



УДК 556.36 (470.325)(045)

**СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ РОДНИКОВ
УРОЧИЩА «МАРШАЛКОВО» (Г. СТРОИТЕЛЬ)**

**SEASONAL CHANGES OF SOME PARAMETERS OF SPRINGS TRACT
“MARSHALKOVO” (CITY STROITEL)**

**Г.А. Орехова, Л.Л. Новых
G.A. Orehova, L.L. Novykh**

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: novykh@bsu.edu.ru

Ключевые слова: родники, дебит родника, нитратное загрязнение, ПДК (предельно допустимая концентрация), pH, кластерный анализ.

Key words: springs, the yield of spring, nitrate contamination, MPC (maximum permissible concentration), pH, cluster analysis.

Аннотация. Проведено мониторинговое изучение динамики дебита, pH и содержания нитратов в водах родников урочища «Маршалково». Выявлено, что родники являются малодобитными постоянными. Описаны закономерности сезонной динамики изучаемых показателей. Установлен зимний минимум и весенний максимум дебита родников, что является типичным для источников областей умеренного климата. Родниковые воды характеризуются нейтральной или слабощелочной реакцией. Не установлено четкой цикличности динамики концентраций нитратов в водах родников. Для одного из изученных родников актуальным является нитратное загрязнение.

Resume. The problem of studying the springs currently attracts more and more attention. The importance of protecting these objects are realized in many countries. We conducted a monitoring study of the dynamics of flow rate, pH and nitrates in springs tract "Marshakova". It is found that all the springs are erosion: they go out on the slopes or in the thalweg of the beam. It is revealed that the springs are marginal (small and insignificant) constant.

Describes the patterns of the seasonal dynamics of the studied parameters. Installed winter minimum and spring maximum flow-rate springs, which is typical for the source regions of temperate climate. Spring waters are characterized by neutral or slightly alkaline reaction, in conformity with the regulations SanPiN. More alkaline values of the reaction medium is characterized by water unequipped spring.

There is a clear cyclical dynamics of nitrate concentrations in springs. The average concentration of nitrates in waters is 16.4 mg/l, which does not extend beyond the standard SanPiN (45 mg/l), however, the fluctuations of the indicator is very significant: from 0.6 mg/l to 108.4 mg/l For spring, placed near to the private sector, the Stroitel is topical nitrate contamination.

Studied parameters show different trends of seasonal change. For debit minimum scores of different cluster "winter-autumn 2011", and maximum values – "spring-summer 2010". The change of the pH value of water indicates the degree of remoteness of the cluster "spring-summer 2011" with a maximum value of pH from the cluster with the minimum values, which includes seasons "winter 2009–fall 2010". For nitrates the cluster with the maximum content is "summer-autumn 2010", and the minimum value – "fall 2009 and winter 2011".

Введение

Проблема изучения родников в настоящее время привлекает все больше внимания. Важность охраны этих удивительных объектов осознана во многих странах. Значительное внимание родникам уделяется в Германии, Польше, Нидерландах, Скандинавских странах [Родники Беларуси, 2010]. В Канаде, имеющей огромные запасы чистых поверхностных вод, родники объявлены национальным достоянием. Как отмечают К.М. Ахмеденов с соавторами, исследованиями родников и родниковых урочищ занимаются британский ученый МакКау, американец В. Kimbalt, итальянцы М. Tomaselli, D. Spitale, A. Petraglia [Ахмеденов и др., 2013]. Значительный объем работ по изучению родников проведен в Оренбургской области Ж.Т. Сивохию [2005] в Белгородской области – А.Н. Петиным и Л.Л. Новых [2009].

