

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
лицей при ТПУ г. Томска
г. Томск, ул. Аркадия Иванова, 4

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
СВЯТЫХ РОДНИКОВ Г. ТОМСКА ПО ДАННЫМ
ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Выполнил:

Тхорик Денис Владимирович, 11 класс

Научный руководитель:

Усова Надежда Терентьевна,

к.т.н., учитель химии

МБОУ лицей при ТПУ г. Томска

Томск, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Литературный обзор	4
1.1. История водопотребления города Томска	4
1.2. Святые родники г. Томска	5
2. Изучение историко-культурных сведений о родниках и оценка эколого-санитарного состояния территории вокруг родников	7
2.1. Родник «Царский ключ» (Иркутский тракт, д. 87).....	7
2.2. Родник «Святой ключ» («Омский») пер. Омский	8
2.3. Родник «Дальний ключ» (историческое название, топоним)	9
2.4. Родник «Божья роса»	10
2.5. Родник «Воскресенский».....	11
2.6. Родник Федора Томского.....	12
3. Результаты химического анализа воды святых источников г. Томска ..	15
Выводы	19
Заключение	20
Список используемой литературы	21

Введение

Томск – город родников. На территории города выявлено более 1000 родников. Острог Томский был заложен на Воскресенской горе, на которой находилось родниковое «Белое озеро». Под крутыми обрывистыми склонами Воскресенской горы десятки родников изливали свои чистые хрустальные воды. Обилие чистой питьевой воды было одной из важнейших причин выбора мест закладки города. Святыми называют источники, которые были освящены Православной Церковью. Святым родникам в послереволюционное время особенно не везло [6]. По распоряжению НКВД в 1937 году вышел приказ – завалить их мусором и, таким образом, похоронить память о них. И это было сделано, их засыпали мусором и превращали в городские свалки.

Благодаря работам томских ученых А.Г. Вертмана и А.Д. Назарова [1] в конце XX, начале XXI века ситуация в отношении сохранения и благоустройства родников в городе стала изменяться. В настоящее время в городе выделяют восемь родников, связанных с историей города и освященных в разное время. Жители города берут воды из святых родников, думая, что вода там чище и полезнее, чем вода из-под крана. Но так ли это на самом деле?

Актуальность исследования состоит в том, что по сей день отсутствует систематическое изучение качества воды родниковых вод.

Цель работы: изучение экологического состояния святых родников г. Томска по данным химического анализа.

Задачи исследования:

1. Изучить историко-культурные сведения о родниках.
2. Определить эколого-санитарное состояние территории вокруг родника
3. Изучить химические методы анализа воды.
4. Провести химический анализ воды родников и сравнить с Гигиеническими нормативами по СанПиН.

1. Литературный обзор

1.1. История водопотребления города Томска

Город Томск был основан на правом берегу реки Томи в месте впадения в нее малой реки Ушайки. Томский острог был заложен на Воскресенской горе, под крутыми обрывистыми склонами которой изливали свои чистые воды множество родников. Такое обилие чистой питьевой воды было одной из главных причин выбора места закладки города [1].

Первые три века город жил без водопровода и жители пользовались многочисленными открытыми водоемами с чистой в то время водой. Затем все чаще стали брать воду из колодцев и родников, благо город стоит на уникальном в отношении подземных вод месте. Родники сами бьют из-под земли, не смешиваясь с поверхностными грунтовыми водами. В начале 19 века многие из них были обустроены для нужд окрестных жителей.

Один из первых водопроводов г. Томска был создан в конце 19 века петербургским инженером Николаем Ренкулем для Томского Императорского университета. Для этого из десятка родников под университетской горой со стороны Московского тракта собирали воду в бревенчатые резервуары, а паровая машина закачивала ее в водонапорную башню, которая стояла на горе. Из башни вода самотёком по трубам расходилась по корпусам университета. От себя лично Н. Ренкуль поставил на шестом, самом северном роднике, православную часовню для освящения воды и подарил фонтан, построенный им перед главным корпусом [3].

