

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Школа № 3 «Центр развития образования»

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС
ЮНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
Номинация: Экологический мониторинг

Исследовательская работа:

**«Мониторинг
качества воды родников»**

Работу выполнила:
Юхина Дарья Сергеевна
ученица 9 класса

Руководитель:
Стуколкина Галина Алексеевна,
учитель биологии
МБОУ «Школа №3» города Рязани

Рязанская область,
г. Рязань, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Обзор литературы.....	4
Методы исследования.....	6
Результаты и обсуждение.....	12
Выводы.....	21
Заключение	22
Список литературы.....	23
Приложения	24

ВВЕДЕНИЕ.

Проблема качества питьевой воды – одна из составляющих глобального экологического кризиса. Качество питьевой воды привлекает все большее внимание населения.

В Рязанской области обеспечение качественной питьевой водой является актуальной задачей. Низкое качество питьевой воды регулярно становится предметом обсуждения в социальных сетях, поводом для многочисленных жалоб населения. Родники в качестве источников питьевой воды также могут оказаться объектом внимания СМИ [8]. Ухудшение качества питьевой воды отмечается в ежегодном докладе Роспотребнадзора по Рязанской области [3]. В таких условиях актуальным остается пользование родниками как источниками питьевого водоснабжения.

В современных системах водоснабжения родники играют очень скромную роль. Населённые пункты, промышленные и сельскохозяйственные предприятия получают воду из централизованных систем водоснабжения, питающихся подземными или поверхностными водными объектами. В то же время, жители городов специально ездят на источники и набирают родниковую воду для питья. При этом, зачастую, микробиологические и другие показатели такой воды не соответствуют нормативам.

Родниковой является вода первого водоупорного слоя, незащищённая от поверхностного загрязнения. Использовать родниковую воду можно, если поблизости от родника нет жилья, объектов сельского хозяйства, промышленности.

Цель данной работы: исследование качества воды родников, востребованных населением города Рязани и Рязанской области для питьевых целей.

Объект исследования: родники, расположенные в черте города Рязани, за городом, в районном центре Рязанской области.

Предмет исследования: органолептические, химические и микробиологические показатели качества воды в родниках.

Гипотеза: вода в родниках, расположенных в зонах жилой застройки, загрязнена и не может применяться для питья без дополнительной обработки.

Методы исследования: наблюдение, опыт, сравнение, обобщение и анализ.

Для реализации поставленной цели последовательно решаются следующие задачи:

- 1) Описать основные параметры родников;
- 2) Определить органолептические свойства воды родников;
- 3) Провести анализ воды родников по химическим и микробиологическим показателям;
- 4) Установить соответствие качества воды санитарным нормам;
- 5) Сравнить качество воды родников, расположенных в зонах застройки и за пределами поселений.

Информация о состоянии качества воды родников, полученная по результатам данной исследовательской работы, позволит определить пригодность родниковой воды для питья, сравнить качество воды в родниках на застроенных территориях и за городом.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

Притягательная сила родников имеет глубокие исторические корни. Вода в них всегда была чище, чем в других источниках. Родники обустроивают и даже освящают, устраивают купели. В районах Рязанской области есть населённые пункты, названия которых прямо отражают их расположение: посёлок Родники в Чучковском районе, села Ключ в Кораблинском и в Сасовском районах, деревня Ключи в Путятинском районе, посёлок Гремячий Ключ в Ермишинском районе. В городе Рязани в других городах области (Касимов, Новомичуринск, п.г.т Пронск) есть улицы Родниковые.

Родники являются важными источниками питания рек, участвуют в формировании рельефа, снабжают растения влагой [2].

В соответствии со «Словарем по физической географии», родник (источник, ключ) – это естественный выход подземной воды на поверхность [10, С. 207]. Выходы подземных вод наблюдаются в зонах эрозии – в оврагах, на склонах балок, по берегам рек. По словарю С.И. Ожегова, родник – это водный источник, текущий из глубины земли [9].

В 2004 и в 2008 годах отмечалось, что на территории Рязанской области учтено 304 родника, относящихся к бассейнам 64 рек [11, 12]. При этом, в действительности родников значительно больше, режим их не изучен. Рекомендации 2004, 2008 года о необходимости кадастра родников с характеристикой их состояния, о разработке мер по охране родников актуальны и в настоящее время.

В 2013 году было проведено картирование родников города Рязани [1]. При этом, описания родников, оценки их состояния не проводилось.

СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» (далее - СанПиН 2.1.4.1175-02) воды родников, оборудованных специальными устройствами – каптажами – отнесены к источникам нецентрализованного водоснабжения населения. Этим же документом установлены требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения.

Органолептические свойства воды определяются на основе восприятия органов чувств человека и нормируются по интенсивности их восприятия.

Запах и вкус/привкус воды объясняются присутствием в ней естественных или искусственных загрязнений. Химические запахи (например, бензиновый, фенольный) указывают на антропогенный характер загрязнений. Запах воды естественного происхождения обычно связан с наличием фитопланктона и с деятельностью бактерий, разлагающих органические вещества. Поэтому вода родников, ключей, артезианских скважин обычно не имеет запаха [17].

В литературе отмечается, что возбудители запахов воды (почвенные микроорганизмы) совершенно безвредны для здоровья человека, но запах воды всегда вызывает больше жалоб, чем, например, цветность и мутность [4].

Оценку вкуса воды проводят у питьевой природной воды при отсутствии подозрений на ее загрязненность. Различают 4 вкуса: солёный, кислый, горький, сладкий. Остальные вкусовые ощущения считаются привкусами (солонатовый, горько-

ватый, металлический, хлорный и т.п.). Под цветностью понимается естественная окраска природной и питьевой воды. Цветность косвенно характеризует наличие в воде некоторых органических и неорганических растворенных веществ. Окись железа окрашивает воду в жёлто – бурый и бурые цвета, глинистые примеси – в жёлтоватый цвет. Цвет воды может быть связан со сточными водами или органическими веществами. Мутность характеризует наличие в воде взвешенных веществ и выражается в единицах мутности на дм^3 . Вода со значительным содержанием органических и минеральных веществ становится мутной. Мутная вода плохо обеззараживается, в ней создаются благоприятные условия для сохранения и развития различных микроорганизмов, в том числе и патогенных [5, 6].

Химические показатели характеризуют химический состав воды. Для воды родников установлены химические показатели по нормативам СанПиН 2.1.4.1175-02 (таблица 1).

Таблица 1

Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения [18]

Показатели	Единицы измерения	Норматив
Органолептические		
Запах	баллы	не более 2-3
Привкус	баллы	" ---" ---" 2-3
Цветность	градусы	"----"----" 30
Мутность	ЕМФ (единицы мутности по формазину) или мг/л (по коалину)	в пределах 2,6-3,5 " --- " --- " 1,5-2,0
Химические		
Водородный показатель	единицы pH	в пределах 6-9
Жесткость общая	мг-экв./л	" --- " --- " 7-10
Нитраты (NO ₃)	мг/л	не более 45
Общая минерализация (сухой остаток)	--- " ---	в пределах 1000-1500
Окисляемость перманганатная	--- " ---	" --- " --- " 5-7
Сульфаты (SO ₄)	--- " ---	не более 500
Хлориды (CL ₂)	---"---	" --- " --- " 350
Химические вещества неорганической и органической природы		ПДК

В природных водах водородный показатель – pH – колеблется в пределах от 6 до 9. В зависимости от величины pH может изменяться скорость протекания химических реакций, степень коррозионной агрессивности воды, токсичность загрязняющих веществ и многие другие ее характеристики. Жесткость характеризует свойство воды, связанное с содержанием в ней растворённых солей металлов, главным образом, кальция и магния (так называемых «солей жёсткости»). Вода с большим содержанием таких солей называется жёсткой, с малым содержанием — мяг-

кой. Этот термин имеет вполне бытовое происхождение. Одежда, выстиранная в жесткой воде с помощью мыла (на основе жирных кислот) приобретала жесткость на ощупь. Жесткая вода вредна и для организма человека: увеличивается риск развития мочекаменной болезни, нарушается водно-солевой обмен. Источники жесткости воды - горные породы (известняки, доломиты), через которые проходят грунтовые воды и насыщаются растворимыми элементами. Жесткость выражается в градусах жесткости ($^{\circ}\text{Ж}$), $1^{\circ}\text{Ж} = 1 \text{ мг-экв/л}$ [13]. Соединения азота (аммиак, нитриты, нитраты) – возникают, главным образом, из белковых соединений, которые попадают в воду вместе со сточными водами. Особенно опасны грунтовые воды и питаемые ими колодцы, поскольку в открытых водоемах нитраты частично потребляются водными растениями. Окисляемость – это показатель, характеризующий содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых сильным окислителем. На практике для характеристики питьевой воды обычно используется показатель перманганатная окисляемость. Чем больше значение перманганатной окисляемости, тем выше концентрация загрязнителей. Поверхностные воды имеют более высокую окисляемость, а значит, в них содержатся высокие концентрации органических веществ по сравнению с подземными. Подземные же воды имеют в среднем окисляемость на уровне от сотых до десятых долей миллиграмма $\text{O}_2/\text{дм}^3$. Сульфаты и хлориды являются наиболее распространенными видами загрязнения в воде. Сульфаты попадают в подземные воды в основном при растворении гипса, находящегося в пластах. Большое содержание сульфатов в воде может быть причиной болезней пищеварительного тракта, а также такая вода может вызывать коррозию бетона и железобетонных конструкций. Много хлоридов попадает в водоемы со сбросами хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Повышенное содержание хлоридов в совокупности с присутствием в воде нитритов и нитратов может свидетельствовать о загрязненности бытовыми сточными водами [5].

Химические вещества неорганической и органической природы могут исследоваться в зависимости от природных особенностей территорий. В Рязанской области к таким веществам относятся железо, нитриты, азот аммонийный, фториды, марганец. Превышения по данным веществам в питьевой воде регулярно отмечаются в ежегодных докладах Управления Роспотребнадзора по Рязанской области.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Изучение родников предполагает описание их местоположения и физических характеристик, исследование органолептических свойств воды, химические и микробиологические исследования.

Исследование проводилось, преимущественно, в летний период. При изучении родников описывалось местоположение, определялся расход воды, измерялась также температура воды. При описании местоположения родников определялось расстояние до застройки, автодорог (кроме грунтовых), агроценозов.

Для исследования были выбраны родники, наиболее востребованные населением и расположенные в разных местах Рязанской области (таблица 2, приложения 1-9).

Перечень исследованных родников

№	Условное название	Место нахождения	Расстояние, м		
			до построек	до автодорог	до агроценозов
1	Родник мкр. Юбилейный	На берегу реки Плетёнки в северо-западной части города Рязани	300	285	-
2	Родник на ул. Верхняя	Овраг среди одноэтажной застройки в юго-восточной части города Рязани	5	55	10
3	Родник Святой Марии мкр. Южный	Небольшой овраг среди садовых домиков в СТ «Звезда»	36	60	30
4	Родник на ул. Кутузова	Балка в районе Солдатских прудов возле жилой застройки мкр. Южный	30	70	50
5	Родник мкр. Сысово	На склоне ручья Бобровка в районе плотины	70	50	65
6	Родник «Троица» у Лысой горы	На берегу реки Старица в основном лесу в микрорайоне Солотча города Рязани	150	450	-
7	Родник возле деревни Романцево	В пойме реки Шумка в 6 км к югу от города Рязани в Рязанском районе	250	150	400
8	Родник в п.г.т. Пронск	На склоне речной террасы реки Проня в районном центре Рязанской области – п.г.т. Пронск	45	25	50
9	Родник возле деревни Студенец	В русле ручья, впадающего в р. Проня в Пронском районе в 5 км к востоку от п.г.т. Пронск	300	470	550

При этом, качество воды в отдельных родниках (мкр. Юбилейный, ул. Верхняя, «Троица» у Лысой горы, возле деревни Романцево и в п.г.т. Пронск) исследовалось с 2018 года.

Для определения расхода воды набиралось ведро воды за определённый промежуток времени (30 секунд или 1 минута). Затем определялся объём воды с помощью литровой банки или мерного цилиндра.

Температура воды измерялась водным термометром в течение пяти минут сразу после набора воды из родника с одновременным определением температуры воздуха.

Вода для исследования отбиралась в чистые пластиковые 1,5-литровые бутылки с крышкой. Предварительно бутылка дважды ополаскивалась водой из родника. Бутылки в сумке-холодильнике транспортировались к месту проведения исследова-

ний.

