

**УДК 504.75**

Янкович К.С., Университет ИТМО

Пащенко А.П., Томский политехнический университет

(Научный руководитель: Янкович Е.П., ст. преподаватель каф. ГРПИ  
ИПР ТПУ)

Jankovic KS, University ITMO

Pascenco AP, Tomsk Polytechnic University

(Supervisor: HE Jankovic, Senior Lecturer, Department of GRPI IPR TPU..)

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЫТОВЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ ЕЕ СОСТАВА**

### **QUALITY ASSESSMENT OF NATURAL WATER AND EFFECTIVE USE OF DOMESTIC FILTERS FOR NORMALIZATION OF ITS**

#### **Аннотация**

В данной работе проведена оценка качества подземной воды, выявлены элементы превышающие предельно-допустимые концентрации и оценена эффективность использования бытового фильтра для устранения повышенных концентраций химических элементов в воде. Исследование проводилось для централизованного источника в пос. Арлюк.

Ключевые слова. Оценка риска, подземная вода, бытовые фильтры, качество, нитраты.

#### **Annotation**

In this paper we assess the quality of subterranean water, the elements identified in excess of maximum allowable concentrations and estimated efficiency of the use of household filters to remove high concentrations of chemical elements in the water. The study was conducted for a centralized source in the village. Arlyuk.

Keywords. Risk assessment, ground water, home water filters, quality, nitrates.

Хозяйственная деятельность человека оказывает непосредственное влияние на окружающую природную среду. Очень часто в результате техногенного воздействия происходит формирование гидрогеохимических аномалий, что приводит к росту общей заболеваемости населения [1].

Подземные воды, используемые жителями сельской местности для хозяйственно-бытовых нужд, не всегда проходят предварительную водоподготовку, вследствие чего содержание отдельных элементов может превышать допустимые нормы. Данные превышения в свою очередь увеличивают риск для здоровья человека [2].

Водоснабжение пос. Арлюк Кемеровской области (рис.1), осуществляется водой, поступающей из трех скважин, глубиной 60-80 м. После сбора в резервуаре, без предварительной водоподготовки, подземная вода поступает непосредственно к потребителям. Население поселка составляет около 1,5 тыс. чел.

Цель работы – оценить качество подземной воды, выявить элементы превышающие предельно-допустимые концентрации, оценить эффективность использования бытового фильтра для устранения повышенных концентраций химических элементов в воде.

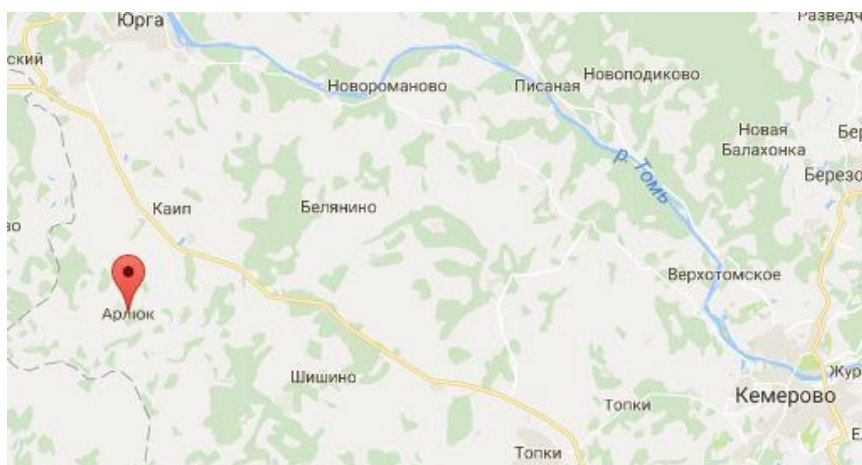


Рисунок 1. Местоположения пос. Арлюк

В ходе исследования в течение 2015-2016 гг. отбирались пробы воды: непосредственно из источника и после использования бытового фильтра. В данном случае использовался бытовой угольный фильтр, изготовитель ООО «Аквафор» [3]. В целях оценки эффективности работы фильтра были проанализированы пробы, отобранные после фильтрации подземной воды новым фильтром и через период, равный минимальному сроку службы картриджа согласно инструкции. Химический анализ проб воды проводился в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НОЦ «Вода» ИПР ТПУ (заведующий лабораторией А.А. Хвощевская) по стандартным методикам.

Для оценки качества воды применена методология оценки рисков для здоровья человека, которая позволяет оценивать опасность по реальным дозовым нагрузкам, с которыми сталкивается человек при потреблении подземной воды без предварительной водоподготовки [4].