Проблема питьевого водоснабжения города остро встала в 70-ые годы XX столетия из-за обострения экологической ситуации поверхностных вод р. Томи. Учеными кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Томского политехнического института было предложено решение проблемы путем перехода на водопотребление из подземных источников. Дело в том, что на территории Обь-Томского междуречья широко распространены подземные воды палеогенового комплекса, которые, по мнению ученых, могут быть использованы для хозяйственно-питьевого использования. Поэтому с 1973 г. основным источником водоснабжения города стали подземные воды, расположенные в северной части Обь-Томского междуречья на стыке двух крупных геологических структур – Колывань-Томской складчатой зоны и Западно-Сибирского артезианского бассейна [2]. Характерной чертой подземных вод Западной Сибири, используемых для питьевого водоснабжения, является высокое содержание железа, поэтому вода на станции водоподготовки проходит стадию обезжелезивания путем упрощенной аэрации. По сей день Томичи для питьевого водоснабжения используют воду подземных источников.

Томск - город родников

Томск по праву можно назвать городом родников. Родники встречаются практически в каждом районе города – в Лагерном саду, в Михайловской и Солнечной рощах, на Белом озере, на Воскресенской горе, на Московском тракте на Черемошниках т. д. В честь родников названы улицы города: Дальне-

Ключевская, Белозерская, Источная, Ключевой проезд, Водяная, переулки Озерный и Сухоозерный.

В 2004 г. доценты Томского политехнического университета А.Г. Вертман, и А.Д. Назаров впервые провели гидрогеологическое обследование территории г. Томска с целью выявления родников [1]. В результате данной работы на территории города было выявлено более 1000 родников и проведен химический анализ воды большинства из них. Установлено, что более ста родников имеют свое название. Впервые была создана "Схематическая карта родников и ландшафтно-родниковых зон г. Томска" и показано, что Томск – уникальный город по количеству родников. Эта уникальность обусловлена в первую очередь с их количеством. Однако точное количество указать невозможно, так как под влиянием различных факторов (естественных или техногенных) одни родники исчезают, другие появляются. Второй особенностью является чистота воды родников, что объясняется глубиной залегания природных вод. Авторы отчёта [1] убедительно показали, что администрации города необходимо грамотно планировать развитие инфраструктуры и застройку городской территории, а также необходимо подумать над созданием природных родниковых аквапарков. В настоящее время благодаря активной волонтерской деятельности Александра Дмитриевича Назарова появились авторские зоны отдыха возле Университетского озера, вдоль университетских родников, в Михайловской роще, на Обрубке. По мнению и его дочери Олеси Назаровой родники могут стать еще одним туристическим брендом Томска. За годы работы с архивными документами Александр Назаров собрал много информации о томских родниках. Некоторые факты представлены на информационных стендах рядом с обустроенными родниками.

1.2. Святые родники г. Томска

Святыми называют источники, которые были освящены Православной Церковью. Святым родникам в послереволюционное время особенно не везло [6]. По распоряжению НКВД в 1937 году вышел приказ – завалить их мусором и, таким образом, похоронить память о них. И это было сделано, их засыпали мусором и превращали в городские свалки.

Благодаря работам томских ученых А.Г. Вертмана и А.Д. Назарова в конце XX, начале XXI века ситуация в отношении сохранения и благоустройства родников в городе стала изменяться.

Ниже представлен список родников, связанных с историей города и освященных в разное время:

1. «Царский ключ» (ул. Иркутский тракт, 87).
2. Святой ключ («Омский») пер. Омский.
3. «Дальний ключ» (пер. Тихий).
4. Родник «Божья роса» (пер. Островского, 27).
5. Родник «Воскресенский» (напротив дома №10 по ул. Обруб).
6. Святой источник праведного Феодора Томского (у бывшей д. Хромовка).

7. Родник «Николая Ренкуля» (Ботанический сад).

8. Свято-Троицкий ключ (западный склон холма, под одноименной церковью, во дворе частного жилого полуразрушенного дома по ул. Лермонтова 51 (доступ ограничен хозяином).

Нами были исследованы первые 6 родников из этого списка.

2. Изучение историко-культурных сведений о родниках и оценка эколого-санитарного состояния территории вокруг родников

2.1. Родник «Царский ключ» (Иркутский тракт, д. 87)

Родник расположен в Солнечной роще на правом берегу реки Ларинка. На информационном щите около родника размещена историческая справка о нем. Название родника связано с посещением нашего города в 1891 году Цесаревичем, ставшим в последствии последним российским царем Николаем II. Он возвращался из длительного путешествия по Европе и Российской Империи. Наследника престола приветствовал в Павильоне томский городской голова П.В. Михайлов, он преподнес гостю прохладной воды из расположенного поблизости родника и черный хлеб-соль на блюде украшенном императорским и томским гербами.

