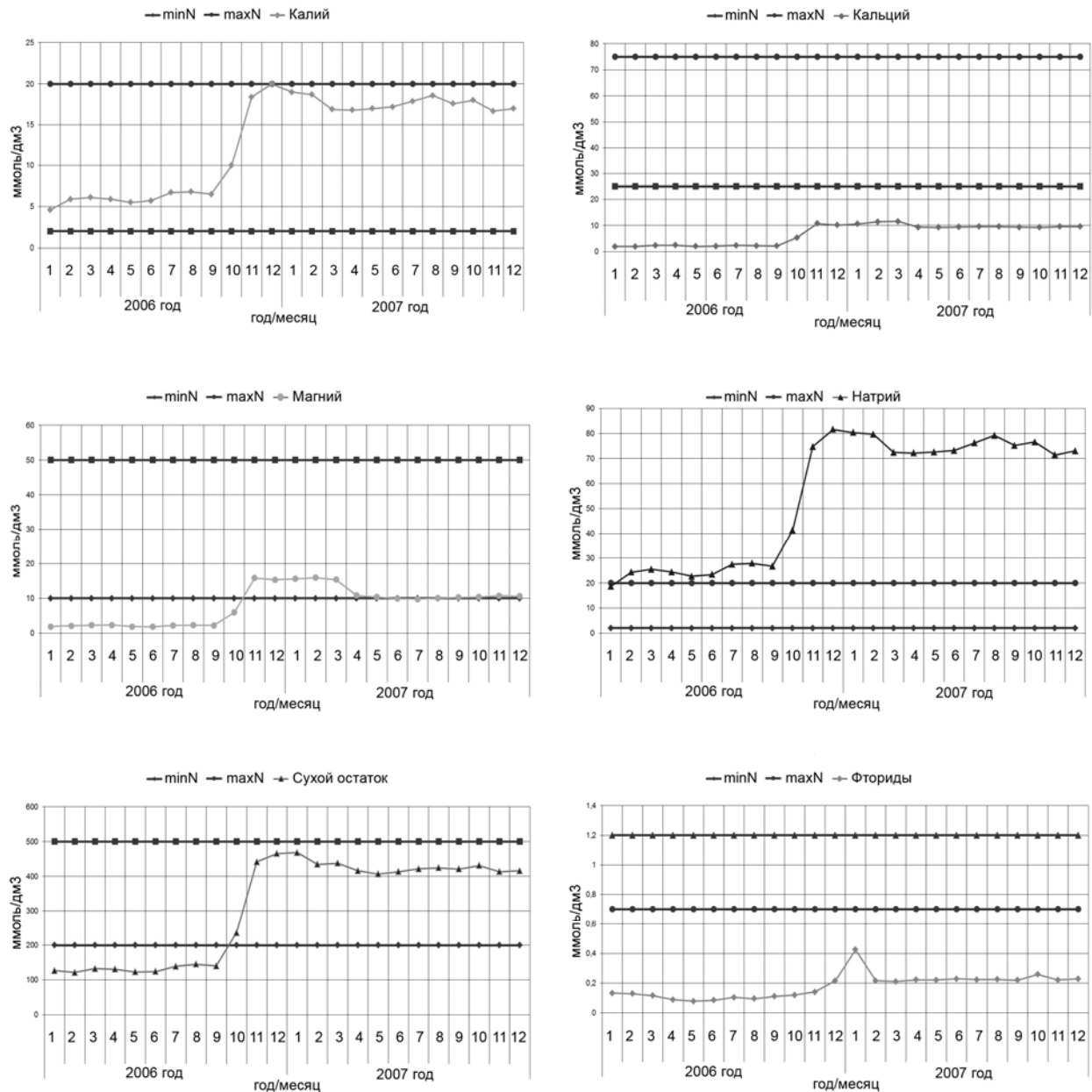


Рис. 3 – Графики среднемесячных значений показателей физиологической полноценности минерального состава питьевых вод из бюветных комплексов.

Судя по табл. 4, на преобладающей части Одесской ПГА воды верхнесарматского ВГ пресные и слабосоленоватые. Наиболее минерализованные воды соответствуют участкам, расположенным севернее Пересыпи, подтверждением чего является наиболее высокое значение сухого остатка (более 4000 мг/дм^3) в воде из скважины бюветного комплекса №11 (сквер Заболотного), а также наличие Куяльницкой минеральной воды ($3400 - 4200 \text{ мг/дм}^3$) сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридного магниевно-натриевого состава без специфических компонентов и свойств. Кроме повышенной минерализации для такого типа ПВ характерны повышенные значения жесткости, щелочности, калия и натрия, поэтому их использование в питьевых целях возможно лишь после дополнительной очистки. После очистки ПВ всех изученных бюветных комплексов характеризуются средними значениями сухого остатка в пределах нормативного диапазона.

