

Научно-исследовательская работа

Краеведение

**ЭКОЛОГО-ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ИСТОЧНИКОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ РЕКИ СОЛОВЫ
ВБЛИЗИ СЕЛА ПРИШНЯ**

Выполнил:

Фомин Евгений Михайлович,
учащийся 7 класса, член НОУ «Поиск»,
МБОУ «Пришненская средняя школа № 27»
Щекинского района Тульской области

Руководитель:

Ихер Татьяна Петровна,
учитель биологии и экологии,
руководитель НОУ «Поиск»
МБОУ «Пришненская средняя школа № 27»
Щекинского района Тульской области,
Почетный работник общего образования РФ,
советник Российской Академии Естествознания

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
Методика и методы исследования	5
Результаты исследования и их обсуждение	6
1. Характеристика бассейна среднего течения р. Соловы в окрестностях села Пришня	8
2. Рекогносцировочное обследование источников подземных вод	9
2.1. Объект Р1	9
2.2. Объект К2	11
2.3. Объект К3	12
2.4. Объект К4	13
2.5. Объект К5	14
3. Гидробиологический анализ родниковых ручьёв	15
4. Физико-химический анализ качества вод изучаемых водоисточников ..	17
5. Анализ результатов комплексного изучения источников подземных вод бассейна р. Соловы	19
Выводы	21
Список использованной литературы	22
Фотоприложение	23

ВВЕДЕНИЕ

Вода, которая по образному выражению Леонардо да Винчи, является «кровью Земли», играет огромную роль во всех природных процессах нашей планеты. Это один из главных компонентов жизнеобеспечения человека, непереносимое условие существования всего живого. Вода наиболее чутко реагирует на изменения в природных процессах под влиянием антропогенной деятельности [7]. Поэтому вода, родники и реки как объекты изучения наиболее близки школьникам любого возраста.

Вода – самое распространенное неорганическое соединение на планете. Вода – основа всех жизненных процессов, единственный источник кислорода в главном движущем процессе на Земле – фотосинтезе. Вода присутствует во всех компонентах биосферы: водоёмах, атмосферном воздухе, почве, растениях, животных, микроорганизмах. Живые существа в своей биомассе содержат до 70 – 90% воды; поэтому академик В.И. Вернадский определял жизнь как живую воду [10].

Гидросфера – прерывистая водная оболочка Земли, расположенная между атмосферой и земной корой и представляющая собой совокупность океанов, морей, поверхностных и подземных вод. В настоящее время в понятие гидросферы объединены все виды природных растворов, вся вода, находящаяся в трёх различных состояниях: твёрдом, жидком и газообразном, а также вода, входящая в состав химических соединений [10]. Один из самых распространенных способов классификации природных вод основан на различии в суммарном количестве минеральных и органических веществ, растворенных в воде. Общее количество растворенных веществ – общую минерализацию воды – принято определять по массе сухого остатка предварительно отфильтрованной и выпаренной пробы после высушивания до постоянного веса при температуре 105⁰С.

Хорошая питьевая вода содержит солей не более 0,5 г/л. Однако в ряде районов нашей планеты для питья используют воды 1,0 – 3,0 г/л растворенных солей. Солёные воды с общей минерализацией 3,0 – 10,0 г/л пригодны только для некоторых видов домашних животных, например, овец и верблюдов [7]. Ультрапресные воды обладают способностью выводить из организма человека кальций; поэтому к их применению для питья необходимо подходить весьма осторожно.

Вода – один из незаменимых компонентов питания человека. Она оказывает влияние на многие показатели качества продуктов. Пищевые продукты представляют собой, за редким исключением, сложные

водополимерные смеси [4]. Вода – это среда, а в большинстве случаев и участник многочисленных химических реакций, происходящих в организме, который строго регулирует её содержание в каждом органе и в каждой ткани. Тело человека очень быстро реагирует даже на малейшую потерю воды. При потере воды более 0,5% массы тела (3580 мл для человека массой 70 кг) уже возникает жажда. При уменьшении её на 5 – 6% замедляется кровообращение (кровь густеет), отделение мочи уменьшается, могут наступить мышечные судороги и другие негативные явления [1]. Находящийся в нормальном состоянии организм взрослого человека выделяет в сутки в среднем 2,5 л воды.

Однако не менее опасно для здоровья и жизни человека употребление загрязненной воды. В питьевых водах ряда городов РФ обнаружены химические вещества, отличающиеся высокой токсичностью (соли тяжёлых металлов, диоксины и пр.). Очень опасно бактериальное загрязнение питьевой воды, употребление людьми такой воды влечёт за собой заболевания инфекционными болезнями [7, 10]. Сколько же воды нужно человеку? В результате исследования института питания АМН России установлено, что норма потребления воды составляет 40 мл на килограмм массы тела, а у грудных детей значительно выше: 120 – 150 мл на килограмм массы. Взрослый человек, потребляя в среднем 2,3 – 2,7 л воды в сутки, получает её примерно таким образом: вода питьевая, соки, чай, напитки и пр. – 0,8 – 1,0 л; супы, бульоны и пр. – 0,5 – 0,6 л; с твёрдыми продуктами питания – около 0,7 л. Вода, образующаяся в самом организме, составляет примерно 300 – 400 мл в день [1, 4].