Долгое время родник оставался необустроенным, но в 2001 году, после долгих лет запустения, родник был обустроен и освящён священником Евгением Березиковым. Но вскоре подвергся разрушению вандалов. В 2018г благодаря неравнодушным гражданам города родник был обустроен. 17 июля 2018г в день 100-летия мученической кончины царской семьи состоялось открытие и освещение источника. Чин освещения произвел митрополит Томский и Асиновский Ростислав. Ответственный за Святой «Царский ключ» - настоятель Храма Святителя Николая Чудотворца г. Томска Томской Епархии Русской Православной Церкви (ул. И. Черных, д.123) Отец Константин (Хиров).

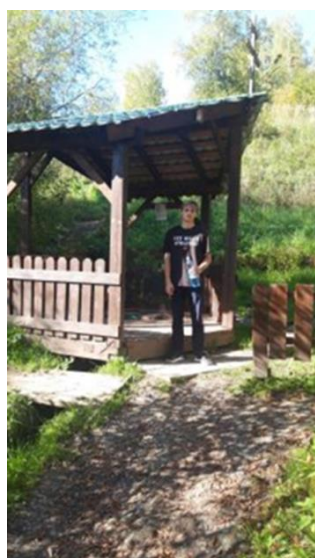


Рисунок 1 – Внешний вид родника

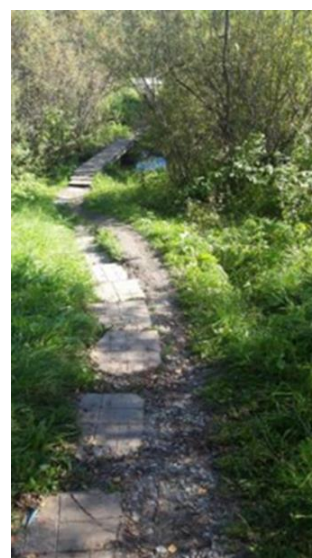


Рисунок 2 – Тропа с деревянным настилом, ведущая к роднику

В настоящее время родник находится в хорошем состоянии. Источник обустроен, каптирован, слив воды из колодца по трубе (Рис.1,3). К роднику идет удобный деревянный настил (Рис.2).

Царский Ключ наблюдается с 1998 г. и зарекомендовал себя стабильным дебитом, температурой и хорошим качеством воды [1]. На рекламном щите

представлена информация о результатах химического и бактериологического состояния воды родника, проведенного в 2023 г. Вода рекомендована к использованию как питьевая. За время пребывания на роднике мы видели, как люди приходят за водой с бутылками.



Рисунок 3 – Каптаж родника



Рисунок 4 – Текст молитвы над каптажом

Статус родника: памятник истории, рекреационный, питьевой, входит в водоохранную зону р.Ларинка.

2.2. Родник «Святой ключ» («Омский») пер. Омский

Родник «Святой ключ» (название историческое) относится к наиболее известным и посещаемым источникам, так как является одним из основных источников стабильного хозяйственно-питьевого водоснабжения многих окружающих его домов. Родник расположен у подножья Каштачной горы в 30 м от основания склона между Зырянским и Омским переулками и представляет из себя колодец («копань») глубиной 2-3 м и сторонами сруба до 4-5 м, перекрытый сверху дощатым настилом, кровельным железом и суглинком [1].



Рисунок 5 – «Святой Ключ» (Пер. Омский –Ул. Б. Каштачная. 2003 г.) [1]



Рисунок 6 – Частный сектор вокруг родника Рисунок 7 – Внешний вид родника (2023 г.)

Обустроивали родник местные жители: поставили железный чан для очистки от песка, вывели трубу, положили мостки. Качество воды по неоднократным анализам [1] и словам жителей хорошее, но, учитывая удалённость каптажа.

от выхода водоносного горизонта, не исключается его эпизодическое загрязнение снеготалыми и дождевыми водами. Внешний вид родника за 20 лет практически не изменился и дополнительным обустройством никто не занимался. Местные жители частного сектора до сих пор используют воду для питья. Об этом мы узнали из разговора с хозяйкой дома напротив родника. Она уверена, что вода в роднике чистая. Информацию о том, когда родник был освещен мы не нашли.

Статус родника: исторический, хозяйственно-питьевой и ландшафтно-гидрогеологический.

