

***Житков Анатолий Николаевич***

канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

университет «МЭИ»

г. Москва

***Макальский Леонид Михайлович***

канд. техн. наук, доцент, доцент

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

университет «МЭИ»

г. Москва

***Кухно Андрей Валентинович***

аспирант

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

университет «МЭИ»

г. Москва

***Цеханович Ольга Михайловна***

канд. техн. наук, доцент, доцент

ФГБОУ ВО «Гжельский государственный университет»

п. Электроизолатор, Московская область

## **АНАЛИЗ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО КОМПОНЕНТНЫМ СОСТАВЛЯЮЩИМ**

*Аннотация:* авторы определили содержание в питьевой воде шести показателей степени ее загрязненности (железо, марганец, окисляемость перманганатная, сероводород и сульфиды, фтор, жесткость общая). Отбор проб производили на крае потребителя в школьных учреждениях 35 районов Московской области.

*Ключевые слова:* Московская область, водопроводная вода, школьные учреждения.

Определялось содержание в питьевой воде шести показателей степени ее загрязненности (железо, марганец, окисляемость перманганатная, сероводород и сульфиды, фтор, жесткость общая). Анализ проводился по стандартным методикам определения концентрации тех или иных загрязнителей. Исследование проб воды проводилось с помощью мультисенсорного анализатора подлинности МАП-01.

Отбор проб производился на кране потребителя в школьных учреждениях 35 районов Московской области.

Для удобства сопоставления уровня загрязнения питьевых вод по ряду основных загрязнителей для различных районов Московской области представлены соответствующие столбчатые диаграммы. На этих диаграммах представлены значения, соответствующие уровню ПДК и значения измеряемых показателей на рис.1-рис. 6 по железу, на рис.7 для жесткости общей и на рис. 8 по окисляемости перманганатной. Для 15 районов Московской области по общей жесткости питьевой воды обнаружено превышение ПДК, для 13 районов Московской области по окисляемости перманганатной питьевой воды обнаружено превышение ПДК. Для удобства районы Московской области для анализа по содержанию железа на кране потребителя подразделили по направлениям: северному, северо-западному, западному, южному, юго-восточному и восточному.

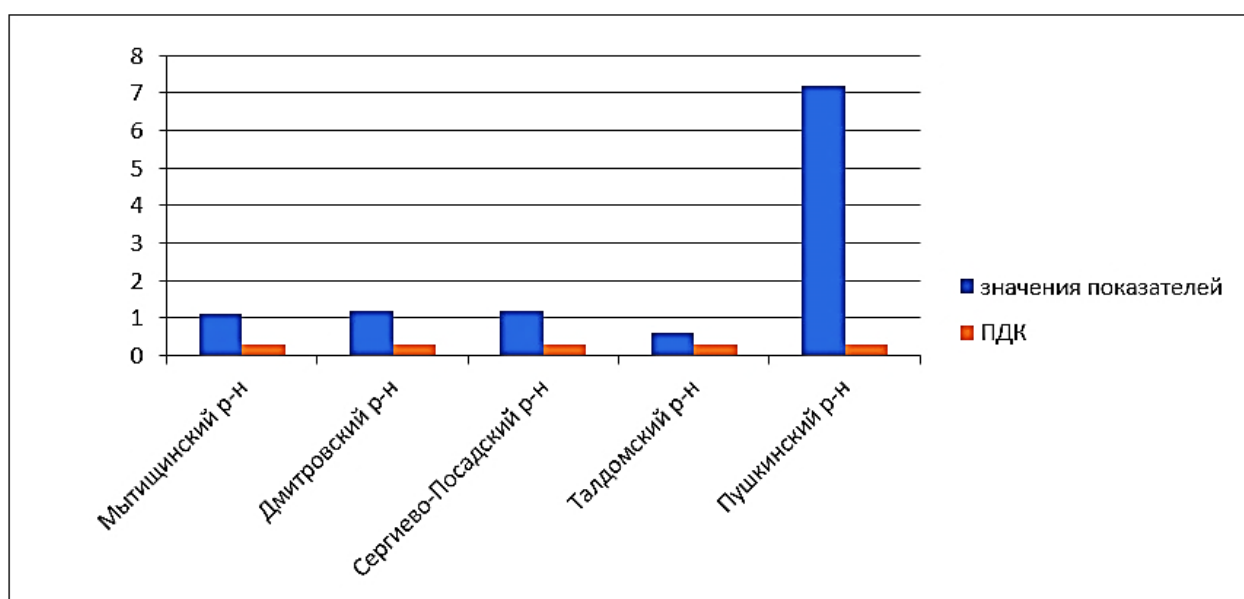


Рис. 1. Значения показателей и ПДК по железу для 5 северных районов Московской области (слева – значение показателя, справа – норма ПДК)