Родники являются одними из часто посещаемых людьми мест, так как их водам зачастую приписывают целебные свойства. Некоторые родники располагаются на территориях ценных ландшафтных участков, имеющих природоохранное значение. В то же время питьевое значение родниковых вод требует отдельного обсуждения, так как участки их расположения и площади водосборов часто загрязнены отходами жизнедеятельности людей, что приводит к



загрязнению подземных вод. Тем не менее, у местных жителей сохраняется стойкое убеждение в их чистоте и преимуществах по сравнению с водопроводной водой. В связи с этим необходимо вести постоянный контроль качества воды родников, в том числе и сезонных изменений, чтобы иметь объективную информацию о возможной опасности.

Интерес к сезонной динамике параметров родников проявляется в разных регионах России, в частности детальное исследование проведено в г. Ижевске [Рылова и др., 2008].

Объекты и методы исследования

Мониторинговое исследование динамики дебита, pH и содержания нитратов в родниковых водах проводилось с сентября 2009 г. по август 2011 г. включительно для 4 родников урочища «Маршалково», расположенного в г. Строитель (Яковлевский район Белгородской области). Общая характеристика исследованных родников представлена в таблице 1.

Таблица 1

Общая характеристика родников

Table 1

General characteristics of springs

№ п/п	Название родника	Расположение	Элемент рельефа	Обустройство
1	–	Вблизи пересечения улиц Кривошеина и Мира	Склон балки, средняя часть	Асбестоцементная труба
2	«Проходный»	Северная часть урочища	Тальвег балки	Комплекс сооружений
3	–	Южнее СОШ № 2	Склон балки, нижняя часть	Металлическая труба
4	–	В 20 м от родника № 3	Склон балки, нижняя часть	Не оборудован

При исследовании родников измерялись: дебит – объемным способом или с помощью «поплавок», содержание нитрат-ионов и pH – потенциометрически.

Кластерный анализ проводился в программе Statistica 6.0. В качестве меры близости выбрано Евклидово расстояние с одиночной связью (метод ближайшего соседа).

Результаты и их обсуждение

Исследование сезонной динамики дебита родников показало, что они относятся к типу малодобитных классов малых и незначительных (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика дебита исследованных родников

Table 2

Characteristics of flow rate of investigated springs

Родник	Дебит родников в среднем за год, л/с	Типы (классы) родников по дебиту	Изменение дебита ¹	Типы родников по изменению дебита
1	0.05	Малодобитный (малый)	1.6	Постоянный
2	0.08	Малодобитный (малый)	1.7	Постоянный
3	0.30	Малодобитный (незначительный)	1.3	Постоянный
4	0.27	Малодобитный (незначительный)	1.8	Постоянный

Примечание: ¹ – соотношение максимального дебита к минимальному в течение года.

Все исследованные родники являются постоянными по изменению дебита в течение года, так как соотношение максимального дебита к минимальному находится в интервале от 1:1 до 1:2.

В таблице 3 представлены некоторые статистические показатели для изучаемых параметров родников. Минимальное среднее значение дебита за два года исследования было отмечено в роднике №1, а максимальное – в роднике №3. Статистическая оценка различий между средними показала достоверность указанных минимума и максимума. Самая большая пестрота данных отмечена у родника №2, где коэффициент варьирования превысил 30%.

Во всех родниках, за исключением №4, во второй год исследования наблюдалось снижение дебита.



Таблица 3

Статистические показатели параметров родников урочища «Маршалково»

Table 3

Statistical indicators of the parameters of the springs of the tract "Marshalkovo"

Родник	Дебит		pH		Нитраты	
	Х _{ср.} , м ³ /сут.	V, %	Х _{ср.}	V, %	Х _{ср.} , мг/л	V, %
1	4.3	22	7.06	2	31.2	70
2	7.3	35	7.03	1	3.5	49
3	27.2	17	7.34	1	14.9	71
4	21.3	27	7.72	3	15.9	52

На рисунке 1 представлена сезонная динамика суммарного дебита родников. Наблюдаются отличия в объемах изливаемой родниками воды, но прослеживаются общие тенденции в сезонном изменении показателя, типичные для умеренного климата: наименьшее значение дебита родников наблюдается в зимний период, наибольшее – в весенний, что связано с таянием снега и выпадением осадков.

