

**В. А. Езерский, М. О. Шафранская**  
**АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ ВИТОВСКОГО ИСТОЧНИКА**

*Научные руководители: ст. преп. Г. А. Прудников,  
канд. биол. наук, доц. В. В. Хрусталёв*

*Кафедра радиационной медицины и экологии, кафедра общей химии,  
Белорусский государственный университет, г. Минск*

**V. A. Yezersky, M. O. Shafranskaya**  
**ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF WATER FROM THE  
VITKOVSKY SPRING**

*Tutors: senior lecturer G. A. Prudnikov, associate professor V. V. Khrustalev  
Department of Radiation Medicine and Ecology, Department of General Chemistry,  
Belarusian State Medical University, Minsk*

**Резюме.** В данной работе дана оценка безопасности для организма человека потребления воды из витовского источника.

**Ключевые слова:** Витовка, витовский источник, анализ воды.

**Resume.** This article assesses the safety of consumption of water from the Vitovsky spring for the human body.

**Keywords:** Vitovka, Vitovsky spring, water analysis.

**Актуальность.** В населенном пункте Витовка Дзержинского района Минской области (GPS-координаты 53.762046, 27.303665) находится источник, воду из которого население считает чудодейственной и целебной. Из-за чего множество людей из всей республики приезжают к источнику с целью набора воды для последующего потребления. Но если проанализировать местоположение данного источника, можно усомниться в качестве массово-потребляемой воды. Так как деревня Витовка окружена большой площадью сельскохозяйственных угодий, так же она находится в непосредственной близости от крупной автомагистрали Р1, так же недалеко располагается город Фаниполь с развитой промышленностью.

**Цель:** дать качественную оценку и провести количественный анализ химического состава воды с оценкой безопасности её потребления для организма человека.

**Задачи:**

1. Дать оценку органолептических свойств.
2. Определить концентрацию ионов  $Fe^{3+}$  и сравнить с предельно допустимой концентрацией (далее ПДК).
3. Определить общую жесткость, концентрацию ионов  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  и сравнить с ПДК.
4. Определить концентрацию ионов  $Zn^{2+}$  и сравнить с ПДК.
5. Проанализировать полученные данные, сделать соответствующие выводы.

**Материал и методы.** Исследование органолептических свойств – это первая ступень контроля качества воды.

Запах воды характеризуется видами запаха и интенсивностью запаха. Запах воды вызывают летучие пахнущие вещества.

Мутность также определяется концентрацией и размером твердых частиц.

Цветность -показатель качества воды, характеризующий интенсивность окраски воды и обусловленный содержанием окрашенных соединений.

Различают 4 вида вкусов: соленый, горький, сладкий, кислый.

Исследуемая вода была определена, как прозрачная, без запаха, цвета и вкуса.

Вторым этапом работы были определены следующие растворенные ионы:  $Fe^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ .

Принцип определения  $Fe^{3+}$  в исследуемой пробе – фотометрическое определение концентрации вещества в растворе по измеренному значению оптической плотности при помощи калибровочного графика, построенного по серии стандартных растворов[1]. Для определения содержания железа в пробе мы основывались на том факте, что ион  $Fe^{3+}$  с ионами с SCN-ионами образует ряд комплексных ионов кроваво-красного цвета [3], и следовательно по интенсивности окраски можно судить о концентрации ионов железа в пробе (определяется путём спектрофотометрии). В мерные колбы емкостью 50 мл последовательно вливаем 1; 2; 4; 6; 8; 10 мл рабочего раствора соли железа; добавляем в каждую из колб по 1 мл  $HNO_3$  и по 5 мл роданида аммония. Одновременно готовим раствор сравнения: в мерную колбу на 50мл приливаем все реагенты, кроме соли железа. Во всех колбах объем растворов доводим до метки дистиллированной водой и измеряем оптические плотности растворов в кюветках с толщиной слоя 1 см при длине волны 480нм при помощи фотоколориметра (SOLAR PV1251C).

$D = f(C)$ , выражающий зависимость оптической плотности окрашенного раствора от его концентрации ( Табл. 1). На оси ординат наносят значения оптической плотности, а на оси абсцисс – соответствующие им значения концентрации раствора, в моль/л( Рис. 1) [4].

**Табл. 1.** Концентрации и оптическая плотность опытных растворов

№ пробы	D, оптическая плотность	C, ммоль/л
Опыт	0,006	0,0039
0,5	0,011	0,008
1,5	0,031	0,024
2	0,048	0,032
3	0,129	0,064
4	0,167	0,096
5	0,229	0,128
6	0,288	0,16

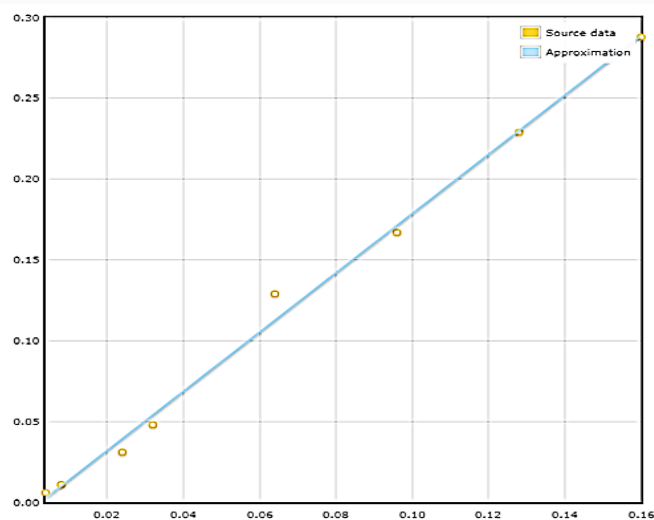


Рис. 1 - Калибровочный график спектрофотометрии  $Fe^{3+}$

Жёсткость воды — совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней, главным образом, кальция и магния.