В соответствии с действующими стандартами и нормами под термином питьевая вода высокого качества подразумевается:

- вода с соответствующими органолептическими показателями – прозрачная, без запаха и с приятным вкусом;
- вода с рН = 7–7,5 и жесткостью не выше 7 ммоль/л;
- вода, в которой суммарное количество полезных минералов не более 1 г/л;
- вода, в которой вредные химические примеси либо составляют десятые-сотые доли их ПДК, либо вообще отсутствуют (то есть их концентрации настолько малы, что лежат за гранью возможностей современных аналитических методов);
- вода, в которой практически нет болезнетворных бактерий и вирусов.

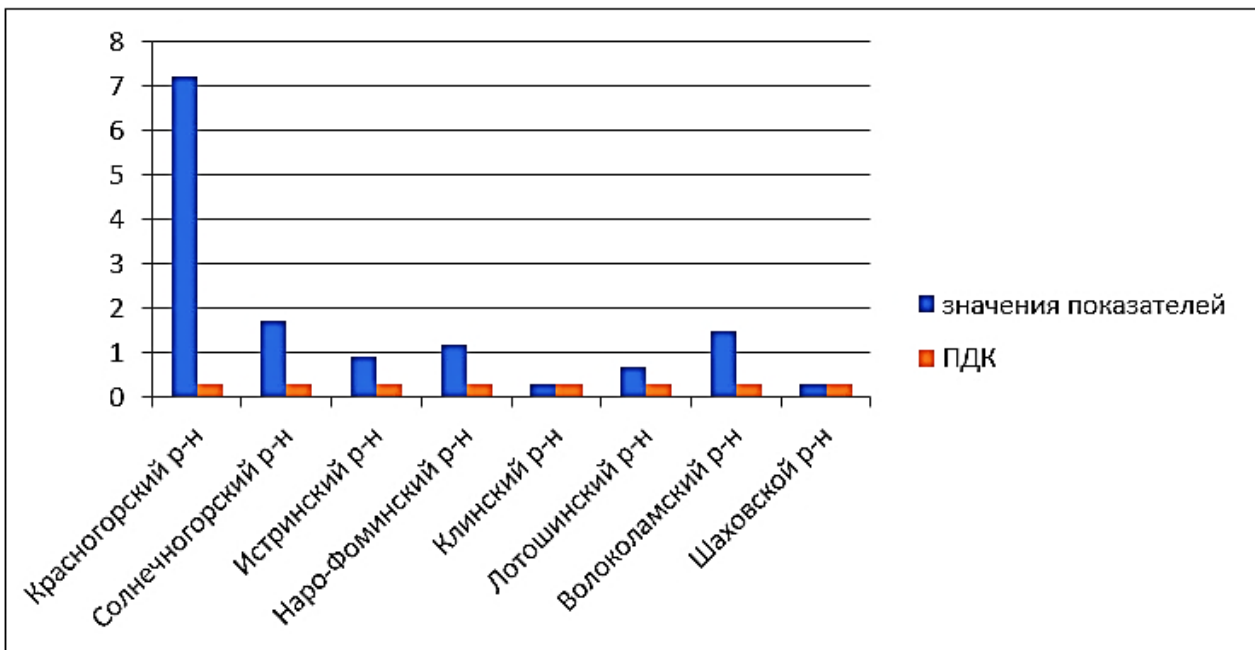


Рис. 2. Значения показателей и ПДК по железу для 8 северо-западных районов Московской области (слева – значение показателя, справа – норма ПДК)