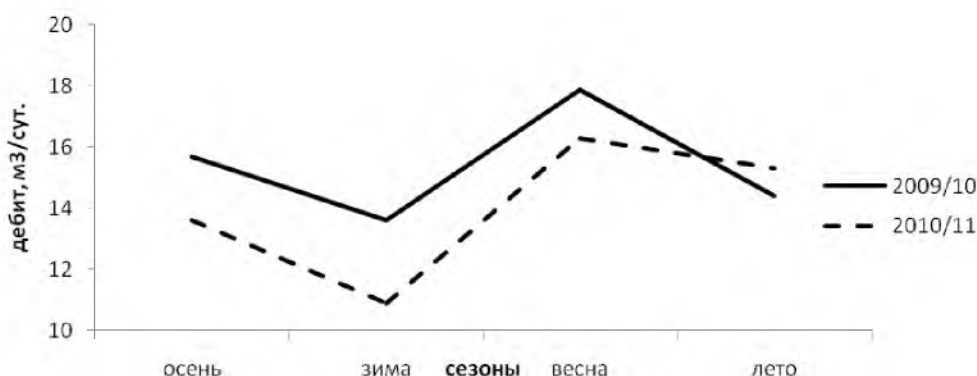


Рис. 1. Сезонные изменения суммарного дебита родников
Fig. 1. Seasonal changes in the total flow-rate of springs

Проведенные ранее исследования динамики дебита родника «Прохладный» (№2) позволяют установить некоторые тенденции изменения показателя. Дебит родника в 2000–2002 гг. составил, в среднем, 11.3 м³/сут., в 2009–2011 гг. – 7.3 м³/сут. Таким образом, можно полагать, что в течение 10 лет дебит родника уменьшился 1.5 раза. Статистическая оценка подтвердила достоверность уменьшения дебита родника.

pH вод изучаемых родников изменяется от 6.96 до 8.13, в среднем составляет 7.40. Минимальное среднегодовое значение pH отмечено у родника №2 – 7.03, а максимальное – у родника №4 – 7.72. Таким образом, воды исследованных родников относятся к нейтральным и слабощелочным, однако за пределы норматива (pH = 6–9) [СанПиН 2.1.4.1175-02, 2003] данный показатель не выходит.

Как и ожидалось, сезонная динамика pH выражена слабо (рис. 2). Это связано с логарифмическим характером самого показателя. В первый год исследования максимум pH был зарегистрирован осенью у родников №№1, 2, 3 и летом у родника №4; а минимум – весной у родников №№1, 2, летом – у №3, осенью – у №4. Во второй год максимум pH приходится на лето у родника №1 и осень у родников №№2, 3, 4; минимум – на лето у родников №№2, 4, на весну – у №3, зиму и лето – у родника №1. Аналогичные закономерности сезонного изменения pH (максимальные значения в летне-осенний период) отмечаются в публикациях для родников в верховьях р. Болховец (Белгородский район) [Прядко и др., 2012].

Оценка значимости различий значений pH родниковых вод с помощью критерия НСР показала: с вероятностью 95% можно утверждать, что в роднике №4 вода является наиболее щелочной, за ним следует родник №3. Различия же между pH вод родников №1 и №2 несущественны.