Таблица 4 – Средние значения некоторых показателей физиологической полноценности минерального состава подземных вод из отдельных бюветных комплексов Одессы до и после очистки (данные 2006-2007 гг.)

№ бювета – рис. 2 (число проб - n)	Общая жесткость, ммоль/дм ³	Общая щелочность, ммоль/дм ³	Сухой остаток, мг/дм ³
1 (n = 52)	<u>4,37 ± 0,06</u> 0,84 ± 0,22(↓)	<u>4,27 ± 0,06</u> 1,40 ± 0,12	961,49 ± 8,10(↑) 344,36 ± 8,60
2 (n = 52)	<u>3,51 ± 0,04</u> 0,71 ± 0,12(↓)	<u>5,34 ± 0,05</u> 1,09 ± 0,10	1115,76 ± 7,44(↑) 252,54 ± 9,60
3 (n = 52)	<u>3,75 ± 0,02</u> 1,08 ± 0,14(↓)	<u>4,68 ± 0,05</u> 1,70 ± 0,18	910,22 ± 3,20(↑) 386,85 ± 26,44
4 (n = 51)	<u>2,01 ± 0,05</u> 1,01 ± 0,10(↓)	<u>5,24 ± 0,05</u> 3,29 ± 0,22	811,26 ± 7,89(↑) 511,29 ± 28,83(↑)
5 (n = 51)	<u>3,81 ± 0,07</u> 0,98 ± 0,18(↓)	<u>4,37 ± 0,04</u> 1,20 ± 0,19	825,30 ± 8,95(↑) 249,98 ± 37,12
6 (n = 44)	<u>4,47 ± 0,09</u> 1,00 ± 0,19 (↓)	<u>4,33 ± 0,06</u> 0,98 ± 0,18	903,04 ± 13,60(↑) 237,87 ± 41,13
7 (n = 51)	<u>3,18 ± 0,06</u> 0,77 ± 0,12 (↓)	<u>5,03 ± 0,06</u> 1,29 ± 0,20	957,90 ± 5,02(↑) 284,57 ± 22,33
8 (n = 49)	<u>4,58 ± 0,04</u> 1,14 ± 0,22(↓)	<u>4,42 ± 0,06</u> 1,52 ± 0,19	1071,49 ± 9,64(↑) 391,86 ± 27,33
9 (n = 52)	<u>7,65 ± 0,05</u> 1,80 ± 0,30	<u>3,89 ± 0,05</u> 1,42 ± 0,20	1136,51 ± 6,49(↑) 417,28 ± 23,87
10 (n = 52)	<u>4,78 ± 0,04</u> 1,01 ± 0,20(↓)	<u>4,28 ± 0,05</u> 1,04 ± 0,17	1118,50 ± 6,14(↑) 285,09 ± 19,28
11 (n = 51)	8,88 ± 0,07(↑) 0,37 ± 0,11(↓)	8,08 ± 0,08(↑) 0,50 ± 0,09	4069,92 ± 6,35(↑) 263,73 ± 48,37
12 (n = 51)	<u>4,87 ± 0,03</u> 0,99 ± 0,21(↓)	<u>4,26 ± 0,05</u> 0,99 ± 0,19	1094,05 ± 7,60(↑) 253,45 ± 29,04
13 (n = 51)	<u>4,18 ± 0,05</u> 1,19 ± 0,25(↓)	<u>4,65 ± 0,05</u> 1,38 ± 0,26	911,17 ± 2,95(↑) 299,88 ± 38,43
14 (n = 48)	<u>2,88 ± 0,09</u> 0,66 ± 0,14(↓)	<u>4,66 ± 0,05</u> 1,08 ± 0,21	909,32 ± 5,29(↑) 230,30 ± 23,78
15 (n = 26)	<u>7,60 ± 0,02</u> 1,46 ± 0,54(↓)	<u>3,80 ± 0,06</u> 0,78 ± 0,24	1208,29 ± 4,95(↑) 208,04 ± 28,90

Примечание. В числителе вода из артезианской скважины до очистки; в знаменателе - вода из артезианской скважины, дополнительно очищенная в водоочистном комплексе; **полужирным шрифтом** отмечены показатели, значения которых **выше** (↑) или **ниже** (↓) норматива [1].