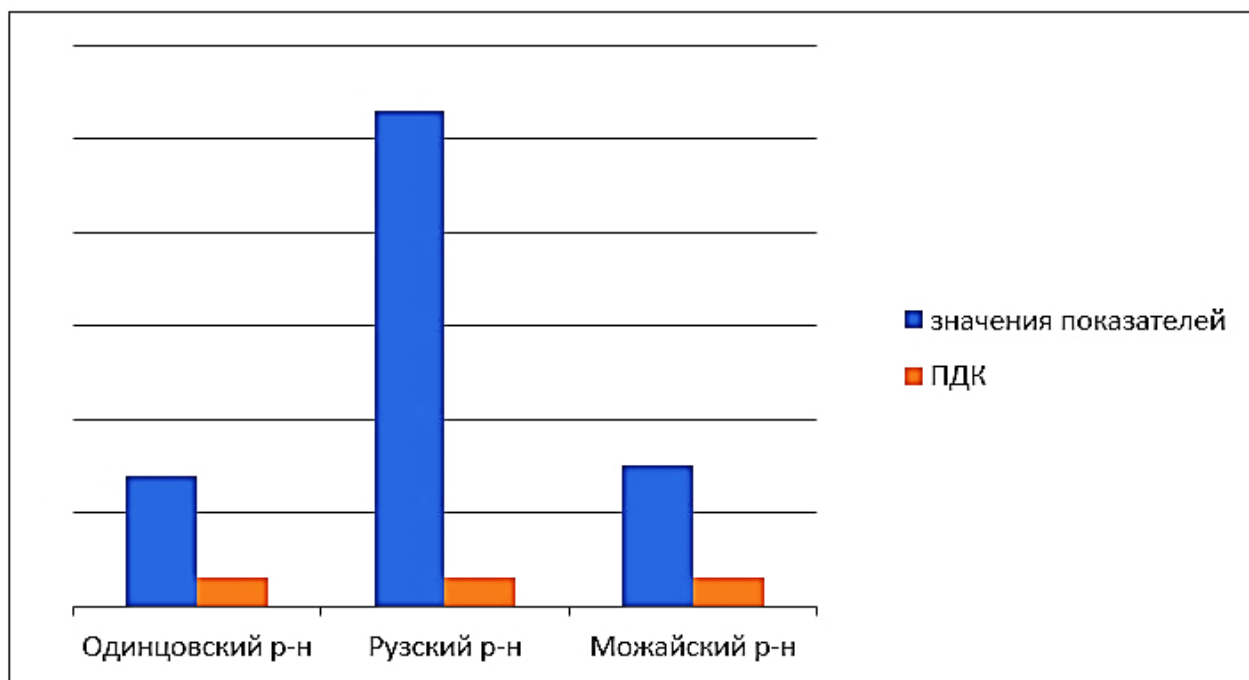


Рис. 3. Значения показателей и ПДК по железу для 3 западных районов Московской области (слева – значение показателя, справа – норма ПДК)

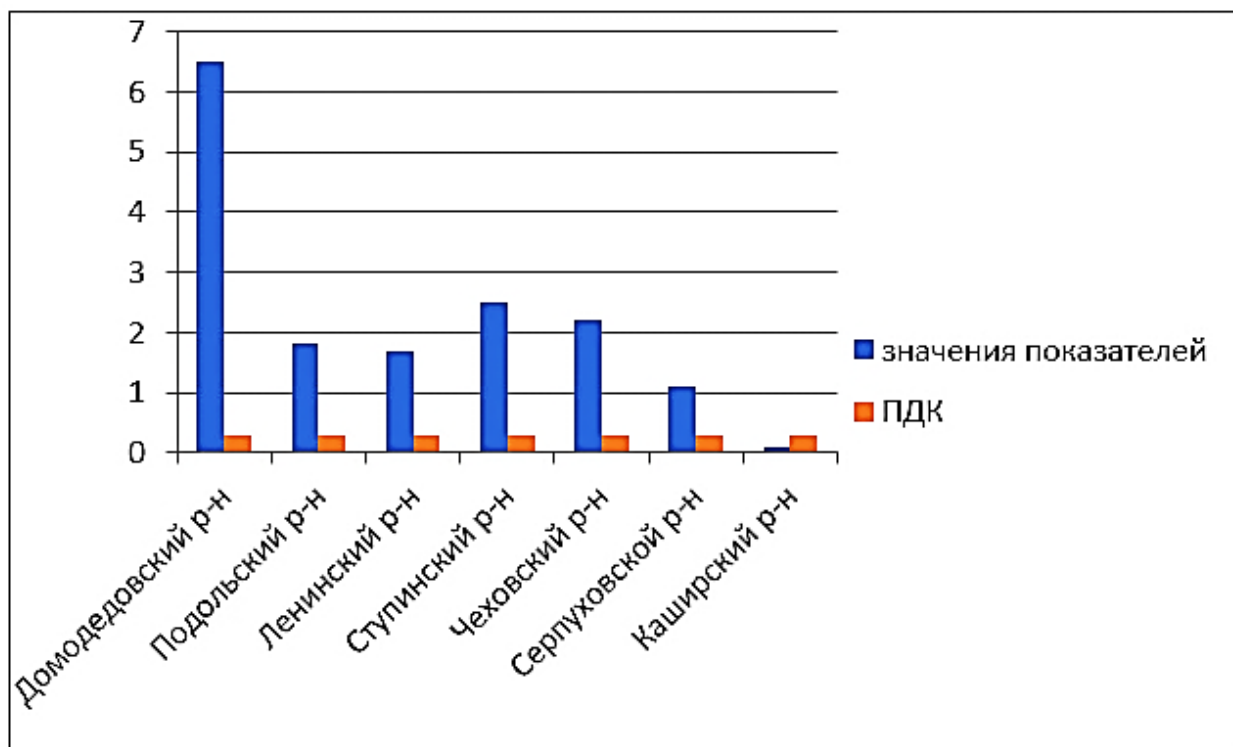


Рис. 4. Значения показателей и ПДК по железу для 7 южных районов Московской области (слева – значение показателя, справа – норма ПДК)