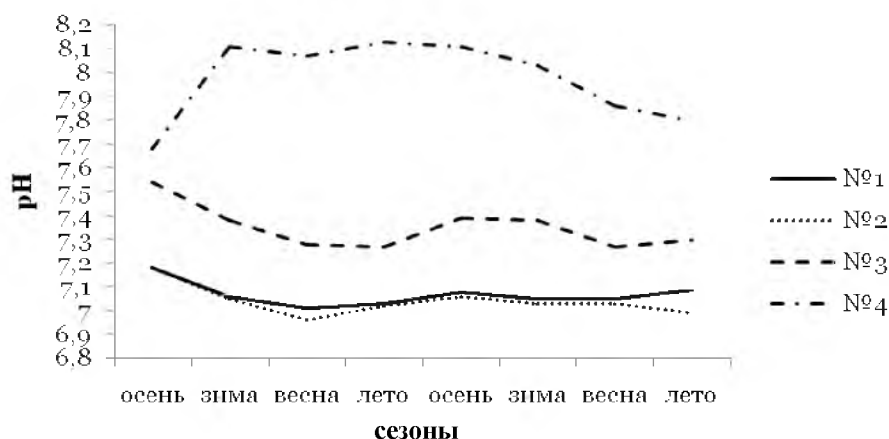


Рис. 2. Динамика pH вод родников по сезонам года
 Fig. 2. Dynamics of pH water springs throughout the seasons

Некоторые аспекты динамики нитратного загрязнения исследуемых родников рассмотрены нами в работе Г.А. Ореховой и др. [2012]. Среднее содержание нитратов в водах родников составляет 16.4 мг/л, что не выходит за пределы норматива СанПиН (45 мг/л). Колебания показателя весьма значительны: от 0.6 мг/л у родника №2 до 108.4 мг/л у родника №1. На рисунке 3 показана динамика содержания нитратов в водах отдельных родников по сезонам года.

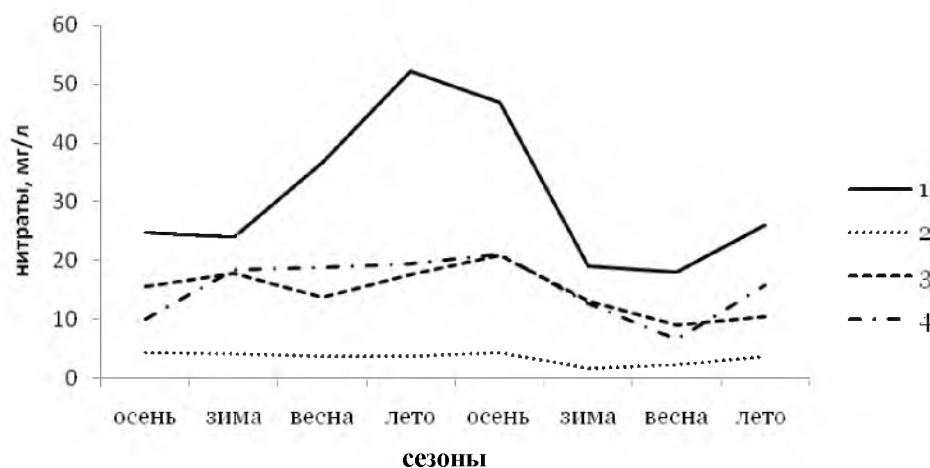


Рис. 3. Динамика содержания нитратов в водах родников по сезонам года
 Fig. 3. Dynamics of nitrate in springs throughout the seasons

Самой загрязненной оказалась вода в роднике №1, который находится в непосредственной близости от частного сектора г. Строитель. Наиболее защищен от загрязнения нитратами родник №2, который расположен ниже всех остальных по рельефу. В первый год исследования максимум содержания нитратов в родниковых водах приходился на лето в родниках №№1, 4; на зиму и лето – в роднике №3, а минимум наблюдался весной в роднике №3, зимой – в роднике №1, осенью – в роднике №4. Родник №2 мы не обсуждаем в связи с низкими концентрациями нитратов и связанной с этим слабой выраженностью динамики их концентрации в его водах. Как отмечают А.Г. Корнилов с соавторами, селитебная нагрузка способствует увеличению концентрации нитратов в поверхностных водных объектах [Корнилов и др., 2014]. Ситуация с родником №2 свидетельствует, что необходимо учитывать не только близость источника загрязнения, но и гидрогеологические и геоморфологические особенности выхода родника на поверхность.