2.3. Родник «Дальний ключ» (историческое название, топоним)

Родник «Дальний ключ» расположен в конце пер. Тихого в основании склона Каштачной горы. В 19 веке на роднике стояла часовня, о чем свидетельствует сохранившаяся фотография 1889 года. Когда-то на него специально приезжали томичи – отдохнуть и напиться воды из родника. Сейчас старожилы Черемошников воду берут из него лишь для бытовых нужд.



Рисунок 8 – Часовня на роднике «Дальний Ключ».
Фото А.Ф. Селиванова. 1888/1889г. Фонд Томского краеведческого музея.

Вокруг родника плотно располагаются дома и гаражи частного сектора (рис.9). Родник каптирован стальной трубой (диаметром около 300 мм) из-под проезжей части улицы (рис.10) и дренируется открытым сбросом воды по придорожной канаве до ул. Севастопольской (рис.11). Плотная жилая и промышленная застройка территории значительно затрудняет, но не исключает обустройство родника. Около родника стоит предупреждающая табличка, информирующая о запрете использования воды в питьевых целях.

Статус родника: исторический.



Рис.9. Взятие пробы воды на роднике «Дальний ключ»



Рисунок 10 – Каптаж родника «Дальний ключ»



Рисунок 11 – Дренаж родника

2.4.Родник «Божья роса»

Родник «Божья роса» находится в переулке Н. Островского недалеко от Дальнего ключа также у основания Каштачной горы. Томичи знали об этом роднике ещё в 20 веке. В то время над ним возвышалась деревянная часовенка (рис.12).



Рисунок 12 – Старая часовня на роднике «Божья роса».

Но во времена СССР часовню снесли и построили жилой дом. В те времена место расположения родника назвалось «Бассейка». Здесь до 1997 года находился рукотворный водоем диаметром в двенадцать метров, огороженный вертикально вбитыми бревнышками, дно которого было выложено бутовым камнем. Этот бассейн был предназначен для тушения пожаров. А жители полоскали в нем выстиранное белье, которое становилось таким свежим и мягким, что летом в корзинах, а зимой на санках доставляли его сюда чуть ли ни со всего города [8]. А наполнял этот бассейн родник «Божья роса», который использовали все в округе. Вода родника не оставляла никакой накипи в чайниках, и вкус у нее был необыкновенно приятным. Владелец усадьбы, забор которой примыкал к роднику, в целях увеличения территории засыпал бассейн гравием и местные жители лишились родника.

Родник был заново обустроен в период с апреля по октябрь 2003 года. Построена 14 метровая часовня (рис.13) – базовый проект-архитектор Н. Лисовская при участии «Томскгражданпроект». Проект каптажа, мониторинг строительных работ – А. Д. Назаров. Источник обустроен, каптаж-металлическая труба, над колодцем установлен металлический шатровый навес (рис.14). В настоящее время около него стоит предупреждающая табличка о том, что использование воды в питьевых целях не допускается.



Рисунок 13 – Часовня на роднике «Божья роса»



Рисунок 14 – Внешний вид родника «Божья роса»

2.5. Родник «Воскресенский»

Родник расположен напротив дома №10 по ул. Обруб в центральной части города на склоне правого берега р. Ушайки выше Каменного моста (рис.15). Свое название родник получил от Воскресенской горы, у подножья которой он расположен. В свою очередь гора была названа по первой поставленной на ней церкви в 1622 году, названной во имя Воскресения Христова. Можно сказать, что именно с этого родника началось основание города Томска. В 1604 году казаки, во время своей защиты от кочевников, построили возле этого родника первую крепость в Томске. Освящался ключ неоднократно. В советское время по распоряжению НКВД родник был засыпан

и захлавлен. В 2004г. А.Г. Вертман и А.Д. Назаров реконструировали каптаж родника: установили бетонный колодец с металлической трубой (рис.16). После реконструкции родник освятили Архиепископ Томский и Асиновский Ростислав.

К роднику ведет необустроенная тропинка. При хорошем благоустройстве родник мог бы стать красивым уголком в центральной части города. Статус родника: исторический и ландшафтно-очаговый.



