

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ РОДНИКОВ НА ТЕРРИТОРИИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ



М. Д. Макурин, студент, гр. 22-ВА/м,  
e-mail: mmaaxx-00@mail.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический  
университет»

Н. Н. Цветкова, канд. геогр. наук, доц.,  
e-mail: nagornova@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический  
университет»

Е. В. Авдеева, канд. биол. наук, проф.,  
e-mail: elena.avdeeva@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический  
университет»

В статье дана характеристика экологического состояния наиболее популярных родников на территории Калининградской области. Исследовано содержание в воде кислорода, органических, минеральных и биогенных веществ. Выполнены микробиологические анализы. По результатам проведенных работ выявлено, что из всех обследованных родников по санитарно-бактериологическим показателям только вода из родника на о. Октябрьском пригодна для питья.

*Ключевые слова:* родники, подземные воды, городская среда, химический состав воды, микробное число, загрязнение, качество воды

### ВВЕДЕНИЕ

Родники, или ключи, источники – это естественные выходы подземных вод на поверхность. Они дают начало ручьям и рекам. В равнинных областях подземные воды находят выход на поверхность в зонах эрозии – по берегам рек и склонам оврагов.

Верховодка, грунтовые и межпластовые воды образуют нисходящие родники, артезианские (под давлением) – восходящие (рис. 1).

В Калининградской области насчитывается более 20 родников (рис. 2) [1]. Большинство из них активно используются населением для питьевых нужд. Между тем мониторинг качества воды в родниках не проводит никто. Родники не оформлены как источники питьевого водоснабжения, и в отношении этих водных объектов не организованы зоны санитарной охраны [1]. Подходы к большинству источников не обустроены, обслуживание источников никем не ведется. Очевидно, что риски загрязнения родниковой воды достаточно высоки, нет гарантированной безопасности подземных вод в гидрохимическом и микробиологическом отношении.

Подземные воды находятся в постоянном контакте со вмещающими породами, определяющими их основные гидрохимические свойства. Подземные воды представляют собой результат взаимодействия главных геосфер – литосферы, атмосферы и гидросферы. Таким образом, качество подземных вод зависит от целого комплекса сложных физико-химических процессов, определяемых как природными, так и антропогенными факторами.

Немногочисленные эпизодические исследования показывают, что под влиянием антропогенной нагрузки вода источников может быть небезопасна по химическому составу и микробиологическим показателям [1–4], а многие водоносные горизонты, ко всему прочему, имеют слабую природную защищенность [5].