Хорошая, чистая вода, потребляемая человеком, это одно из основных условий его здоровья. Вода при нормальном её потреблении вся вода нашего организма обновляется каждые 16 – 20 дней. Таким образом, изучение источников снабжения населения села Пришня качественной питьевой водой считаем весьма актуальным.

Цель исследования – провести комплексное изучение ряда источников подземных вод, расположенных в бассейне среднего течения реки Соловы в окрестностях села Пришня Щёкинском районе Тульской области, и дать оценку их экологического состояния.

Цель достигалась путём решения *следующих задач*:

- изучить учебную и научно-методическую литературы по проблемам питьевого водоснабжения населения качественной водой;
- провести рекогносцировочное обследование источников подземных вод, расположенных в долинах рек Солова, Браженка и Каменка;

- проконтролировать уровни радиационного гамма-фона в изучаемых водоисточниках и на прилегающих к ним территориях;
- изучить биоразнообразие вблизи изучаемых источников подземных вод;
- провести измерения ряда физико-химических показателей качества подземных вод в изучаемых источниках;
- провести гидробиологическое изучение родниковых ручьёв;
- дать общую оценку качества подземных вод по изученным физико-химическим и гидробиологическим показателям;
- провести сравнительную оценку санитарно-экологического состояния изученных источников подземных вод.

Объекты исследования – источники подземных вод, расположенные в бассейне среднего течения реки Соловы в окрестностях села Пришня.

Предмет исследования – качество подземных вод по ряду физико-химических и гидробиологических показателей.

Сроки выполнения работы. Экспедиционно-полевые исследования и первичная камеральная обработка собранных материалов проводились в течение июня-августа 2020 года (в связи с ограничениями по коронавирусу, инициативно и индивидуально, с использованием личного автотранспорта). Лабораторные исследования с последующим обобщением и анализом полученных данных, подготовкой и оформлением настоящей научно-исследовательской работы выполнялись на занятиях внеурочной деятельностью в сентябре-декабре 2020 г. и в январе-феврале 2021 г.

МЕТОДИКА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При выполнении данной работы применялись методы исследования, предусмотренные в методиках школьного экологического мониторинга объектов водной среды:

- маршрутное и рекогносцировочное обследование источников подземных вод с первичным анализом физико-химических свойств воды (температура, прозрачность, цвет, запах, рН), изучением древесной и травянистой растительности вдоль уреза воды и на водосборах, источников загрязнения, степени природного и антропогенного воздействия [4, 5, 12];

- измерения радиационного гамма-фона с использованием персонального дозиметра «РАДЭКС РД1503» для оценки радиационной обстановки на местности по величине мощности эквивалента дозы гамма-излучения (мкЗв/ч);

- геоботаническое описание водной и околоводной флоры с последующим определением незнакомых видов по определителям [4, 5, 12];

- отбор проб макрозообентоса (относительно крупных беспозвоночных животных, обитающих на дне и в толще воды) с последующим определением видового состава и установлением индикаторных таксонов с помощью атласа-определителя [5, 11];

- вычисление индексов сапробности S родниковых ручьев по методу Пантле и Букка по формуле $S = \sum sh / \sum h$, где s - индекс индикаторной значимости вида; h - относительное число особей вида (h оценивается так: случайные находки - 1; частая встречаемость - 3; массовое развитие - 5) [5, 11];

- гидрохимический анализ проб речных и подземных вод с помощью школьной экспедиционной лаборатории [2]: цветность - методом измерения линейкой столба воды с последующим сравнением со стандартом и вычислением показателя по формуле; рН - визуальным колориметрическим методом с использованием индикатора бромтимолового синего; общая щелочность - титрованием с бромфеноловым синим; общая жесткость - титрованием с аммиачным буфером и эрихромом черным Т; хлориды - титрованием по Мору [1, 3, 6, 8];

- комплексная санитарно-экологического состояния изученных источников подземных вод бассейна р. Соловы в окрестностях села Пришня [4, 11, 19].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

1. Характеристика бассейна среднего течения р. Соловы в окрестностях села Пришня

Река Солова, левобережный приток р. Упы, главной водной артерии Тульского региона, берёт свое начало у д. Сорочинка в юго-восточной части территории Щёкинского района всего в 6 км к западу (за водоразделом) от места впадения в Упу её другого левобережного притока - р. Упёрты. Далее р. Солова течёт на северо-запад до устья возле с. Селиваново. Устье реки находится в 98 км по левому берегу реки Упы. Длина реки - 52,0 км; ширина

русла на разных участках течения варьирует от 3,0 – 5,0 м до 15,0 – 20,0 м; площадь её водосборного бассейна – 634 км². У с. Селиваново ширина реки – 9,0 м; глубина – 0,7 – 1,0 м [13].

Русло реки умеренно извилистое, на отдельных участках – извилистое, несколько меандрирующее. Берега на протяжении всего среднего течения преимущественно открытые, покрыты густой травой, часто река течет в коридоре сплошных зарослей камыша, рогоза, осоки. Местами встречаются каменистые перекаты. Несмотря на то, что вдоль реки расположено множество населенных пунктов, непосредственно у реки домов нет. Дно в основном илистое, вода серовато-коричневая, с большим количеством взвешенных частиц. Если сплавляться вниз по течению реки, кроме низководных мостков и множества поваленных деревьев, препятствием могут стать несколько каменистых порошков. Для водного туризма представляет интерес участок р. Соловы длиной около 40 км от села Карамышево, расположенного на трассе М2 «Москва-Симферополь», до устья.