Рисунок 15 – Родник «Воскресенский»



Рисунок 16 – Каптаж родника «Воскресенский»

2.6. Родник Федора Томского

Родник расположен недалеко от поселка Хромовка в километре от памятника Святому старцу Федору Томскому и является продолжением народного комплекса-памятника. О Святом старце Федоре Кузьмиче существует легенда, повествующая, о том, что это был российский царь Александр I, который якобы не умер в Таганроге, а инсценировав свою смерть, приехал в Сибирь в крестьянском обличье. Томский купец Хромов Семён Феофанович покровительствовал и горячо почитал старца [9]. Последние шесть лет старец жил у купца на заимке. Жил старец с любовью к Богу, помогал безвозмездно всем, кто к нему обращался. После его смерти недалеко от его кельи пробился родник, который назвали в честь старца. В 1984 году Фёдор Кузьмич был канонизирован Русской Православной Церковью, как праведный Феодор Томский и включен в состав Собора Сибирских святых [10]. В 2006 году на средства меценатов на месте его кельи был установлен памятник. Около родника красиво вымощена площадка на которой установлен большой деревянный крест (рис.17). Далее вниз ведут ступени к роднику (рис.18). Родник сверху закрыт деревянной крышкой и навесом, украшенным резьбой (рис.19). Каптажа в виде трубы нет, поэтому для удобства наливания воды рядом лежит воронка и черпак (рис.20). Родник впадает в р. Ушайку, протекающую в нескольких метрах от него (рис.21). В 2018 году родник был освящен Православной церковью.



Рисунок 17 – Площадка возле родника Федора Томского



Рисунок 18 – Лестница к роднику Федора Томского



Рисунок 19 – Обустройство родника в виде деревянного короба и крыши



Рисунок 20 – Взятие пробы



Рисунок 21 – Впадение родника в р. Ушайка

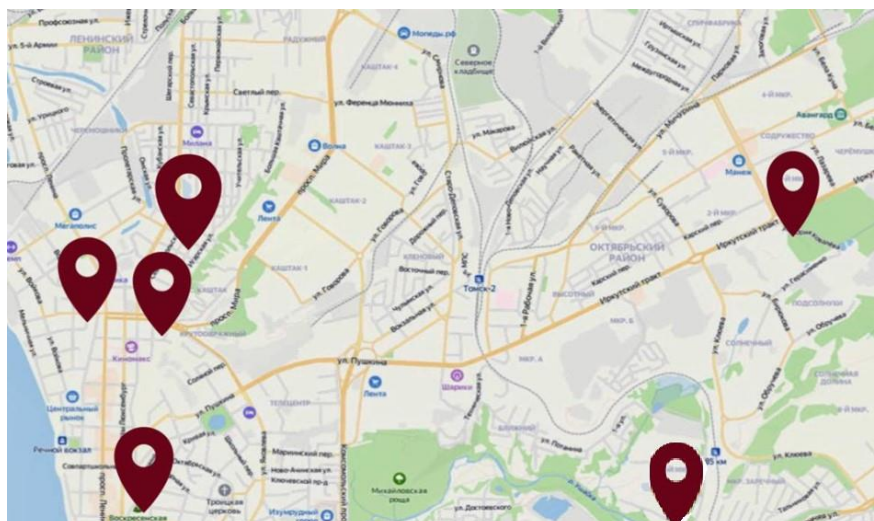


Рисунок 22 – Карта-схема «Места расположения родников»

Изучение историко-культурных сведений о родниках показало, что большинство из них после революции были разрушены и на их месте в советское время были свалки. Благодаря большой волонтерской деятельности гидрогеолога Александра Дмитриевича Назарова при поддержке спонсоров на большинстве родниках установлены каптажи. Такие родники как «Царский ключ», «Божья роса», «Федора Томского» имеют богатое историческое прошлое, красивое обустройство, что, несомненно, может быть использовано для туристических маршрутов.

Эколого-санитарное состояние территории вокруг родников в целом удовлетворительное. Возможно загрязнение родников поверхностными водами в местах плотной застройки у подножья Кашатачной горы (Святой ключ, Дальний ключ, родник «Божья роса»). Недалеко от этих родников располагается также гаражи. Не случайно около «Дальнего ключа» и родника «Божья роса» установлены информационные щиты о запрете использования воды в питьевых целях.

3. Результаты химического анализа воды святых источников г. Томска

Объектами исследования в работе являлись подземные воды шести святых родников г. Томска:

1. Родник «Воскресенский» (напротив дома №10 по ул. Обруб).
2. Родник «Божья роса» («Средний Ключ») (пер. Островского 27).
3. «Дальний ключ» (пер. Тихий).
4. Святой ключ («Омский») (пер. Омский).
5. «Царский ключ» (ул. Иркутский тракт, 87).
6. Святой источник праведного Феодора Томского (у бывшей д. Хромовка).

