ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

УДК 556.36(470.345)

DOI: 10.18384/2712-7621-2020-3-8-26

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РОДНИКОВЫХ ВОД ЛЕСОСТЕПНЫХ И ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

*Гришуткин О. Г.¹, Котькин А. И.², Соколова И. С.², Ямбушев А. Р.², Козлова Е. В.²,
Артемова Е. Н.², Горохова В. В.³*

¹ *Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина РАН
152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок, 109, Российская Федерация*

² *Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева
430007, г. Саранск, ул. Студенческая, 11а, Российская Федерация*

³ *Дворец творчества детей и молодёжи
663302, Красноярский край, г. Норильск, ул. Комсомольская, 12, Российская
Федерация*

Аннотация.

Цель. Выявить отличия в свойствах вод родников в лесостепных ландшафтах на вторичной моренной равнине и смешанных и широколиственных лесов на водно-ледниковых равнинах.

Процедура и методы исследования. Проведены полевые исследования родников и лабораторного химического анализа проб их воды в 2018–2019 гг. Непосредственно на родниках измерялся дебит и водородный показатель портативным прибором. В лаборатории методом титрования измерялись общая жёсткость и ионы кальция. С помощью прибора «Эконикс-Эксперт-001» определялось содержание ионов NO_3^- , NH_4^+ , Cu^{2+} , Cl^- .

© СС ВУ Гришуткин О. Г., Котькин А. И., Соколова И. С., Ямбушев А. Р., Козлова Е. В., Артемова Е. Н., Горохова В. В., 2020.

Результаты. В ходе работ получены сведения по 13 родникам лесостепных ландшафтов (окрестности г. Саранск и г. Рузаевка) и 8 источникам ландшафтов смешанных и широколиственных лесов (национальный парк «Смольный»). При сравнении полученных данных выявлены значительные отличия физико-химических свойств родников разных ландшафтов. Вода источников в пределах лесостепных ландшафтов характеризуется более высокими значениями жесткости, водородного показателя, большим дебитом и содержанием микроэлементов, в сравнении с родниками лесных ландшафтов. Каптаж и прилегающая территория большинства исследованных источников находятся в хорошем состоянии, а вода по измеренным показателям соответствует нормам ПДК. При этом родники лесостепных ландшафтов чаще используются местным населением и испытывают более сильное антропогенное воздействие, как от непосредственного влияния посетителей, так и в результате загрязнения грунтовых вод землепользователями.

Теоретическая/практическая значимость. Обобщён новый материал по исследуемой теме. Результаты исследования могут применяться для разработки мероприятий, направленных на охрану качества подземных вод и использоваться при актуализации оценки водно-ресурсного потенциала Республики Мордовия.

Ключевые слова: родник, физико-химические свойства вод, микроэлементы, дебит, ландшафт

Благодарности. Работа Гришуткина О. Г. выполнена в рамках государственного задания (тема № АААА-А18-118012690095-4).

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SPRING WATERS OF FOREST-STEPPE AND FOREST LANDSCAPES IN THE REPUBLIC OF MORDOVIA

O. Grishutkin¹, A. Kotkin², I. Sokolova², A. Yambushev², E. Kozlova², E. Artemova², V. Gorokhova²

¹ Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences
109 Borok, 152742 Nekouzskii raion, Yaroslavl Region, Russian Federation

² Mordovian State Pedagogical Institute named after M. E. Evseyev
11a Studencheskaya ul., 430007 Saransk, Russian Federation

³ Palace of Creativity for Children and Youth
12 Komsomolskaya ul., 663302 Norilsk, Krasnoyarskii krai, Russian Federation

Abstract.

Aim. The paper identifies the differences in the properties of spring water in forest-steppe landscapes on the secondary moraine plain and mixed and broad-leaved forests on water-glacial plains.

Methodology. The data were obtained as a result of field studies and laboratory-chemical analysis of water samples in 2018–2019. Directly at the springs, flow rate and pH were measured with a portable device. In laboratories, the total hardness and calcium ions were determined by titration. Using the Econix-Expert-001 device, we determined the substance content of NO_3^- , NH_4^+ , Cu^{2+} , Cl^- .

Results. Information was obtained about 13 springs of forest-steppe landscapes (environs of Saransk and Ruzaevka) and 8 springs of landscapes of mixed and broad-leaved forests (National Park 'Smolny'). When comparing the obtained data, significant differences in the physicochemical properties of springs in different landscapes were revealed. The rigidity, hydrogen index, trace element content and flow rate of the water from the springs of forest-steppe landscapes are greater than those from the springs of landscapes of mixed and broad-leaved forests. This is primarily due to the differences in the geological structure of the territories. Captation and the adjacent territory of most of the investigated springs are in good condition, and the water, according to the measured parameters, corresponds to the MPC standards. At the same time, the springs of forest-steppe landscapes are more often used by the local population and experience a stronger anthropogenic impact, both from the direct influence of visitors and as a result of groundwater pollution by land users.

Research implications. The results of the study can be used to develop measures aimed at protecting the quality of groundwater and in updating the assessment of the water-resource potential of the Republic of Mordovia.

Keywords: spring, physical and chemical properties of water, trace elements, flow rate, landscape.

Acknowledgements. The research of O. G. Grishutkin was performed within the framework of the State Assignment (Theme No. AAAA-A18-118012690095-4).

Введение

Родники являются природными объектами, которые население активно использует для хозяйственных нужд. Особенно часто это происходит при низком качестве водопроводной воды. В г. Саранск и в сельских населённых пунктах Мордовии жители являются постоянными посетителями источников, иногда они полностью обеспечивают себя водами родников для питья, т.к. водопроводная вода во многих поселениях не соответствует нормам качества питьевых вод [7].

Работы по выявлению гидрогеологических и ландшафтных особенностей распространения родников проводятся во многих регионах мира [24; 25; 26; 27; 28]. В европейской части России подобные работы проведены в Белгородской области [14], Оренбургской области [15], Ростовской области [10], г. Ижевске [21]. Чаще же

встречаются публикации по экологическому состоянию родников регионов [1; 6; 9; 11; 16; 20].

Родники в Республике Мордовия остаются слабоизученными. Общая характеристика подземных вод приводится в монографии А. А. Ямашкина и др. [23]. В фондовых материалах можно обнаружить результаты химического анализа вод родников Роспотребнадзором. Часть данных опубликована в научно-популярной книге «Родники Мордовии» [19]. Ряд работ опубликованы по родникам окрестностей Саранска и Рузаевки [4], Мордовского заповедника [3], национального парка «Смольный» [2].

Цель нашей работы – выявить отличия в свойствах вод родников в лесостепных ландшафтах на вторичной моренной равнине и смешанных и широколиственных лесах на водно-ледниковых равнинах.