Часть исследований выполнялась на месте. При этом мы ориентировались на рекомендации ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [15]. На месте определялись цветность, мутность, водородный показатель, окисляемость, содержание железа.

При определении запаха и вкуса мы ориентировались на ГОСТ Р 57164-2016 «Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности».

Запах оценивался при температуре 20°C и 60°C в баллах (таблица 3, таблица 4).

Таблица 3

Интенсивность запаха*

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха, балл
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах очень слабый	1
Слабая	Запах слабый и не вызывает неодобрительный отзыв о воде	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Запах отчетливый, вызывает неодобрительный отзыв о воде и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

Таблица 4

Характер запахов естественного происхождения*

Характер запаха	Примерный род запаха
Ароматический	Огуречный, цветочный
Болотный	Илистый, тинистый
Гнилостный	Фекальный, сточный
Древесный	Запах мокрой щепы, древесной коры

* ГОСТ Р 57164-2016. Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности

Землистый	Прелый, свежеспаханной земли, глинистый
Плесневый	Затхлый, застойный
Рыбий	Рыбьего жира, рыбы
Сероводородный	Тухлых яиц
Травянистый	Скошенной травы, сена
Неопределенный	Запахи, не подходящие под общепринятые определения

100 мл воды помещались в коническую плоскодонную колбу с пробкой, нагревались до $t=20^{\circ}\text{C}$, встряхивались вращательными движениями. Затем открывалась пробка, и сразу определялся характер и интенсивность запаха. Затем вода в колбе нагревалась на водяной бане до $t=60^{\circ}\text{C}$, и еще раз оценивался запах.

Оценку вкуса воды проводят у питьевой природной воды при отсутствии подозрений на ее загрязненность также в баллах (таблица 5).

Таблица 5

Интенсивность вкуса и привкуса *

Интенсивность вкуса и привкуса	Характер проявления вкуса и привкуса	Оценка интенсивности вкуса и привкуса, балл
Нет	Вкус и привкус не ощущаются	0
Очень слабая	Вкус и привкус очень слабые	1
Слабая	Вкус и привкус слабые, но не вызывают неодобрительный отзыв о воде	2
Заметная	Вкус и привкус легко замечаются и вызывают неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Вкус и привкус отчетливые, вызывают неодобрительный отзыв о воде и заставляют воздержаться от питья	4
Очень сильная	Вкус и привкус настолько сильные, что делают воду непригодной к употреблению	5

При определении вкуса и привкуса анализируемую воду набирают в рот (после определения запаха) и задерживают на 3–5 секунд, не проглатывая. После определения вкуса воду сплевывают.

* ГОСТ Р 57164-2016. Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности

Вкус воды обусловлен растворенными в воде природными веществами, каждое из которых придает воде определенный привкус: солоноватый — хлоридом натрия; горьковатый — сульфатом магния; кисловатый — растворенным углекислым газом или растворенными кислотами.

Остальные органолептические показатели – цветность и мутность, а также химические показатели определялись с помощью тест-систем «МедЭкоТест» [19]. Использовались тест-системы линейки МЭТ-РС, которые представляют собой готовые растворы или сухие смеси реагентов. В зависимости от концентрации определяемого вещества изменяется окраска раствора (приложение 10).

Тест-системы предназначены для визуально-колориметрического определения различных веществ на уровне установленных в России санитарно-гигиенических норм. Время анализа составляет 5-15 минут, возможно проведение исследования на месте отбора. Определение концентрации вещества проводится путем добавления в колориметрическую пробирку с исследуемой водой в определенном количестве реагентов и сравнения получившейся окраски с цветовой шкалой. На цветовую шкалу нанесены значения показателя в зависимости от интенсивности окраски. Значения для конкретной пробы определялись при совпадении получившейся окраски с делением на цветовой шкале.

Определение цветности и мутности проводилось без применения реактивов.

Определение жесткости – без цветовой шкалы. При смешивании воды с двумя разными реагентами в получившийся раствор ярко-розового цвета по капле добавлялся третий реагент до изменения окраски на синюю. Количество капель реагента умножалось на 0,33 и получалось значение жесткости.

Значения жесткости дополнительно измерялись TDS-метром. TDS (Total Dissolved Solids – всего растворенных твердых веществ) - это суммарное количество всех растворенных в воде примесей - солей, преимущественно, кальция и магния (соли жесткости). Единицы жесткости TDS-метра – ppm (частей на миллион) – используются в США. $1^{\circ}\text{Ж} = 50,04 \text{ ppm}$ [13]

Из нормируемых микробиологических показателей наиболее доступными оказались определения общего микробного числа (ОМЧ) и бактерий группы кишечной палочки (БГКП) (приложение 11).

Общее микробное число (ОМЧ)— это число микроорганизмов, использующих для питания органические вещества, обладающих свойством образовывать колонии на питательном субстрате при температуре $36 \pm 2^{\circ}\text{C}$ и течение 24 часов, видимые при двукратном увеличении [16].

Для определения ОМЧ использовались пластиковые подложки с питательной средой «Петритест». На поверхность питательной среды наносилось 0,2 мл воды при помощи стерильного шприца. Вода равномерно распределялась по поверхности среды, подложка помещалась в термостат с температурой 37°C . Через 24 часа подсчитывались все видимые при двукратном увеличении колонии. Полученная цифра в соответствии с инструкцией умножалась на 5, так как площадь «Петритеста» в пять раз меньше чашки Петри.

Норматив ОМЧ в соответствии с СанПиН 2.1.4.1175-02 – не более 100 образующих колонии микроорганизмов в 1 мл воды.

БГКП – это группа бактерий, объединяющая около 100 видов. Основное место обитания – это кишечник млекопитающих (человека, животных) и птиц, но также способны жить в водной среде, молоке, почве, на руках довольно долгое время. Температурой комфортного развития и размножения является $+37^{\circ}\text{C}$, погибают при воздействии температуры свыше $+60^{\circ}\text{C}$ в течение 15 минут.

Наличие БГКП в питьевой воде является признаком органического загрязнения. Опасность для организма представляют бактерии, попавшие в питьевую воду с экскрементами некоторых животных (коров, свиней и т.д.). Штаммы кишечной палочки из кишечника этих животных являются опасными и вызывают острые воспалительные процессы в желудочно-кишечном тракте. Присутствие БГКП в питьевой воде не допускается.

Для определения БГКП в воде использовались тест-пробирки «Петритест» [20]. Тест состоит из питательной среды, которая поставляется в пластиковой пробирке с завинчивающейся крышкой. Во время процедуры тестирования нужно добавить 3,5 мл исследуемой воды в пробирку со средой. Затем пробирка помещается в термостат при $t=37^{\circ}\text{C}$. Если среда изменила цвет с зеленого на желтый, значит, кишечная палочка в жидкости присутствует (положительный результат). Если же цвет остался неизменным, то БГКП в жидкости нет (отрицательный результат). При высокой степени загрязнения присутствие бактерий определяется уже через 4 часа (четкие желтые зоны). Предварительный результат виден через 8-14 часов, подтвержденный - через 24 часа.

При выявлении высокой степени загрязнения дополнительно проводился тест на подложках «Петритест» для определения количества БГКП.

Отбор проб для микробиологического тестирования производился на выходе воды из каптажного сооружения, как требует ГОСТ 31942-2012 (ISO 19458:2006) «Вода. Отбор проб для микробиологического анализа» в стерильную стеклянную емкость и транспортировался в сумке-холодильнике с хладагентами до места постановки пробы. Либо отобранная вода сразу помещалась в пробирку «Петритест» и доставлялась также в сумке-холодильнике.

Также на месте определялась прозрачность воды. Мерой прозрачности служит высота водяного столба, сквозь который можно различать на белой бумаге шрифт с высотой букв 3,5 мм. Для определения использовался стеклянный градуированный цилиндр. Высота водяного столба в сантиметрах, сквозь который текст можно прочитать, считается значением прозрачности воды. Вода по прозрачности бывает прозрачная, малопрозрачная, непрозрачная. Так, прозрачность питьевой воды должна быть не менее 30 см [4]. В настоящее время прозрачность в природной питьевой воде ГОСТ и СанПиН не нормируется.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Проведенное исследование позволило составить описание родников, определить качество их воды.

Все изученные родники питаются грунтовыми водами и относятся к нисходящим эрозионным, то есть, образованы в результате вскрытия водоносных пластов оврагами, балками, долинами рек [7].

Сводное описание родников приведено в приложении 13. По приведенному описанию изученных родников видно, что наибольший расход воды - в роднике в п.г.т. Пронск.

Все описанные родники, за исключением родника возле деревни Студенец, хорошо доступны и активно используются населением в качестве источников питьевого водоснабжения. Однако, степень антропогенного влияния сильно различается. Обследованные родники по степени антропогенного воздействия можно разделить на 3 группы в зависимости от близости застройки, автомобильных дорог и агроценозов. В первую группу можно отнести родники, расположенные в непосредственной близости к застройке – родники на ул. Верхняя и на ул. Кутузова, во вторую – родники, расположенные на некотором отдалении от построек – родники Святой Марии мкр. Южный, мкр. Сысоево, в п.г.т. Пронск, и в третью – родники, удаленные (более 100 м) от дорог, застройки и агроценозов – родники мкр. Юбилейный, «Троица» у Лысой горы, возле деревни Романцево, возле деревни Студенец.

Родники возле деревни Романцево и возле деревни Студенец расположены вдали от населенных пунктов, родник «Троица» у Лысой горы – в лесном массиве. Остальные родники расположены в зоне застройки. Причем, родник мкр. Юбилейный находится на удалении от жилых домов, родники на ул. Верхняя и в п.г.т. Пронск – непосредственно среди одноэтажной застройки.

Обобщенные результаты исследований органолептических, химических и микробиологических показателей качества воды приведены в приложении 14.

Все родники отличаются отсутствием запаха при 20°C и наличием его при нагревании.

Привкус отмечен только в воде родника на ул. Верхняя.

По показателю рН вода во всех родниках соответствует нормативу и относится к нейтральным, за исключением родника мкр. Сысоево (рН=8, слабощелочная вода).

По показателю цветности вода родников не превышает установленные нормативы, по показателю мутности – не соответствует норме вода родника на ул. Верхняя. Показатель жесткости превышен в родниках на ул. Кутузова и в п.г.т. Пронск (рис. 1).

Содержание сульфатов вдвое превышено в воде родника на ул. Кутузова, хлоридов – в родниках на ул. Кутузова и на ул. Верхняя. Также в воде родников на ул. Кутузова и в п.г.т. Пронск отмечено превышение нормы по нитратам. На границе нормы определяется содержание нитратов также в воде родников на ул. Верхняя, Святой Марии мкр. Южный, мкр. Сысоево, «Троица» у Лысой горы (рис. 2).

По таким показателям, как нитриты, азот аммонийный, фториды, железо и марганец превышений не выявлено (рис. 3).

Значения ОМЧ превышают нормативы только в родниках на ул. Верхняя и на ул. Кутузова. На ул. Кутузова отмечено наибольшее число образующих колонии микробов – 695 единиц, что объясняется наличием органического загрязнения. Самые низкие показатели ОМЧ – 5 единиц – в родниках мкр. Юбилейный и возле деревни Романцево (рис. 4).

В воде всех исследованных родников присутствуют БГКП. При этом, для родников на ул. Верхняя, на ул. Кутузова и мкр. Сысоево присутствие БГКП проявилось уже через 4 часа, что свидетельствует о высокой степени загрязнения. Максимальное значение БГКП (20 единиц) отмечено для воды родника на ул. Верхняя.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что родники, расположенные непосредственно на застроенных территориях и условно отнесенные нами к первой группе по степени антропогенного воздействия, отличаются более высокими концентрациями загрязняющих веществ, которые могут существенно превышать допустимые нормы. Родники, наименее подверженные антропогенному воздействию (третья группа), имеют минимальные уровни загрязнения воды. Особенно сильно это выражено для микробиологических показателей и показателей (нитраты, хлориды), связанных с органическим загрязнением.

Высокая жесткость воды родника в п.г.т. Пронск объясняется строением водо-вмещающих пород. Здесь залегают известняки. Высокое содержание нитратов свидетельствует о загрязнении. Овраги выше родника используются под свалки и для сброса сточных вод домохозяйств.

Присутствие нитратов в воде родника «Троица» у Лысой горы может объясняться развитием застройки выше по рельефу.

Даже с учетом природных особенностей (повышенное содержание железа и фторидов в природных водах в Рязанской области, наличие известняков в строении территории), отмечаются признаки загрязнения грунтовых вод в зоне застройки.

