

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫХ НУЖД ГОРОДА БРЕСТА

Волчек Ан.А.¹, Хевук П.В.², Шпока Д.А.¹

¹Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь

²Коммунальное производственное унитарное предприятие «Брестводоканал», pavelchevuk@mail.ru

The article deals with the groundwater quality assessment on the following parameters: total iron, manganese, turbidity, color, pH value, Total hardness, ammonia, nitrites, nitrates, sulfates, fluorides, chlorides, for drinking needs of the city of Brest, in modern conditions.

Введение

Беларусь располагает достаточными ресурсами возобновляемых пресных поверхностных и подземных вод для удовлетворения как текущих, так и ожидаемых в перспективе потребностей в воде. В средний по водности год ресурсы речных вод в Республике Беларусь составляют 57,9 км³, а естественные ресурсы пресных подземных вод – 15,9 км³, в то время как отбор вод на бытовые и хозяйственные нужды не превышает 5-7% от ежегодно возобновляемых водных ресурсов. Кроме того, более половины от объема забираемой воды после очистки повторно сбрасывается в водные объекты.

К настоящему времени интенсивная хозяйственная деятельность на территории республики уже привела к серьезной деградации ее водного фонда. Почти повсеместно сохраняется тенденция ухудшения качества поверхностных и грунтовых вод, учащаются случаи техногенного загрязнения глубоких водоносных горизонтов. Таким образом, исследование качества подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, является актуальной задачей, для безопасной жизни населения и требует постоянного контроля.

Исходные данные и методы исследования

Основными исходными материалами при исследовании подземных вод г.Бреста послужили данные химического анализа КПУП «Брестводоканал» по скважинам Граевского, Мухавецкого, Западного и Северного водозаборов за период с 1999 по 2015 гг. Критерием отбора скважин для исследования является максимальное содержание железа в подземных водах, так как оно превышает допустимые нормы не только в районе г. Бреста, но для Беларуси в целом.

Временная изменчивость химических показателей исследовалась с помощью стохастических методов. Для оценки трансформации гидрохимического режима подземных вод в основном использовались линейные тренды, значимость которых определялась коэффициентами корреляции. В зависимости от хронологического хода того или иного элемента использовались также и нелинейные тренды. Оценка изменения временных рядов оценивалась градиентом изменения (α), т.е. величиной численно равной коэффициенту регрессии (a) умноженному на 10 лет ($\alpha = a \cdot 10$ лет). Значимость коэффициента корреляции установлена на 5 %-ом уровне ($r_{кр} = 0,444$).

Нормативные требования к качеству питьевой воды в Республике Беларусь определяются Санитарными правилами и нормами СанПиН 10-124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», Санитарными нормами и правилами «Требования к физиологической полноценности питьевой воды» утв. Постановлением № 166 от 25.10.2012г., СанПиН «Требования к радиационной безопасности», Гигиеническими нормативами «Критерии оценки радиационной безопасности», утв. Постановлением №213 от 28.12.2012г.

В соответствии с СанПиН 10-124 РБ 99 концентрации химических веществ, присутствующие в воде в результате промышленного, сельскохозяйственного и бытового загрязнений, не должны превышать предельно допустимые концентрации этих веществ (таблица 1).

Таблица 1 – Нормативы обобщенных показателей и наиболее распространенных химических веществ в питьевой воде

Наименование показателя	Единица измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК), не более	Класс опасности
Обобщенные показатели			
Водородный показатель	единицы pH	в пределах 6-9	
Жесткость общая	ммоль/дм ³	7,0 (10) ₁	
Неорганические вещества			
Железо (Fe, суммарно)	мг/дм ³	0,3 (1,0) ₁	3
Марганец (Mn, суммарно)	мг/дм ³	0,1 (0,5) ₁	3
Нитраты (по NO ₃ ⁻)	мг/дм ³	45	3
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	500	4
Фториды (F ⁻)	мг/дм ³	1,5	2
Хлориды (Cl ⁻)	мг/дм ³	350	4