Фото 1. Река Солова в среднем течении (окрестности д. Захаровки)

Река Солова имеет довольно разветвленную гидрографическую сеть, образованную право- и левобережными притоками разных порядков. В окрестностях с. Пришня протекают речки Каменка (или Сукроменка) и Браженка (или Брагин верх) – левобережные притоки среднего течения р. Соловы.

В черте д. Захаровки справа от автодорожного моста на шоссе Щёкино - Крапивна р. Солова имеет старицу, больше похожую на пруд, не соединяющуюся с основным руслом (фото 2).



Фото 2. Старичный пруд в правобережье р. Соловы в д. Захаровке

В д. Захаровка невозможно оставить без внимания грандиозное деревянное сооружение – мост через реку, конструкция которого настолько затейлива, что трудно сразу понять ход мыслей его конструкторов (фото 3). Кроме нескольких выстроившихся в плотные ряды вертикальных колонн, в конструкции присутствуют неисчислимо количество горизонтальных перемычек и ассиметричных диагональных связей. Пустого места внутри конструкции почти нет: мост, очевидно, строился на века... В настоящее время это медленно разрушающийся памятник древнего зодчества – несколько массивных бревен обрушились в реку, оставив наверху лишь узкий путь для пешеходов.



Фото 3. Медленно разрушающийся чудо-мост через р. Солову в д. Захаровке

На всём протяжении вдоль русла реки и на дне имеется множество выходов подземных вод на дневную поверхность – родников и ключей, играющих важную роль в питании реки и способствующих снижению уровней

загрязнения речных вод и донного грунта различными загрязнителями природного и антропогенного происхождения. После проведенного нами опроса местного населения об используемых источниках питьевой воды объектами нашего изучения стали следующие источники подземных вод (см. карту на с. 13).



Объект 1 (P1) – родник (ключ), называемый местным населением «штаны», поскольку водоисточник появляется на дневной поверхности у подножия крутого берега речки Браженки в месте впадения в основное русло её малого правобережного безымянного притока, длиной не более 1,5 км (см. фотоприложение). Таким образом, речка Браженка и низовье её притока, имеющие примерно одинаковую ширину, сверху, с высокого крутого берега, имеют вид брючных штанов. Родник известен местным жителям, приезжающим и проходящим сюда на отдых и рыбалку, либо целенаправленно набирающим родниковой воды для питья и приготовления пищи.

Объект 2 (K2) – колодец, хорошо обустроенный Щёкинским подразделением «Газпрома», расположенный по правому берегу р. Соловы, слева от шоссе Щёкино – Одоев, посередине д. Захаровки, весьма популярный как среди местного населения, так и среди жителей Щёкинского района и г. Тулы (см. фотоприложение).

Объект 3 (K3) – бетонный колодец с деревянной крышей и металлическим воротом, находящийся в д. Захаровке, в правобережной пойме

р. Соловы, справа от шоссе Щёкино – Крапивна, на берегу старичного пруда (см. фотоприложение).

Объект 4 (К4) – бетонный колодец с деревянным срубом сверху и деревянным воротом, расположенный в д. Захаровке, в левобережной пойме р. Соловы, слева от шоссе Щёкино – Крапивна, рядом с домами вдоль дороги на д. Бегичево (см. фотоприложение).

Объект 5 (К5) – бетонный колодец с деревянным срубом и журавлём, расположенный вблизи усадьбы в д. Каменке, по левому берегу руслового пруда р. Каменки (см. фотоприложение).

2. Рекогносцировочное обследование источников подземных вод

Результаты изучения особенностей водоисточников сведены к следующему.

Объект Р1. Родник расположен в долине начала среднего течения речки Браженки – левобережного притока реки Соловы, на расстоянии около 3,5 – 4,0 км к северо-западу от села Пришня. К роднику ведёт грунтовая дорога.

Подземные воды выходят на дневную поверхность у подножия крутого обрывистого правого берега речки Браженки, сложенного валунными суглинками. Вода, просачиваясь между камнями, бьёт струйками, слегка фонтанирует на дне маленького бассейна, выливаясь в русло речки. Слой воды в бассейне не превышает 25 – 35 см. Температура воды в источнике 8 – 9⁰ С, температура воздуха 22⁰ С. Вода прозрачная, бесцветная, без запаха. На дне бассейна – песок с галькой. Русло Браженки каменисто-песчаное, местами слегка заиленное. На камнях родника мох фонтиналис, на дне куртинки вероники ключевой.

Источник расположен на открытой местности. На водосборе Браженки находятся сельскохозяйственные угодья, рощицы, вдоль берега – пятирядная лесополоса, состоящая преимущественно из берёзы повислой. Чуть выше места выхода родниковых вод русло речки перегорожено бобровой плотиной (см. фото). К водоисточнику проложена узкая тропинка, сбегаящая по крутому берегу к речке. Русловый берег обильно зарос прибрежно-водными и луговыми травами и ивняком (см. фотоприложение).

Обустройство родника отсутствует, поэтому подземные воды не защищены от поверхностного загрязнения. Санитарно-экологическое состояние территории вокруг источника – относительно удовлетворительное.

Флора гелофитов представлена горцем земноводным, незабудкой болотной, зюзником европейским, мятой водной, чередой трёхраздельной, кипреем болотным, калужницей болотной, лютиком ползучим, гравилатом речным, осоками, ситниками.