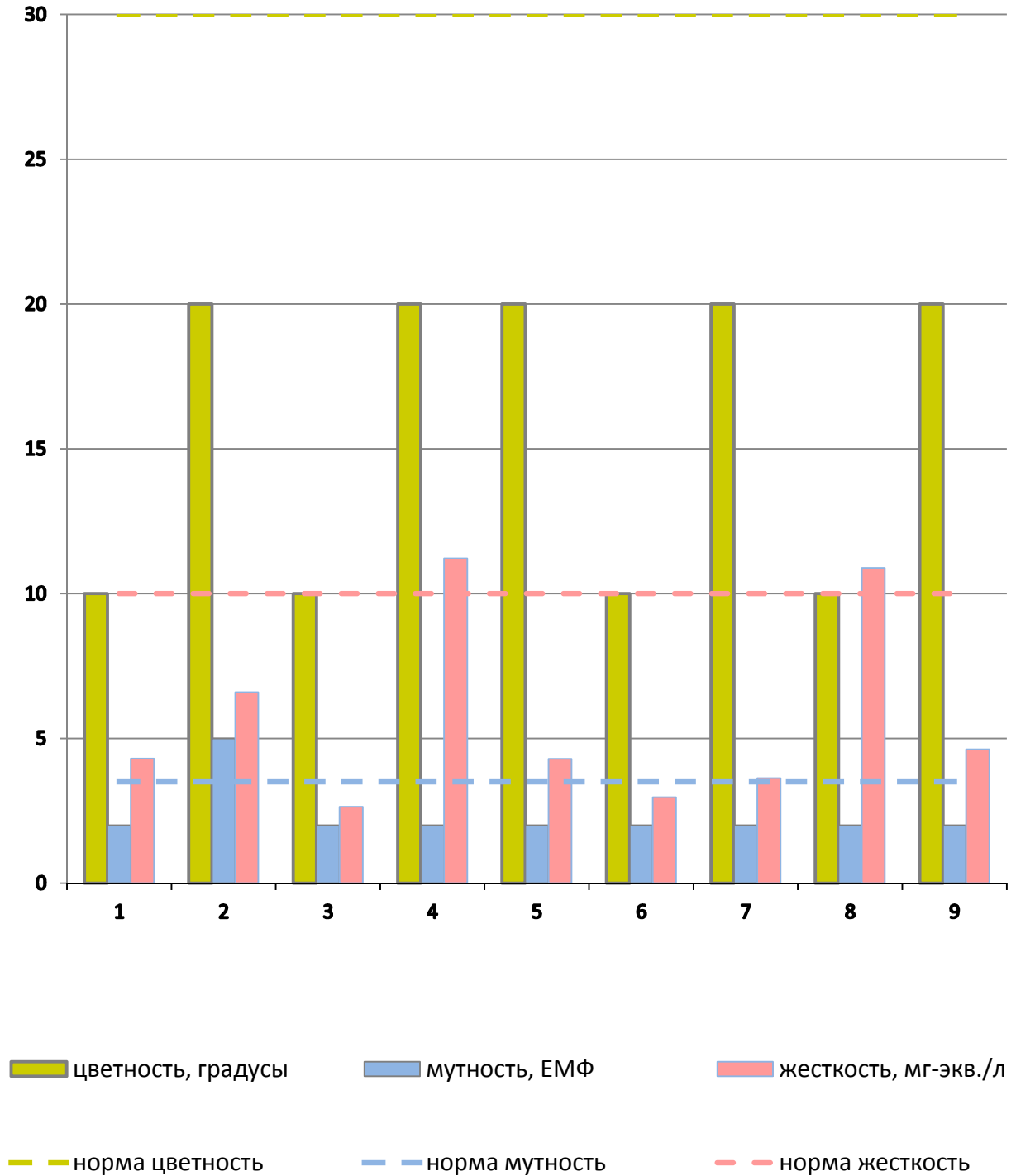


Рис. 1. Показатели цветности, мутности и жесткости воды родников

1 – родник мкр. Юбилейный, 2 – родник на ул. Верхняя,
 3 – родник Святой Марии мкр. Южный, 4 – родник на ул. Кутузова, 5 – родник мкр. Сысоево, 6 – родник «Троица» у Лысой горы, 7 – родник возле деревни Романцево, 8 – родник в п.г.т Пронск, 9 – родник возле деревни Студенец

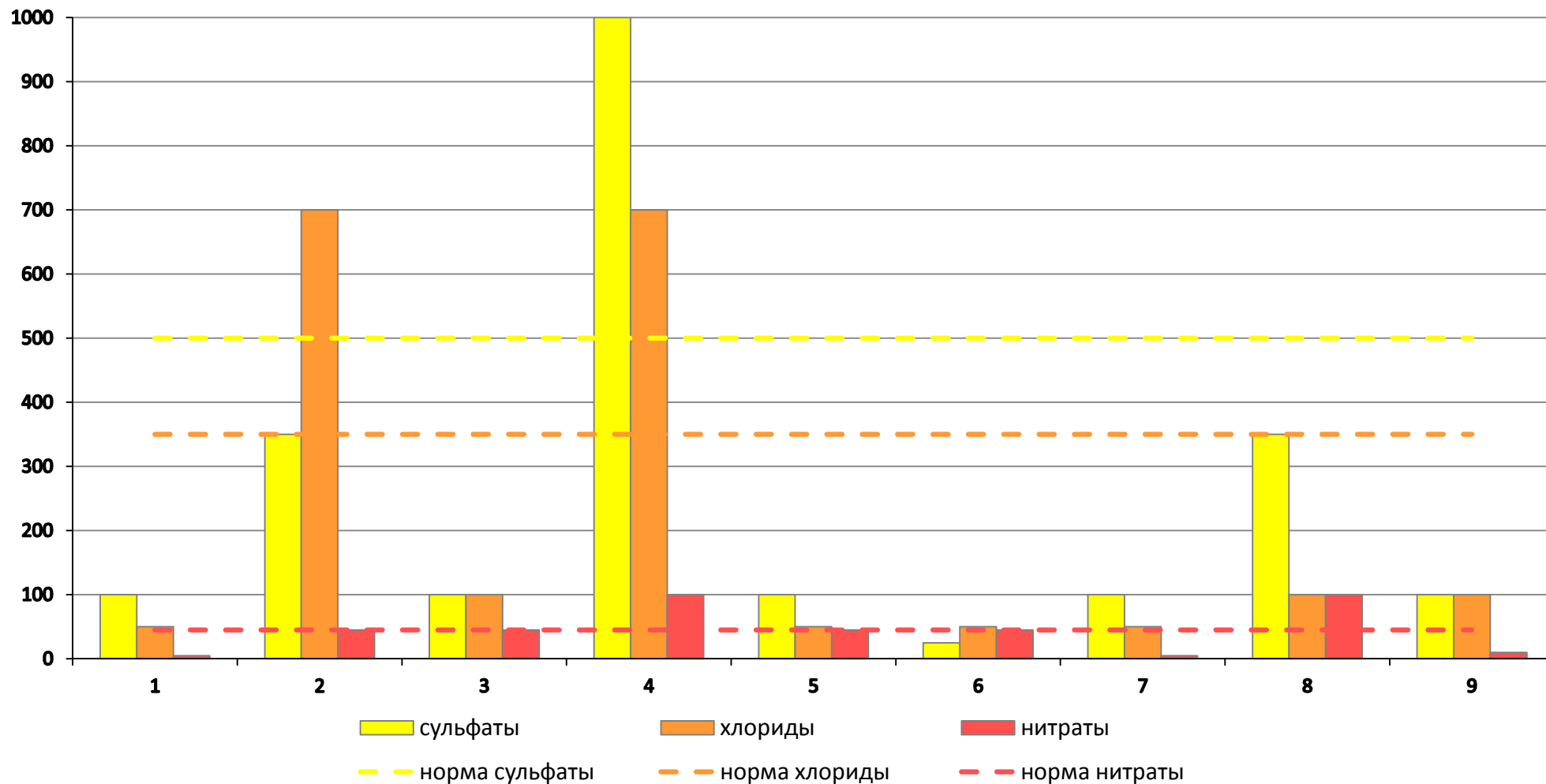


Рис. 2. Содержание сульфатов, хлоридов и нитратов в воде родников, мг/л.

1 – родник мкр. Юбилейный, 2 – родник на ул. Верхняя, 3 – родник Святой Марии мкр. Южный, 4 – родник на ул. Кутузова, 5 – родник мкр. Сыоево, 6 – родник «Троица» у Лысой горы, 7 – родник возле деревни Романцево, 8 – родник в п.г.т Пронск, 9 – родник возле деревни Студенец

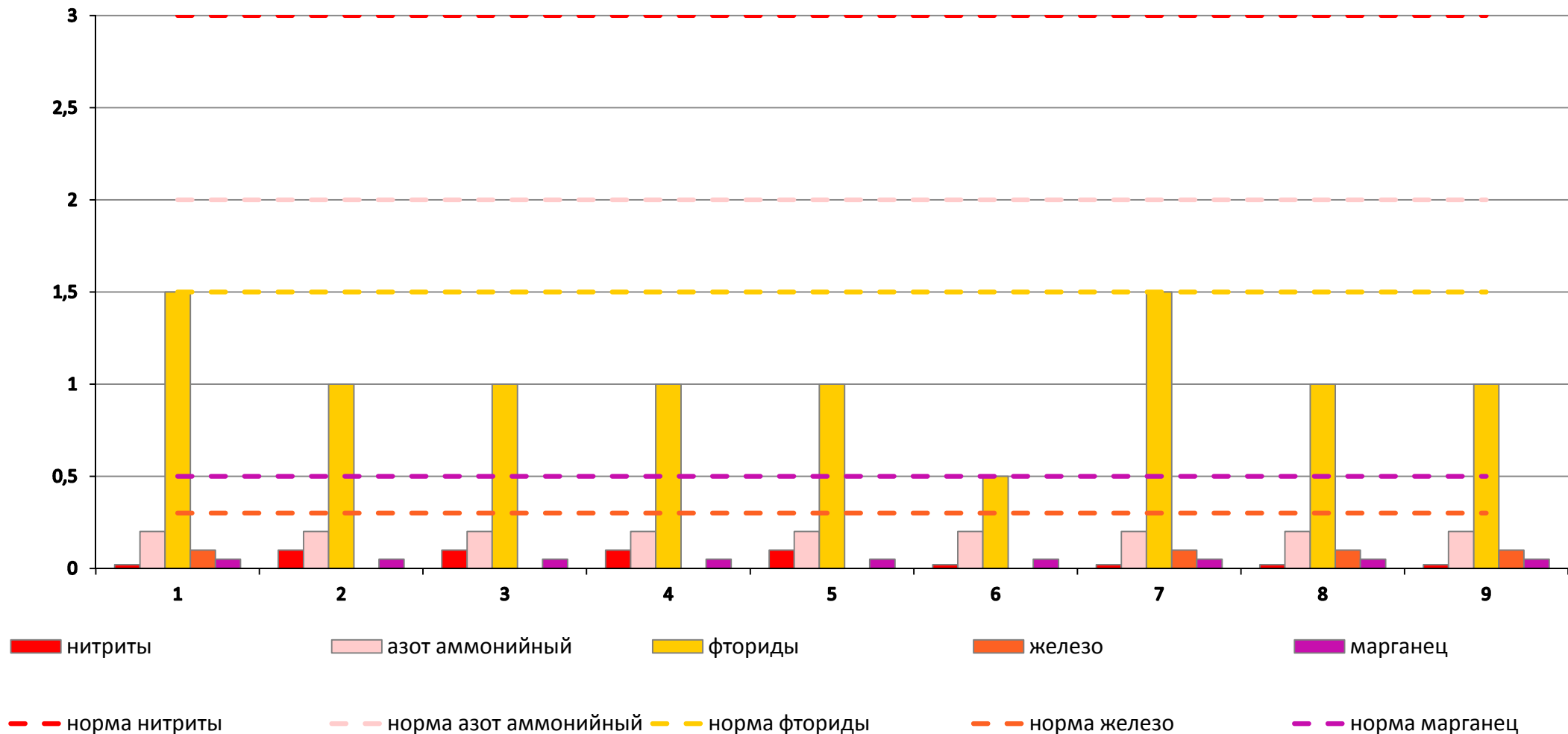


Рис. 3. Содержание нитритов, азота аммонийного, фторидов, железа и марганца в воде родников, мг/л.