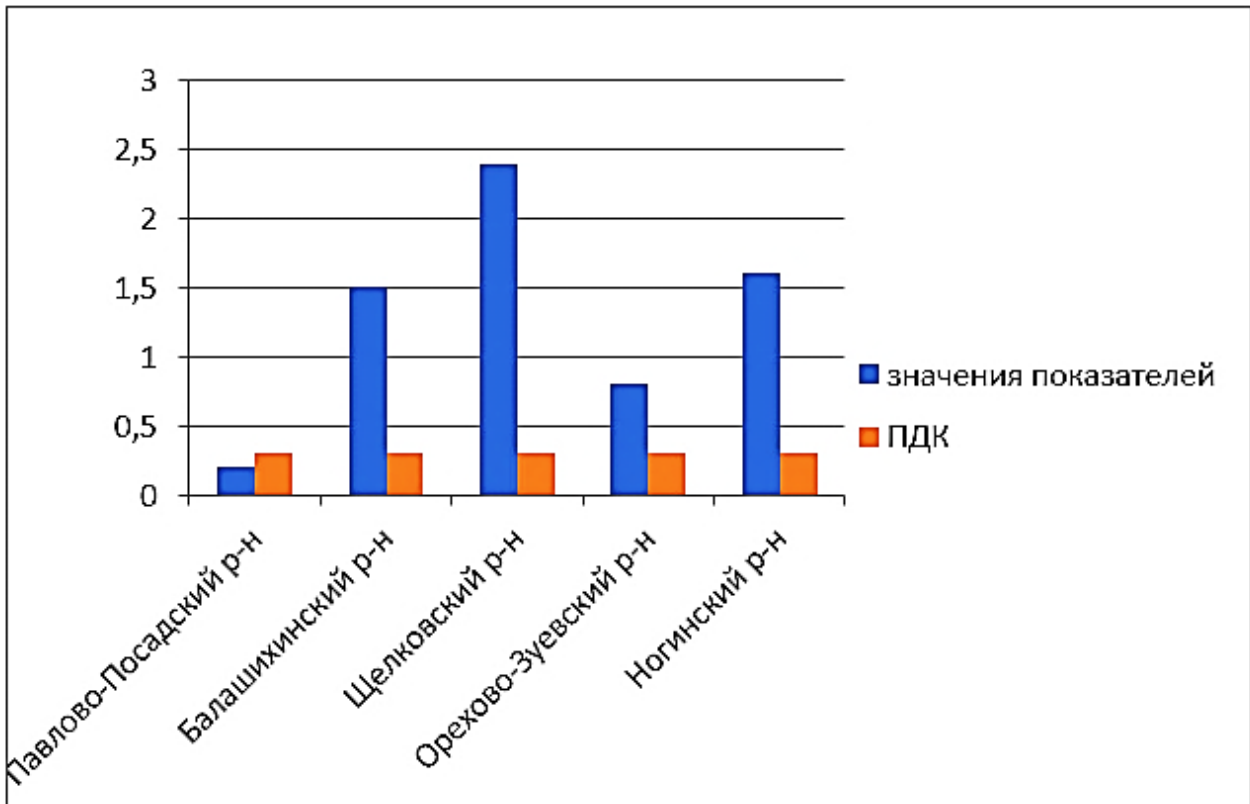


Рис. 5. Значения показателей и ПДК по железу для 5 восточных районов Московской области (слева – значение показателя, справа – норма ПДК)