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

Благоприятные органолептические свойства воды определяются ее соответствием нормативам, указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Органолептические свойства воды

Наименование показателя	Единица измерения	Норматив, не более
Цветность	градусы	20(35)
Мутность	ЕМФ (единицы мутности по формазину) или мг/л (по коалину)	2,6(3,5) 1,5(2)

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

Результаты и их обсуждение

Анализ железа общего (рисунок 1) показал, что содержание железа за исследуемый период выше ПДК (ПДК_{Fe}=0,3 мг/дм³) по всем водозаборам, исключение составляет водозабор «Северный», где концентрация ближе всего к

норме. Пиковые концентрации железа приходятся на 2009-2010 гг. (водозаборы «Граевский», «Мухавецкий», «Западный»). В среднем по водозабору содержание железа колеблется от 1,8 мг/дм³ (водозабор «Мухавецкий») до 2,2 мг/дм³ (водозабор «Граевский»). С 2000-х годов практически на всех станциях отмечается содержание железа выше среднего многолетнего. Содержание железа значительно превышает ПДК.

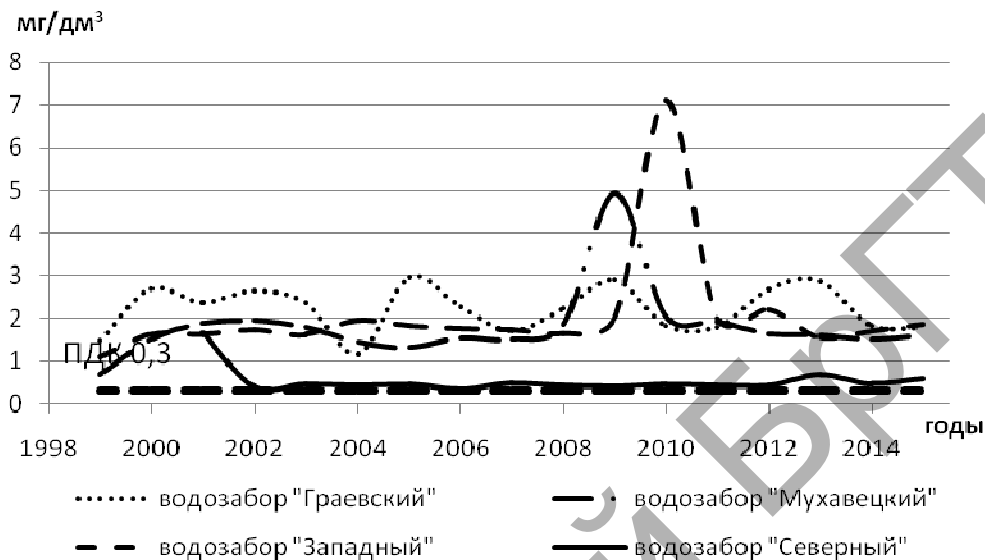


Рисунок 1 – Содержание железа общего в подземных водах водозаборов г.Бреста

Средний показатель по марганцу колеблется от 0,05 мг/дм³ до 0,071 мг/дм³ по всем водозаборам мг/дм³. С 1999 по 2007 гг. практически на всех станциях отмечается содержание марганца выше среднего (рисунок 2), но находится в пределах ПДК_{Mg} = 0,1 мг/дм³.