1 – родник мкр. Юбилейный, 2 – родник на ул. Верхняя, 3 – родник Святой Марии мкр. Южный, 4 – родник на ул. Кутузова, 5 – родник мкр. Сысово, 6 – родник «Троица» у Лысой горы, 7 – родник возле деревни Романцево, 8 – родник в п.г.т Пронск, 9 – родник возле деревни Студенец

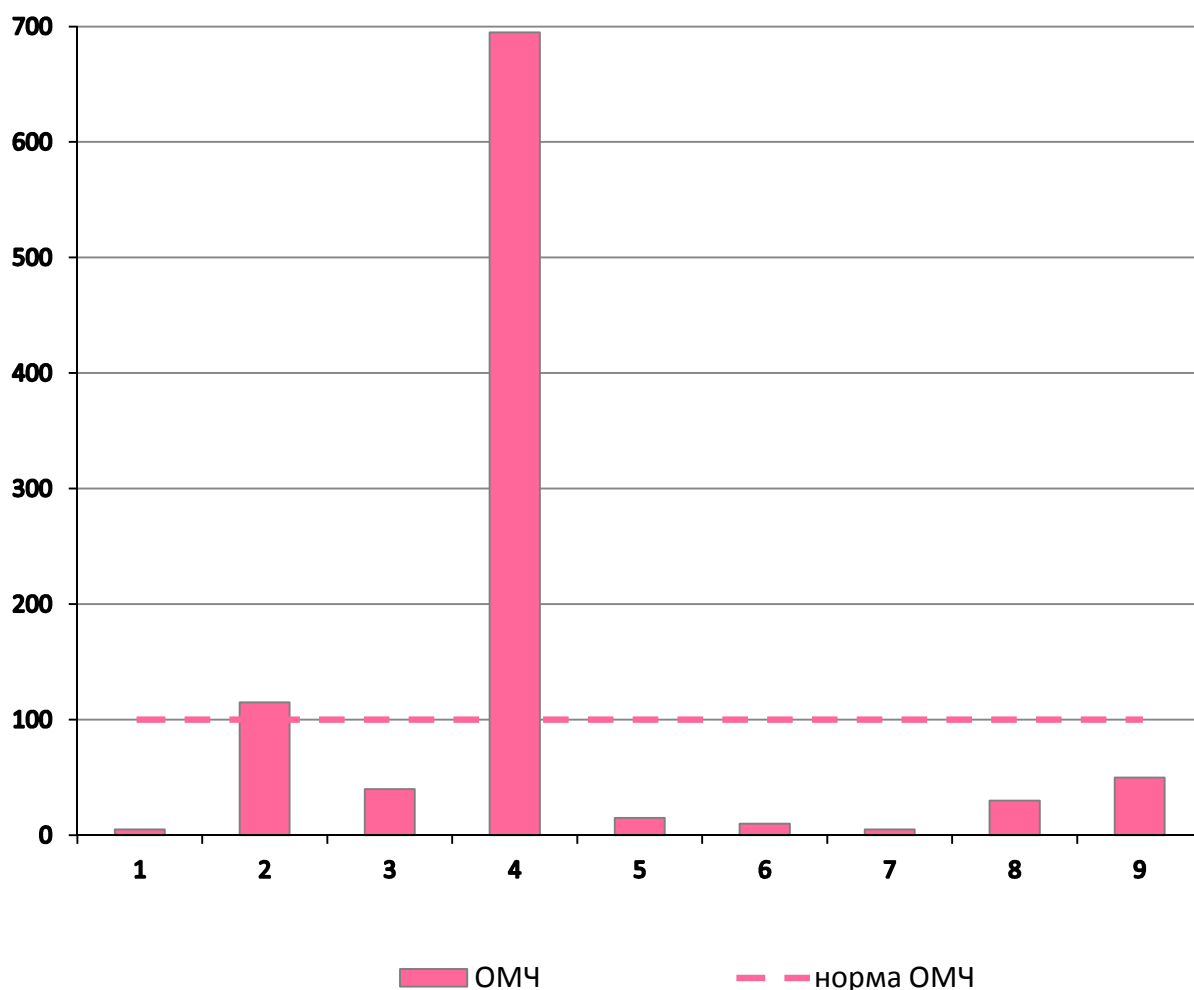


Рис. 4. Содержание ОМЧ в воде родников, число образующих колонии микробов в 1 мл.

1 – родник мкр. Юбилейный, 2 – родник на ул. Верхняя, 3 – родник Святой Марии мкр. Южный, 4 – родник на ул. Кутузова, 5 – родник мкр. Сысоево, 6 – родник «Троица» у Лысой горы, 7 – родник возле деревни Романцево, 8 – родник в п.г.т Пронск, 9 – родник возле деревни Студенец

Исследования качества воды отдельных родников за 2 года показали, что по сезонам года химические показатели существенно не изменяются (приложения 14-16). Изменения отмечались только для родника в п.г.т. Пронск: в осенний период, при существенном увеличении расхода (до 55 л/м), значительно увеличивается жесткость – до 14,85 мг-экв./л. Расход воды увеличивался в осенний и в весенний периоды только в родниках возле д. Романцево и в п.г.т Пронск. При этом, в период весеннего половодья во всех родниках мутность превышала норматив и составляла

5 ЕМФ. Стоит отметить также, что ОМЧ в воде родников в период половодья не превышало норматив.

Если сравнить показатели за летние периоды 2018, 2019 и 2020 годов, то можно увидеть, что в 2020 году почти во всех родниках, за исключением родника возле деревни Романцево, уменьшился расход воды. При этом отмечается снижение концентраций в воде отдельных веществ: в роднике мкр. Юбилейный – сульфатов, железа, нитритов, нитратов и ОМЧ, сульфатов, железа в роднике «Троица» у Лысой горы. Наиболее сильно заметно снижение ОМЧ в воде родника на ул. Верхняя (рис.рис. 5-9). Предполагаем, что это связано с частичной уборкой и пересыпкой бытовой свалки прямо над родником.

В то же время рост концентраций нитратов и нитритов в роднике на ул.Верхняя и в роднике «Троица» у Лысой горы, а также увеличение ОМЧ и концентрации хлоридов в роднике в п.г.т. Пронск может свидетельствовать об органическом загрязнении (бытовых стоках).

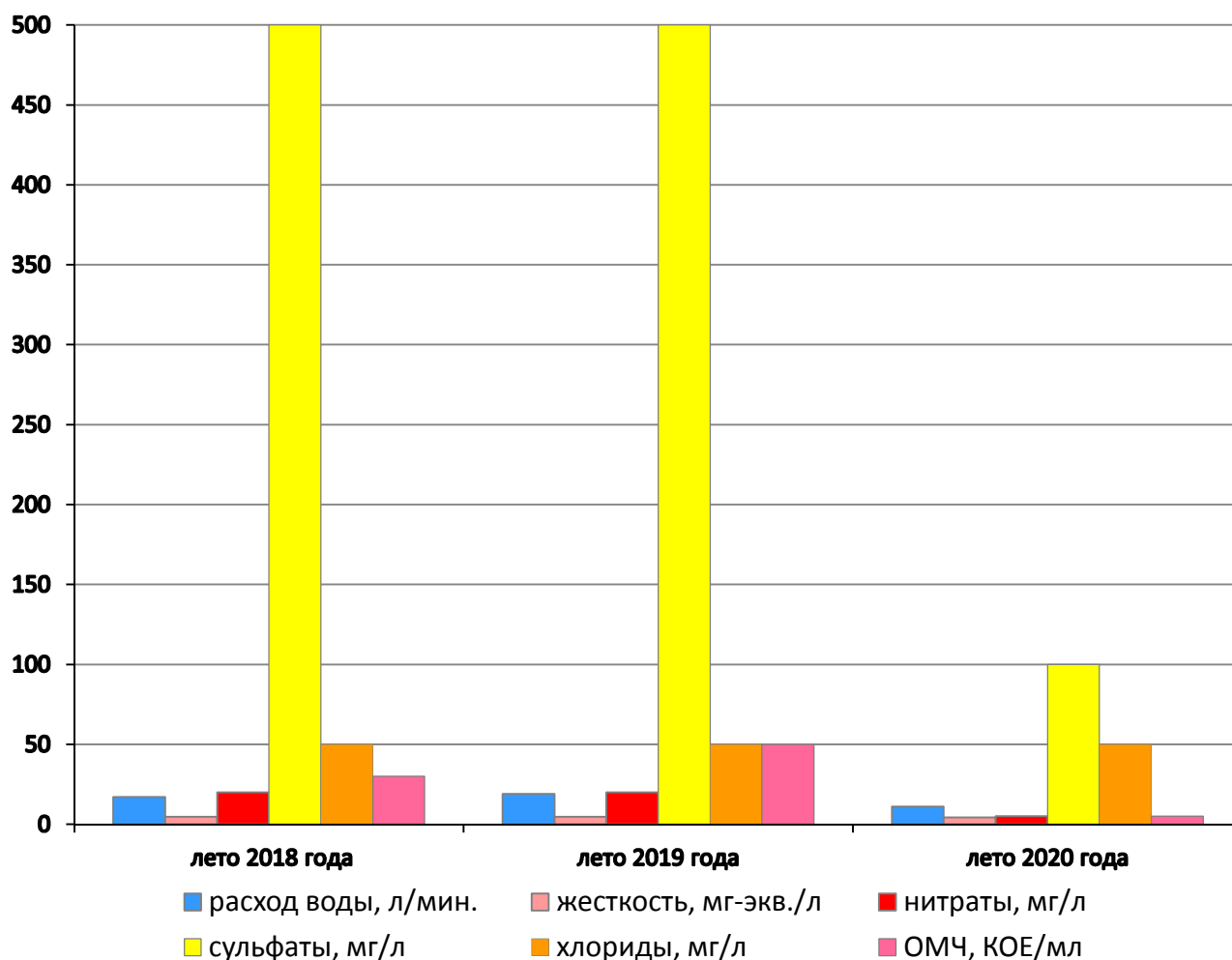


Рис. 5. Показатели качества воды в роднике мкр. Юбилейный.

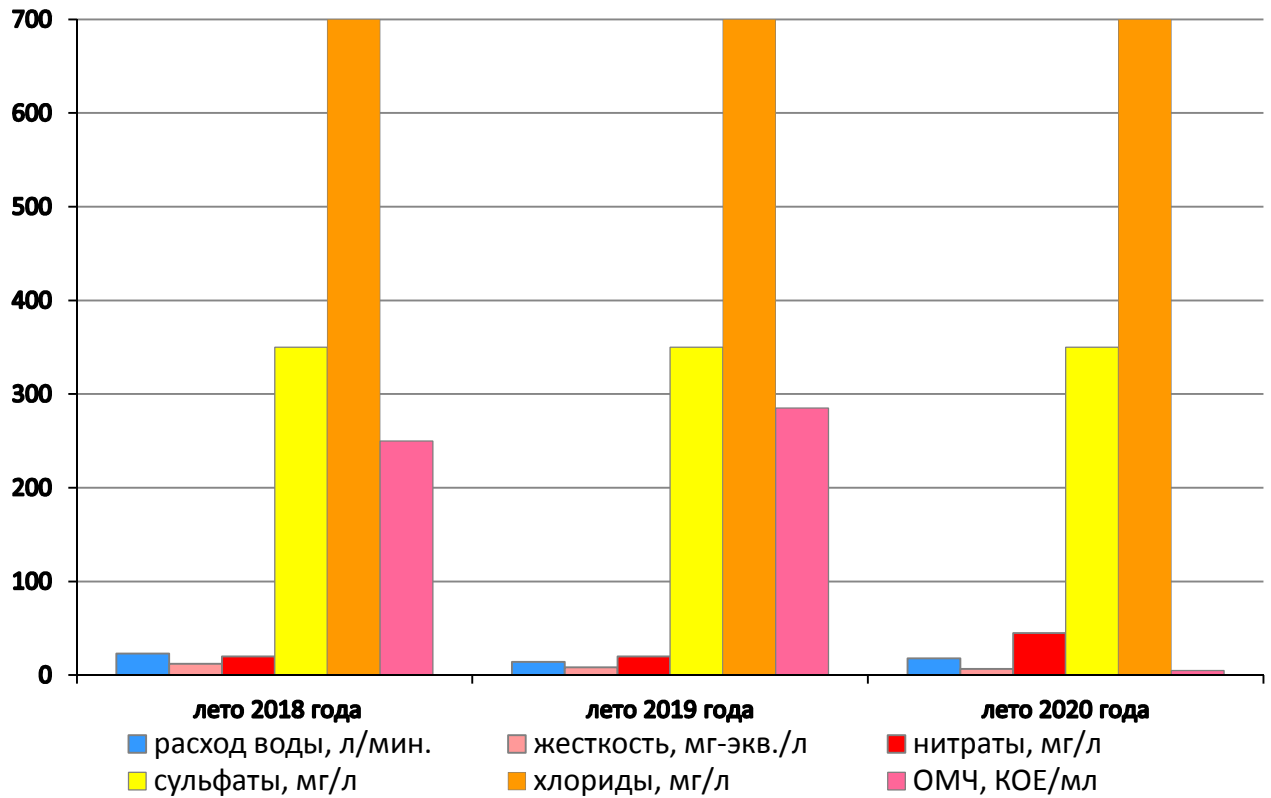


Рис. 6. Показатели качества воды в роднике на ул. Верхняя.