Химический анализ воды исследуемых родников проводили в лаборатории лица при ТПУ по следующим показателям: рН, окислительно-восстановительный потенциал (Еh), общая жесткость, перманганатная окисляемость, содержание общего железа, нитратов, нитритов и ионов аммония.

Водородный показатель (рН) свидетельствует о кислотно-щелочном балансе воды. Границы допустимых значений водородного показателя определяет СанПиН 2.1.4.1074-01 [4]. Питьевая вода. Согласно данному документу, норма рН питьевой воды не должна выходить за рамки 6-9 баллов.

Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) – Еh (mV) характеризует степень активности электронов в окислительно-восстановительных реакциях происходящих в воде. При положительном значении ОВП вода выступает в роли окислителя, а при отрицательном – в роли восстановителя. Различают несколько основных типов геохимических обстановок в природных водах [8]:

1. Окислительную - характеризуемую значениями $Eh > + (100 - 150) мВ$, присутствием свободного кислорода, а также целого ряда элементов в высшей форме своей валентности.

2. Переходную окислительно-восстановительную – определяемую величинами $Eh + (100-0) мВ$, неустойчивым геохимическим режимом и переменным содержанием сероводорода и кислорода. В этих условиях протекает как слабое окисление, так и слабое восстановление целого ряда металлов.

3. Восстановительную – характеризуемую значениями $Eh < 0$. В подземных водах присутствуют металлы низких степеней валентности.

ОВП и рН определяли с помощью рН – метра (рН-150МИ).

Жесткость воды свидетельствует о присутствии в ней растворенных солей щелочно-земельных металлов (в основном кальция и магния). Природные воды по общей жесткости классифицируются и следующим образом:

- с жесткостью менее 4 мг-экв/дм³ считается мягкой,
- от 4 до 8 мг-экв/дм³ - средней жесткости,
- от 8 до 12 мг-экв/дм³ - жесткой
- выше 12 мг-экв/дм³ - очень жесткой.

По действующему стандарту жесткость питьевой воды не должна превышать 7 ммоль/дм³. Жёсткость воды определяли методом комплексонометрического титрования.

Показатель перманганатной окисляемости свидетельствует о наличии в воде легко окисляющихся органических и ряда неорганических соединений (двухвалентное железо, нитриты). ПДК на перманганатную окисляемость питьевой воды составляет 5,0 мг/дм³. Данный показатель определяли оксидиметрическим титрованием.

Соединения азота (аммиак, нитриты, нитраты) – возникают, главным образом, из органических соединений животного происхождения, которые попадают в воду вместе со сточными водами. Аммиак, присутствующий в воде, может быть органического или неорганического происхождения. В случае органического происхождения наблюдается повышенная окисляемость. В поверхностных водах, насыщенных кислородом, под действием нитрифицирующих бактерий аммоний быстро окисляется до неустойчивой нитритной (NO₂⁻), а затем – до устойчивой нитратной (NO₃⁻), формы. Таким образом, наличие иона аммония в концентрациях, превышающих фоновые значения, указывает на свежее загрязнение и близость источника загрязнения. Нитриты также могут проникать в воду вместе с дождевой водой вследствие редукции нитратов в почве. Соединения азота определяли по стандартным методикам спектрофотометрическим методом на фотоколориметре КФК-3.

Содержание общего железа также определяли с использованием сульфосалициловой кислоты спектрофотометрическим методом.

Анализ воды родников проводили летом (начало июня) и осенью (ноябрь). Воду родника Федора Томского анализировали только осенью. Пробы из родников отбирали в пластиковые бутылки из-под минеральной воды. Анализ производили либо в день взятия проб, либо на следующий день. Во втором случае пробы консервировали серной кислотой.

Ниже представлены результаты анализов воды исследуемых нами родников, взятые из литературных источников.

Результаты анализа воды родника «Царский ключ», взятые из литературных источников представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты анализа воды родника «Царский ключ», взятые из литературных источников.