Пойменно-луговое разнотравье включает такие виды, как овсяница луговая и красная, мятлик луговой, кострец безостый, лисохвост луговой, трясунка средняя, ежа сборная, вейник наземный, шалфей луговой, клевер розовый, ползучий, средний и красный, горошек мышиный, нивяник обыкновенный, тысячелистник обыкновенный, репешок обыкновенный, колокольчики раскидистый, скученный, круглолистный, истод хохлатый, подмаренники настоящий и северный, вероника дубравная и широколистная и пр. травы.

В ходе рекогносцировочного обследования родника «штаны» в лесополосе и на лугу замечены такие птицы, как пеночки весничка и теньковка, дрозды черный, белобровик и рябинник, зяблик, овсянка, полевой жаворонок, лесной конек, мухоловка пеструшка, обыкновенная чечевица, кукушка, коростель, трясогузки белая и желтая и др. Возле речки были замечены лягушки травяная и прудовая, уж обыкновенный, полевка лесная, бурозубка малая.

Дозиметрическим контролем изучаемой территории водоисточника установлено, что по результатам 15 измерений уровни радиационного гамма-фона составили от 0,07 до 0,15 мкЗв/ч, в среднем гамма-фон не превышает 0,11 мкЗв/ч. Следовательно, эколого-радиационная обстановка на роднике «штаны» соответствует природному гамма-фону.

При гидробиологическом исследовании родника и речки Браженки обнаружены такие представители макрозообентоса, как личинки веснянок, поденок, мошек, свободноживущих ручейников – нейреклипсиса и гидропсихе, ручейников в домиках – брахицентруса, колчанки и др., водяной скорпион, жуки водолюб малый и гребляк, водяной паук, личинки бабочки-огнёвки, мелкие двустворчатые моллюски (горошинки и шаровки), брюхоногие моллюски – прудовики, затворки, катушки.

В результате опроса местных жителей установлено, что родник пользуется большой популярностью, особенно в весенне-летний период. Воду из родника используют для питья и приготовления пищи. Поскольку родниковые воды не защищены от различных загрязнений, использовать их для

питья в сыром виде не рекомендуется. Уборку территории и расчистку родника проводят местные жители и учащиеся Пришненской школы.

Объект К2. Колодец находится примерно посередине д. Захаровки, слева от шоссе Щёкино – Одоев, в правобережной пойме р. Соловы. Колодец вырыт под высоким пологим склоном речной долины, сложенной суглинками, находится на открытом месте. Расстояние водоисточника от уреза воды в р. Солове – около 10,0 – 12,0 м. К водоисточнику проложена тропинка. На торце крыши имеется табличка с информацией о спонсоре, обустроившем родник – ООО «Газпром межрегионгаз Тула» (см. фотоприложение).

Место выхода подземных вод на дневную поверхность оформлено прямоугольным деревянным срубом с крышкой, сверху защищён навесом с металлической крышей зелёного цвета. Под навесом сооружены деревянный помост, а также удобная деревянная скамейка. Из стенки колодца в сторону реки выведены две пластиковые трубы диаметром 7,5 – 8,0 см. Вытекающая из труб вода образует небольшой ручеек, который постепенно теряется на топком лугу, на которой обнаружено ещё несколько маленьких луговых родников. Ручей размывает пойму, вызывает заболачивание луга.

Вода просачивается между частицами осадочных пород (песка и гальки); слой воды в колодце не превышает 75 – 80 см. Поверхность воды в срубе, а также стенки и дно колодца чистые. Вода в колодце прозрачная бесцветная, приятная на вкус, запах отсутствует, температура воды 8⁰ С, температура воздуха а 23⁰ С. Расход воды, с шумом вытекающей из трубы, составляет 0,35 л/с. Родниковый ручей длиной около 15,0 м имеет ширину 0,10 – 0,25 м; скорость течения 0,25 – 0,30 м/с; глубина слоя воды в ручье 5,0 – 10,0 см, температура воды 10⁰ С. Родник и ручей играют роль в питании р. Соловы.

Радиационный гамма-фон на источнике и в пойме р. Соловы близок к естественному: средний уровень гамма-фона по 18 замерам, произведенным в разных точках, составил 0,10 мкЗв/ч.

Растительность вокруг колодца и вдоль родникового ручья представлена щавелем туполистным, лютиком ползучим, овсяницей гигантской, мятликом луговым, мягковолосником водным, горцем птичьим (спорышем), лапчаткой гусиной, клевером ползучим, подорожником большим, мать-и-мачехой, кипреем болотным, бальзамином крупноцветковым, чередой поникшей, зюзником европейским, частухой подорожниковой, осоками, ситниками,

полюнью обыкновенной, лопухом паутинистым и другими растениями влажных местообитаний. Травяной покров вокруг колодца и ручья слегка вытопан.

Орнитофауна вблизи водоисточника разнообразна: пеночки, славки, мухоловки, овсянка, чечевица, утки кряква и чирок, жаворонок, конек луговой и др. В р. Солове наблюдалось множество травяных и прудовых лягушек, серая жаба, маленькие ужата. Над водной гладью кружились бабочки, стрекозы, двукрылые, перепончатокрылые и пр. насекомые.

При гидробиологическом изучении обитателей родниковых вод обнаружены представители макрозоотентоса, аналогичные объекту Р2.