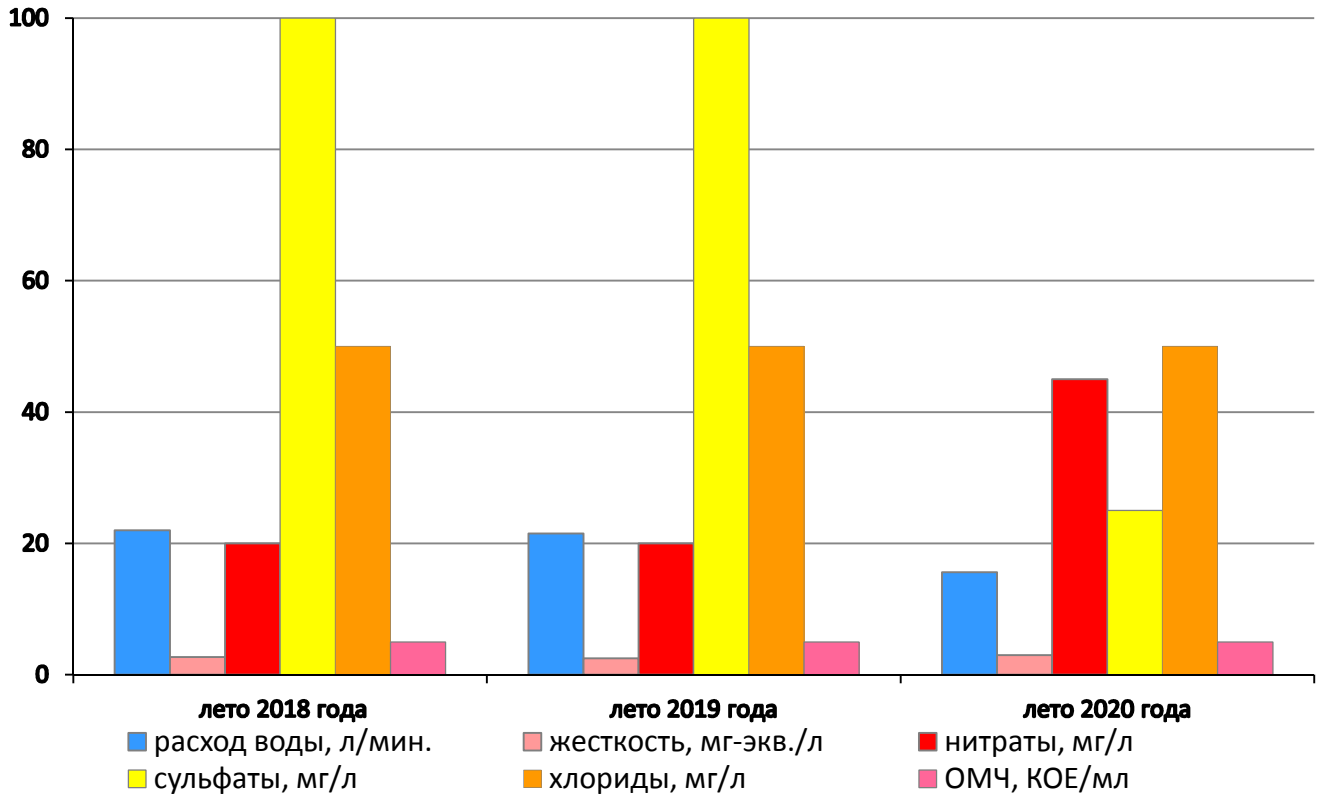


Рис. 7. Показатели качества воды в роднике «Троица» у Лысой горы.

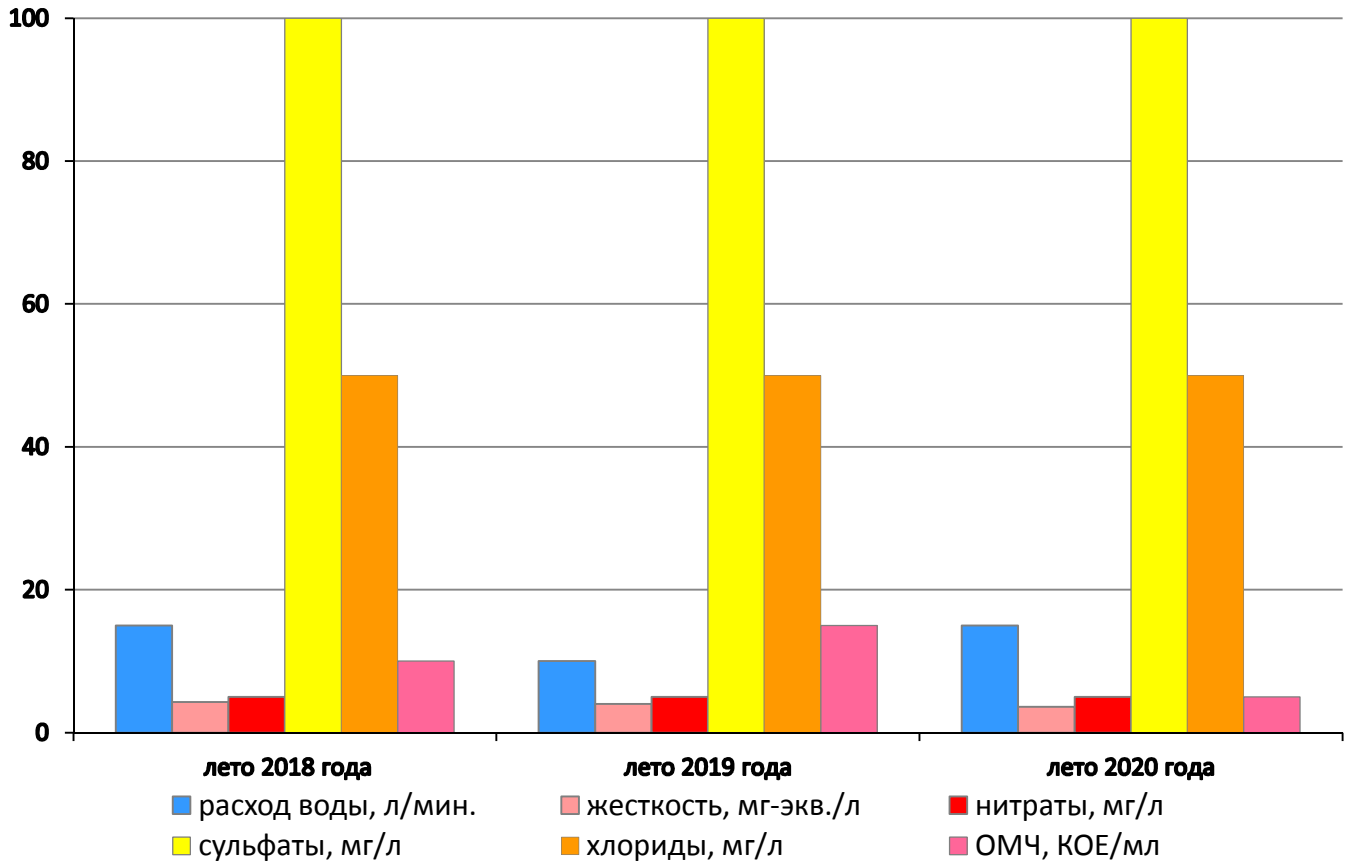


Рис. 8. Показатели качества воды в роднике возле деревни Романцево.

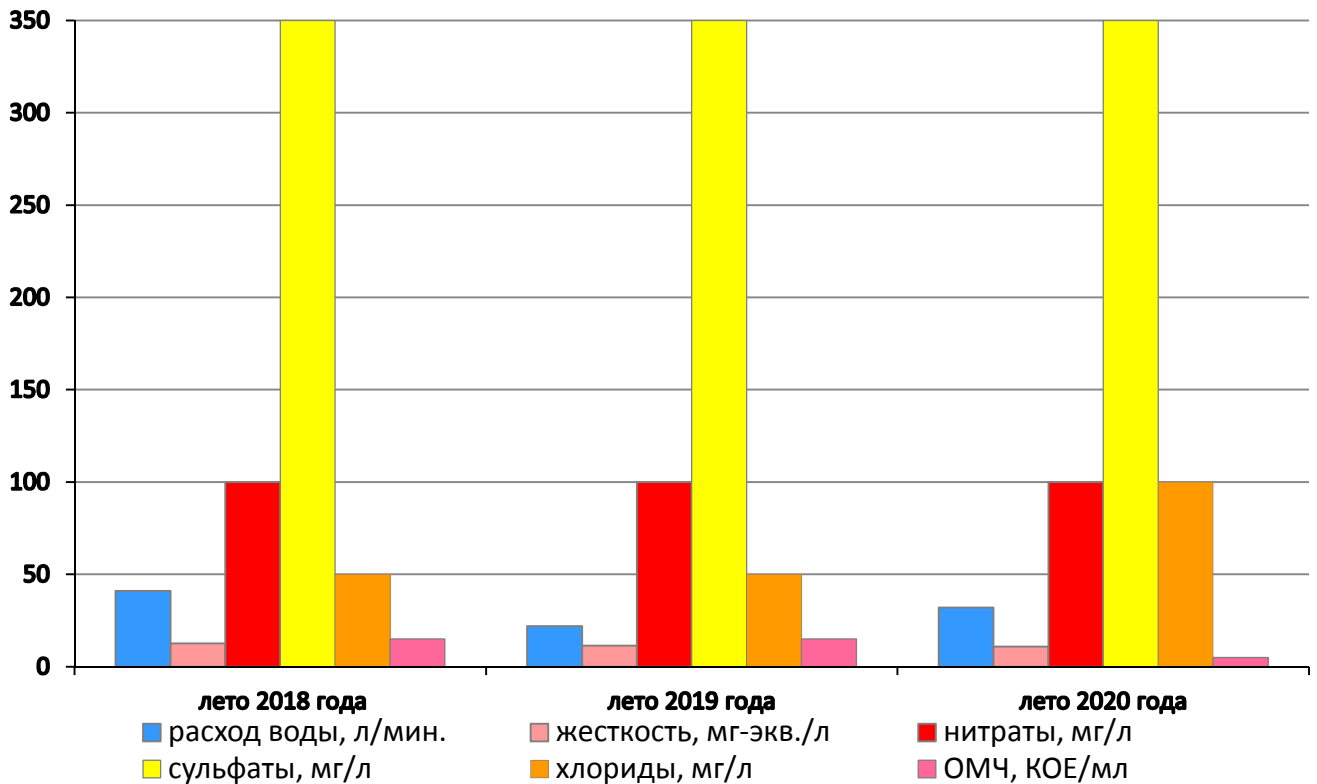


Рис. 9. Показатели качества воды в роднике в п.г.т Пронск.

ВЫВОДЫ.

Полученные результаты позволяют сделать ряд выводов, которые подтверждают высказанную гипотезу.

1. Все описанные родники используются населением в качестве источников питьевого водоснабжения. Они хорошо доступны, обустроены. При этом, имеют разную степень антропогенного влияния. Родники возле деревни Романцево, возле деревни Студенец расположены вдали от населенных пунктов, родник «Троица» у Лысой горы – в лесном массиве. Остальные родники расположены в зоне застройки. Причем, родники мкр. Юбилейный, мкр. Сысоево находятся на удалении от жилых домов, родники на ул. Верхняя, Святой Марии мкр. Южный, в п.г.т. Пронск – непосредственно среди одноэтажной застройки, родник на ул. Кутузова – возле многоэтажного дома.

2. Определённые органолептические свойства воды изученных родников не всегда соответствуют установленным нормативам.

3. Анализ воды родников по химическим и микробиологическим показателям показал несоответствие нормативам по отдельным параметрам.

4. Качество воды исследованных родников не полностью соответствует санитарным нормам. В родниках, расположенных на застроенных территориях, отмечаются превышения нормативов по отдельным органолептическим, химическим и микробиологическим показателям. Наличие БГКП во всех родниках подтверждает необходимость предварительной обработки воды.