Территория и методы исследований

Республика Мордовия располагается в центральной части Русской равнины, преимущественно в зоне лесостепи. Основную часть Республики Мордовия занимают ледниковые формы рельефа, которые образуют ландшафты смешанных и широколиственных лесов водно-ледниковых равнин (далее – ЛСШЛ) и лесостепные ландшафты вторичных моренных рав-

нин (ЛЛ). В общепринятой трактовке существующие отложения относятся к Донскому языку Днепровского оледенения [17; 18]. Водно-ледниковые равнины сформированы песчаными и песчано-глинистыми отложениями, которые обладают довольно слабой степенью эрозионного расчленения. К ним, как правило, примыкают террасы крупных и средних рек со схожими характеристиками. Мощность четвертичных отложений в левобережье

Рис. 1. / Fig. 1. Схема расположения родников: А: 1 – с. Архангельское Голицыно, 2 – с. Атемар, 3 – с. Блохино, 4 – Богоявленский, 5 – Висловский, 6 – п. Луховка, 7 – с. Лямбирь, 8 – с. Перхляй, 9 – с. Полянки, 10 – с. Пушкино, 11 – г. Рузаевка, 12 – с. Татарская Пишля, 13 – с. Татарская Свербейка; В: 1 – п. Лесничество Баракхановское, 2 – Журавлев, 3 – Кузнал, 4 – Лесной, 5 – Никоноров, 6 – п. Обрезки, 7 – Озеро Дубовое, 8 – д. Васильевка / Scheme of location of the springs: А: 1 – Arkhangelskoe Golitsyno, 2 – Atemar, 3 – Blokhino, 4 – Bogoyavlenskiy, 5 – Vislovskiy, 6 – Lukhovka, 7 – Lyambir, 8 – Perkhlyai, 9 – Polyanki, 10 – Pushkino, 11 – Ruzayevka, 12 – Tatarskaya Pishlya, 13 – Tatarskaya Sverbeika; В: 1 – Lesnichestvo Barakhmanovskoe, 2 – Zhuravlev, 3 – Kuznal, 4 – Lesnoi, 5 – Nikonorov, 6 – Obrezki, 7 – Ozero Dubovoe, 8 – Vasil'evka

Источник: данные авторов

Алатыря не превышает 10–15 м. Они подстилаются юрскими и нижнемеловыми отложениями, которые в основном представлены песками и глинами. Водно-ледниковые равнины и террасы заняты преимущественно лесами с преобладанием сосны (*Pinus sylvestris* L.) и берёзы (*Betula pendula* Roth) [22].

Вторичные моренные равнины образованы глинистыми отложениями, имеют большие уклоны местности и хорошо развитую гидрологическую сеть с глубокими долинами малых рек. Мощность четвертичных отложений невелика и составляет 5–7 м. В районе г. Саранск и г. Рузаевка подстилаются в основном нижнемеловыми и верхнеюрскими отложениями (песок, глина), а в восточной части – верхнемеловыми породами (мел, мергели, пески). Данные ландшафты до активной хозяйственной деятельности были типично лесостепными с чередованием лесных участков из дуба и липы и ковыльных и разнотравных степей. В настоящее время основную часть данных ландшафтов занимают сельскохозяйственные угодья и небольшие лесные участки широколиственных и мелколиственных пород [22].

Нами было исследовано 13 родников в окрестностях г. Саранск и г. Рузаевка (ЛЛ) и 8 родников в национальном парке «Смольный» (ЛСШЛ) (рис. 1). Пробы воды на химический анализ брались весной и осенью 2018 и 2019 гг. Непосредственно на родниках измерялся водородный показатель pH (портативным прибором Millwaukee pH600) и дебит (методом вычерпывания либо наполнения сосуда). В лаборатории методом титрования измерялись общая жёсткость, ионы кальция согласно методике [5, с. 38–41]. С помощью при-

бора «Эконикс-Эксперт-001» определялось содержание ионов NO_3^- , NH_4^+ , Cu^{2+} , Cl^- .

Результаты

В результате проведённых исследований были получены данные, которые приводятся ниже.

В табл. 1 содержатся сведения о геоморфологическом положении, наличии природных или хозяйственных объектов в водосборе, каптаже родников лесостепных ландшафтов.

Наибольшая часть родников расположена в нижних частях склонов к долинам малых рек. Как правило, высота склонов не превышает 10 м. Несколько источников располагается в средних частях склонов. Родник в с. Татарская Пишля располагается в нижней трети высокого продолжительного склона к р. Инсар (наиболее крупная река исследованного лесостепного участка).

Характер водосбора родников разнообразен. Из хозяйственных объектов в границах водосбора чаще всего располагаются сельскохозяйственные угодья, дачные участки, жилая застройка, автодороги. Из природных объектов иногда отмечаются лесные участки. Степных и луговых естественных ландшафтов в водосборах родников не отмечено, т.к. окрестности г. Саранск и г. Рузаевка характеризуются высокой хозяйственной освоенностью.

Каптаж родников чаще всего выполнен в виде закрытых бетонных резервуаров, из которых избытки воды вытекают по трубам (металлическим, асбестовым, пластмассовым) в купели и к оборудованным местам забора воды (фото 2). В 2011–2015 гг. боль-

Таблица 1/ Table 1

Общая характеристика родников лесостепных ландшафтов / General characteristics of springs in forest-steppe landscapes

Название родника	Геоморфологическое положение, высота склона	Характеристика водосбора	Каптаж
с. Атемар	Нижняя часть склона, 6 м	Малоэтажные частные дома	Закрытый резервуар с асбестовой трубой
с. Блохино	Нижняя часть пологого склона, 5 м	Сельхозугодья, автодорога	Закрытый резервуар с пластмассовой трубой
Богоявленский	Нижняя часть склона, 10 м	Дачные участки	Несколько закрытых резервуаров с пластмасс. трубами
Висловский	Нижняя часть склона, 15 м	Лес, сельхозугодья	Закрытый резервуар с асбестовой трубой
п. Луховка	Долина малой реки со слабым уклоном	Малоэтажные частные дома	Закрытый резервуар с пластмассовой трубой
с. Лямбиль	Долина малой реки с глубиной балки 7 м	Сельхозугодья, автодорога	Закрытый резервуар с металлической трубой
с. Пушкино	Нижняя часть склона, 7 м	Дачные участки, сельхозугодья	Закрытый резервуар с металлической трубой
с. Татарская Свербейка	Середина склона, 10 м	Сельхозугодья, автодорога	Открытый бетонный колодец
с. Архангельское Голицыно	Нижняя часть склона, 10 м	Сельхозугодья, автодорога	Закрытый резервуар с металлической трубой
с. Перхляй	Средняя часть склона, 20 м	Лес, дачные участки, автодорога	Закрытый резервуар с асбестовой трубой
с. Полянки	Нижняя часть склона, 5 м	Малоэтажные частные дома, сельхозугодья	Закрытый резервуар с металлической трубой
г. Рузаевка	Нижняя часть склона, 10 м	Лес, городская больница	Закрытый резервуар с металлической трубой
с. Татарская Пишла	Нижняя треть склона, 100 м	Малоэтажные частные дома	Закрытый резервуар с металлической трубой

Источник: данные авторов

шинство исследованных родников реконструировались по муниципальной целевой программе, и их территории и каптаж находятся в хорошем состоянии.