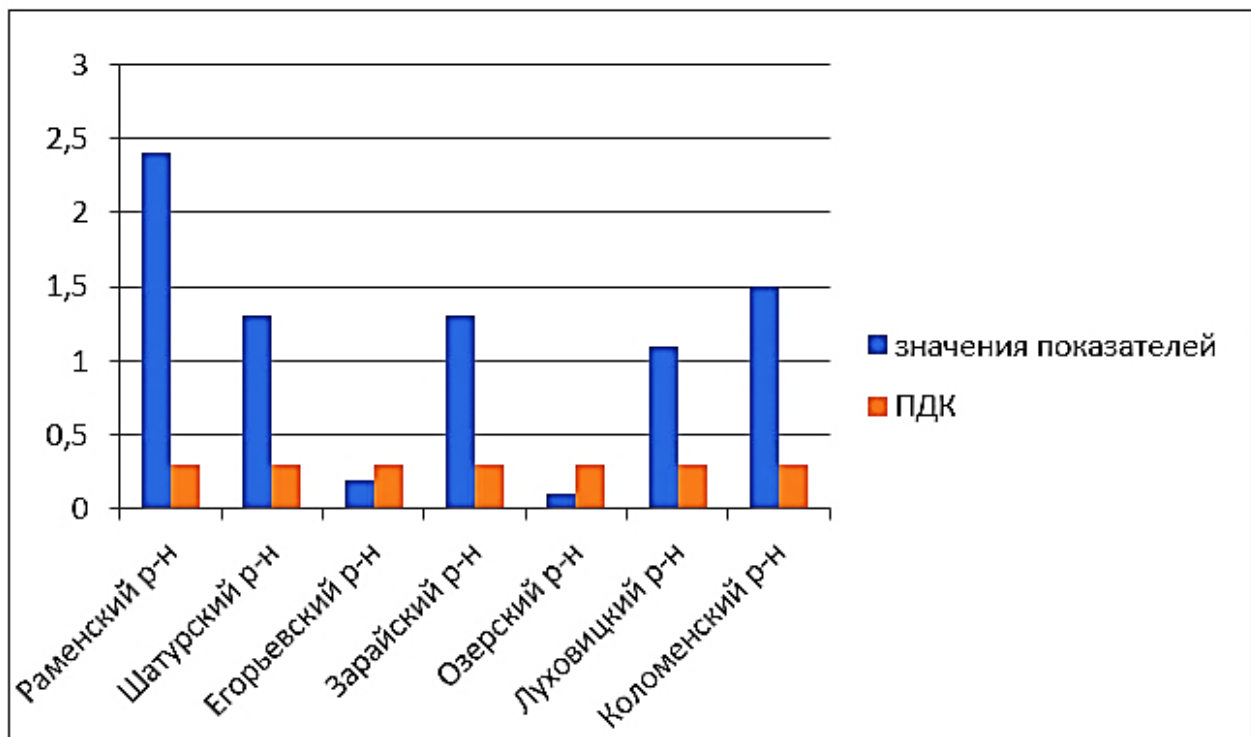


Рис. 6. Значения показателей и ПДК по железу для 7 юго-восточных районов Московской области (слева – значение показателя, справа – норма ПДК)

Безвредность питьевой воды по химическому составу определяется ее соответствием нормативам по:

– обобщенным показателям и содержанию вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Российской Федерации, а также веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение (таблица 1) [1];

– содержанию вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения;

– содержанию вредных химических веществ, поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека.

Таблица 1

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК), не более	Показатель вредности	Класс опасности
Жесткость общая	Мг-экв./л	7,0 (10)**		
Окисляемость перманганатная	Мг/л	5,0		
Железо (Fe, суммарно)	"-	0,3 (1,0)**	Орг. 3	3

Окисляемость – это величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых (при определенных условиях) одним из сильных химических окислителей. Этот показатель отражает общую концентрацию органики в воде. Природа органических веществ может быть самой разной – и гуминовые кислоты почв, и сложная органика растений, и химические соединения антропогенного происхождения. Для определения конкретных соединений используются другие методы.

Перманганатная окисляемость выражается в миллиграммах кислорода, пошедшего на окисление этих веществ, содержащихся в 1 дм<sup>3</sup> воды.

Различают несколько видов окисляемости воды: перманганатную, бихроматную, иодатную. Наиболее высокая степень окисления достигается бихроматным методом. В практике водоочистки для природных малозагрязненных вод

определяют перманганатную окисляемость, а в более загрязненных водах – как правило, бихроматную окисляемость (ХПК – «химическое потребление кислорода»).