Исследование качества воды в отдельных родниках в течение 2-х лет показывает, что химические показатели довольно стабильны. В период половодья могут ухудшаться органолептические показатели воды. Улучшение микробиологических показателей связано с обустройством родников (на ул. Верхняя).

5. Родники, расположенные непосредственно на застроенных территориях, отличаются более высокими концентрациями загрязняющих веществ, которые могут превышать допустимые нормы. Даже с учетом природных особенностей (повышенное содержание железа в природных водах в Рязанской области, наличие известняков в строении территории), отмечаются признаки загрязнения грунтовых вод в зоне застройки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Проведенная работа показала, что, несмотря на особое внимание к родникам, у местных жителей нет доступной информации об их местонахождении и состоянии. При наличии выхода грунтовых вод жители стремятся его облагородить, приспособить для отбора воды, часто не задумываясь о качестве воды.

Проведение исследований на месте отбора неизменно вызывало интерес у тех, кто приехал за водой. Выявление высоких концентраций (хлориды в роднике на ул. Верхняя, нитраты в п.г.т. Пронск, железо и сульфаты в мкр. Юбилейный) приводило к недоумению и недоверию жителей.

Исследования воды родников подтвердили необходимость мер по охране родников, в частности, соблюдения охранных 20-метровых зон.

В первую очередь необходимо соблюдение установленных санитарных и экологических требований относительно бытовых отходов, коммунальных стоков. Санитарные правила устанавливают требования к выбору мест источников децентрализованного водоснабжения с учетом предотвращения химического и бактериального загрязнения. Место расположения водозаборных сооружений следует выбирать на незагрязненном участке, удаленном не менее чем на 50 метров выше по потоку грунтовых вод от существующих или возможных источников загрязнения: выгребных туалетов и ям, складов удобрений и ядохимикатов, предприятий местной промышленности, канализационных сооружений и др. Источники децентрализованного водоснабжения не должны находиться на участках, затапливаемых паводковыми водами, в заболоченных местах, а также ближе 30 метров от магистралей с интенсивным движением транспорта [18].

Из исследованных родников ни один не соответствовал приведенным требованиям к выбору мест.

Для продолжения работы целесообразно составить паспорта изученных родников. Также планируется расширить географию и увеличить количество исследуемых родников в городе Рязани и в Рязанской области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

Печатные издания:

1. Атлас родников города Рязани. Выпускная квалификационная работа студентки РГРТУ Дубровиной Е.В. – Рязань, 2013. – 28 с.
2. Большая энциклопедия природы: Вода и воздух. – М.: ООО «Мир книги», 2004. – 192 с.
3. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения по Рязанской области в 2019 году». – Рязань, 2020.
4. Грушко Я.М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах. – Л.: «Химия», 1982. – 216 с.
5. Заика Е.А., Молчанова Я.П., Серенькая Е.П. Рекомендации по организации полевых исследований состояния малых водных объектов с участием детей и подростков/Под ред. Е.В. Венецианова. – М.: Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 2001. – 100 с.
6. Как организовать общественный экологический мониторинг/ Т.В. Гусева и др.; Под ред. М.В. Хотулевой. – М.: Социально-Экологический союз, 1998. – 256 с.
7. Классификация родников М.Е. Альтовского (1958 г.)//Справочник гидрогеолога /Под общей редакцией М.Е. Альтовского. – М., 1962. – 624 с.
8. Лаврова Н. Святой источник с привкусом солянки// «Новая газета. Рязанский выпуск». – 2020. - №25 от 27 июля 2020 г.
9. Ожегов С.И. Толковый словарь русского языка. – М.: Изд-во АСТ, //2013. – 1360 с.
10. Пармузин Ю.П., Карпов Г.В. Словарь по физической географии. – М.: Просвещение, 1994. – 367 с.
11. Природа Рязанского края/ В.А. Кривцов и др.; Под ред. В.А. Кривцова; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. – Рязань, 2004. – 257 с.
12. Природа Рязанской области/ В.А. Кривцов и др.; Под ред. В.А. Кривцова; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. – Рязань, 2008. – 407 с.

Нормативные документы:

13. ГОСТ 31865-2012. Вода. Единица жесткости.
14. ГОСТ 31942-2012 (ISO 19458:2006). Вода. Отбор проб для микробиологического анализа.
15. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб.
16. ГОСТ 24849-2014. Вода. Методы санитарно-бактериологического анализа для полевых условий.
17. ГОСТ Р 57164-2016. Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности.
18. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников»

Интернет-ресурсы:

19. www.medecotest.ru
20. www.petritest.ru

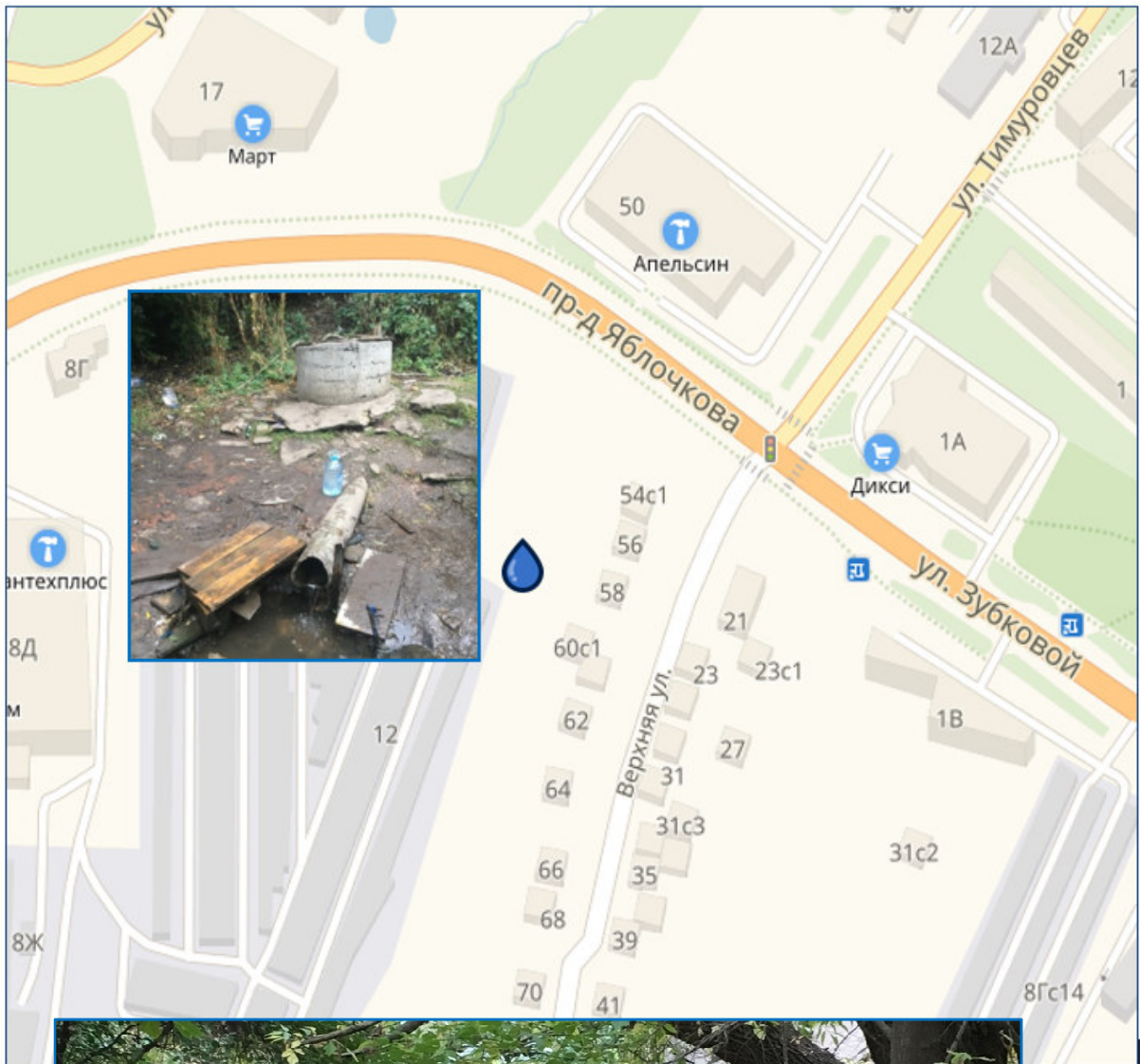
ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