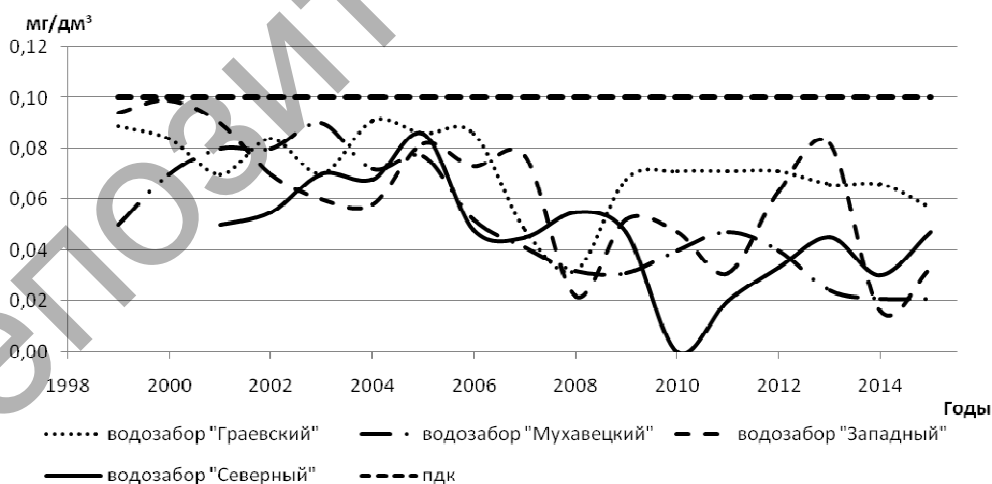


Рисунок 2 – Содержание марганца в воде водозаборов г.Бреста

Мутность в подземных водах колеблется от 1,2 мг/дм³ до 1,7 мг/дм³, по водозабору «Северному» – 0,33 мг/дм³, что значительно превышает ПДК = 1,5 мг/дм³. Как показал анализ в 2001-2003 гг. данный показатель был выше средних значений на водозаборах «Граевский», «Мухавецкий», «Северный», с 2007 по 2009 гг. – «Граевский» и «Мухавецкий», в 2005 г. выделяются водозаборы «Граевский» и «Северный» (рисунок 3).

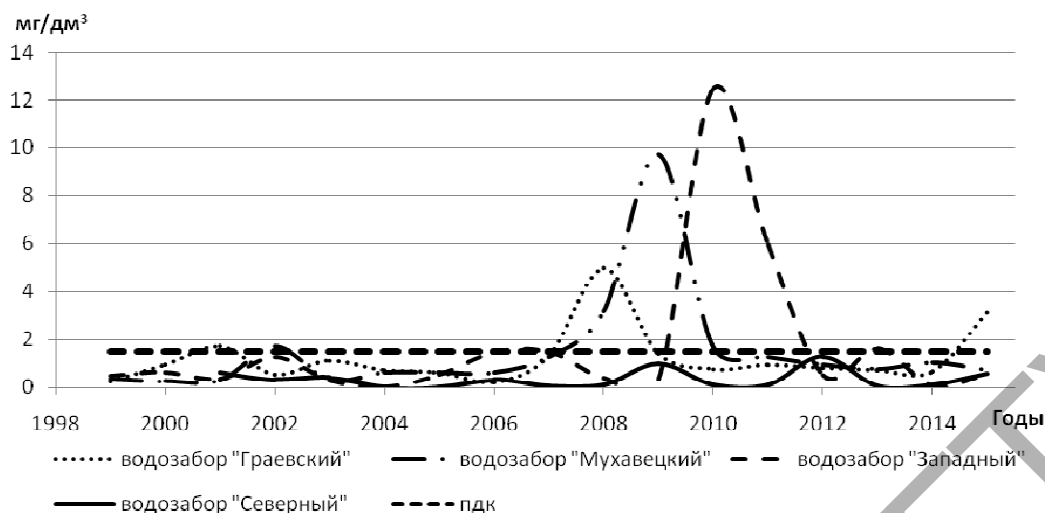


Рисунок 3 – Мутность по водозаборам г.Бреста

Средний показатель по цветности колеблется от 25 мг/дм³ до 30 мг/дм³ (ПДК=20 мг/дм³) по водозаборам «Граевский», «Мухавецкий» и «Западный», по водозабору «Северному» – 19 мг/дм³ (рисунок 4). За последние 10 лет превышение ПДК наблюдались в 2009-2011, 2015 гг. (водозабор «Западный») и в 2012, 2015 гг. (водозабор «Граевский»).