В таблице 2 приведены сведения о геоморфологическом положении, на-

личии природных или хозяйственных объектов в водосборе, каптаже родников ландшафтов смешанных и широколиственных лесов (национальный парк «Смольный»).

Родники национального парка «Смольный» в южной части распо-

Таблица 2 / Table 2

Общая характеристика родников ландшафтов смешанных и широколиственных лесов / General characteristics of spring landscapes of mixed and broad-leaved forests

Название родника	Геоморфологическое положение, высота склона	Характеристика водосбора	Каптаж
Журавлев	Нижняя часть притеррасного склона, 4 м	Лес	Открытый деревянный колодец
Кузнал	Нижняя часть склона балки ручья, 5 м	Лес	Открытый деревянный колодец
Лесной	Долина малой реки, 1 м	Лес	Открытый деревянный колодец
Никоноров	Нижняя часть склона, 12 м	Лес	Отсутствует
п. Обрезки	Нижняя часть склона, 1 м	Нежилой посёлок, лес	Открытый деревянный колодец
д. Васильевка	Пологий притеррасный склон, 1 м	Лес	Открытый деревянный колодец
оз. Дубовое	Средняя часть притеррасного склона, 10 м	Лес	Открытый резервуар из луба дуба
п. Лесн. Барахмановское	Нижняя часть притеррасного склона, 15 м	Лес	Открытый металлический резервуар

Источник: данные авторов

Фото 2. / Photo. 2. Слева – родник Висловский (лесостепные ландшафты). Осень 2018 г.

Справа – родник Кузнал (лесные ландшафты). Осень 2019 г. / Left, spring Vislovskiy (forest-steppe landscapes). Autumn 2018. Right, spring Kuznal (forest landscapes). Autumn 2019

Источник: фото авторов

ложены на притеррасном склоне к р. Алатырь, в центральной и северной частях – в долинах малых рек. Высота склонов, как правило, невысока и ред-

ко превышает 10 м. В водосборах располагаются преимущественно лесные ландшафты, хозяйственных объектов практически нет.

Таблица 3 / Table 3

**Результаты измерения родниковых вод лесостепных ландшафтов окрестностей
г. Саранск / Results of measurements of spring waters in forest-steppe landscapes
surrounding Saransk**

Название родника	Год	Общ. жест., мг-экв/л	Ca ²⁺ , мг/л	pH	NO ₃ ⁻ , мг/л	Cu ²⁺ , мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	Cl ⁻ , мг/л	Дебит, л/с
ПДК		10		6,5–8,5	45	1,0	2,0	350	
с. Атемар	2018в ¹	11,6²	8,0	8,3	9,88	0	0,14	0,66	1,12
	2018о ¹	10,0	6,0	7,4	11,52	0	0,04	3,57	1,10
	2019в	14,2	5,9	7,9	7,05	0	0,04	1,24	1,19
	2019о	7,7	5,8	7,5	5,92	0	0,04	1,57	1,30
с. Блохино	2018в	10,4	9,2	7,8	2,76	0	0,03	0,70	0,73
	2018о	9,6	5,7	7,6	12,31	0	0,01	5,39	0,31
	2019в	14,4	6,3	7,8	6,02	0	0,01	4,25	0,20
	2019о	8,1	5,3	7,1	6,37	0	0,01	1,50	0,21
Богоявленский	2018в	10,8	8,8	7,8	3,66	0	0,04	0,22	0,04
	2018о	8,0	7,1	7,6	14,77	0	0,01	1,57	0,02
	2019в	8,2	7,1	7,3	9,59	0,03	0,02	1,67	0,02
	2019о	8,8	7,1	7,1	7,80	0,02	0,02	0,76	0,01
Висловский	2018в	7,6	5,6	8,1	1,37	0	0,03	0,01	1,05
	2018о	7,2	4,8	7,2	3,34	0	6,17	0,06	0,67
	2019в	8,2	6,3	7,7	2,12	0,10	0,02	0,05	0,70
	2019о	5,7	4,6	7,3	1,24	0	0,02	0,02	0,51
п. Луховка	2018в	13,6	9,6	8,1	3,31	0	0,03	0,42	0,98
	2018о	12,0	7,1	7,7	14,57	0	0,01	3,96	0,73
	2019в	16,1	7,9	8,8	9,84	0,01	0,01	4,82	0,45
	2019о	11,3	6,6	7,7	9,63	0	0,01	2,12	0,22
с. Лямбиль	2018в	4,4	2,4	8,2	0,03	0	0,01	0,02	0,07
	2018о	6,0	3,2	8,0	6,10	0	0,01	0,07	0,06
	2019в	3,6	2,9	7,5	5,31	0,03	0,02	0,23	0,08
	2019о	3,4	2,9	7,9	4,99	0,01	0,01	0,05	0,10
с. Пушкино	2018в	9,2	8,0	8,0	3,87	0	0,02	0,02	0,05
	2018о	8,0	6,8	8,0	16,76	0	0,01	0,21	0,03
	2019в	7,5	6,5	7,8	10,55	0	0,01	0,27	0,03
	2019о	8,2	8,1	8,2	9,54	0	0,01	0,09	0,03
с. Татарская Свербейка	2018в	6,4	5,2	8,0	0,19	0	0,04	0,69	–
	2018о	10,4	4,0	7,6	0,67	0	0,03	6,21	–
	2019в	7,8	2,1	7,2	0,31	0,01	0,01	4,99	–
	2019о	6,9	2,8	7,4	0,26	0,01	0,01	1,82	–

¹ в – весна, о – осень.

² Полу жирным шрифтом выделены превышения ПДК.