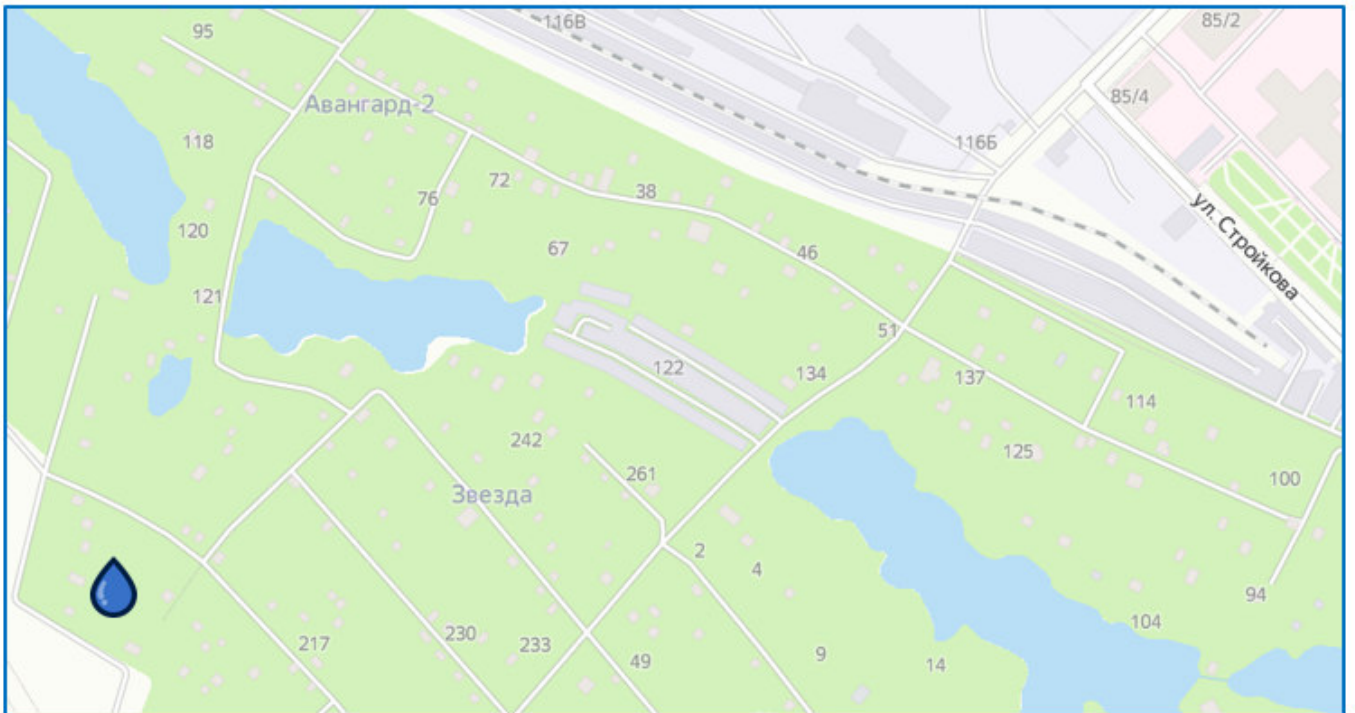
Родник мкр. Юбилейный



Родник на ул. Верхняя



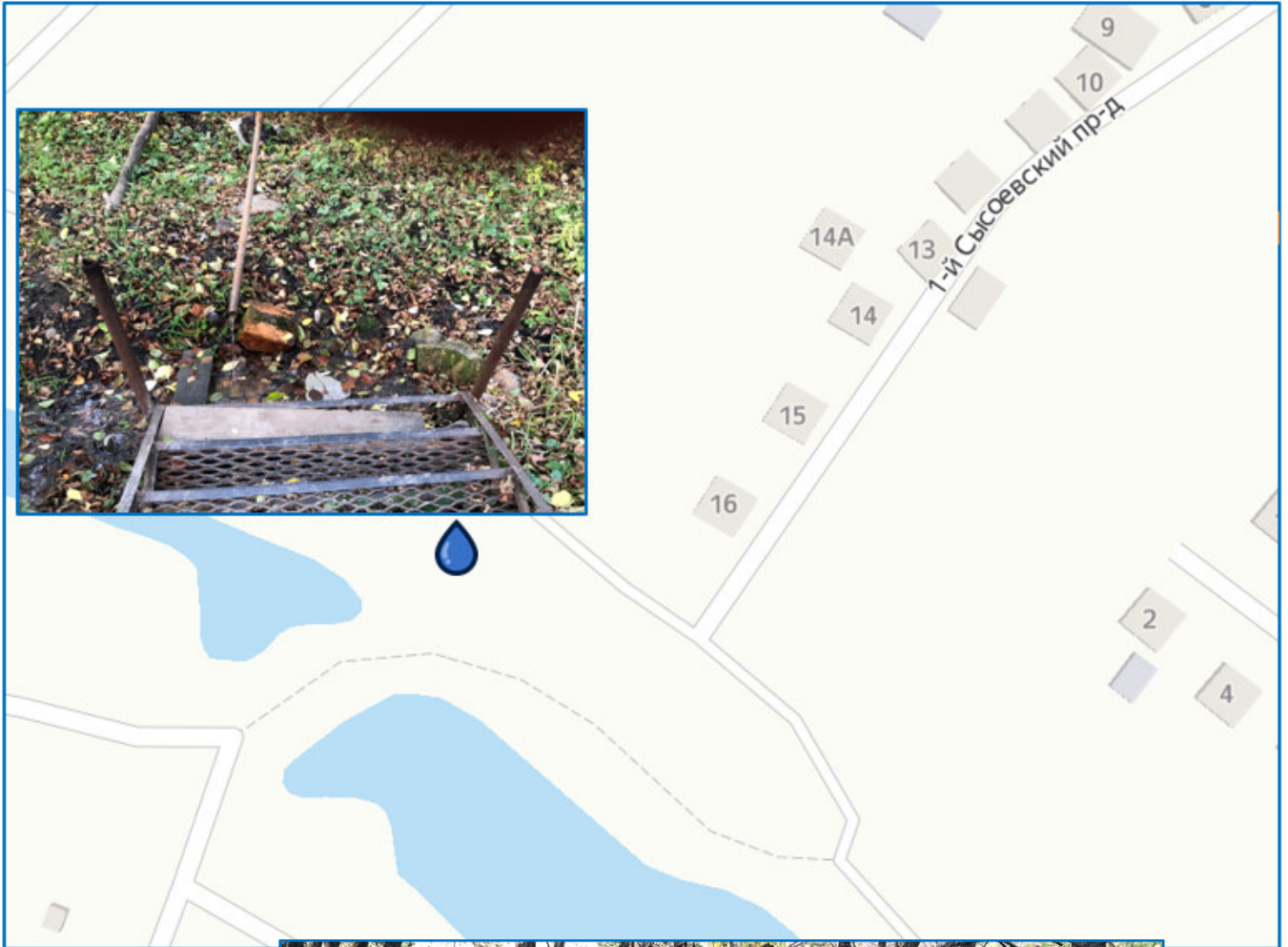
Родник Святой Марии мкр. Южный



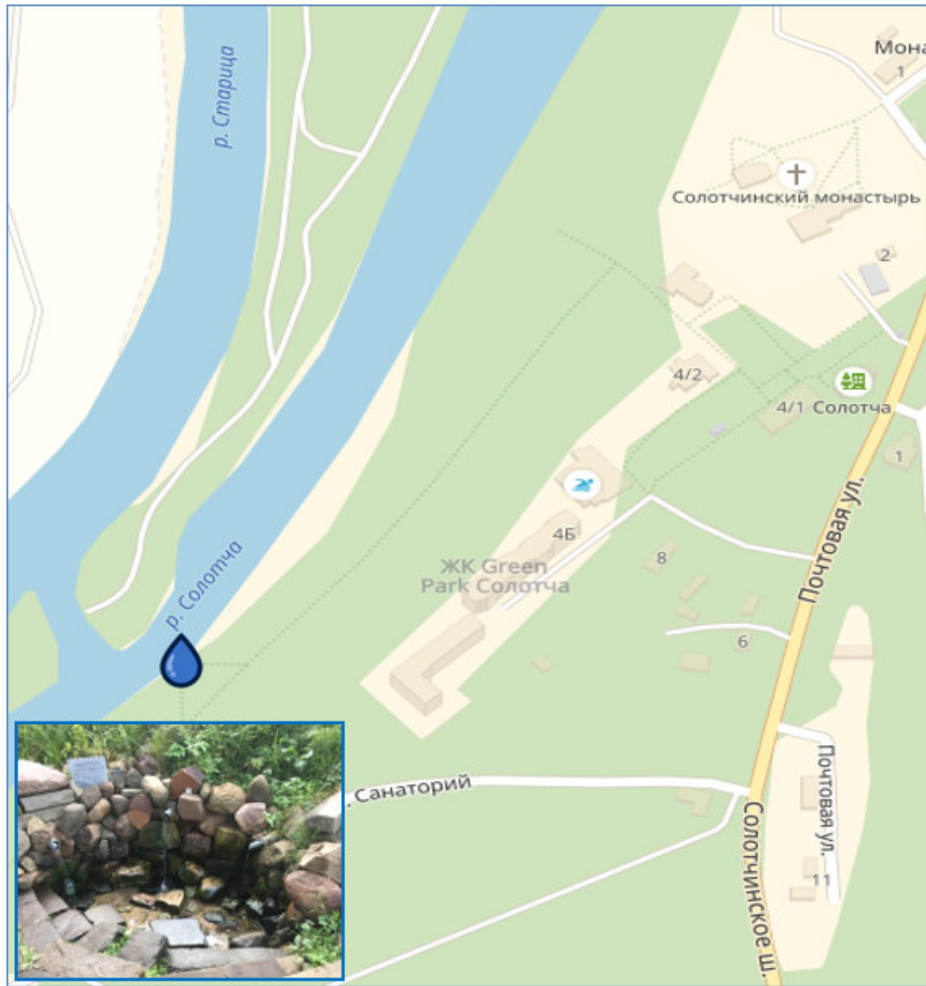
Родник на ул.Кутузова



Родник мкр. Сысово



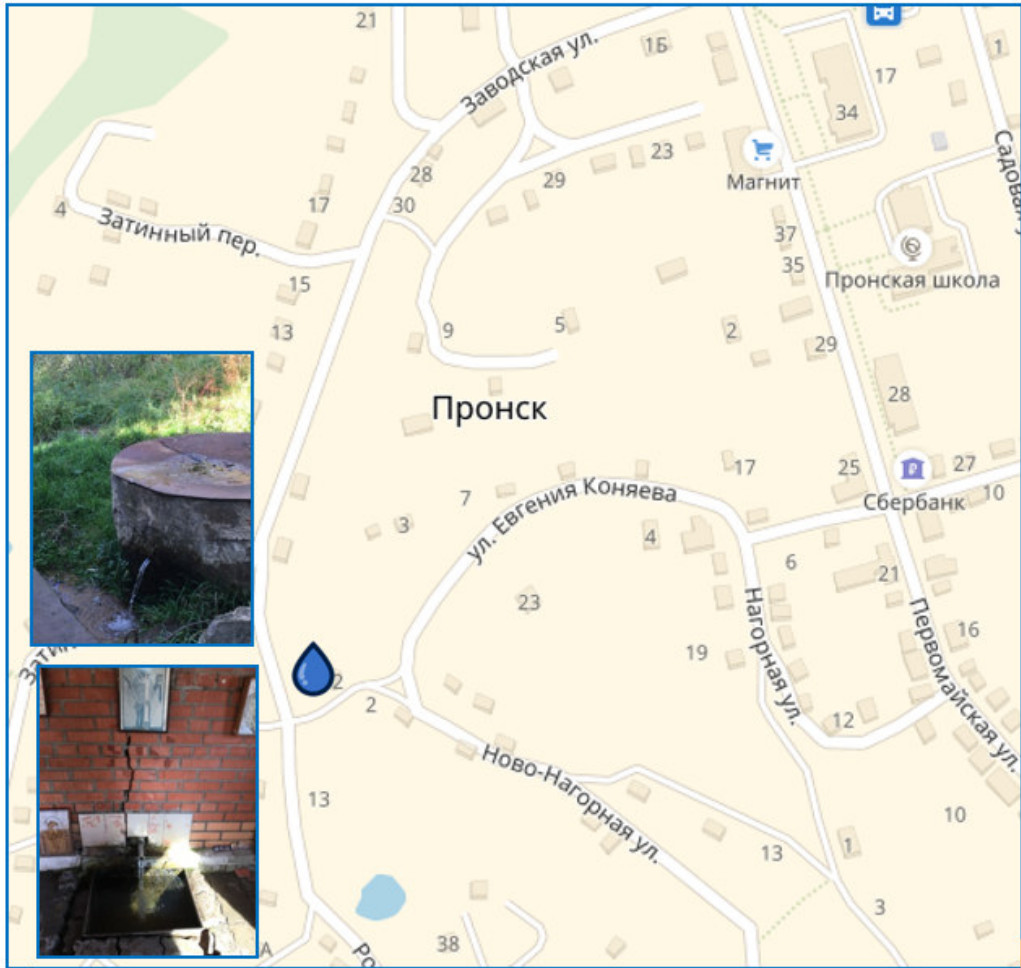
Родник «Троица» у Лысой горы



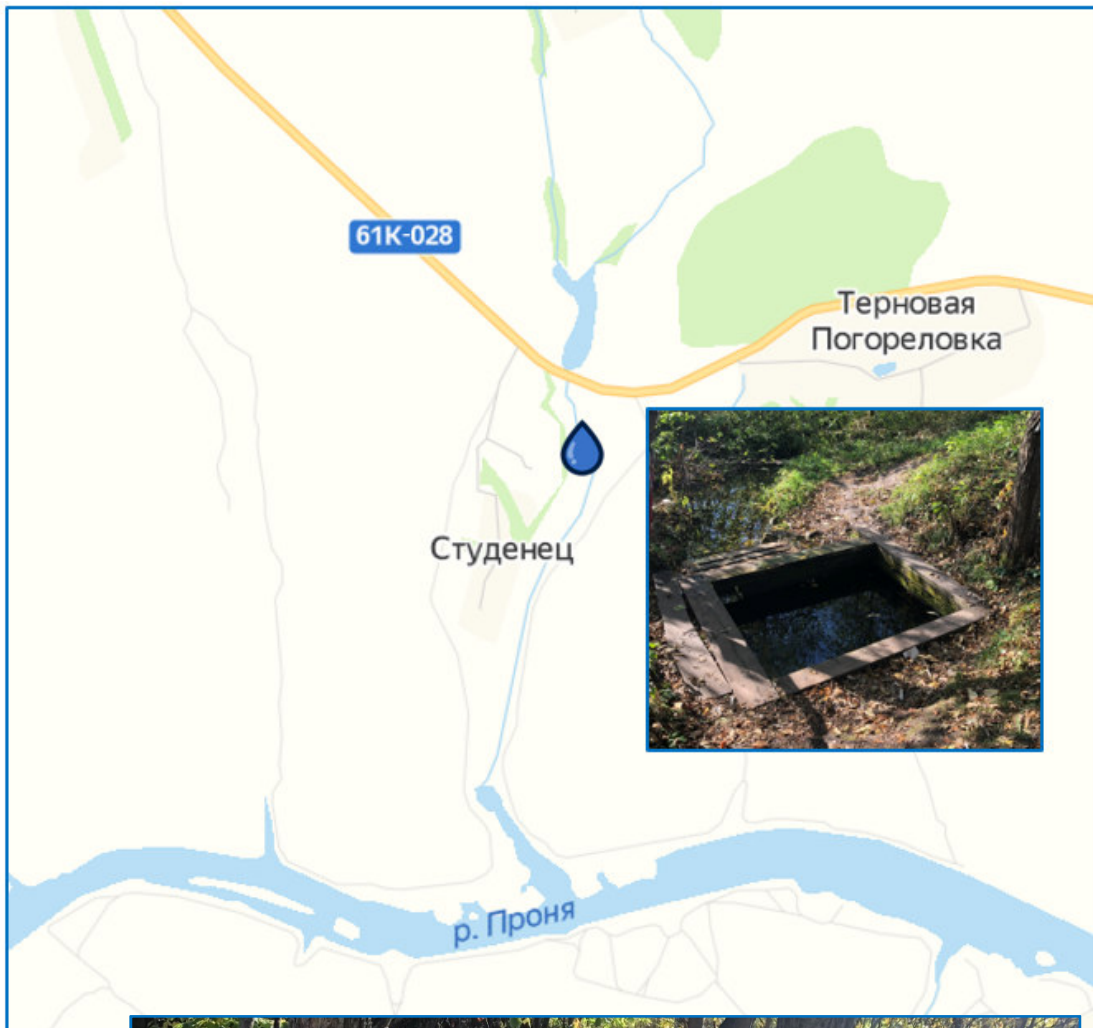
Родник возле деревни Романцево



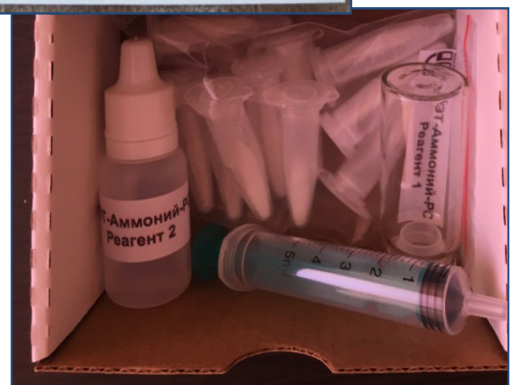
Родник в п.г.т. Пронск



Родник возле деревни Студенец

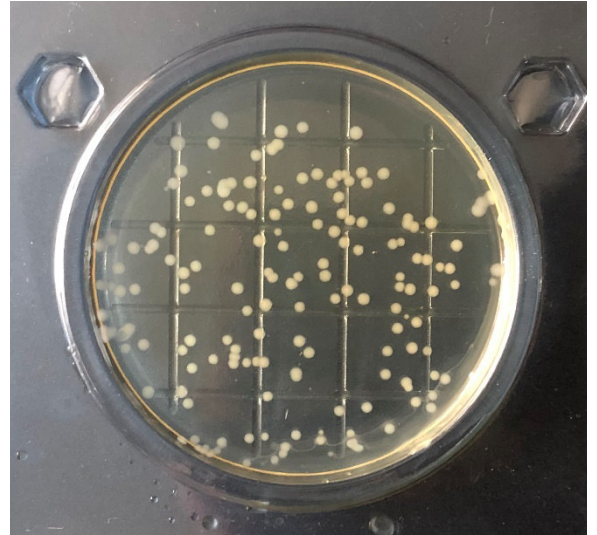


Исследование химических показателей качества воды

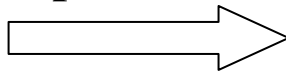


Определение микробиологических показателей в воде родников

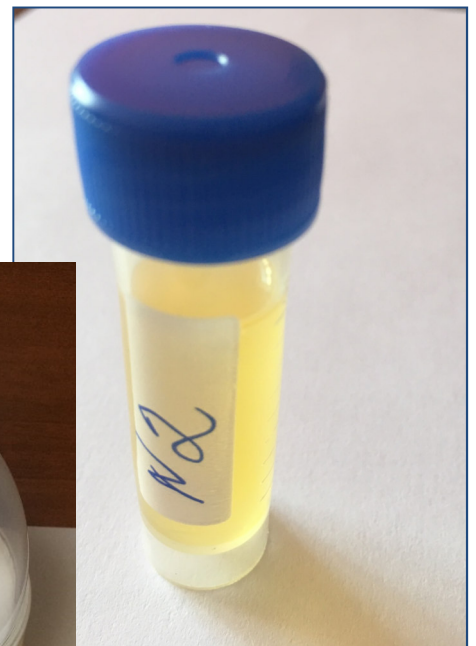
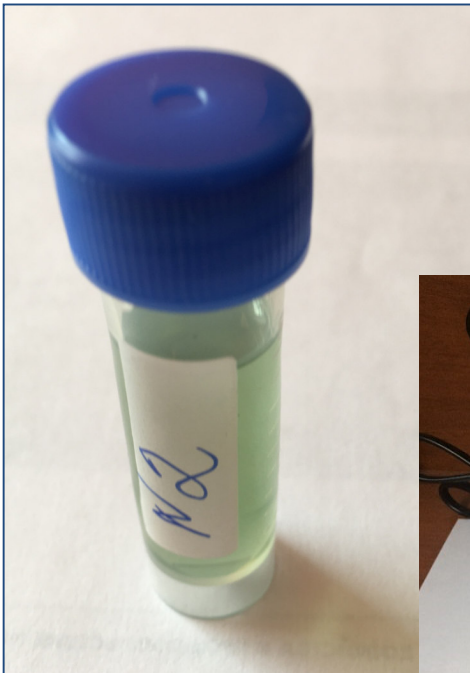
ОМЧ



Через 24 часа



БГКП



Описание родников

Показатель		Родник мкр. Юбилейный	Родник на ул. Верхняя	Родник Святой Марии мкр. Южный	Родник на ул. Кутузова	Родник мкр. Сыроево	Родник «Троица» у Лысой горы	Родник возле деревни Романцево	Родник в п.г.т. Пронск	Родник возле деревни Студенец
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Расход воды, литров	в минуту	11,1	18	12	3,3	3,2	15,6	15	31,3	не определяется
	в час	666	1 080	720	198	193	936	900	1 878	
	в сутки	15 984	25 920	17 280	4 752	4 628	22 464	21 600	45 072	
Температура воды, °С		+11°С	+10°С	+11°С	+12°С	+11°С	+10°С	+11°С	+12°С	+10°С
Прозрачность воды, см		> 30	24,5	> 30	28	> 30	> 30	> 30	> 30	> 30
Состояние территории вокруг родника		На высоком берегу реки над родником есть свежие оползни. Вода стекает в реку на расстоянии 2,5 м. Растительность – осоки, ивы, разнотравье	Родник расположен в овраге, который используется под свалку. На склоне над родником также бытовая свалка.	Родник расположен в большом овраге среди садовых домиков. Вода, возможно, стекает в пруд на расстоянии 200 м.	Родник расположен на склоне оврага. Спуск обустроен. Вода стекает ручьем в пруд на расстоянии около 100 м.	Родник расположен на дне оврага. Оборудован спуск, скамейки, урна. Вода стекает из длинной трубы ручьем в пруд на расстоянии примерно 50 м.	Родник находится в сосновом лесу на берегу реки. Территория ухожена, имеются лавочки, цветники	Территория представляет собой небольшой лес. Вода стекает ручьем в реку на расстоянии примерно 55 м.	На склоне над родником есть оползни. Вода стекает по ручью в небольшой пруд на расстоянии около 145 м. Растительность вблизи родника – осоки, ивы.	Родник расположен в русле ручья на дне оврага. Территория ухожена, обустроена лестницей для спуска, лавочками и мостками. Растительности характерна для влажных оврагов: ольха, ивы, разнотравье.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Использование населением	Обустроено 3 выпуска. За 15 минут – 10 человек пришли за водой	Обустроен один выпуск, есть лестница для спуска. За 15 минут за водой пришли 11 человек.	Родник обустроен, освящен. Отмечено 3 человека.	Обустроено 2 отдельных выпуска. За 15 минут родником воспользовался 1 человек.	Выпуск представляет собой длинную металлическую трубу, выходящую из склона оврага. Подход обустроен.	Обустроено три выпуска Родник освящен. За 15 минут родником воспользовались 14 человек.	Обустроено 2 выпуска. Один находится под крышей. За 15 минут за водой пришли 28 человек.	Обустроено два выпуска воды, родник освящен, есть купель. За 15 минут – 5 человек пришли за водой.	Каптаж представляет собой открытый деревянный колодец прямо в русле, на песчаном дне которого бьет ключ. За 15 минут отмечены 4 человека.

Органолептические, химические и микробиологические показатели воды родников

Наименование показателя	Значение показателя									
	Родник мкр. Юбилейный	Родник на ул. Верхняя	Родник Святой Марии мкр. Южный	Родник на ул. Кутузова	Родник мкр. Сысоево	Родник «Троица» у Лысой горы	Родник возле деревни Романцево	Родник в п.г.т. Пронск	Родник возле деревни Студенец	Норматив
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Запах при 20°, баллы	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2-3