Среднесуточная доза в течение жизни при поступлении с питьевой водой рассчитывалась по следующей формуле:

$$LADD_{вода} = \frac{[C \times V \times ED \times EF]}{[BW \times AT \times 365]} \quad (1)$$

где:  $LADD_{вода}$  – среднесуточная доза в течение жизни, мг/(кг × сут);

$C$  – концентрация вещества в питьевой воде, мг/л;

$V$  – величина водопотребления, л / день;

$ED$  – продолжительность воздействия, лет;

$EF$  – частота воздействия – 350 дней в год;

$BW$  – масса тела человека, кг;

$AT$  – период усреднения экспозиции – 30 лет;

365 – число дней в году.

Чтобы оценить риск, необходимо рассчитать среднесуточные дозы поступления химических веществ (для этого были использованы усредненные значения концентраций химических веществ в подземной воде) и сравнить их с референтными дозами (Rfd). Референтная (или пороговая) доза – это суточное воздействие химического вещества в течение всей жизни, которое устанавливается с учетом всех имеющихся современных научных данных и, вероятно, не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья чувствительных групп населения. Риск развития общетоксических эффектов оценивался по значениям коэффициента опасности (формула 2).

$$KO = \frac{LADD}{RfD} \quad (2)$$

где: RfD – референтная доза, мг/(кг × сут),

LADD – среднесуточная доза в течение жизни, мг/(кг × сут)

В таблице 1 представлены результаты химического анализа воды. По химическому составу природные воды гидрокарбонатные магниевые-кальциевые пресные, с повышенной жесткостью. Необходимо отметить, что концентрация нитратов практически в 2 раза превышает ПДК [5].

Таблица 1. Результаты химического анализа проб воды

Компонент	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	Содержание		
		мг/ дм <sup>3</sup>	мг/ дм <sup>3</sup>	мг/ дм <sup>3</sup>
		Природная вода	Фильтр	Фильтр с израсходованным ресурсом
pH, ед. pH	6,5-8,5	7,385	6,72	7,56
Перманганатная окисляемость, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	5,0-7,0	0,395	-	0,38
HCO <sub>3</sub>		416	293	402,5
CO <sub>3</sub>		Не обн.	-	Не обн.
CO <sub>2</sub>		18,99	28,2	17,75
NH <sub>4</sub>	2	0,12025	0,98	0,615
NO <sub>2</sub>	3	0,04733333		0,051
NO <sub>3</sub>	45	87,495	16	95,77
SO <sub>4</sub>	500	23,2625	25	23,285
Cl	350	35,1	36,4	36,35
PO <sub>4</sub>	3,5	<0,05	-	<0,05
Br	0,2	0,24	-	
Общая жесткость, °Ж	7	9,25	-	8,3
Ca		135	8,3	125
Mg	50	30,395	3,67	25,01
Na	200	18,08	122	40,63
K		0,55	43	0,465
Fe	0,3 (1)	<0,05	-	<0,05
Si	10	7,635	-	
Li	0,03	0,0135	0,0085	

Всероссийская молодежная научно-практическая конференция  
«ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННО РАЗВИТЫХ И РЕСУРСОДОБЫВАЮЩИХ  
РЕГИОНОВ: ПУТИ РЕШЕНИЯ»

Минерализация по сумме солей, мг/ дм <sup>3</sup>	1000	658,5	-	653
Zn	5	0,27	-	0,055
Cd	0,001	<0,0002	-	<0,0002
Pb	1	0,0007	-	0,00019
Cu	1	0,0047	-	0,0014
Mn	0,1	<0,005	-	<0,005

Использование бытового угольного фильтра, как показали результаты анализов, позволяет снизить концентрацию нитратов в воде. Но как только ресурс фильтра исчерпывается, фильтр сам становится источником загрязнения воды (табл.1).

Сравнение среднесуточного поступления элементов в течении жизни и референтной дозы для каждого элемента позволило выделить наиболее потенциально опасные элементы (табл. 2).