Источник: данные авторов

Таблица 4 / Table 4

Результаты измерения родниковых вод лесостепных ландшафтов г. Рузаевка и его окрестностей / Results of measurements of spring waters in forest-steppe landscapes of Ruzaevka and its surroundings

Название родника	Год	Общ. жест., мг-экв/л	Ca ²⁺ , мг/л	pH	NO ₃ ⁻ , мг/л	Cu ²⁺ , мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	Cl ⁻ , мг/л	Дебит, л/с
ПДК		10		6,5–8,5	45	1,0	2,0	350	
с. Архангельское Голицыно	2018в ¹	12,4²	10,4	8,3	37,45	0	0,06	0,44	0,20
	2018о ¹	12,8	8,5	8,1	131,65	0	0,01	3,49	0,14
	2019в	7,8	5,9	7,8	90,44	0	0,02	7,58	0,16
	2019о	11,4	10,2	7,7	70,26	0	0,02	2,55	0,14
с. Перхляй	2018в	7,2	5,2	8,1	0,07	0	0,03	1,07	0,37
	2018о	10,4	2,8	7,8	1,78	0	6,11	7,65	0,20
	2019в	7,8	2,1	7,7	1,47	0	0,02	20,12	0,25
	2019о	4,5	3,6	7,4	1,67	0	0,02	6,03	0,17
с. Полянки	2018в	7,6	5,6	8,2	2,13	0	0,03	0,10	0,64
	2018о	9,2	4,5	8,1	6,09	0	0,01	0,79	0,46
	2019в	7,4	5,5	7,7	3,36	0	0,01	0,70	0,61
	2019о	9,3	4,8	8,1	3,34	0	0,01	0,23	0,44
г. Рузаевка	2018в	4,4	3,2	8,1	2,82	0	0,05	0,24	0,21
	2018о	6,8	2,4	7,7	10,47	0	0,01	1,01	0,14
	2019в	6,2	2,1	7,0	5,55	0,01	0,01	0,98	0,19
	2019о	3,3	2,5	7,4	5,67	0,01	0,01	0,35	0,17
с. Татарская Пишля	2018в	7,6	7,2	7,9	11,89	0	0,06	1,26	0,17
	2018о	6,8	6,7	7,4	41,63	0	0,02	6,71	0,13
	2019в	12,0	3,7	7,3	30,43	0	0,01	13,82	0,16
	2019о	9,6	6,5	7,4	26,60	0	0,02	5,18	0,15

¹ в – весна, о – осень.

² Полу жирным шрифтом выделены превышения ПДК.

Источник: данные авторов

Каптаж родников выполнен в виде деревянных колодцев, вода из которых вытекает через сделанные отверстия в срубах (фото 2). Сток воды через них, как правило, невелик. Летом преобладает подземный сток. На родниках Журавлев, Кузнал, Лесной, в п. Обрезки каптаж менялся в 2014–2019 гг.

В табл. 3–5 приведены физико-химические свойства воды исследованных родников.

Обсуждение результатов

Родники рассмотренных ландшафтов в значительной мере отличаются друг от друга. Это проявляется уже в их расположении, внешнем виде и каптаже. В ЛЛ, как правило, родники располагаются на довольно крутых склонах, обладают высоким дебитом, каптаж выполнен в виде закрытых резервуаров, из которых выходят трубы для стока излишней воды. В

Таблица 5 / Table 5

Результаты измерения вод родников ландшафтов смешанных и широколиственных лесов (национальный парк «Смольный») / Results of spring water measurement in mixed and broad-leaved forest landscapes (National Park 'Smolmy')

Название родника	Год	Общ. жест., мг-экв/л	Ca ²⁺ , мг/л	pH	NO ₃ ⁻ , мг/л	Cu ²⁺ , мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	Cl ⁻ , мг/л	Дебит, л/с
ПДК		10		6,5–8,5	45	1,0	2,0	350	
п. Лесн. Барахмановское	2018о ¹	1,0	0,5	5,9 ²	0,22	0	0,01	0,01	0,07
	2019в ¹	0,9	0,7	7,3	0,38	0	0,02	0,02	0,05
	2019о	0,4	0,4	6,7	0,08	0	0,01	0,01	0,06
Журавлев	2018в	2,0	0,4	6,8	0,36	0,01	0,02	0	0,20
	2018о	2,1	0,4	6,8	1,03	0	0,01	0,05	0,11
	2019в	2,1	0,4	6,7	0,75	0	0,03	0,08	0,06
	2019о	0,4	0,4	6,7	0,52	0	0,01	0,02	0,04
Кузнал	2018в	1,2	0,4	6,5	0,17	0	0,09	0	0,08
	2018о	1,2	0,5	5,9	1,02	0	0	0,01	0,07
	2019в	2,4	1,1	6,9	0,65	0	0,02	0,01	0,07
	2019о	0,4	0,4	6,7	0,36	0	0	0	0,05
Лесной	2018в	2,8	2,4	6,8	0,40	0,01	0,03	0,05	0,21
	2018о	1,6	0,8	6,8	0,85	0	0,01	0,27	0,09
	2019в	2,7	2,1	7,3	1,00	0	0,03	0,63	0,13
	2019о	1,6	1,2	7,1	0,14	0	0,01	0,10	0,13
Никоноров	2018в	2,4	1,6	6,7	0,08	0,03	0,06	0,01	-
	2018о	2,4	1,3	6,6	0,34	0	0,03	0,01	-
	2019в	2,3	1,5	6,7	0,27	0	0,10	0,54	-
	2019о	1,6	1,6	6,7	0,09	0	0,02	0,01	-
п. Обрезки	2018в	1,2	1,2	6,7	0,38	0	0,10	0	0,02
	2018о	3,4	1,1	5,8	0,38	0	0,02	0,01	0,01
	2019в	0,9	0,8	6,9	0,90	0	0,04	0,01	0,02
	2019о	0,4	0,24	6,5	0,08	0	0,02	0	0,01
оз. Дубовое	2018о	2,0	0,7	6,2	0,73	0	0	0,02	0,01
	2019в	1,73	1,3	6,9	0,122	0	0,055	0,02	0,003
д. Васильевка	2018в	0,8	0	6,5	0,08	0,01	0,08	0,01	0,13
	2018о	2,1	0,4	5,8	1,17	0	0,01	0,01	0,10
	2019в	2,3	1,1	6,9	0,10	0	0,04	0,01	0,12
	2019о	0,4	0,4	6,8	0,51	0	0,01	0	0,13

¹ в – весна, о – осень.

² полужирным шрифтом выделены превышения ПДК

Источник: данные авторов

ЛСШЛ родники обычно располагаются на более пологих склонах, обладают невысоким дебитом, каптаж выполнен в виде открытых деревянных резервуаров.

В литературе [19] найдены сведения о химическом составе воды по следующим родникам: ЛЛ: родник в с. Лямбиль, в г. Рузаевка, в с. Татарская Пишля, в п. Луховка, в с. Архангельское Голицыно,

Рис. 3. / Fig. 3. Средние данные свойств родников по общей жёсткости, содержанию кальция и pH лесостепных ландшафтов (ЛЛ) и ландшафтов смешанных и широколиственных лесов (ЛСШЛ)/Average data of spring properties for total hardness, calcium content, and pH of forest-steppe landscapes (ЛЛ) and mixed and broad-leaved forest landscapes (ЛСШЛ)

Источник: данные авторов

в с. Пушкино, Богоявленском; ЛСШЛ: Лесной, Кузнал, Никоноров. Ниже приводится сравнение родников разных ландшафтов между собой и с литературными данными.