Вследствие защищенности колодезного сруба от внешнего загрязнения можно использовать сырую воду для питья и приготовления пищи. Утолить жажду можно водой, вытекающей из трубы: с экологической точки зрения она более безопасна для здоровья человека. По сведениям, полученным от местных жителей и приезжих, воду в основном используют для питья. Два раза в год местными жителями и спонсорами проводится чистка водоисточника и территории вокруг него.

Объект К3. Колодец находится в правобережной пойме р. Соловы, справа от шоссе Щёкино – Одоев, расположен на открытом месте, на берегу большой старицы-пруда, находящейся на некотором удалении от русла реки. Вдоль старицы расположены жилые и хозяйственные постройки. Как выяснилось в ходе нашего обследования, колодец давно заброшен (см. фотоприложение).

Место выхода подземных вод оборудовано тремя бетонными кольцами, сверху – деревянный домик-крыша со съёмной дверцей (см. фото 15-16). Уровень воды в колодце находится на глубине 1,5 м от поверхности земли. Слой воды в колодце составляет около 1,0 м. Для забора воды имеется металлический ворот: на металлический барабан намотана цепь из крупных колец с большим крюком на конце. Стенки и дно колодца покрыты толстым слоем зелёного мха; на дне просматривается тонкий слой ила. В воде плавают лягушата, на поверхности воды – растительный мусор. Вода в колодце зеленоватая, немного мутная, со слабым гнилостным запахом; температура воды 10⁰ С. Несколько лет назад из-под колодца через узкую металлическую трубу вытекала вода. В настоящее время труба почти полностью разрушена, и

сток из колодца очень слабый. Рядом с колодцем протекает узенький ручеек (шириной не более 2,5 – 3,0 см), несущий свои воды в овраг. Дно ручейка каменисто-песчаное, сильно заиленное.

Измеренные уровни радиационного гамма-фона составили в среднем 0,11 мкЗв/ч (по 12 замерам: min – 0,09 мкЗв/ч; max – 0,14 мкЗв/ч).

Возле колодца и вдоль ручейка водно-болотная флора представлена осоками, ситниками, камышом лесным, вербейником обыкновенным, бальзамином, чаем луговым монетчатым, лютиком ползучим, незабудкой болотной, чередой трехраздельной и другими видами растений влажных местообитаний.

При гидробиологическом исследовании ручья вблизи колодца найдено несколько таксонов макрозообентоса: личинки поденок, мошек, ручейников гидропсиде и анаболия, а также водяной ослик, мелкие двустворчатые моллюски, брюхоногие моллюски прудовики, катушки, затворки.

Объект К4. Колодец, обустроенный в жилой зоне д. Захаровке, расположенной по левому берегу р. Соловы, вдоль автодороги на д. Бегичево, находится на расстоянии около 120 м от уреза воды в реке. Конструкция колодца аналогична предыдущему колодцу К3: бетонные кольца, сверху деревянная крыша-домик с распашной дверцей, деревянный барабан-ворот, металлическая цепь с крюком, ведро (см. фотоприложение). Поскольку изучаемый водоисточник находится в частном пользовании, колодец хорошо ухожен: стенки и дно чистые. Уровень воды в бетонном колодце находится на глубине около 1,0 м над поверхностью земли. Толщина слоя воды в колодце составляет более 1,5 м, то есть колодец довольно глубокий. Вода чистая, прозрачная, без запаха, приятная на вкус (слегка сладковатая); температура воды 9⁰ С.

Радиационный гамма-фон, установленный в результате дозиметрического контроля местности в 10 точках, составил в среднем 0,11 мкЗв/ч.

Геоботаническим изучением растительности вблизи данного водоисточника установлено видовое разнообразие водно-болотной и пойменно-луговой флоры, аналогичной предыдущим колодцам К2 – К3.

Объект К5. Следующий объект исследования – частный колодец в д. Каменке, расположенный на берегу руслового пруда на р. Каменке. Примечательно, что все жилые постройки и усадьбы вытянулись вдоль правого

берега среднего течения речки Каменки (или Сукроменки) – малого левобережного притока р. Соловы.

Речка вполне оправдывает своё название, поскольку её дно практически по всему течению сложено камнями. На западной окраине деревни река перегорожено плотиной, образующей сельский типичный сельский пруд с живописными высокими пологими берегами, заросшими луговым разнотравьем. Вдоль коренного правого берега р. Каменки выстроились дома с обширными усадьбами. В деревне проложен водопровод, есть водокачка, однако во многих усадьбах выкопаны колодцы.

Исследуемый колодец представлен деревянным бревенчатым срубом в форме квадрата с крышей-домиком и с распашной дверцей и журавлём: бревенчатым столбом и толстой деревянной перекладиной, на длинном плече перекладины закреплена металлическая цепь. Крыша и дверца искусно отделаны деревянной резьбой. Цепь журавля опущена вглубь колодца, к крюку крепится ведро. Колодец довольно глубокий, уровень воды находится на глубине более 1,0 м от поверхности земли. Толщина слоя воды – более 1,5 м. Стенки и дно чистые, ухоженные. В результате пороса местных жителей установлено, что колодезная вода используется для питья, приготовления пищи и прочих хозяйственных нужд (см. фотоприложение).