Во второй год исследования максимум во всех родниках приходится на осень, а минимум – на весну. Согласно существующим представлениям, динамика концентраций азота в грунтовых водах характеризуется четко выраженной цикличностью [Тютюнова, 1987].



Выделяют два относительных максимума – весенний и осенний. В регионах, где породы зоны аэрации представлены хорошо сорбирующими разностями (супеси, легкие суглинки, глины), осенний максимум может нивелироваться за счет выноса десорбированных количеств, поступивших в почву в летний период. Таким образом, нами не установлено четкой цикличности динамики концентраций нитратов в водах родников, полученные данные частично отличаются от обсуждаемых в литературе, что требует дополнительных исследований.

Оценка значимости различий между средними показала, что можно утверждать наличие существенных различий по содержанию нитратов в водах родников. Достоверными являются минимум содержания нитратов в воде родника №2 и максимум – для родника №1.

Результаты проведенного кластерного анализа свидетельствуют, что проявляются разные тенденции сезонного изменения изучаемых параметров. Так для дебита минимальными показателями отличается кластер «зима–осень 2011», а максимальными значениями характеризуется кластер «весна–лето 2010». При этом 2010 год в целом характеризуется более высокими значениями дебита в сравнении с 2009 и 2011 гг. Для pH вод наиболее удалены кластеры «весна–лето 2011» с максимальным значением pH и «зима 2009–осень 2010» с минимальными значениями. Для содержания нитратов кластером с максимальным содержанием является «лето–осень 2010», а кластер с минимальными значениями включает «осень 2009 и зиму 2011». В целом 2010 год характеризуется более высокими концентрациями нитратов в сравнении с 2009 и 2011 гг.

Выводы

1. В урочище «Маршалково» встречаются эрозийные малодебитные родники, относящиеся к типу постоянных по изменению дебита.
2. Прослеживаются общие тенденции в сезонном изменении дебита родников, типичные для умеренного климата: наименьшее значение наблюдается в зимний период, наибольшее – в весенний, что связано с таянием снега и выпадением осадков.
3. Воды исследованных родников относятся к нейтральным и слабощелочным (pH от 6.96 до 8.13), что соответствует нормативу СанПиН 2.1.4.1175-02 [2003]. Достоверной является более щелочная реакция воды в необорудованном роднике.
4. Содержание нитратов в водах родников изменялось от 0.6 мг/л до 108.4 мг/л. Для родника, расположенного в непосредственной близости от частного сектора г. Строитель установлено наличие нитратного загрязнения: среднее содержание нитратов в воде равно 31.2 мг/л, однако в 15% сроков отбора концентрация нитратов превышала ПДК в 1.5 раза. На основании полученных результатов не рекомендуется использовать воду родника №1 в хозяйственно-питьевых целях.
5. Изученные параметры – дебит, pH родниковых вод, содержание в них нитратов – показывают разные тенденции сезонного изменения.