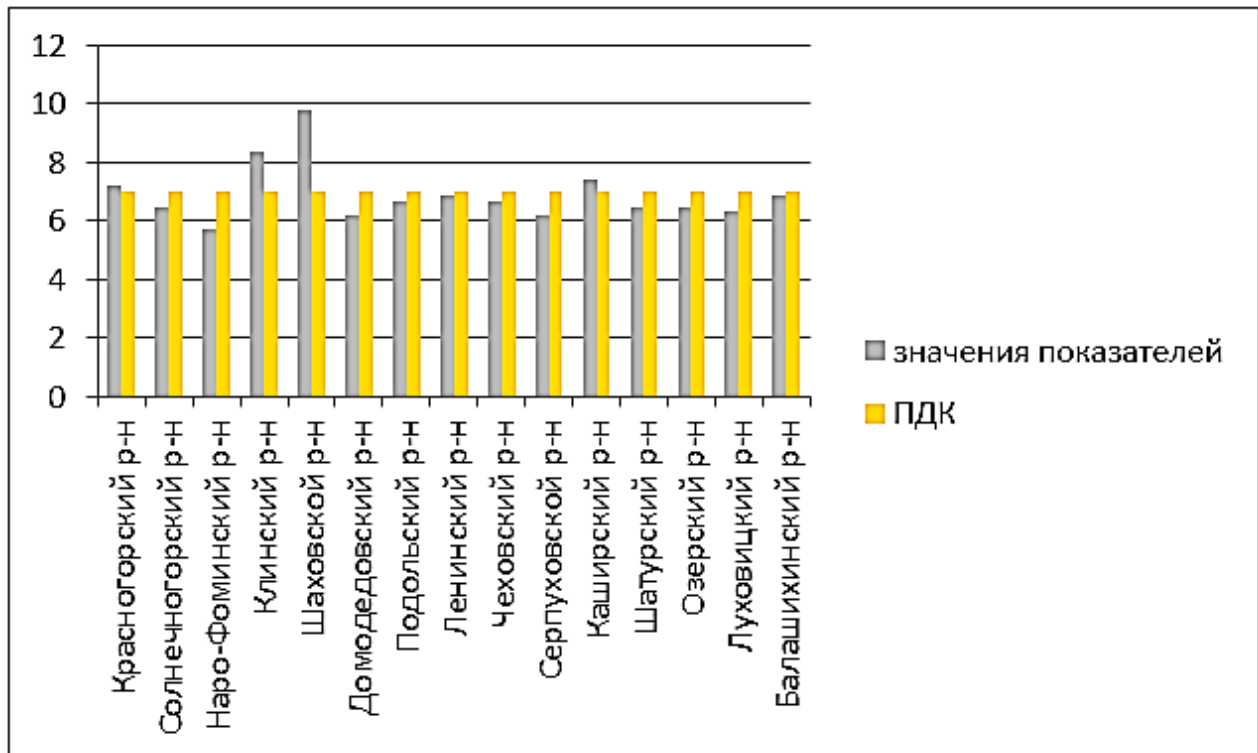


Рис. 7. Характеристики источников питьевой воды для 15 районов Московской области по общей жесткости питьевой воды (слева – значение показателя, справа – норма ПДК)