Колодец расположен на открытой местности, внизу пологого склона речной долины, среди пойменно-лугового разнотравья. От усадьбы к колодцу проложена широкая тропинка. Поодаль колодца (5,0-6,0 м) растут две берёзы бородавчатые, кусты бузины красной и акации жёлтой (караганы). Вода в колодце прозрачная, чистая, без запаха, с приятным вкусом. Температура воды 10⁰ С.

Дозиметрическим контролем установлено, что радиационный гамма-фон находится в интервале 0,08 – 0,16 мкЗв/ч (в среднем – 0,12 мкЗв/ч).

Результаты изучения радиационного гамма-фона вблизи обследованных источников подземных вод сведены в таблицу 1.

Таблица 1

**Результаты измерения радиационного гамма-фона вблизи
изучаемых водоисточников, мкЗв/ч**

Шифр объекта	Общее число измерений	Уровни радиационного гамма-фона, мкЗв/ч		
		min.	средн.	max
P1	15	0,07	0,11	0,15
K2	18	0,08	0,10	0,14

К3	12	0,09	0,11	0,14
К4	10	0,09	0,11	0,13
К5	12	0,08	0,12	0,16

Растительный покров вокруг изучаемого водоисточника отличается большим видовым разнообразием: здесь произрастают более 100 видов, представляющих семейства злаки, крестоцветные, гвоздичные, розоцветные, бобовые, губоцветные, зонтичные, норичниковые, колокольчиковые, астровые и пр.

3. Гидробиологический анализ родниковых ручьёв

Как известно, установить качество воды в роднике и родниковом ручье можно с помощью гидробиологического метода. Под гидробиологическим методом понимается оценка качества воды по представителям растительного и (или) животного мира, обитающим в водоисточнике. В основу данного метода положено изучение видового разнообразия и состояния сообществ живых организмов, обитающих в родниковом ручье [4]. Системы биоиндикации экологического состояния вод, существующие в настоящее время, позволяют достаточно надежно оценивать их уровень загрязнения. Большинство применяющихся систем оценки учитывается индикаторное значение конкретных видов организмов или крупных систематических групп более высокого порядка (семейство, отряд, род) и степень биологического разнообразия.

Биоиндикация родниковых ручьёв проводилась на основании изучения донной фауны (представителей макрозообентоса – сообществ беспозвоночных животных с размером тела до 0,2 см) и перифитона (животное население древесных растительных остатков – упавших в воду коряг, веток, корней, между которыми накапливаются опавшие листья). Для сбора организмов бентоса использовался гидробиологический скребок; на каменистом дне животных собирают с помощью пинцета либо щетки.

Как известно, основными факторами, определяющими тип биотопа в ручье, являются скорость течения и донный грунт [5, 11, 12]. При изучении особенностей донного грунта и разборе биологических проб, отобранных в р. Браженке и родниковых ручьях, установлено следующее (фото 4 – 7).

На участках с каменистым и каменисто-песчаным, слабо заиленным дном обнаружено довольно большое количество *литореофильных* и

псаммореофильных форм: плоские личинки поденок-гептагений, веснянок, свободноживущих ручейников нейреклипсиса, гидропсихе.

На отмелях на камнях, корягах, ветках деревьев встречаются личинки и куколки мошек, ручейники в домиках (анаболия, брахицентрус, колчанка и др.), плоские и червеобразные пиявки, брюхоногие моллюски-затворки.

На песчаном слабо заиленном дне мелководья обитают ручейники в домиках – анаболия, моланна. Здесь можно найти мелких двустворчатых моллюсков – шаровок, водяного клопа афелохируса. На участках водотоков с обильной растительностью почти всегда на стеблях и листьях гидрофитов можно встретить личинок стрекоз красотки, плосконожки, лютки, стрелки (*фитореофилы*).



Фото 4 – 7. Отбор проб донных животных и разбор макрозообентоса



На основании расчетов индексов сапробности по макрозообентосу для каждого родникового ручья были установлены зоны сапробности – степени насыщенности воды разлагающимися органическими веществами, которая устанавливается по видовому составу организмов-сапробионтов в водных сообществах [5, 11] (см. табл. 2).

Гидробиологические показатели качества родниковых вод, *Таблица 2*

установленные по индексу сапробности по макрозообентосу

Шифр объекта	Число индикаторных таксонов	Индекс сапробности по Патле-Букку	Зона сапробности	Класс качества воды
P1	15	1,36	α -олигосапробные	2
K2	18	1,12	α -олигосапробные	1 – 2
K3	12	1,28	α -олигосапробные	2
K4	10	2,12	β -мезосапробная	3
K5	12	1,15	α -олигосапробные	1 – 2

При этом индексы сапробности для всех изучаемых объектов, кроме K4, вошли в интервал 1,12 – 1,36, что позволило характеризовать родниковые ручьи как α -олигосапробные экологически благополучные зоны с водами, по качеству соответствующими 1 – 2 и 2 классам. Индекс сапробности ручья K4 составил 2,12, что соответствует 3 классу качества вод и β -мезосапробной зоне (табл. 2).

4. Физико-химический анализ качества вод изучаемых водисточников

Для определения ряда физико-химических показателей качества подземных вод пробы, отобранные в изучаемых источниках, были проанализированы с использованием экспедиционной экспресс-лаборатории, выпущенной фирмой «Крисмас+», и методов титрования и визуальной колориметрии. Результаты лабораторных исследований сведены в таблицу 3.