Общая жёсткость. На родниках ЛЛ данный показатель значительно выше, чем на родниках ЛСШЛ. Эта разница объясняется составом пород, через которые просачиваются грунтовые воды. ЛЛ зачастую сформированы на карбонатных породах, покрытых сверху моренными глинами разной мощности. Подобные породы хорошо взаимодействуют с водой, добавляя в неё минеральные частицы. Наибольшие значения отмечены на родниках в п. Луховка, с. Архангельское Голицыно (постоянное превышение ПДК), с. Атемар, с. Блохино, с. Татарская Свербейка, с. Татарская Пишля, с. Перхляй (нерегулярное превышение ПДК). Наименьшие значения отмечены на родниках в с. Лямбиров и г. Рузаевка.

ЛСШЛ подстилаются мощными песчаными флювиогляциальными и древнеаллювиальными отложениями, которые, как правило, определяют низкий уровень общей жёсткости и минерализации [11, с. 148–153]. В Республике Мордовия значения общей жёсткости для родников данных ландшафтов также находятся на постоянно низком уровне. Наибольшие значения отмечены для родников Никоноров и Лесной, но даже на них общая жёсткость ниже, чем на родниках в с. Лямбиров и г. Рузаевка, которые характеризуются наименьшими значениями данного показателя среди родников ЛЛ.

Средние значения общей жёсткости вод родников ЛЛ близки к пороговым ПДК, воды источников ЛСШЛ в 2–7 раза ниже первых (рис. 3). При сравнении с литературными данными отличия минимальные, однако для ряда родников приводятся более вы-

Рис. 4. / Fig. 4. Средние данные свойств родников по содержанию нитратов, хлорид ионов и дебита лесостепных ландшафтов (ЛЛ) и ландшафтов смешанных и широколиственных лесов (ЛСШЛ) / Average data of spring properties on the content of nitrates, chloride ions and flow rate of forest-steppe landscapes (ЛЛ) and landscapes of mixed and broad-leaved forests (ЛСШЛ)

Источник: данные авторов

сокие значения (Кузнал – 6 мг-экв./л, с. Архангельское Голицыно – 25 мг-экв./л) [19].

Ионы кальция. Имеют среди рассмотренных родников схожую закономерность, что и общая жёсткость. Причём если родники ЛЛ имеют довольно стабильные показатели, то на источниках ЛСШЛ имелись значительные различия в разные сезоны (рис. 3). Минимальные и максимальные значения по ионам кальция на родниках в целом совпадают с показателями общей жёсткости.

Водородный показатель (рН). Вода родников ЛЛ по водородному показателю имеет отклонения в щелочную сторону, ЛСШЛ в кислую (рис. 3). Причём как те, так и другие могут незначительно выходить за нормы ПДК, что, скорее всего, полностью зависит от состава пород и количества осадков. Подобные же закономерности в различных ландшафтах наблюдаются

и в других регионах [9, с. 115; 11, с. 148–151]. Наибольшие значения рН отмечены на родниках ЛЛ: п. Луховка (разовое превышение ПДК весной 2019 г.), с. Архангельское Голицыно, с. Полянки, с. Лямбиров, с. Пушкино, с. Атемар (значения в рамках ПДК, но близки к пороговым). Наименьшие показатели рН отмечены на источниках ЛСШЛ: п. Лесничество Барахмановское, Кузнал, п. Обрезки, оз. Дубовое (разовые несоответствия нормам по нижней границе ПДК).

Нитраты. Относятся к умеренно опасным веществам, однако при попадании в организм человека они преобразуются в нитриты, которые являются высокоопасными веществами. Содержание нитратов в водах родников встречается особенно часто при соседстве источников с сельхозугодьями и другими хозяйственными объектами [12, с. 248; 13, с. 56]. Несмотря на то, что большинство исследованных род-

ников в ЛЛ так или иначе соседствуют с сельхозугодьями, регулярное превышение ПДК отмечено лишь на одном из них – в с. Архангельское Голицыно. На роднике в с. Татарская Пишля значения были тоже довольно высоки, но не превышали ПДК. Повышенные значения нитратов на исследованных родниках, на наш взгляд, всецело зависит от внесения удобрений на полях. Это подтверждает тот факт, что в водосборах всех родников с высокими значениями нитратов располагаются обрабатываемые сельскохозяйственные угодья, и, наоборот, там, где их нет, содержание нитратов минимально. При сравнении родников двух типов ландшафта хорошо заметны их различия: на источниках ЛЛ содержание нитратов хотя как правило и ниже ПДК, тем не менее довольно высоко, в то время как на родниках ЛСШЛ нитраты в воде практически отсутствуют (рис. 4). В литературных данных содержание нитратов по родникам не превышает ПДК, однако на некоторых довольно высоко – в с. Татарская Пишля 34,2 мг/л, с. Архангельское Голицыно 36 мг/л [19]. Нами для этих родников также отмечались высокие значения (для второго родника – превышающие ПДК), что может говорить о весьма длительном загрязнении этих родников нитратами.

Содержание хлорид ионов в воде родников на Русской равнине может достигать высоких значений [9, с. 115; 15, с. 128]. В Республике Мордовия, как и в соседних регионах [11, с. 148–151], содержание хлоридов в водах родников незначительное, причём если на источниках ЛЛ ещё наблюдаются некоторые пики роста по отдельным измерениям (с. Перхляй, с. Татарская Пишля), то

на родниках ЛСШЛ содержание ионов хлора ничтожно за весь период исследования (рис. 4). В литературных данных превышений хлорид ионов ПДК по родникам также не отмечено, средние значения для ЛСШЛ составляют около 20 мг/л, для ЛЛ около 50 мг/л. Наибольшее содержание зафиксировано для родника в с. Татарская Пишля – 182,07 мг/л [19]. Нами для этого родника также отмечались одни из максимальных значений среди всех родников, но на порядок ниже – 13,8 мг/л.

Содержание ионов аммония и меди в воде родников незначительно, как и в других регионах европейской части России [8; 11, с. 148–151]. Лишь на двух родниках в ЛЛ разово отмечались трёхкратные превышения ПДК по аммонии – на родниках Висловский и близ с. Перхляй. На первом из них это могло быть связано с сельскохозяйственной деятельностью – в водосборе есть обрабатываемые угодья, на втором в водосборе располагаются дачные участки и федеральная автодорога. В литературных данных содержание аммония в родниках также мало – незначительно [19].