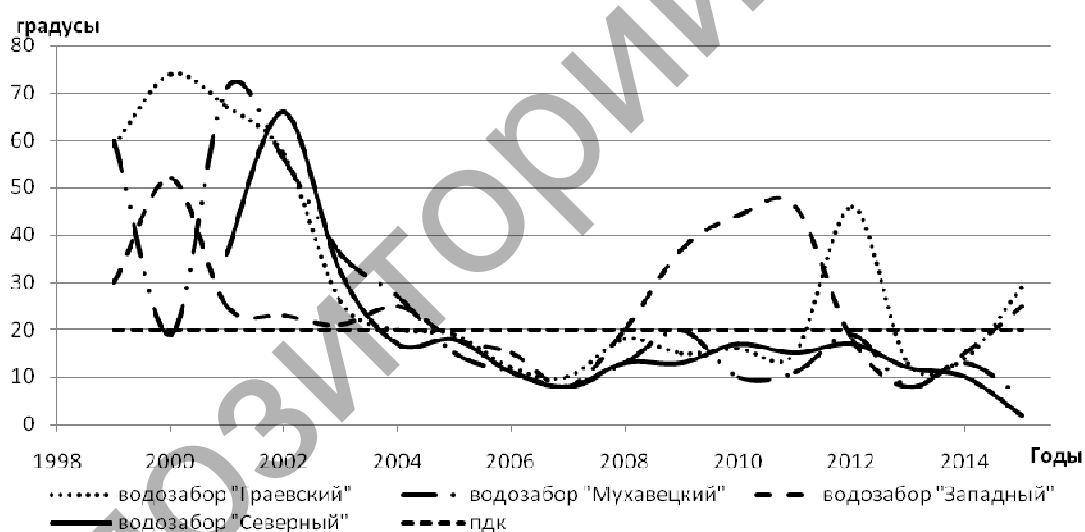


Рисунок 4 – Цветность по водозаборам г.Бреста

В зависимости от уровня pH воды делятся на несколько групп (таблица 3).

Таблица 3 – Характеристика вод по pH

Тип воды	Величина pH	Тип воды	Величина pH
сильнокислые воды	< 3	слабощелочные воды	7.5 – 8.5
кислые воды	3 – 5	щелочные воды	8.5 – 9.5
слабокислые воды	5 – 6.5	сильнощелочные воды	> 9.5
нейтральные воды	6.5 – 7.5		

Уровень рН подземных вод находится в пределах от 7 до 7,8 по всем водозаборам (рисунок 5), согласно таблице 3 они являются нейтральными и слабо-щелочными. Для питьевой и хозяйственно-бытовой воды оптимальным считается уровень рН в диапазоне от 6 до 9, чему и соответствует вода в водозаборах.

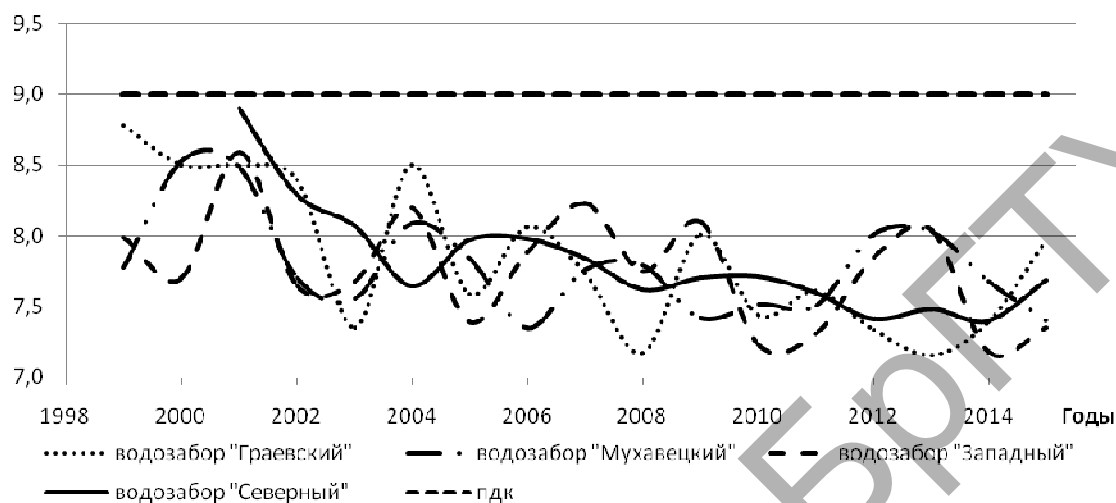


Рисунок 5 – Водородный показатель подземных вод г.Бреста

Общая жесткость подземных вод колеблется от 3,3 моль/м³ до 4 моль/м³ по всем водозаборам, что не превышает ПДК = 7,0 моль/м³ (рисунок 6).