Как в поверхностных, так и в подземных водах Одесской ПГА содержание фторидов намного ниже физиологической нормы (0,7 - 1,2 мг/дм³). По имеющимся данным по нескольким бюветам, после очистки ПВ происходит ещё большее снижение содержания дефицитных фторидов. Многочисленными исследованиями показано, что дефицит фтора в питьевой воде (ниже 0,01 – 0,2 мг/дм³) сопровождается резким усилением кариеса зубов, но при содержании фтора в питьевой воде выше 5 мг/дм³

отмечается 100%-я пораженность населения флюорозом. Следует отметить, что фтор поступает в организм человека не только с питьевой водой (вода, чай, кофе, супы и т.д.), но и с пищевыми продуктами (моллюски, морская рыба, мясо и т.д.). Дополнительное количество человек получает из воздуха и при использовании фторированной зубной пасты, зубных эликсиров, жевательных резинок и пр. Тем не менее, одним из основных средств профилактики кариеса зубов среди широких слоев населения рассматривается метод фторирования питьевых вод [12]. Согласно ГОСТ 2874-82 (Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. – М., 1982) необходимость фторирования водопроводной воды устанавливается органами санитарно-эпидемиологической службы при концентрации фтора менее 0,3 – 0,5 мг/дм³ и пораженности кариесом зубов свыше 25-30% населения. В Украине процесс фторирования воды регламентируется ДСанПиН 2.2.4.-005-98 «Фторування води на водопроводах централізованого господарсько-питного водопостачання». Для южных регионов с жарким климатом норматив фтора в питьевой воде должен быть не менее 0,7 мг/дм³. Необходимость фторирования воды входит в компетенцию исключительно местных органов и санитарно-эпидемиологической службы при естественном содержании фторидов менее 0,7 мг/дм³ и значительном уровне пораженности населения кариесом зубов.

Поскольку фтор является микроэлементом, для которого характерен относительно резкий переход от физиологически полезных концентраций до концентраций вызывающих токсикоз, то в отечественной и зарубежной литературе приводятся убедительные аргументы как сторонников, так и противников фторирования питьевой воды [13, 14]. Во многих странах мира принят региональный принцип нормирования фтора в питьевой воде, когда его оптимальная концентрация определяется максимальной дневной температурой воздуха, так как от этого зависит количество потребляемой человеком воды.

Фрагмент классификации качества воды по содержанию фтора приведен в табл. 5, а региональное нормирование концентраций фтора в питьевой воде - в табл. 6.

Таблица 5 – Классификация качества воды по содержанию фтора [14]

Концентрация фтора, мг/дм ³	Санитарная оценка содержания фтора в воде	Вызываемое заболевание зубов		Профилактическое мероприятие
		кариес	флюороз	
До 0,3	Очень низкое	В 3-4 чаще, чем при оптимальной концентрации	В слабой форме у 1-3% жителей	Фторирование
0,3 – 0,7	Низкое	В 1-3 чаще, чем при оптимальной концентрации	В слабой форме у 3-5% жителей	Фторирование
0,7 – 1,1	Оптимальное	Минимальное поражение	В слабой форме не более, чем у 3-10% жителей	Фторирование
1,1 – 1,5	Повышенное	Минимальное поражение	У 10-20% жителей	Фторирование

Таблиця 6 – Регіональне нормування концентрацій фтора в питтьєвій воді [13]

Содержание фтора, мг/дм ³	Температура воздуха, °С					
	10-12	12-14,6	14,6-17,7	17,7-21,4	21,4-26,2	26,2-32,5
Оптимальное	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
Допустимое	0,9-1,7	0,8-1,5	0,8-1,3	0,7-1,2	0,7-1,0	0,6-0,8

Среднемесячные значения температуры воздуха в Одессе в 2008 г. (в 12 ч) были следующие: январь - 0,39 °С; февраль - 3,4 °С; март - 7,89 °С; апрель - 11,83 °С; май - 17,4 °С; июнь - 24,2 °С; июль - 25,5 °С; август - 27,69 °С; сентябрь - 19,52 °С; октябрь - 15,65 °С; ноябрь - 8,87 °С; декабрь - 3,45 °С. С учетом этих данных, концентрация фтора в питтьєвих водах в течение января-апреля, ноября-декабря может составлять 1,2 мг/дм³, в мае и сентябре – 0,9 мг/дм³, в июне-июле - 0,8 мг/дм³ и в августе – 0,7 мг/дм³.