Санитарное состояние и использование родников сильно зависят друг от друга. Общая закономерность состоит в том, что чем более родник посещаем, тем в худшем состоянии находится территория вокруг источника. Так, по нашим наблюдениям и примерным подсчётам, родник в с. Лямбиров посещает около 100 человек в день, около с. Перхляй – 150 человек, родник Кузнал – около 50 человек. В первую очередь, негативное воздействие проявляется в количестве мусора, которое можно обнаружить вокруг. В самом плачевном состоянии находятся тер-

ритории, за которыми нет постоянного надзора, и, с другой стороны, территории родников, которые находятся под наблюдением (местные жители, ведомственные организации, монастыри), даже при большом числе посетителей находятся в хорошем состоянии. Можно выделить следующие группы родников по санитарному состоянию.

1. Малопосещаемые родники (до 20 чел/день). Территории источников находятся в хорошем состоянии. К данной группе относятся почти все родники ландшафтов смешанных и широколиственных лесов, за исключением родника Кузнал, а также часть лесостепных ландшафтов: родник близ с. Пушкино, с. Татарская Свербейка, с. Блохино.

2. Родники со средней посещаемостью (20–60 чел/день), которые находятся под наблюдением. Территории источников находятся в хорошем состоянии, мусора крайне мало. К данным родникам относятся Висловский, Богоявленский, в с. Архангельское Голицыно, с. Полянки, Кузнал.

3. Родники со средней и высокой посещаемостью (60–150 чел/день) без наблюдения. Уборка мусора производится нерегулярно, «от случая к случаю». При их посещении мусора может не оказаться вовсе, через полгода же можно наблюдать целые свалки отходов, как это было на роднике в с. Лямбиль осенью 2018 г. Родники этой группы: в с. Лямбиль, п. Луховка, с. Татарская Пишля, г. Рузаевка, с. Перхляй, с. Атемар.

Заключение

Родники лесостепных и лесных ландшафтов в Республике Мордовия значительно отличаются. Это проявляется

как в их внешних признаках (геоморфологическом положении, характере водосбора, каптаже), так и в химическом составе воды. Родники лесных ландшафтов характеризуются гораздо меньшим содержанием микроэлементов, более кислой водой, значительно более слабым дебитом. Это связано как со свойствами горных пород, так и с полным отсутствием хозяйственных объектов в рассматриваемых лесных ландшафтах. Слабый дебит в лесных ландшафтах мы связываем с характером рельефа, который характеризуется очень слабыми уклонами, в то время как в лесостепных ландшафтах наблюдаются сильное расчленение рельефа и большая глубина эрозионного вреза.

Почти все исследованные родники по измеренным показателям в целом соответствуют нормам ПДК. Регулярные превышения общей жёсткости и нитратов отмечены на роднике в с. Архангельское Голицыно, общей жёсткости в п. Луховка. Ещё несколько родников характеризовались разовыми превышениями ПДК по общей жёсткости (с. Атемар, с. Блохино, с. Татарская Свербейка, с. Татарская Пишля, с. Перхляй), водородному показателю (п. Луховка, п. Лесничество Барахмановское, Кузнал, п. Обрезки, оз. Дубовое), аммоний (Висловский, с. Перхляй). Поэтому на родниках Республики Мордовия, вода которых регулярно используется населением в питьевых целях, необходим регулярный мониторинг за качеством воды, т.к. источники зачастую соседствуют с хозяйственными объектами, являющимися источниками микроэлементов, опасных для здоровья человека.

Статья поступила в редакцию 24.03.2020 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимова Т. В., Гавриленкова Н. А. Гидрохимические исследования некоторых родников Смоленской области // *Природа и общество: в поисках гармонии*. 2016. № 2. С. 19–24.
2. Гришуткин О. Г. Материалы по исследованию родников национального парка «Смольный» в 2011–2016 гг. // *Научные труды национального парка «Смольный»*. Саранск – Смольный, 2017. С. 43–49.
3. Гришуткин О. Г. Родники Мордовского заповедника и его окрестностей: материалы исследований 2014–2017 гг. // *Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П. Г. Смидовича*. 2018. Вып. 21. С. 180–190.
4. Гришуткин О. Г., Соколова И. С., Ямбушев А. Р. Физико-химические свойства родников окрестностей г. Саранск и г. Рузаевка в 2018 г // *Актуальные проблемы естественно-технологического образования: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции*. Саранск, 2019. С. 113–117.
5. Жукова Н. В., Позднякова О. В. Химия окружающей среды. Лабораторный практикум. Саранск, 2015. 76 с.
6. Каткова Е. Г., Малолетко А. М. Родники Алтая и их использование // *Вестник Томского государственного университета*. 2013. № 371. С. 178–182.
7. Кочетов Е. Н., Заводова Е. И., Бурлакова Т. И. Родники как альтернатива централизованному питьевому водоснабжению на примере Республики Мордовия // *Здоровье населения и среда обитания*. 2013. № 1(238). С. 13–14.
8. Лыгин С. А., Саликова С. В. Исследование эколого-химического состояния родников Мишкинского района Республики Башкортостан // *Universum: Химия и биология: электронный научный журнал* 2017. № 6(36). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/4859>
9. Мязина Н. Г. Возрастающее значение родников как экологически чистых вод питьевого и минерального назначения Волгоградской области // *Вода: химия и экология*. 2013. № 11(65). С. 114–118.
10. Назаренко О. В. Закономерности формирования, распространения и антропогенного преобразования родников Ростовской области: автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. Ростов-на-Дону, 2005. 27 с.
11. Нефедьева Т. А., Благовещенская Н. В. Качество родниковой воды Ульяновской области // *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2018. № 4. С. 143–155. DOI: 10.23648/UMBJ.2018.32.22704
12. Новых Л. Л., Юдина Ю. В., Орехова Г. А. Влияние положения родников в ландшафтах на содержание нитратов в их водах // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 2012. № 3(122). С. 242–250.
13. Орехова Г. А., Новых Л. Л., Соловьев А. Б. Нитратное загрязнение родниковых вод Яковлевского района Белгородской области // *Проблемы региональной экологии*. 2012. № 2. С. 55–57.
14. Орехова Г. А., Новых Л. Л. Природное разнообразие родников верховий бассейнов рек Северский Донец и Ворскла // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 2017. № 18(267). С. 131–139.
15. Петрищев В. П., Чибилёв А. А., Сивохиц Ж. Т. Кластерная дифференциация родниковых выходов подземных вод в Южном Приуралье // *География и природные ресурсы*. 2012. № 2. С. 122–129.
16. Плевако Л. С., Леонова А. Е., Зверева А. Ю., Анищенко Л. Н. Экологическое состояние родников (на примере Брянской области) // *Вестник Брянского государственного университета*. 2014. № 4. С. 155–160.