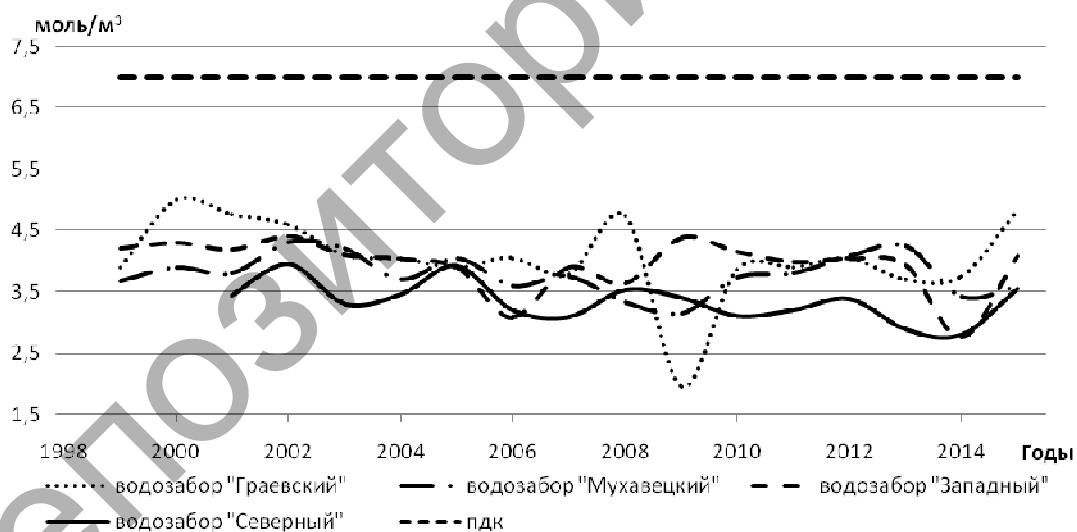
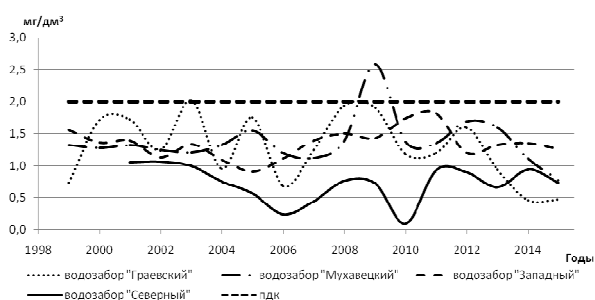


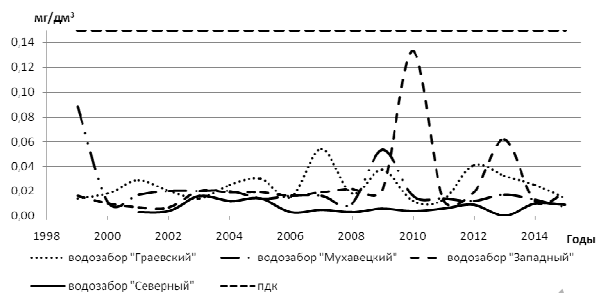
Рисунок 6 – Жесткость общая по водозаборам г.Бреста

На рисунке 7 представлена динамика содержания основных химических показателей в подземных водах водозаборов г.Бреста. Среднее содержание аммиака колеблется от 1,28 до 1,38 мг/дм³ по водозаборам «Граевский», «Мухавецкий» и «Западный», по водозабору «Северному» – 0,72 мг/дм³.