Прокомментировать физико-химические показатели качества родниковых (подземных) вод, помещенные в табл. 3, можно так. Температура подземных вод колеблется в интервале 8 - 12⁰ С. При этом необходимо учесть, что температура воды, не являющаяся, по сути, характеристикой её качества, определяет скорость химических процессов водной среды; от температуры зависит содержание кислорода и углекислого газа.

В наших наблюдениях установленные значения свидетельствуют о преимущественно оптимальном температурном режиме изучаемых водоисточниках [4]. Как известно, прозрачность и цветность воды обусловлены наличием растворенных окрашенных соединений либо взвешенных веществ. Все пробы, кроме К3, характеризуются высокой прозрачностью (даже выше норматива). Более низкий показатель прозрачности (мутности) в объекте К3 отрицательно сказался на кислородном режиме водной среды [4, 5, 12].

Таблица 3

Физико-химические показатели качества родниковых вод изучаемых водоисточников в бассейне р. Соловы в окрестностях с. Пришня

Показатель, единица измерения	СанПиН 2.1.4.1074-01	Шифр объекта исследования				
		Р1	К2	К3	К4	К5
Температура, ⁰ С	-	9	8	10	9	10
Прозрачность, см	≥ 30	> 50	> 50	25	42	45
Цветность, град.	20	10	12	23	11	10
Запах, баллы	≤ 2	0	0	2	0	0
Вкус, баллы	≤ 2	0	1	0	1	1
рН (с БТС)*	6,5-8,5	7,4	6,8	7,2	7,2	6,8
Щелочность общая, мМ**	0,5-6,5	3,5	2,2	2,5	3,0	2,5
Жесткость общая, мМ**	≤ 3,5	1,6	1,1	2,3	1,3	1,5
Хлорид-ионы, мМ**	≤ 10	1,3	1,2	2,2	1,2	1,1
Железо общее, мМ**	≤ 0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1

Примечание

* Определение рН проводится с использованием индикатора бромтимолового синего.

** В соответствии с рекомендациями, приведенными в руководстве пользователя лаборатории, результаты анализов представлены в виде миллимолярных концентраций (ммоль/л), то есть мМ, а не в виде массовых концентрациях (г/л или мг/л).

Пробы изучаемых водоисточников практически не отличаются по цветности ($10 - 12^0$ С) за исключением пробы К3, где данный показатель составил 23^0 С, что обусловлено наличием окрашенных веществ в указанной пробе воды.

Пробы подземных вод всех источников, кроме К3, имеют практически одинаковые органолептические показатели (запах и вкус). Интенсивность запаха воды, как правило, характеризует восстановительную способность водного объекта [4, 5, 12]. В наших наблюдениях запах, близкий к уровню санитарно-гигиенической нормы, обнаружен в пробах из водоисточника К3, характеризующегося выраженным неблагоприятным экологическим состоянием.

Показатели рН (концентрации свободных ионов водорода), общей щелочности (концентрации всех растворенных оснований), общей жесткости (сумма концентраций катионов кальция и магния), содержания хлорид-ионов и общего железа во всех изученных пробах подземных вод практически не превышают установленных нормативов. При этом известно, что наибольшей общей щелочностью характеризуются водные объекты, водоносные горизонты которых сложены карбонатными породами, растворимыми в воде. Если учесть, что грунтовые воды, растворяя известняки и доломиты осадочного чехла, поставляют в водоисточники гидрокарбонаты, то именно таким фактом можно объяснить небольшие скачки концентраций растворенных в воде оснований – общей щелочности.

5. Анализ результатов комплексного изучения источников подземных вод бассейна р. Соловы

В результате обобщения результатов детального рекогносцировочного обследования источников подземных вод, расположенных на разных водотоках бассейна среднего течения р. Соловы в окрестностях села Пришня, дозиметрического контроля радиационного гамма-фона на их территориях, а также гидробиологического и физико-химического анализа родниковых вод по ряду показателей приходим к следующему заключению.

Наибольшим экологическим благополучием характеризуются такие водные объекты, как колодец К2, колодец К4 и колодец К5, которые отличаются относительно благополучным санитарно-гигиеническим состоянием, имеют физико-химические и гидробиологические показатели

качества вод, не превышающие соответствующих санитарно-гигиенических нормативов.

Родник «штаны» Р1 имеет качественные физико-химические и гидробиологические показатели, однако вследствие полного отсутствия обустройства места выхода подземных вод на дневную поверхность и отсутствия защиты от внешнего загрязнения его общее экологическое состояние следует признать неблагополучным.

Колодец КЗ, несмотря на надежное обустройство места выхода подземных вод, не используется ни питьевых, ни в хозяйственных целях, о чём свидетельствует его ненадлежащее санитарно-экологическое состояние, а также качество воды, установленное по ряду физико-химических и гидробиологических показателей.

По данным проведенного дозиметрического контроля, эколого-радиационная обстановка на территориях изученных водоисточников благополучная, максимальные уровни гамма-излучения не превышают естественного фона и находятся в диапазоне 0,07 – 0,16 мкЗв/ч.

Все источники подземных вод расположены на открытой местности, растительный покров вокруг них характеризуется большим видовым разнообразием. Фауна беспозвоночных и позвоночных животных вблизи водоемов также весьма разнообразна.