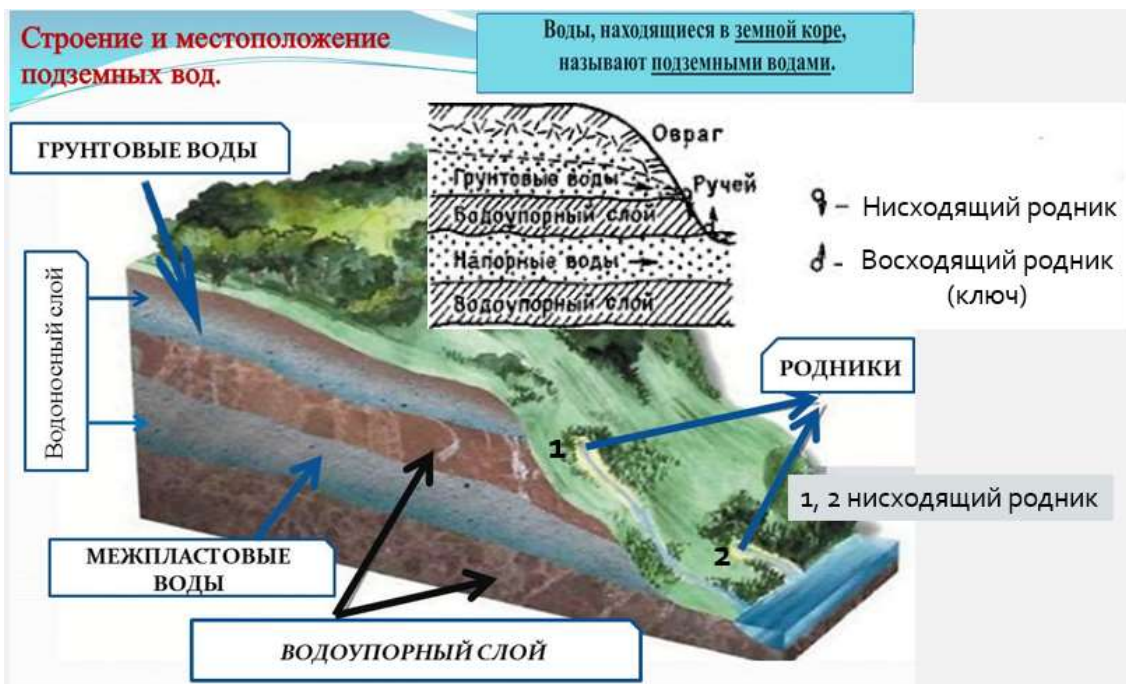


Рисунок 1 – Схема выхода подземных вод на поверхность

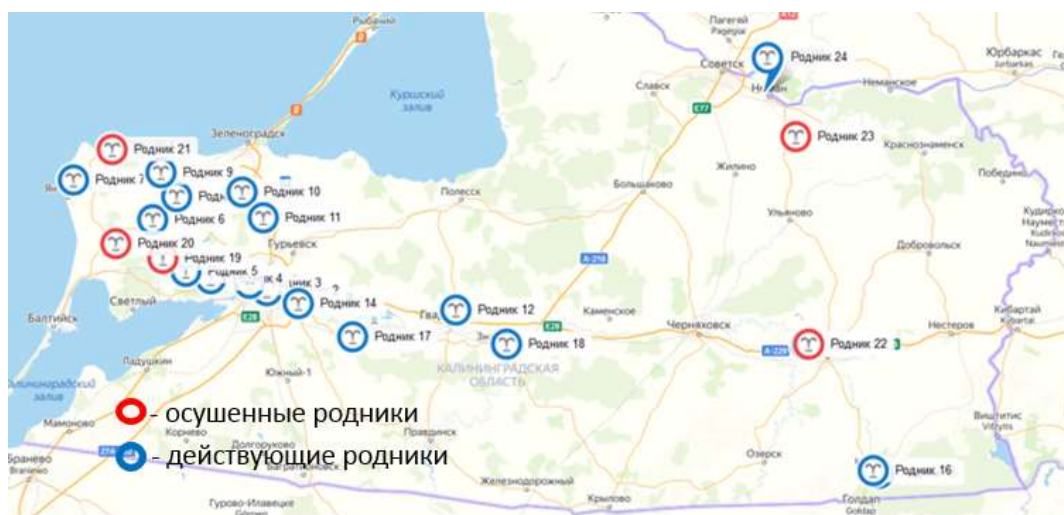


Рисунок 2 – Родники на территории Калининградской области [1]

### ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

С целью получения актуальных сведений о химико-микробиологических свойствах родниковой воды нами были исследованы четыре родника (табл. 1, рис. 3), которые пользуются наибольшей популярностью у населения как источники питьевого водоснабжения. Это родник у поселков Синявино и Люблино, Малиновский родник и источник в городе Калининграде у второй эстакады в районе острова Октябрьский – один из самых посещаемых жителями г. Калининграда.

Все родники постоянно действующие, малодобитные. Подпитка родников, вероятно, осуществляется грунтовыми и атмосферными водами. Сведения о водоносных горизонтах данных родников в литературе отсутствуют. По органолептическим показателям вода из родников пригодна для питья – она прозрачная, бесцветная, без запаха (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика исследованных родников

Название, географическое положение	Синявинский родник, п. Синявино, Светлогорский ГО	Малиновский родник, п. Малиновка, Гурьевский р-н, «Святой источник Благоверного кн. А. Невского»	Люблинский родник, п. Люблино, Светловский ГО	Родник на о. Октябрьский, р-н Второй эстакады, ГО Калининград
Координаты	54°53'31.7"N 19°56'39.1"E	54°49'58.4"N 20°31'33.8"E	54°44'59.8"N 20°16'37.3"E	54°42'20.1"N 20°30'51.4"E
Вид	Нисходящий (безнапорный)	Нисходящий (безнапорный)	Восходящий (напорный)	Восходящий (напорный)
	Постоянно действующие, питание – за счет инфильтрации атмосферными осадками, подземными водами			
Органолептические свойства	Прозрачная вода, бесцветная, запаха нет			
Температура, °С	5,0	7,0	7,0	7,0
Дебит, л/с	Малодебитный, 0,14	Малодебитный, 0,20	Малодебитный, 0,20	Малодебитный, 0,33



Рисунок 3 – Местоположение исследованных родников

### ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель работы – провести эколого-микробиологическую и гидрохимическую оценку воды родников на территории Калининградской области и определить возможность и безопасность использования родниковой воды в питьевых целях.

Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи:

- ✓ Составление характеристики исследуемых родников.
- ✓ Проведение химического анализа воды из родников.

- ✓ Проведение микробиологического анализа воды из родников.
- ✓ Оценка качества воды в родниках для использования в питьевых целях.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основе работы – материалы, собранные и обработанные автором в ходе обучения в 2015 году в Калининградском областном детско-юношеском центре экологии, краеведения и туризма, а также в результате научной работы, проводимой на кафедре водных биоресурсов и аквакультуры Института рыболовства и аквакультуры КГТУ в 2022 году.

Основные материалы и методы, используемые в работе:

1. Отчет о научной работе, подготовленный автором в 2015 году, по микробиологическому исследованию родников города Калининграда и области (работа выполнена в рамках обучения в Калининградском областном детско-юношеском центре экологии, краеведения и туризма).

2. Материалы по микробиологическому и гидрохимическому исследованию родников, собранные в марте 2022 г.

3. Микробиологический анализ: посев 1 мл пробы на среду Эндо и Рязова с последующей трехдневной экспозицией и подсчетом микробного числа; определение бактерий общепринятыми методами с использованием определителя Берджи [6] (в микробиологической лаборатории кафедры водных биоресурсов и аквакультуры Института рыболовства и аквакультуры КГТУ).

4. Химический анализ: в 2015 году пробы анализировались по общепринятым методикам в лаборатории МУП «Водоканал», в 2022 году – в лаборатории кафедры водных биоресурсов и аквакультуры Института рыболовства и аквакультуры КГТУ согласно рекомендациям, изложенным в [7, 8].

5. Качество воды оценивалось по Санитарным правилам и нормам (СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [9]).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Минеральный состав родниковой воды весьма непостоянен. Определяется, видимо, количеством атмосферных осадков, питающих верхний водоносный горизонт, а также возможной гидравлической связью с поверхностными водоисточниками. В зимний период минерализация попадает в класс «малая», весной и осенью – «повышенная». Наименее минерализованы воды источника у п. Синявино. Вода в источниках мягкая, гидрокарбонатно-натриевая (табл. 2, рис. 4).

По результатам исследований, проведенных в марте 2022 года, воды родников п. Люблино и г. Калининграда характеризуются следующими особенностями:

- ✓ повышенная минерализация,
- ✓ гидрокарбонатно-натриево-калиевые, первого типа,
- ✓ мягкие: общая жесткость <3,0 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

По величине общей минерализации и общей жесткости вода из исследованных родников соответствует предъявляемым требованиям.

Количество органических веществ оценивалось по величине перманганатной окисляемости в 2022 году и составило 0,60–0,64 мгО/л (при ПДК до 7,0 мгО/л) – «малое» количество органики (в родниках п. Люблино и о. Октябрьский).

По содержанию основных нормируемых ионов и органических веществ вода в родниках также соответствует требованиям (табл. 3). Исключение – содержание общего железа в роднике на острове Октябрьском.

Таблица 2 – Минерализация и общая жесткость родниковой воды

Родник	Общая минерализация, мг/л			Общая жесткость, мг-экв/л			pH
	Осень 2015	Зима 2015	Весна 2022	Осень 2015	Зима 2015	Весна 2022	
п. Синявино	350	210	-	0,45	0,51	-	6–7

п. Малиновка	770	120	-	0,61	0,68	-	5–6
г. Калининград, о. Октябрьский	810	110	1 000	1,5	1,8	1,1	6,5–7,8
п. Люблино	620	170	920	0,92	0,97	0,40	5–7,5
ПДК для нецентр. источников водоснабжения	До 1 500			До 10			6–9