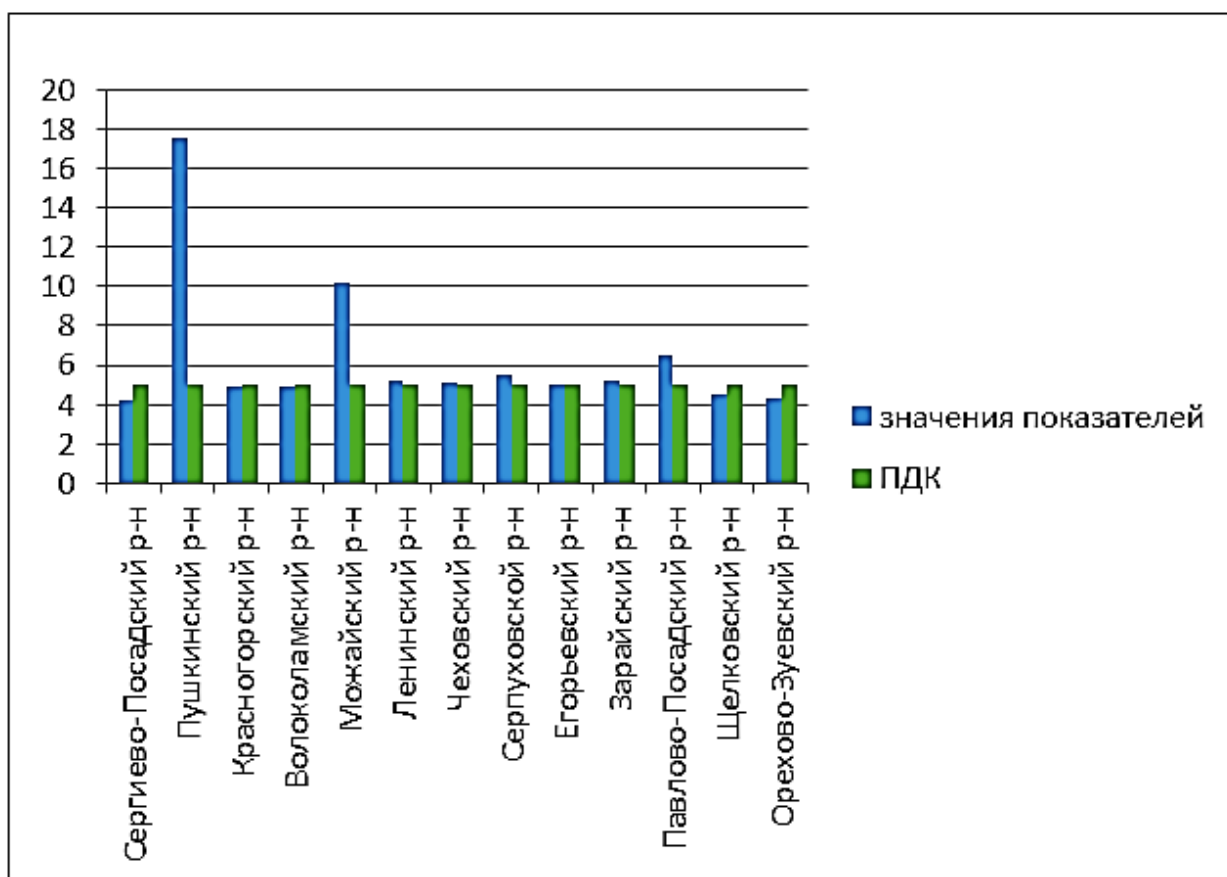


Рис. 8. Характеристики источников питьевой воды для 13 районов Московской области по окисляемости перманганатной питьевой воды (слева – значение показателя, справа – норма ПДК)

Жёсткость воды – совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворённых солей щёлочноземельных металлов, главным образом, кальция и магния (так называемых «солей жёсткости»).

Вода с большим содержанием таких солей называется *жёсткой*, с малым содержанием – *мягкой*. Различают *временную (карбонатную) жёсткость*, обусловленную гидрокарбонатами кальция и магния ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ;  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ), и *постоянную (некарбонатную) жёсткость*, вызванную присутствием других солей, не выделяющихся при кипячении воды: в основном, *сульфатов* и *хлоридов* Ca и Mg ( $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ ).

Жёсткая вода при умывании сушит кожу, в ней плохо образуется пена при использовании *мыла*. Использование жёсткой воды вызывает появление осадка



(накипи) на стенках котлов, в трубах и т. п. В то же время, использование слишком мягкой воды может приводить к *коррозии* труб, так как, в этом случае отсутствует кислотно-щелочная буферность, которую обеспечивает гидрокарбонатная (временная) жёсткость. Потребление жёсткой или мягкой воды обычно не является опасным для здоровья, хотя есть данные о том, что высокая жёсткость способствует образованию мочевых камней, а низкая – незначительно увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний. Вкус природной питьевой воды, например воды родников, обусловлен именно присутствием солей жёсткости [2].

Жёсткость природных вод может варьироваться в довольно широких пределах и в течение года непостоянна. Увеличивается жёсткость из-за испарения воды, уменьшается в сезон дождей, а также в период таяния снега и льда.

*Железо* часто встречается в воде в виде ржавчины или растворенном виде. Хотя СанПиН 2.1.4.1074–01 «Гигиенические требования и нормативы качества питьевой воды» и не нормирует, сколько какого железа присутствует в воде, а учитывает только общий показатель (не более 0,3 мг/л), при проектировании системы водоочистки это имеет большое значение. Например, если вода, содержащая железо, находится в открытом источнике или неглубоком колодце, то это железо реагирует с кислородом воздуха и превращается в обыкновенную ржавчину. Ржавчина не растворима в воде, поэтому легко удаляется засыпными осадочными фильтрами, картриджными фильтрами с осадочными картриджами или мешочными фильтрами. Другой случай вода, содержащая железо, находится на глубине, где воздух не содержит кислород в достаточном для окисления количестве. Такая вода течет из кранов прозрачная, а постояв некоторое количество времени, мутнеет, приобретая характерный ржавый цвет. В таких случаях проводятся различные мероприятия по обезжелезиванию воды. Повышенная концентрация железа вредна для организма человека. Оно может накапливаться в печени в виде коллоидных оксидов железа, получивших название гемосидерина, который вредно воздействует на клетки печени, вызывая их разрушение [3; 4].

Анализ полученных экспериментальных данных наглядно свидетельствует о том, что качество питьевой воды на кране потребителя по ряду показателей не

отвечает санитарно-гигиеническим требованиям. Это в первую очередь относится к таким показателям как содержание в воде железа, перманганатной окисляемости и общей жесткости. Это тем более тревожно, что речь идет о школьных (детских) учреждениях. На рис. 9 приведена столбчатая диаграмма характеристики источников питьевой воды для Раменского района Московской области, из которой видно, что имеется превышение норм ПДК фтору, сероводороду, сульфидам, железу. Хорошо известно, что детский организм особо чувствителен к наличию любых загрязнителей питьевой воды. Выход из этой ситуации достаточно очевиден и состоит в использовании доочистки воды, поступающей из водопроводной системы, непосредственно у потребителя.