Список литературы References

1. Ахмеденов К.М., Петрищев В.П., Ахмеденова С.Г. 2013. Мировой опыт изучения родников и оценка антропогенного влияния на состояние родниковых урочищ Западного Казахстана. URL: <http://articlekz.com/node/1688> (20 ноября 2014).
- Akhmedenov K.M., Petrishchev V.P., Akhmedenova S.G. 2013. World experience learning the springs and assessment of anthropogenic impact on the status of spring tracts of Western Kazakhstan. Available at: <http://articlekz.com/node/1688> (accessed 20 November 2014). (in Russian)
2. Корнилов А.Г., Колмыков С.Н., Сыромятникова С.Н. 2014. Азотное загрязнение прудов и водохранилищ Белгородской области в зимний период. Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 27 (10): 150–157.
- Kornilov A.G., Kolmykov S.N., Syromyatnikova S.N. 2014. Nitrogen pollution of ponds and reservoirs of the Belgorod region in winter. Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 27 (10): 150–157. (in Russian)
3. Орехова Г.А., Новых Л.Л., Соловьев А.Б. 2012. Нитратное загрязнение родниковых вод Яковлевского района Белгородской области. Проблемы региональной экологии, (2): 55–57
- Orekhova G.A., Novykh L.L., Solovyov A.B. 2012. Nitrate contamination of spring waters Yakovlevsky district, Belgorod region. Problemy regional'noy ekologii [Regional environmental issues], (2): 55–57. (in Russian)
4. Петин А.Н., Новых Л.Л. 2009. Родники Белогорья. Белгород, КОНСТАНТА, 220.
- Petin A.N., Novykh L.L. 2009. Rodniki Belogor'ya [Springs of Belogorie]. Belgorod, CONSTANTA, 220. (in Russian)



5. Прядко М.П., Голушов П.В., Корнилов А.Г., Колмыков С.Н., Гордеев Л.Ю. 2012. Анализ пространственно-временных закономерностей изменчивости гидрохимических показателей р. Болховец (притока р. Северский Донец). Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 21 (21): 160–167.
- Prjadko M.P., Goleusov P.V., Kornilov A.G., Kolmykov S.N., Gordeev L.Ju. 2012. Analysis of the spatiotemporal regularities of variability of hydrochemical indicators Balkovec R. (tributary of the Seversky Donets). Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 21 (21): 160–167. (in Russian)
6. Родники Беларуси. Перепись. 2010. Электронный ресурс. URL: <http://belskarb.com/forum> (01 декабря 2014).
- Rodniki Belarusi [Springs of Belarus]. Available at: <http://belskarb.com/forum> (accessed 01 December 2014). (in Russian)
7. Рылова Н.Г., Кузнецов М.Ф., Плавинская В.В. 2008. Сезонные изменения параметров воды родников бассейна реки Подборенки. Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле, (1): 73–84.
- Rylova N.G., Kuznetsov M.F., Plavinskaya V.V. 2008. Seasonal changes of water parameters of springs basin of Podborenky. Vestnik Udmurtskogo universiteta. Biologiya. Nauki o Zemle [Bulletin of Udmurt University. Biology. Earthscience], (1): 73–84. (in Russian)
8. СанПиН 2.1.4.1175-02. 2003. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. М., 35.
- SanPiN 2.1.4.1175-02. 2003. Hygienic requirements for water quality of centralized water supply. Sanitary protection of sources. Moscow, 35. (in Russian)
9. Сивохин Ж.Т. 2005. Родниковые ландшафты. В кн.: Геоэкологические проблемы степного региона. Екатеринбург, УрО РАН: 97–116.
- Sivokhip Zh.T. 2005. Spring landscapes. In: Geoekologicheskie problemy stepnogo regiona [Geoecological problems of the steppe region]. Ekaterinburg, Ural branch of the Russian Academy of Sciences: 97–116. (in Russian).
10. Тютюнова Ф.И. 1987. Гидрогеология техногенеза. М., Наука, 335.
- Tutyunova F.I. 1987. Gidrogeologiya tekhnogeneza [Hydrogeology of technogenesis]. Moscow, Nauka, 335. (in Russian)
11. Прядко М.П., Голушов П.В., Корнилов А.Г., Колмыков С.Н., Гордеев Л.Ю. 2012. Анализ пространственно-временных закономерностей изменчивости гидрохимических показателей р. Болховец (притока р. Северский Донец). Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 21 (21): 160–167.
- Prjadko M.P., Goleusov P.V., Kornilov A.G., Kolmykov S.N., Gordeev L.Ju. 2012. Analysis of the spatiotemporal regularities of variability of hydrochemical indicators Balkovec R. (tributary of the Seversky Donets). Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 21 (21): 160–167. (in Russian)