Таблица 2. Поступления элементов в организм человека с потребляемой подземной водой

Компонент	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	С, мг/ дм <sup>3</sup>			RfD, мг/кг	ССД(LADD), мг/(кг×сут)		
		Природная вода	Фильтр	Фильтр с из- расходованным ресурсом		Природная вода	Фильтр	Фильтр с из- расходован- ным ресур- сом
NO <sub>3</sub>	45	87,495	16	95,77	1,6	2,397	0,438	2,624
Br	0,2	0,24	-	-	1	0,007	-	-
Ca		135	8,3	125	41,4	3,699	0,227	3,425
Mg	50	30,395	3,67	25,01	11	0,833	0,101	0,685
Li	0,03	0,0135	0,0085		0,02	0,000	0,000	-

Для данных веществ рассчитан коэффициент опасности (КО), который характеризует общетоксические эффекты, он не вызывает беспокойства, когда не превышает 1. По проведенным расчетам КО больше единицы для нитратов в природной воде и в случае использования фильтра, исчерпавшего ресурс. Для остальных рассматриваемых элементов (Ca, Mg) величина коэффициента опасности не превышает единицу, тем не менее их содержание велико. Повышенное содержание нитратов увеличивает риск возникновения болезней кровеносной и сердечно-сосудистой систем; кальция – риск возникновения алкалоза, гиперкальцемии, болезней почек; магний – заболеваний ЦНС [4].

Так как данные элементы воздействуют на органы и системы в комплексе, то вероятным типом их комбинированного действия является суммация. На графике представлены суммарные коэффициенты опасности (рис. 2) [6].

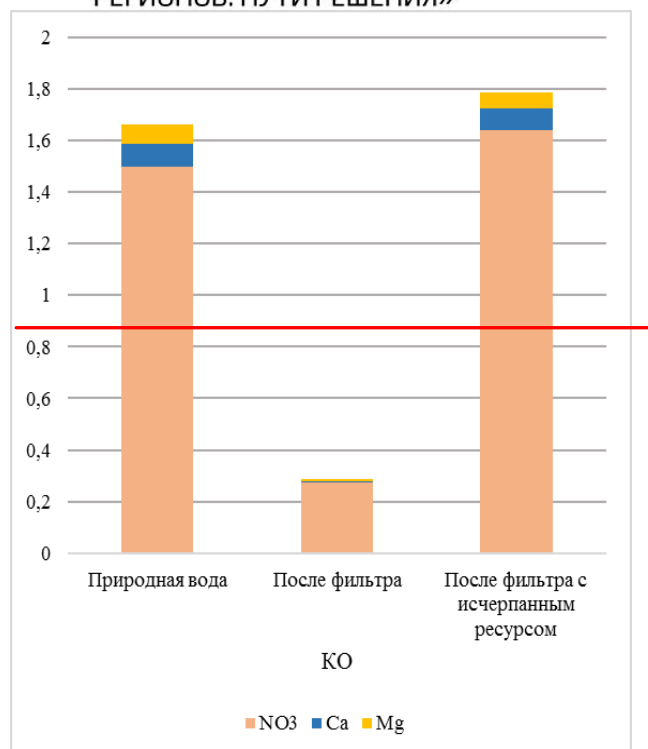


Рисунок 2. Суммарные коэффициенты опасности

Основную опасность в исследуемой воде представляют повышенные концентрации нитратов, использование бытового фильтра позволяет устранить повышенные концентрации. Однако необходимо учитывать, что бытовые фильтры имеют небольшой ресурс и при длительном использовании сам фильтр служит источником загрязнения воды.

### Литература

1. Геологическое пространство как экологический ресурс и его трансформация под влиянием техногенеза / Трофимов В.Т., Хачинская Н.Д., Цуканова Л.А., Юров Н.Н., Королев В.А., Григорьева И.Ю., Харькина М.А.; под ред Трофимова В.Т. – М.: Издательство «Академическая наука» - Геомаркетинг, 2014, 566 с.
2. E. Yankovich, N. Osipova, K. Yankovich, I. Matveenکو. Public Health Risk Conditioned by Chemical Composition of Ground Water// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2016 - Vol. 33, doi:10.1088/1755-1315/33/1/012027. - p. 1-7.
3. Сайт компании Аквафор. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aquaphor.ru/> (дата обращения: 28.09.2016).
4. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Руководство Р. 2.1.10.1920-04. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004. 273 с.
5. Санитарные правила и нормы "Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды расфасованной в емкости. Контроль качества". Сан-ПиН 2.1.4.1116-02.- М.: Информ.-изд. центр МЗ РФ, 2002.- 74 с.
6. Янкович Е. П. , Осипова Н. А. , Лыготин В. А. , Лукашевич О. Д. , Янкович К. С. Химический состав подземных вод как фактор риска для здоровья

Всероссийская молодежная научно-практическая конференция  
«ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННО РАЗВИТЫХ И РЕСУРСОДОБЫВАЮЩИХ  
РЕГИОНОВ: ПУТИ РЕШЕНИЯ»

вья населения (на примере Томского района Томской области) [Электронный  
ресурс] // Современные проблемы науки и образования. - 2014 - №. 3. - С. 1.