17. Рунков С. И. Ледниковые отложения Мордовии и палеогеографические условия их формирования: автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. М., 1993. 29 с.
18. Рычагов Г. И., Судакова Н. Г., Антонов С. И. О ледниковой стратиграфии и палеогеографии центра Восточно-Европейской равнины // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2012. № 1. С. 36–44.
19. Смирнов В. М. Родники Мордовии. Саранск: Открытая Мордовия, 2010. 68 с.
20. Семенова И. В., Лыков И. Н., Каткова М. Н. Оценка экологического состояния и риска использования воды родников урбанизированных территорий // Проблемы региональной экологии. 2012. № 6. С. 29–33.
21. Туганаев В. В., Владыкина Т. Г., Шумилов Е. Ф., Стурман В. И., Сентяков А. В., Егоров И. Е., Сибатагуллина Н. Г., Баранова О. Г., Гагарина О. В., Подсизерцев В. М. Родники Ижевска. Ижевск: Удмуртский университет, 2000. 173 с.
22. Ямашкин А. А. Физико-географические условия и ландшафты Мордовии. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1998. 156 с.
23. Ямашкин А. А., Сафонов В. Н., Шутов А. М., Свиридов А. А., Кочуров Б. И., Сафонова Н. Е., Володина Т. В., Кирюшин А. В., Кранков В. И., Киревичев В. К., Порунов С. К., Стульцев Ю. К., Федотова В. Ф., Федотов Ю. Д., Моисеенко В. А., Бучацкая Н. В., Миронов С. И. Водные ресурсы Республики Мордовия и геоэкологические проблемы их освоения. Саранск, 1999. 188 с.
24. Al-Fugara A., Ahmadlou M., Al-Shabeeb A. R., Al-Ayyash S., Al-Amoush H., Al-Adamat R. Spatial mapping of groundwater springs potentiality using grid search-based and genetic algorithm-based support vector regression // Geocarto International. 2020. P. 1–20 p. DOI: 10.1080/10106049.2020.1716396
25. Giampouras M., Garrido C. J., Zwicker J., Vadillo I., Smrzka D., Bach W., Peckmann J., Jimenez P., Benavente J., Garscha-Ruiz J. M. Geochemistry and mineralogy of serpentinization-driven hyperalkaline springs in the Ronda peridotites // Lithos. 2019. № 350–351: 105215. DOI: 10.1016/j.lithos.2019.105215 0024-4937
26. Flook S., Fawcett J., Cox R., Pandey S., Schuning G., Khor J., Singh D., Suckow A., Raiber M. A multidisciplinary approach to the hydrological conceptualization of springs in the Surat Basin of the Great Artesian Basin (Australia) // Hydrogeology Journal. 2020. Vol. 28. P. 219–236. DOI: 10.1007/s10040-019-02099-5
27. Panwar S. Vulnerability of Himalayan springs to climate change and anthropogenic impact: a review // Journal of Mountain Science. 2020. Vol. 17(1). P. 117–132. DOI: 10.1007/s11629-018-5308-4
28. Warix S. R., Rademacher L. K., Meyers Z. P., Frisbee M. D. Groundwater geochemistry and flow in the Spring Mountains, NV: Implications for the Death Valley Regional Flow System // Journal of Hydrology. 2020. Vol. 580: 124313. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2019.124313

REFERENCES

1. Anisimova T. V., Gavrilenkova N. A. [Hydrochemical research of some springs in the Smolensk region]. In: *Priroda i obshchestvo; v poiskah garmonii* [Nature and Society: in Search of Harmony], 2016, no. 2, pp. 19–24.
2. Grishutkin O. G. [Data on the study of springs in the National Park 'Smolny' in 2011–2016]. In: *Proceedings of the National Park 'Smolny'*, Saransk – Smolny, 2017, pp. 43–49.
3. Grishutkin O. G. [Springs of the Mordovia nature reserve and its environs: research materials of 2014–2017]. In: *Proceedings of the Mordovia State Nature Reserve*, 2018, vol. 21, pp. 180–190.
4. Grishutkin O. G., Sokolova I. S., Yambushev A. R. [Physical and chemical properties of springs in the vicinity of Saransk and Ruzaevka in 2018]. In: *Aktualnye problemy estestven-*

- no-tekhnologicheskogo obrazovaniya* [Actual problems of natural-technological education], Saransk, 2019, pp. 113–117.
5. Zhukova N. V., Pozdnyakova O. V. *Khimia okruzhayushei sredy. Laboratornyi praktikum* [Environmental chemistry. Laboratory workshop]. Saransk, 2015. 76 p.
 6. Katkova E. G., Maloletko A. M. [Altai springs and their use]. In: [*Tomsk State University Journal*], 2013, no. 371, pp. 178–182.
 7. Kochetov E. N., Zavodova E. I., Burlakova T. I. [Springs as an alternative to centralized drinking water supply in the Republic of Mordovia]. In: *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya* [Public Health and Life Environment], 2013, no. 1(238), pp. 13–14.
 8. Lygin S. A., Salikova S. V. [The research of the ecologically chemical condition of the springs of the Mishkinsky district in the Republic of Bashkortostan]. In: *Universum: Chemistry and Biology*, 2017, no. 6(36). Available at: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/4859>
 9. Myazina N. G. [Increasing importance of springs as ecologically clean water sources for drinking and mineral purposes in the Volgograd region]. In: [*Water: Chemistry and Ecology*], 2013, no. 11(65), pp. 114–118.
 10. Nazarenko O. V. *Zakonomernosti formirovaniya, rasprostraneniya i antropogennogo preobrazovaniya rodnikov Rostovskoy oblasti: avtoref. diss. ... kand. geogr. nauk* [Regularities of formation, distribution and anthropogenic transformation of springs in the Rostov region: Abstract of PhD Thesis in Geographical Sciences]. Rostov-on-don, 2005. 27 p.
 11. Nefed'eva T. A., Blagoveshchenskaya N. V. [Quality of spring water in the Ulyanovsk Region]. In: [*Ulyanovsk Medico-biological Journal*], 2018, no. 4, pp. 143–155. DOI: 10.23648/UMBJ.2018.32.22704
 12. Novykh L. L., Yudina Y. V., Orekhova G. A. [The impact of the locations of the springs on the landscapes on the content of nitrates in their waters]. In: [*Belgorod State University Scientific Bulletin Natural sciences*], 2012, no. 3(122), pp. 242–250.
 13. Orekhova G. A., Novykh L. L., Solovyev A. B. [Nitrates contamination of spring waters in the Yakovlevskiy district of the Belgorod Region]. In: [*Regional Environmental Issues*], 2012, no. 2, pp. 55–57.
 14. Orekhova G. A., Novykh L. L. [Natural diversity of the springs in the upper basins of the Seversky Donets and Vorskla rivers]. In: [*Belgorod State University Scientific Bulletin Natural sciences*], 2017, no. 18(267), pp. 131–139.
 15. Petrishchev V. P., Chibilev A. A., Sivokhip Zh. T. [Cluster differentiation of spring groundwater outcrops in the southern Ural Region]. In: [*Geography and Natural Resources*], 2012, no. 2, pp. 122–129.
 16. Plevako L. S., Leonova A. E., Zvereva A. Y., Anishchenko L. N. [The ecological condition of the springs (Bryansk Region)]. In: [*The Bryansk State University Herald*], 2014, no. 4, pp. 155–160.
 17. Runkov S. I. *Lednikovye otlozheniya Mordovii I paleogeograficheskiye usloviya ih formirovaniya: avtoref. diss. ... kand. geogr. nauk* [Glacial deposits of Mordovia and paleogeographic conditions of their formation: Abstract of PhD Thesis in Geographical Sciences]. Moscow, 1993. 29 p.
 18. Rychagov G. I., Sudakova N. G., Antonov S. I. [About ice age stratigraphy and paleogeography of the central part of the East-European Plain]. In: [*Moscow University Bulletin. Series 5, Geography*], 2012, no. 1, pp. 36–44.
 19. Smirnov V. M. *Rodniki Mordovii* [Springs of Mordovia]. Saransk, *Otkrytaya Mordovia* [Open Mordovia], 2010. 68 p.
 20. Semenova I. V., Lykov I. N., Katkova M. N. [Assessment of environmental condition and the risk from using of water springs on the urbanized territories]. In: [*Regional Environmental Issues*], 2012, no. 6, pp. 29–33.