Запах при 60°, баллы	2 древесный	2 неопред.	2 древесный	2 землистый	2 землистый	2 ароматич.	2 травянистый	2 древесный	2 болотный	2-3
Привкус, баллы	0	1 солонватый	0	0	0	0	0	0	0	2-3
Цветность, градусы	10	20	10	20	20	10	20	10	20	не более 30
Мутность, ЕМФ	2	5	2	2	2	2	2	2	2	в пределах 2,6-3,5
Водородный показатель, единицы рН	7,5	7,5	7,5	7,0	8,0	6,5	7,5	7,0	7,0	6-9
Жесткость общая, мг-экв./л	4,3	6,6	2,64	11,22	4,29	2,97	3,63	10,89	4,62	в пределах 7-10
Общее содержание солей (показания TDS-метра, ppm)	217	346	133	567	215	148	191	557	244	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Нитраты, мг/л	5	45	45	100	45	45	5	100	10	не более 45
Окисляе- мость пер- манганат- ная, мг/л	0	2	2	2	2	0	0	0	0	в пределах 5-7
Сульфаты, мг/л	100	350	100	1000	100	25	100	350	100	не более 500
Хлориды, мг/л	50	700	100	700	50	50	50	100	100	не более 350
Фториды, мг/л	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,5	1,0	1,0	0,7 – 1,5
Железо, мг/л	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	не более 0,3
Нитриты, мг/л	0,02	0,1	0,1	0,1	0,1	0,02	0,02	0,02	0,02	не более 3
Азот аммо- нийный, мг/л	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	не более 2
Марганец, мг/л	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	не более 0,5
ОМЧ, число образующих колонии микробов в 1 мл	5	115	40	695	15	10	5	30	50	100
БГКП	присут- ствуют	присутст- вуют (20)	присутст- вуют	присутст- вуют (15)	присутст- вуют (10)	присутст- вуют	присутст- вуют	присут- ствуют	присутст- вуют	отсутствие

Органолептические, химические и микробиологические показатели воды отдельных родников (2019 год).

Наименование показателя	Значение показателя																				Норматив
	Родник мкр. Юбилейный				Родник на ул. Верхняя				Родник «Троица» у Лысой горы				Родник возле деревни Романцево				Родник в п.г.т. Пронск				
	зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Расход воды, л/мин.	18	22	19	18	23	24	14	17	22	25	22	25	15	26	10	12	40	46	22	45	-
Запах при 20°, баллы	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2-3
Запах при 60°, баллы	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	0	0	0	0	1	2	2	2	2-3
Привкус, баллы	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2-3
Цветность, градусы	20	20	20	20	20	20	20	20	10	10	10	10	20	20	20	20	10	10	10	10	не более 30
Мутность, ЕМФ	2	5	2	2	5	5	5	5	2	5	2	2	2	5	2	2	2	5	2	2	в пределах 2,6-3,5
Водородный показатель, единицы рН	6,5	7,0	7,0	7,0	7,5	7,5	7,5	7,5	6,5	7,0	7,0	7,0	7,5	7,5	7,5	7,5	7,0	7,0	7,0	7,0	6-9
Жесткость общая, мг-экв./л	4,3	4,3	4,6	4,6	8,25	11,9	8,25	11,2	2,6	2,97	2,3	2,3	3,97	4,29	3,96	2,97	11,5	12,21	11,4	12,21	в пределах 7-10
Нитраты, мг/л	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	5	5	5	5	100	100	100	100	не более 45

Органолептические, химические и микробиологические показатели воды отдельных родников (2020 год).

Наименование показателя	Значение показателя																				Норматив
	Родник мкр. Юбилейный				Родник на ул. Верхняя				Родник «Троица» у Лысой горы				Родник возле деревни Романцево				Родник в п.г.т. Пронск				
	зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Расход воды, л/мин.	23	27	11	12	30	19	18	18	25	21	16	19	17	16	15	14	42	39	31	33	-
Запах при 20°, баллы	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2-3
Запах при 60°, баллы	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	0	0	0	0	1	2	2	2	2-3
Привкус, баллы	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2-3
Цветность, градусы	20	20	20	20	20	20	20	20	10	10	10	10	20	20	20	20	10	10	10	10	не более 30
Мутность, ЕМФ	2	5	2	2	5	5	5	5	2	5	2	2	2	5	2	2	2	5	2	2	в пределах 2,6-3,5
Водородный показатель, единицы рН	7,0	7,0	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,0	7,0	6,5	6,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,0	7,0	7,0	7,0	6-9
Жесткость общая, мг-экв./л	4,3	4,6	4,3	4,3	8,25	8,25	6,6	7,26	2,6	3,3	2,97	2,97	3,3	3,3	3,64	2,97	11,5	12,21	10,89	11,4	в пределах 7-10
Нитраты, мг/л	20	5	5	5	20	45	45	45	20	20	45	45	5	5	5	5	100	100	100	100	не более 45