Выводы. На основании проведенных исследований можно отметить:

1) значения показателей физиологической полноценности минерального состава питтьєвих вод, подготовленных из днестровской воды, в основном отвечают нормативным требованиям, однако концентрации натрия выше максимальной нормы, а фторидов – существенно ниже;

2) отклонения от нормативных значений характерны практически для всех определяемых показателей физиологической полноценности минерального состава подземных вод верхнесарматского водоносного горизонта, эксплуатируемого бюветными комплексами в разных частях города;

3) путем дополнительной очистки воды из артезианских скважин в водоочистных комплексах проблема сбалансированности физиологически важных минеральных компонентов подземных вод решается лишь частично, а в некоторых случаях даже усугубляется;

4) дефицит фторидов в поверхностных и подземных водах требует обоснования эколого-экономической и социальной значимости фторирования питтьєвих вод как средства профилактики кариеса зубов среди широких слоев населения;

5) сбалансированность минерального состава питтьєвих вод является важным фактором формирования здоровья населения Одесской агломерации, поэтому необходимо проведение специальных исследований по его оптимизации.

Список литературы

1. *Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»* (ДСанПіН 2.2.4-171-10). – К.: МОЗ України, 2010. – 46 с.
2. *Державні санітарні правила і норми «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання»* (ДСанПіН № 383-96). – К.: МОЗ України, 1996. – 42 с.
3. *Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбор* (ГОСТ 2761-84). – М.: Минздрав СССР, 1986. – 55 с.
4. *Санитарные нормы и правила охраны поверхностных вод от загрязнения* (СанПіН № 4630-88). – М.: Минздрав СССР, 1988. – 59 с.
5. *Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання* (ДСТУ 4808:2007). – К., 2007.

6. Сафранов Т.А., Гусева К.Д., Поліщук А.А. та ін. Якість джерела централізованого водопостачання Одеської промислово-міської агломерації // Вісник ОДЕКУ. - 2011. - №11. – С. 3-16.
7. Гусева Е.Д., Бояринцев Е.Л., Сафранов Т.А. и др. Влияние гидрологического режима р. Днестр на качество вод централизованного водоснабжения Одесской агломерации // Вісник ОДАБА. – 2011. -№42. – С. 62-68.
8. Сафранов Т.А. Проблема забезпечення якісною питною водою населення Одеської промислово-міської агломерації // Збірка статей науково-практ. конф. «Шляхи забезпечення екологічної безпеки нас. пунктів України».- Миколаїв: ФОП Ємельянова Т.В., 2012. – С. 117-121.
9. Самарина В.С. Гидрогеохимия. – Л.: Издательство ЛГУ, 1977. – 359 с.
10. Хільчевський В.К., Ромась М.І., Савицький В.М. Про деякі сучасні напрямки гідрохімічних та гідроекологічних досліджень // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2003. – Вип. 251.
11. Войтенко А.М., Петренко Н.Ф. Подземная вода как источник воды бюветных комплексов г. Одессы. <http://www.ecologylife.ru/odesski-region/podzemnaya>
12. Кузубова Л.И., Кобрин В.Н. Химические методы подготовки воды (хлорирование, озонирование, фторирование): Аналит. обзор. - Сер. «Экология». - Вып. 2. – Новосибирск: СО РАН, 1996. - 132 с.
13. Вступ до медичної геології. У двох томах / За редакцією Г. І. Рудька, О.М. Адаменка. - К.: Академпрес, 2010.
14. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды / Л.А. Кульский, И.Т. Героновский, А.М. Когановский, М.А. Шевченко: В 2-х ч. – К.: Наукова думка, 1990. – Ч.1. – С. 652-655.

Фізіологічна повноцінність мінерального складу питних вод Одеської агломерації.

Сафранов Т.А., Поліщук А.А., Волков А.І., Гусева К.Д., Конькова А.І., Ярчук Ю.А.

Дана оцінка якості питних вод із поверхневих і підземних джерел водопостачання, що використовуються населенням Одеської агломерації, з позицій фізіологічної повноцінності їх мінерального складу.

Ключові слова: *питна вода, показники якості води, нормативні вимоги, водопостачання.*

Physiological adequacy of the mineral composition of drinking-waters in Odessa agglomeration.

Safranov T.A., Polishchuk A.A., Volkov A.I., Gusyeva K.D., Konkova A.I., Yarchuk Yu.A.

The article in question gives an assessment of the quality of drinking waters, used by the population of Odessa agglomeration from surface and ground water supply sources, from the standpoint of physiological adequacy of their mineral composition.

Keywords: *drinking water, water quality indices, normative requirements, water supply.*