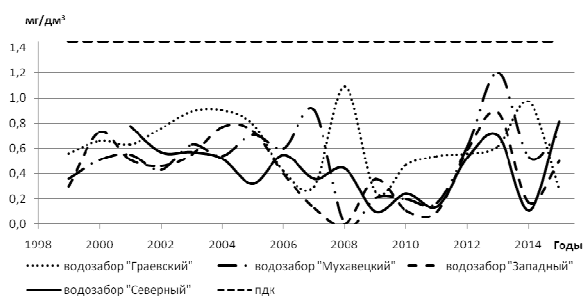
Средний показатель по нитритам и нитратам колеблется от 0,021 мг/дм³ до 0,025 и 0,45 до 0,65 мг/дм³ соответственно по водозаборам «Граевский», «Мухавецкий» и «Западный», по водозабору «Северному» – 0,007 мг/дм³. Содержание соединений азота ниже ПДК.



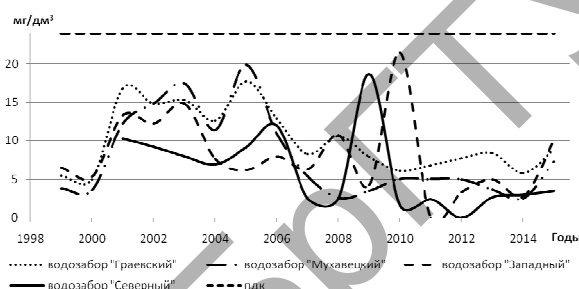
аммиак



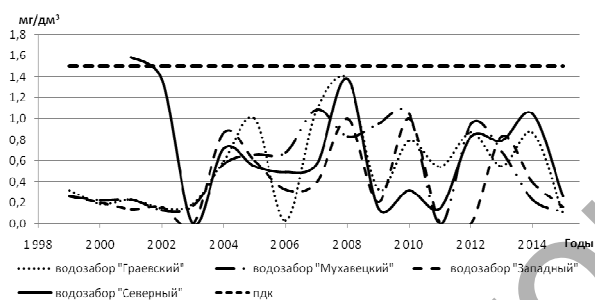
нитриты



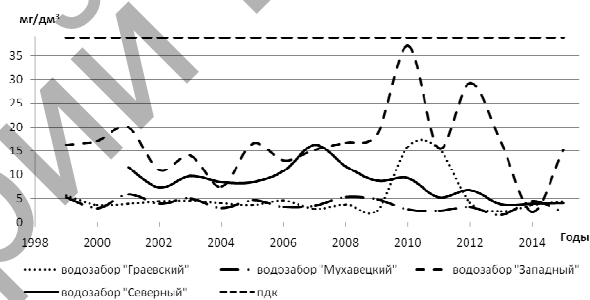
нитраты



сульфаты



фториды



хлориды

Рисунок 7 – Содержание основных химических показателей в подземных водах водозаборов г.Бреста

Средняя концентрация сульфатов по водозаборам колеблется от 6,5 до 10,7 мг/дм³, с 2001 по 2006 гг. хотя и отмечается рост по всем исследуемым точкам, но значительно ниже ПДК.

Средний показатель по фторидам колеблется от 0,45 мг/дм³ до 0,73 мг/дм³ по всем водозаборам и находится в пределах ПДК.

Среднее содержание хлоридов находится ниже ПДК и колеблется от 3,8 мг/дм³ до 16,6 мг/дм³ по всем водозаборам.

В целом, как видно из рисунка 7, содержание химических веществ в подземных водах г. Бреста не превышает ПДК, за исключением концентрации аммиака в 2009 году на водозаборе «Мухавецки».

Исходя из статистического анализа выявлена тенденция сокращения концентрации химических веществ в подземных водах и на ближайшую перспективу ухудшения качества подземных вод не предвидется. Некоторое увеличение мутности находится в пределах ошибки определения, что подтверждается статистически незначимым коэффициентом корреляции.