Год иссл-ия	Показатель измерения	pH, усл. ед.	Eh, mV	Жесткость общая, моль экв/л	Окисляемость перманганат- ная, мгО/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/г	Железо (общ.), мг/л
	Гигиеничес- кий норматив по СанПиН 2.1.1074-01 /	6–9		1,5–7	5,0	1,5	3,0	45	0,3

2004 [1]		6,9 - 7,3	45 - 82						
2018 [2]		6,99		7,9	0,56	< 0,039	< 0,2	15,0	0,33

Результаты анализа воды родника Святой ключ (пер. Омский), взятые из литературных источников представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты анализа воды родника Святой ключ (пер. Омский), взятые из литературных источников.

Год иссл-ия	Показатель измерения	pH, усл. ед.	Eh, mV	Жесткость общая, моль экв/л	Окисляемость перманганат- ная, мгО/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/г	Железо (общ.), мг/л
	Гигиеничес кий норматив по СанПиН 2.1.1074-01 /	6–9		1,5–7	5,0	1,5	3,0	45	0,3
2004 [1]		7-7.5	837				0	1.8	
2018 [2]		7,33		11,6	0,8	< 0,039	< 0,2	85,0	< 0,1
2022 [5]		7,1			1,68			167	0,021

Результаты анализа воды родника «Дальний ключ», взятые из литературных источников представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты анализа воды родника «Дальний ключ», взятые из литературных источников.

Год иссл-ия	Показатель измерения	pH, усл. ед.	Eh, mV	Жесткость общая, моль экв/л	Окисляемость перманганат- ная, мгО/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/г	Железо (общ.), мг/л
	Гигиеничес кий норматив по СанПиН 2.1.1074-01 /	6–9		1,5–7	5,0	1,5	3,0	45	0,3
2004 [1]		7.1- 7.6.	964				0.04	20.6	
2018 [2]		7,31		13,6	0,96	< 0,039	< 0,2	87	< 0,1
2022 [5]		7,04			1,92			59,5	0,035

Результаты анализа воды родника «Божья роса», взятые из литературных источников представлены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты анализа воды родника «Божья роса», взятые из литературных источников.

Год иссл-ия	Показатель измерения	pH, усл. ед.	Eh, mV	Жесткост ь общая, моль экв/л	Окисляемость перманганат- ная, мгО/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/г	Железо (общ.), мг/л
	Гигиеническ ий норматив по СанПиН 2.1.1074-01 /	6–9		1,5–7	5,0	1,5	3,0	45	0,3
2004 [1]		7,25	200				0	5,6- 18,4	
2018 [2]		6,81		11,2	3,36	0,2	< 0,2	68,3	< 0,1
2022 [5]		7,02			1,18			94,6	0,081

Результаты анализа воды родника «Воскресенский», взятые из литературных источников представлены в таблице 5.

Таблица 5. Результаты анализа воды родника «Воскресенский», взятые из литературных источников.

Год иссл-ия	Показатель измерения	pH, усл. ед.	Eh, mV	Жесткость общая, моль экв/л	Окисляемость перманганат- ная, мгО/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/г	Железо (общ.), мг/л
	Гигиеническ ий норматив по СанПиН 2.1.1074-01 /	6–9		1,5–7	5,0	1,5	3,0	45	0,3
2004 [1]		6.8- 7.6	87				0.017- 0.06	5.6- 179	
2018 [2]									

Из представленных результатов (таблицы 1-5) можно сделать вывод, что по исследуемым химическим показателям наблюдается превышение нормативных норм по нитрат ионам и общей жесткости. Высокое содержание солей жесткости характерно для всех подземных вод нашего региона, поэтому не следует связывать этот показатель с антропогенным воздействием на воду родников. А превышение нитратов в воде свидетельствует об антропогенном загрязнении родников по-видимому попаданием поверхностных сточных вод. Результаты анализа проб воды исследуемых родников представлены в таблице 6