Жёсткости воды определяется содержание кальция и магния трилометрическим методом, в среде аммиачно-хлоридного буфера с «эриохромом чёрным Т» (Рис. 2), трилонБ взаимодействует с ионами обоих металлов и полученный эквивалентный объём трилона V1 отвечает суммарному содержанию кальция и магния. Титрование трилономБ проводится до перехода окраски из красной в синюю. Затем титрование повторяют в сильнощелочной среде, при pH = 13-14 с «мурексидом» (Рис. 3). При этом эквивалентный объём V2 отвечает содержанию в пробе только кальция. Титрование трилономБ проводится до перехода окраски из розовой в сиреневую. Содержанию магния соответствует разность полученных эквивалентных объёмов  $DV = V1 - V2$  [3].

Для численного выражения жесткости воды указывают концентрацию в ней катионов кальция и магния. Один мг-экв/л соответствует содержанию в литре воды 20,04 миллиграмм  $Ca^{2+}$  или 12,16 миллиграмм  $Mg^{2+}$  (атомная масса деленная на валентность) и равен одному градусу жесткости (1 °Ж).

Вычисляется общее содержание кальция и магния в растворе (общая жесткость):  $c(Ca^{2+}, Mg^{2+}) = c(ТрБ) * V(ТрБ)_{Ca, Mg} / V_{p-pa} = 0,0006$  моль/л.

Вычисляется молярная концентрация кальция:  $c(Ca^{2+}) = c(ТрБ) * V(ТрБ)_{Ca} / V_{p-pa} = 0,0006$  моль/л.

Для определения молярной концентрации магния в растворе:  $c(Mg^{2+}) = c(Ca^{2+}, Mg^{2+}) - c(Ca^{2+}) = 0,0003$  моль/л.

Жесткость опытной пробы:  $m(Ca^{2+}) = c(Ca^{2+}) * M(Ca^{2+}) = 12$  мг/л  $m(Mg^{2+}) = c(Mg^{2+}) * M(Mg^{2+}) = 7,2$  мг/л Общая жесткость = 0,6 мг-экв/л (очень мягкая, ПДК = 7-10 мг-экв/л).



Рис. 2 - Определение суммарного содержания кальция и магния



Рис. 3 - Определение содержания кальция

При определении цинка выполнение работы проводится следующим образом: отбираем мерной пипеткой аликвоты объемом 5мл. Приливаем дистиллированную воду до объема 25мл. Добавляем 5мл хлорида аммония. Прибавляем сухой индикатор «эриохром черный Т». Титруем раствором трилонаБ до перехода окраски индикатора в эквивалентной точке от красной к синей(Рис. 4) [1].

Расчёт концентрации цинка (II) в растворе производился по формуле:

$c(\text{Zn}^{2+}) = c(\text{ТрБ}) \cdot V(\text{ТрБ})_{\text{Zn}} / V_{\text{р-ра}} = 0,00003 \text{ моль/л} = 1,96 \text{ мг/л}$  (в пределах нормы, ПДК=5 мг/л).



Рис. 4 - Определение содержания цинка

**Результаты и их обсуждение.** Оценка результатов проводилась в соответствии с постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь №105 «Гигиенические требования к источникам нецентрализованного питьевого водоснабжения населения».

В соответствии с требованиями к качеству воды нецентрализованного водоснабжения питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном

отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Контроль качества питьевой воды в указанном документе предусматривает строгую регламентацию ПДК различных микроэлементов.

Проведенными исследованиями установлено содержание микроэлементов в воде из Витовского источника: Железа=0,217 мг/л, Цинка=1,96 мг/л.

В ходе анализа пробы воды на жесткость, она была определена, как очень мягкая.

### **Выводы:**

1 В ходе анализа качественных характеристик и количественного химического состава воды из Витовского источника не было выявлено нарушений в соответствии с постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь №105 «Гигиенические требования к источникам нецентрализованного питьевого водоснабжения населения» [2].

2 Для рекомендации данной воды к употреблению населением необходим более полный анализ, в ходе которого станет возможным определение физиологической полноценности воды и отнесению ее к разряду физиологически полноценной /неполноценной.

3 Оценка физиологической полноценности предусматривает анализ качества питьевой воды по трем группам нормотивов, охватывающим органолептические свойства воды (органолептические показатели), безвредность химического состава (санитарно-токсикологические показатели) и эпидемиологическую безопасность воды (бактериологические показатели). Т.е. для предоставления более полной и достоверной информации по качеству воды из данного источника необходимо провести дополнительные исследования.

4 На данном этапе вода имеет благоприятные органолептические свойства, химический состав оценивается как безвредный.

### **Литература**

1. Количественный анализ: метод. указ. к лаб. работам. / Д.Э. Чиркст, О.В. Черемисина, И.И. Иванов [и др.]; под ред. Д.Э. Чиркст - Санкт-Петербург : Санкт-Петербур. техн. ун-т, 2010. – 54с.
2. Санитарные правила и нормы 2.1.4. «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»: утверждено постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь № 46 от 19.10.1999.
3. Стифатов Б.М. Комплексометрия: метод. указ. к лаб. Работам. / Б.М. Стифатов, Ю.В. Рублинецкая. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2017. - 24 с.
4. Стифатов Б.М. Фотометрический анализ: метод. указ. к лаб. работе / Б.М. Стифатов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2017. - 34 с.