Таблица 4 - Градиенты изменения среднегодовых концентраций приоритетных веществ в подземных водах г. Бреста

Водозабор	Мутность, мг/дм ³	Цветность, градусы	Водородный показатель (рН)	Жесткость общая, моль/м ³	Аммиак, мг/дм ³	Нитриты, мг/дм ³	Нитраты, мг/дм ³	Железо общее, мг/дм ³	Марганец, мг/дм ³	Сульфаты, мг/дм ³	Фториды, мг/дм ³	Хлориды, мг/дм ³
Граевский	$\frac{5,3}{0,23}$	$\frac{-0,27}{0,6}$	$\frac{-7,3}{0,696}$	$\frac{-3,6}{0,268}$	$\frac{-3,6}{0,351}$	$\frac{0,0}{0,152}$	$\frac{-1,0}{0,21}$	$\frac{-1,0}{0}$	$\frac{-1,0}{0,49}$	$\frac{-31,4}{0,38}$	$\frac{2,5}{0,326}$	$\frac{13,6}{0,170}$
Мухавецкий	$\frac{8,7}{0,2}$	$\frac{-288}{0,73}$	$\frac{-3,0}{0,444}$	$\frac{-3,3}{0,394}$	$\frac{0,3}{0,032}$	$\frac{-0,1}{0,397}$	$\frac{0,8}{0,145}$	$\frac{3,4}{0,2}$	$\frac{-0,3}{0,809}$	$\frac{-46,3}{0,425}$	$\frac{1,7}{0,239}$	$\frac{-2,6}{0,521}$
Западный	$\frac{14,5}{0,237}$	$\frac{-55,3}{0,217}$	$\frac{-3,4}{0,442}$	$\frac{-1,5}{0,235}$	$\frac{0,6}{0,148}$	$\frac{0,1}{0,303}$	$\frac{-1,0}{0,202}$	$\frac{6,3}{0,241}$	$\frac{-0,3}{0,69}$	$\frac{-25,1}{0,243}$	$\frac{1,0}{0,148}$	$\frac{15,0}{0,095}$
Северный	$\frac{1,0}{0,118}$	$\frac{-238}{0,685}$	$\frac{-6,9}{0,801}$	$\frac{-3,7}{0,516}$	$\frac{-1,0}{0,161}$	$\frac{-0,0}{0,122}$	$\frac{-1,1}{0,224}$	$\frac{-2,0}{0,286}$	$\frac{-0,2}{0,559}$	$\frac{-58,3}{0,517}$	$\frac{-3,1}{0,286}$	$\frac{-46,7}{0,605}$

Примечание. В числителе приведены градиенты α мг/дм³/10лет, в знаменателе – коэффициенты корреляции. Выделены статистически значимые параметры.

Заключение

Питьевая водопроводная вода в г.Бресте в полной степени отвечает действующим санитарным нормам и требованиям после соответствующей очистки.

В результате проведенных исследований содержания химических элементов в подземных водах г. Бреста установлено:

- в пределах нормы (водородный показатель, фториды)
- выше нормы (железо, жесткость общая, мутность, цветность)
- ниже установленных ПДК (соединения азота, сульфаты, хлориды)

Список литературы

1. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества Санитарные правила и нормы СанПиН 10-124 РБ 99. – Минск, 1999. – 48 с.

2. Основные показатели качества воды [Электронный ресурс]. – Киров, 2016. – Режим доступа : – Дата доступа: 31.01.2016.

УДК 553.982:550

АКТУАЛЬНОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С ЗАГРЯЗНЕННЫМИ ВОДАМИ

Гаджиева С.Р., Кадырова Э.М., Рустамова У.Н., Рафиева Х.Л.

Бакинский государственный университет, г.Баку, Азербайджанская Республика, elmina2010@mail.ru

In this article, it was investigated the purification of contaminated (waste) water essentially of muddy oil absorption and some polymeric sorbents (bio oils). It has proved that in heptane's or hexane's medium the muddy water can be cleaned with oil bio sorbents. A number of tests were carried out in the sea and ground water.