Таблица 6. Результаты анализа проб воды исследуемых родников

Гигиенический норматив по СанПиН 2.1.1074-01 /	Время анализа	6-9		1,5-7	5 мг О/л	1,5 мг/л	45 мг/л	3,0 мг/л	0,3 мг/л
	2023г	pH	E, mV	Ж. общ	Перм. ок-ть	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Fe общ
Царский ключ	июнь	7,22	27	7,4	0,12	0	11,7	0,038	0,12
	ноябрь	6,80	21	7,8	0,64	0,51	22,06	0,016	
Святой ключ	июнь	7,06	35	11,6	1,48	0,65	11,8	0	0,03
	ноябрь	6,86	28	10,8	1,08	0,27	20,39	0	
Дальний ключ	июнь	7,07	35	13,35	2,6	3,68	11,6	0,028	0,02
	ноябрь	6,38	24	17,2	2,04	0,25	20,26	0	
Божья роса	июнь	7,15	31	10,8	1,32	0,07	11,77	0	0
	ноябрь	7,18	36	13,1	1,6	0	18,42	0,019	
Воскресенский ключ	июнь	7,25	26	10,6	2,52	0	12,5	0	0,02
	ноябрь	7,08	34	13,65	1,84	0,3	10,8	0,047	
Родник Федора Томского	ноябрь	6,86	44	8,55	3,5	0,20	17,78	0,12	0,06

В таблице 6 представлены результаты наших исследований из которых видно, что превышение нитратов в воде родников не обнаружено, что, по-видимому, можно объяснить благоустройством (установка каптажа) родников. Однако по солям жесткости также наблюдается превышение установленных норм. Также превышение по иону аммония в летний период наблюдается в роднике «Дальний ключ». Окислительно-восстановительный потенциал воды во всех родниках имеет положительное значение, что указывает на то, что вода выступает в роли окислителя.

Выводы:

1. Установлено, что такие родники как «Царский ключ», «Божья роса» и «Федора Томского» имеют богатое историческое прошлое, красивое обустройство и могут быть использованы для эколого-туристических маршрутов.

2. Эколого-санитарное состояние территории вокруг родников в целом удовлетворительное. Все родники имеют каптажи.

3. По исследуемым химическим показателям загрязнение ионами аммония обнаружено в летний период только в роднике Дальний ключ. Нитратное загрязнение отсутствует, что можно объяснить обустройством родников каптажами.

4. Все родники имеют превышение гигиенического норматива по солям жесткости. Вода трех родников (Дальний ключ, Воскресенский ключ и Божья роса) является очень жесткой.

Заключение

Святые родники г. Томска имеют большое историческое и рекреационное значение для г. Томска. Некоторые жители города используют родниковую воду для питья (Святой родник, Царский ключ, родник Федора Томского). Поэтому необходим систематический мониторинг воды родников с публикацией полученных результатов. Родники также нуждаются в дальнейшем благоустройстве. В перспективе можно продолжить химический анализ воды родников и дополнительно провести микробиологический анализ.

Список используемой литературы

1. Вертман Е.Г. Изучение гидродинамического и гидрогеохимического режима родников г. Томска / Е.Г. Вертман, А.Д. Назаров // Отчёт о выполненной работе по госконтрактам №2 – РГ – 2003/31 от 16.03.2003г. и №26 от 14.05.2004г. с ОГУП «Томскинвестгеонефтегаз». Томский политехнический университет, Испытательный научно производственный центр «Том-Аналитика». Томск, пр. Ленина, 30. ТПУ – 2004 г., том 1, -196 с.
2. Попов В. К. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь – Томского междуречья / В. К. Попов, В.А. Коробкин, Г.М. Рогов, О.Д. Лукашевич // Томск: Издательство Томского государственного архитектурно-строительного университета – 2002. – 143 с.
3. Вертман Е.Г. Актуальные проблемы биологии, медицины и экологии // Томск – город родников, т.3, № 4 – 2004, с.54-56.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01 от 26 сентября 2001 года. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
5. Пасечник Е. Ю. и др. Химический состав родников как индикатор природно-техногенной эволюции городской экосистемы (на примере города Томска, юго-восток Западной Сибири) //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2022. Т. 333. № 7. С. 195–206.
6. Дмитриева Н. // Комсомольская правда. – 2003. – 27 июня. – С. 8-9
7. Родники, ключи, колодцы, святые источники города Томск. [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://svyato.info/7481-rodniki-kljuchi-kolodcy-svjatye-istochniki-tomsk.html>.
8. Эдуард Стойлов. Родник «Божья роса» // Красное знамя. – 1997. – 13 сентября – С. 4
9. Целебная сила святой воды, как в Томске святой источник появился, праведная жизнь старца Феодора Томского. [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://dzen.ru/a/ZQb3-rgFCCTr19XS?experiment=919795>.
10. Отзыв: Памятник Святому старцу Федору Томскому (Россия, Томск) – Самый загадочный старец. [Электронный ресурс] – режим доступа: https://otzovik.com/review_14998138.htmlhttps://otzovik.com/review_14998138.htm