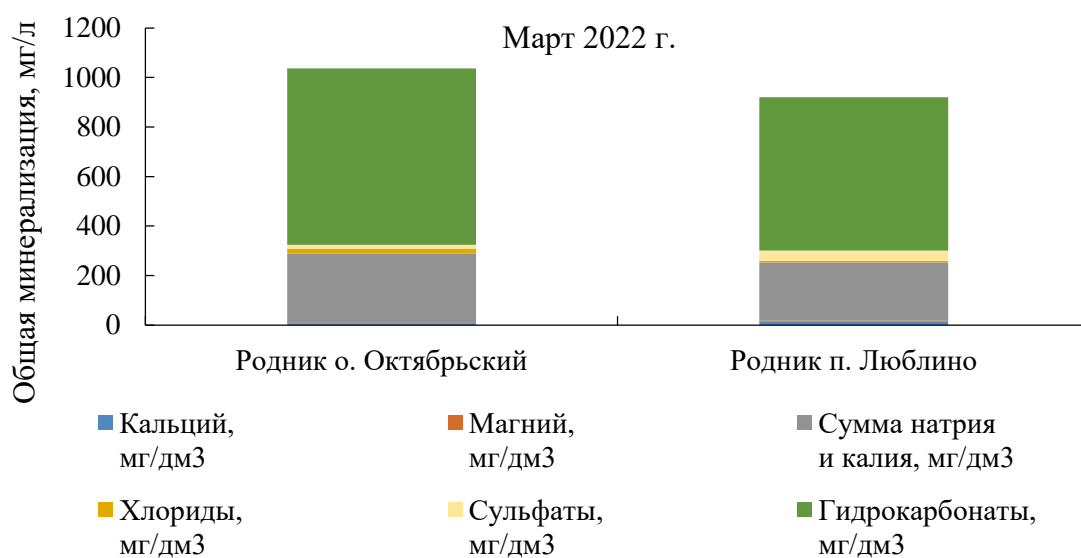


Рисунок 4 – Общая минерализация родниковых вод, по наблюдениям в 2022 году

Родники достаточно уязвимы, могут испытывать повышенное антропогенное воздействие. Так, отдельные исследования показывают, что в источниках могут отмечаться повышенные концентрации микроэлементов. Например, в 2021 году была превышена концентрация бора в роднике на острове Октябрьском. В 2021 году, по данным областного Центра гигиены и эпидемиологии, в роднике на о. Октябрьском отмечены превышения ПДК по бору в три раза [4]. Ранее отмечалось, то в этом роднике вода соответствует требованиям по микробиологическим показателям, а по санитарно-химическим – нет. Специалистами было отмечено присутствие сероводородного запаха на 4 балла при норме в 2–3 балла и повышенное содержание железа [3].

Таким образом, химический состав родниковой воды сильно изменчив и может существенно варьировать в зависимости от сезона, уровня антропогенного использования водосборной площади, определяющего общие процессы загрязнения поверхностных и подземных вод. Очевидно, что нельзя использовать родниковую воду в питьевых целях без предварительной водоподготовки.

Таблица 3 – Химический состав родниковой воды

Ионы	ПДК, мг/л	Средние показатели содержания ионов в воде источников, мг/л					
		Родник п. Сиявино	Родник п. Малиновка	Родник о. Октябрьский		Родник п. Люблино	
		2015	2015	2015	2022	2015	2022
Cl <sup>-</sup>	350	<9	<24	<62	19	<8	7
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	500	<18	<127	<201	17	<225	41
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	45	<0,3	<0,5	<0,7	-	<0,2	-

NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	3,0	<0,007	<0,002	<0,009	0,01	<0,005	0,01
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,5	<0,07	<0,09	<0,03	0,4	<0,07	0,4
Fe <sub>общ</sub>	0,3	<0,09	<0,05	<1,5	0,2	<0,1	0,2
Mn <sup>2+</sup>	0,1	<0,03	<0,02	≤0,1	-	≤0,1	-
Al <sup>3+</sup>	0,5	<0,01	<0,07	<0,2	-	<0,3	-

Результаты микробиологического исследования показали, что источник в п. Люблино загрязнен (табл. 4).

Таблица 4 – Санитарно-микробиологические показатели безопасности воды из родников города и области

Показатели	Норматив	Родник п. Синявино	Родник п. Малиновка	Родник о. Октябрьский		Родник п. Люблино	
		2015	2015	2015	2022	2015	2022
Общее микробное число (ОМЧ), КОЕ/см <sup>3</sup>	< 100	190,1	126,8	63,4	65,7	253,5	254,8
Колиформные бактерии (группы кишечной палочки), КОЕ/см <sup>3</sup>	Отсутствие	0	0	0	0	63,4	64,4
Характеристика		<i>Условно чистый (необходимо кипячение)</i>		<i>Чистый</i>		<i>Загрязненный</i>	

Здесь повышено общее микробное число и обнаружены бактерии группы кишечной палочки. В родниках у Синявино и Малиновки кишечная палочка не обнаружена, но превышено общее микробное число. Употреблять такую воду без кипячения не рекомендуется. Полностью соответствует требованиям вода из родника на острове Октябрьском. Отметим, что в 2009 году данный родник характеризовался соответствием требованиям по микробиологическим показателям [3].