В заключение необходимо отметить бережное отношение к изученным водоисточникам местного населения и приезжих, достаточно широко использующих родниковые воды для питья и приготовления пищи, отдающих предпочтение именно нецентрализованным источникам питьевого водоснабжения.

ВЫВОДЫ

На основании проведенного комплексного изучения ряда источников подземных вод, расположенных в бассейне среднего течения р. Соловы в окрестностях села Пришня, можно сделать следующие выводы.

1. По результатам детального рекогносцировочного обследования установлено, что четыре водоисточника (колодцы) из пяти имеют обустройства, защищающие подземные воды от внешнего загрязнения. Исключение составляет не обустроенный родник на речке Браженке.

2. Санитарно-гигиеническое состояние трёх колодцев (К2, К4 и К5) благополучно, в то время как общее состояние родника Р1 и колодца К3 не соответствует санитарно-гигиеническим нормативам.

3. По гидробиологическим показателям, установленным по индикаторным таксонам макрозообентоса с использованием метода Пантле-Букка, все водоисточники, кроме К3, относятся к α -олигосапробным зонам водоемов с экологически полноценными водами, соответствующими 1 – 2 и 2 классам качества. Родниковый ручей К3 является β -мезосапробной зоной с водами, соответствующими 3 классу качества.

4. По ряду физических (органолептических) и гидрохимических показателей подземные воды четырех изученных источников не превышают соответствующих нормативов, регламентированных СанПиН 2.1.4.1074-01. Исключение составляет колодец К3, в котором ряд показателей качества воды имеет значения, превышающие нормативы.

5. Территории вокруг изученных источников подземных вод характеризуются сравнительно большим биоразнообразием: здесь произрастает большое количество видов прибрежно-водной и пойменно-луговой флоры, обитает множество представителей фауны беспозвоночных и позвоночных животных.

6. Экологическое состояние двух колодцев в д. Захаровке и колодца в д. Каменке в целом оценено как благополучное. Экологическое состояние родника на р. Браженке и колодца на берегу старицы-пруда в д. Захаровке оценено как неблагоприятное.

Список использованной литературы

1. Афанасьев Ю.А., Фомин С.А., Меньшиков В.В. и др. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учебное пособие в двух частях: Часть 2. Специальная. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2018. – 473 с.
2. Жилин Д.М. Школьная экспедиционная лаборатория для анализа природных вод: Руководство пользователя. – М., РЕАХИМ, 2008. – 49 с.
3. Исследование экологического состояния водных объектов: Руководство по применению ранцевой полевой лаборатории «НКВ-Р». / Под ред. к.х.н. Муравьева. – СПб.: «Крисмас+», 2012. – 232 с.
4. Ихер Т.П. Изучение экологического состояния источников подземных вод: Учебно-методическое пособие для педагогов, студентов и школьников. – Тула, ГОУ ДОД ТО «ОЭБЦУ», 2015. – 81 с.
5. Ихер Т.П., Шиширина Н.Е., Тарарина Л.Ф. Экологический мониторинг объектов водной среды: Методическое пособие для педагогов, студентов и школьников. / Под ред. докт. биол. наук, проф. Л.Ф. Тарариной. – 2-е изд., стереотипное. – Тула: ТОЭБЦУ, Изд-во Гриф и К, 2015. – 92 с.
6. Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум: Учебное пособие с комплектом карт-инструкций. / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. – 4-е изд. – СПб.: Крисмас+, 2014. – 176 с.
7. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агентство «ФАИР», 2014. – 368 с.
8. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки. / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. – Изд. 2-е, перераб. – СПб.: «Крисмас+», 2012. – 264 с.
9. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – Москва, 2012.
10. Тарасова Н.П., Кузнецов В.А. Вода в природных и техногенных системах. – М.: Изд-во Международного университета, 2016. – 52 с.
11. Шиширина Н.Е., Ихер Т.П., Тарарина Л.Ф. Макрозообентос водоемов. / Под ред. докт. биол. наук, проф. Л.Ф. Тарариной. – Тула: ТОЭБЦУ, Изд-во Гриф и К, 2003. – 56 с.
12. Экологический мониторинг в школе: Рекомендации по проведению непрерывной экологической практики. / Под ред. проф. Л.А. Коробейниковой. – 4-е изд., перераб и доп. – Вологда, ВГПУ, изд-во «Русь», 2012. – 236 с.
13. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Солова/приток Упы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Солова/приток_Упы).



Фото 1.
Вид на речку Браженку
с высокого правого берега
в месторасположении
родника «штаны»

Фото 2.
Родник «штаны» –
место выхода
подземных вод
на дно речки Браженки
(объект Р1)



Фото 3.
Хорошо обустроенный
«Газпромом» колодец
в правобережной пойме
р. Соловы
в д. Захаровке
(объект К2)

Фото 4.
Прямоугольное
деревянное оформление
колодца с крышкой
и пластиковыми трубами
в стенке
захаровского колодца
(объект К2)



Фотоприложение



Фото 5.
Бетонный колодец
с деревянной крышей
на берегу старичного
пруда р. Соловы в
д. Захаровке
(объект К3)

Фото 6.
Общий вид
внутреннего обустройства
старичного колодца
(объект К3)



Фото 7.
Бетонный колодец
в левобережной пойме
р. Соловы
в д. Захаровке
(объект К4)

Фото 8.
Общий вид
колодца с журавлём
в д. Каменке
(объект К5)