21. Tuganaev V. V., Vladykina T. G., Shumilov E. F., et al. *Rodniki Izhevsk* [Springs of Izhevsk]. Izhevsk, Udmurt University, 2000. 173 p.
22. Yamashkin A. A. *Fiziko-geograficheskie usloviya i landshafty Mordovii* [Physical and geographical conditions and landscapes of Mordovia]. Saransk, Mordovian University Publ., 1998. 156 p.
23. Yamashkin A. A., Safonov V. N., Shutov A. M., et al. *Vodnye resursy Respubliki Mordoviya i geoekologicheskiye problem ih osvoeniya* [Water resources of the Republic of Mordovia and geoecological problems of their development]. Saransk, 1999. 188 p.
24. Al-Fugara A., Ahmadlou M., Al-Shabeeb A. R., Al-Ayyash S., Al-Amoush H., Al-Adamat R. Spatial mapping of groundwater springs potentiality using grid search-based and genetic algorithm-based support vector regression. In: *Geocarto International*, 2020, pp. 1–20. DOI: 10.1080/10106049.2020.1716396
25. Giampouras M., Garrido C. J., Zwicker J., et al. Geochemistry and mineralogy of serpentinization-driven hyperalkaline springs in the Ronda peridotites. In: *Lithos*, 2019, no. 350–351, 105215. DOI: 10.1016/j.lithos.2019.105215 0024-4937
26. Flook S., Fawcett J., Cox R., et al. A multidisciplinary approach to the hydrological conceptualization of springs in the Surat Basin of the Great Artesian Basin (Australia). In: *Hydrogeology Journal*, 2020, vol. 28, pp. 219–236. DOI: 10.1007/s10040-019-02099-5
27. Panwar S. Vulnerability of Himalayan springs to climate change and anthropogenic impact: a review. In: *Journal of Mountain Science*, 2020, vol. 17(1), pp. 117–132. DOI: 10.1007/s11629-018-5308-4
28. Warix S. R., Rademacher L. K., Meyers Z. P., Frisbee M. D. Groundwater geochemistry and flow in the Spring Mountains, NV: Implications for the Death Valley Regional Flow System. In: *Journal of Hydrology*, 2020, vol. 580, 124313. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2019.124313

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гришуткин Олег Геннадьевич – кандидат географических наук, научный сотрудник лаборатории систематики и географии водных растений Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН; e-mail: grog5445@yandex.ru

Котыкин Алексей Иванович – старший преподаватель кафедры химии, технологии и методик обучения Мордовского государственного педагогического института им. М. Е. Евсевьева; e-mail: 19aleksey90@mail.ru

Соколова Ирина Сергеевна – студент естественно-технологического факультета Мордовского государственного педагогического института им. М. Е. Евсевьева; e-mail: irina.sokolik@list.ru

Ямбушев Артур Равильевич – студент естественно-технологического факультета Мордовского государственного педагогического института им. М. Е. Евсевьева; e-mail: arturyambushev100474papa@mail.ru

Козлова Екатерина Владимировна – студент естественно-технологического факультета Мордовского государственного педагогического института им. М. Е. Евсевьева; e-mail: ekaterina.kozlova.97@bk.ru

Артемова Екатерина Николаевна – студент естественно-технологического факультета Мордовского государственного педагогического института им. М. Е. Евсевьева; e-mail: artemovaekaterina18@gmail.com

Горохова Валерия Витальевна – педагог-организатор МАУ ДО «Дворец творчества детей и молодёжи»; e-mail: leragorohova96@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Oleg G. Grishutkin – Cand. Sci. (Geography), Researcher, Laboratory for Systematics and Geography of Aquatic Plants, Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences; e-mail: grog5445@yandex.ru

Alexey I. Kotkin – Senior Lecturer, Department of Chemistry, Technology and Teaching Methods, Mordovian State Pedagogical Institute named after M. E. Evseyev; e-mail: 19aleksey90@mail.ru

Irina S. Sokolova – Student, Mordovian State Pedagogical Institute named after M. E. Evseyev; e-mail: irina.sokolik@list.ru

Artur R. Yambushev – Student, Mordovian State Pedagogical Institute named after M. E. Evseyev; e-mail: arturyambushev100474papa@mail.ru

Ekaterina V. Kozlova – Student, Mordovian State Pedagogical Institute named after M. E. Evseyev; e-mail: ekaterina.kozlova.97@bk.ru

Ekaterina N. Artemova – Student, Mordovian State Pedagogical Institute named after M. E. Evseyev; e-mail: artemovaekaterina18@gmail.com

Valeria V. Gorokhova – Teacher-organizer, Palace of Creativity for Children and Youth; e-mail: leragorohova96@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Гришуткин О. Г., Коткин А. И., Соколова И. С., Ямбушев А. Р., Козлова Е. В., Артемова Е. Н., Горохова В. В. Физико-химические свойства родниковых вод лесостепных и лесных ландшафтов Республики Мордовия // Географическая среда и живые системы. 2020. № 3. С. 8–26.

DOI: 10.18384/2712-7621-2020-3-8-26

FOR CITATION

Grishutkin O. G., Kotkin A. I., Sokolova I. S., Yambushev A. R., Kozlova E. V., Artemova E. N., Gorokhova V. V. Physical and chemical properties of spring waters of forest-steppe and forest landscapes in the Republic of Mordovia. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2020, no. 3, pp. 8–26.

DOI: 10.18384/2712-7621-2020-3-8-26