Несоответствие родниковой воды в Калининградской области санитарно-микробиологическим требованиям отмечалось и ранее [2]. Так, в 2019 году эксперты оценили качество воды в 15 источниках, взяв больше 60 проб. Заразиться инфекциями можно, попив из родников в районе Певческого поля в Калининграде и в посёлке Фурманово в Гусевском районе, а также в посёлках Кумачево и Мельниково в Зеленоградском районе [2].

Микробиологическое загрязнение может быть причиной поступления в водоносные горизонты канализационных стоков, вод, содержащих повышенное количество органики, например с сельскохозяйственных полей или животноводческих комплексов, а также из других источников.

## ВЫВОДЫ

1. Все обследованные родники являются малодобитными, постоянно действующими.
2. По органолептическим показателям вода исследованных родников пригодна для питья. Отсутствует цвет, запах, она прозрачна. Все родники обустроены – имеют подход для отбора воды.
3. Химический состав воды в родниках непостоянен. Определяется интенсивностью инфильтрации атмосферных осадков и питанием грунтовыми водами.
4. Вода в родниках характеризуется повышенной минерализацией, за исключением родника у п. Синявино (воды средней минерализации), она мягкая гидрокарбонатно-натриевая 1-го типа. Содержит малое количество органических веществ.
5. Качество воды в родниках по большинству исследованных нормируемых показателей не превышает действующие нормативы. Исключение – концентрация железа общего в роднике в п. Люблино (отмечено превышение более чем в 4 раза).

6. Микробиологический анализ воды из родников показал, что вода из родника в поселке Люблино загрязнена. В родниках у п. Синявино и п. Малиновка превышено общее микробное число. Из всех обследованных родников только вода из родника на о. Октябрьском пригодна для питья по санитарно-бактериологическим показателям.

Ввиду отсутствия постоянного химического и микробиологического мониторинга родников употребление родниковой воды может быть небезопасно.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спецпроект «КП». Родники Калининградской области: перед употреблением сдать в лабораторию [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kp.ru/best/kld/rodniki/> (дата обращения: 18.04.2023).

2. В калининградском Роспотребнадзоре назвали опасные родники [Электронный ресурс]. URL: <https://klops.ru/news/2019-12-12/205384-v-kaliningradskom-rospotrebnadzore-nazvali-opasnye-rodniki> (дата обращения: 21.04.2023).

3. Какую воду пьют калининградцы из родников? [Электронный ресурс]. URL: <https://klops.ru/news/obschestvo/9265-kakuyu-vodu-pyut-kaliningradtsy-iz-rodnikov> (дата обращения: 21.04.2023).

4. В воде в популярном в Калининграде роднике обнаружили превышение бора [Электронный ресурс]. URL: <https://ruwest.ru/news/113012/> (дата обращения: 21.04.2023).

5. Михневич, Г. С. Оценка защищенности подземных вод Калининградской области от загрязнения / Г. С. Михневич // Вестник Российского государственного университета имени И. Канта. 2010. Вып. 1. С. 93–101.

6. Определитель бактерий Берджи / под ред. Д. Хоулта [и др.]. М. : Мир, 1997. Т. 1. 430 с.

7. Гидрология. Лабораторный практикум и учебная практика / Т. А. Берникова [и др.]. М. : Колос, 2008. 303 с.

8. Алекин, О. А. Основы гидрохимии / О. А. Алекин. Л. : Гидрометеиздат, 1970. 443 с.

9. Постановление от 28 января 2021 года № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (с изменениями на 30 декабря 2022 года) [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 21.04.2023).

## ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SOME SPRINGS ON THE TERRITORY OF THE KALININGRAD REGION

M. Makurin, Kaliningrad State Technical University (KSTU),  
student, e-mail: mmaaxx-00@mail.ru

N. Tsvetkova, Kaliningrad State Technical University, PhD in Geography,  
Associate Professor, e-mail: nagornova@klgtu.ru

E. Avdeeva, Kaliningrad State Technical University, PhD in Biology,  
Professor, e-mail: elena.avdeeva@klgtu.ru

The article describes the ecological state of the most popular water sources in the Kaliningrad region. The content of oxygen, organic, mineral and biogenic substances in water has been studied. Microbiological analyzes have been conducted. According to the results of the research, it has been revealed that of all the studied springs, only water from the spring on the Oktyabrskiy Island is suitable for drinking according to sanitary and bacteriological indicators.

**Keywords:** *sources, springs, groundwater, urban environment, chemical composition of water, microbial count, pollution, water quality*