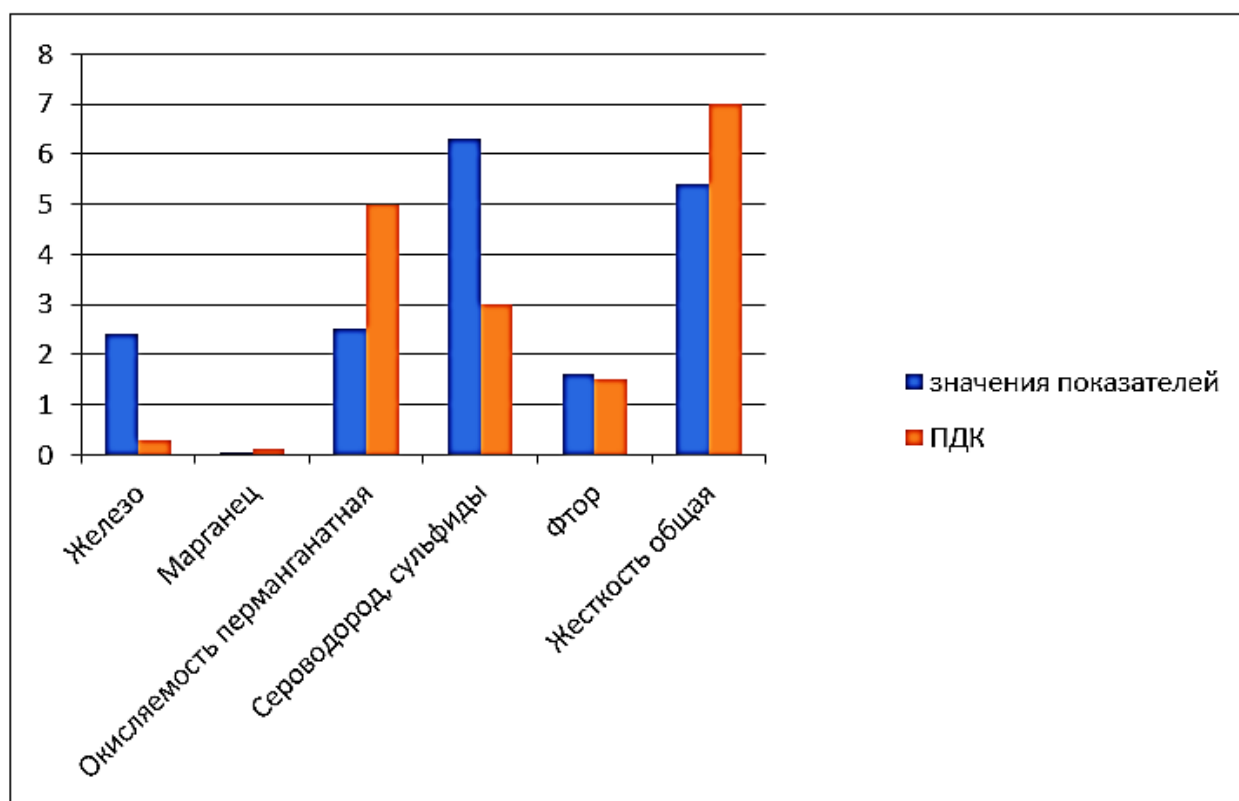


Рис. 9. Характеристики источников питьевой воды для Раменского района Московской области (слева – значение показателя, справа – норма ПДК)

### **Список литературы**

1. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества (утв.

Главным государственным санитарным врачом РФ 26 сентября 2001 г. №24).  
Дата введения: 1 января 2002 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<http://www.etch.ru/norma.php?art=2> (дата обращения: 01.10.2011).

2. Житков А.Н. Анализ источников воды в Гжельской промышленной зоне / А.Н. Житков, Л.М. Макальский, О.М. Цеханович // Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы: Материалы 4-й международной научно-практической конференции, посвящённой 115-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора И.С. Сидорука и доктора сельскохозяйственных наук, профессора П.А. Положенцева / Отв. ред. С.И. Павлов. – 2015. – С. 183–189.

3. Мосин В. Вода – главный природный ресурс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.o8ode.ru/article/water/voda\\_\\_glavnyi\\_prirodnyi\\_recurc.htm](http://www.o8ode.ru/article/water/voda__glavnyi_prirodnyi_recurc.htm)

4. Макальский Л.М. Информационная экология / Л.М. Макальский, А.К. Макаров, О.М. Цеханович. – М.: ОнтоПринт, 2017. – 48 с.