

УДК 556.5

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА  
ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ТУРА)

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF MINERAL UNDERGROUND WATER IN  
SURFACE WATER BODIES (FOR EXAMPLE THE TURA RIVER)

*Юлия Александровна Афанасьева, магистр, кафедра геоэкологии, Тюменский государственный университет, Тюмень, Тюменская область, Российская Федерация.  
julia.afv@yandex.ru*

*Сергей Иванович Ларин, кандидат географических наук, доцент, кафедра геоэкологии, Тюменский государственный университет, Тюмень, Тюменская область, Российская Федерация.  
silarin@yandex.ru*

*Наталья Сергеевна Ларина, кандидат химических наук, профессор, кафедра органической и экологической химии, Тюменский государственный университет, Тюмень, Тюменская область, Российская Федерация.  
nslarina@yandex.ru*

**Juliya A. AFANAS'EVA** Tyumen State University, Tyumen, Tyumen region, Russian Federation,  
*julia.afv@yandex.ru*

**Sergei I.LARIN** Tyumen State University, Tyumen, Tyumen region, Russian Federation,  
*silarin@yandex.ru*

**Natalia S.LARINA** Tyumen State University, Tyumen, Tyumen region, Russian Federation,  
*nslarina@yandex.ru*

**Аннотация**

В статье приводятся результаты полевых и химико-аналитических исследований участка реки Тура, место впадения стока минерализованных подземных вод неокомского возраста. В ходе исследования установлено место сброса сточных вод, проведено опробование воды по всему периметру влияния минеральных вод до места ее впадения в реку Тура. Определен ионный состав проб воды. Установлены концентрации хлорид-ионов в подземной минеральной и речной водах. Выявлена специфика смешивания этих вод. Показано, что в результате впадения в реку Тура минерального ручья наблюдаются зоны загрязнения и зоны влияния сточных минеральных вод.

**Abstract**

The article presents the results of field and chemical analytical studies section of the river Tura is the confluence of runoff of mineralized groundwater of the Neocomian age. In the study, the place of discharge of waste water, tested water around the perimeter of the influence of mineral waters to where it flows into the river Tura. Determined the ion composition of the water samples. To determine the concentrations of chloride ions in the mineral and river waters. The specificity of the mixing of these waters. It is shown that the result of the confluence of the Tura river mineral creek observed damage zone and the zone of influence of sewage mineral water.

**Ключевые слова:** *подземные минерализованные воды, поверхностные водные объекты, ионный состав, зона загрязнения, зона влияния, смешивание вод, температурное воздействие, хлорид-ионы, минерализация.*

**Key words:** *underground mineralized waters, surface water bodies, ionic composition, pollution zone, zone of influence, water mixing, temperature influence, chloride ions, mineralization.*

Подземные минеральные воды – ресурс, которым чрезвычайно богата территория Тюменской области. Это важный фактор перспективного развития туристического кластера области. В настоящее время здесь имеется 65 скважин на минеральную воду, в их числе скважины распределенного фонда недр и бесхозные, находящиеся в состоянии консервации, эксплуатации или фонтанирующие на поверхность земли.

Владельцы скважин, в большинстве случаев, не устанавливают очистные сооружения для сточных минеральных вод, ввиду их дорогой стоимости и технологической сложности. Сброс сточных вод осуществляется на рельеф, или в водный объект.

Подавляющее число скважин расположено на надпойменных террасах и поймах, как крупных рек юга Тюменской области, так и малых водотоков, поскольку в 50-60-х гг. XX в. ограниченное количество транспорта и грузоподъемной техники не позволяло удаляться от водных магистралей [1].

Разлив минеральных вод из скважин вблизи водных объектов часто приводит к трансформации состава природных вод, смене класса и группы вод и изменению степени их минерализации.

Влияние минерализованных пластовых вод на поверхностные водные объекты является серьезной экологической проблемой юга Тюменской области, требующей всесторонней экологической оценки.

**Постановка задач.** Для оценки влияния минеральных подземных вод на поверхностные водные объекты были поставлены три основные задачи. Провести рекогносцировочное обследование прилегающих к скважине территорий, выявить места впадения минеральных вод в природные водные объекты. Определить изменение ионного состава и общей минерализации местных поверхностных вод под влиянием минерального техногенного ручья. Проследить температурное воздействие минеральных вод.

**Объект и методы исследования.** Район исследований находится на первой надпойменной террасе, высокой и низкой пойме левого берега р. Тура (Долгая) вблизи деревень Молчаново и Коняшина (Тюменский район Тюменской области), где расположена скважина «Молчановская 5-Б» [2].

Скважина «5-Б» была пробурена в 1977 г. в д. Молчаново Тюменской комплексной геологоразведочной экспедицией для использования минеральных вод. Скважина глубиной 1218 м выводит среднеминерализованные хлоридно-натриевые бромные, борные термальные воды (+45,2°C) с высвобождением метана, азота и углекислого газа из отложений неокома, представленных песчаниками и алевролитами. Продуктивный водоносный горизонт располагается в интервале глубин 1023-1092 м. Подошва и кровля водоносного горизонта представлена водоупорными глинами, имеющими региональное распространение и надежную изоляцию горизонта от выше и ниже развитых водоносных горизонтов. Воды высоконапорные. Статистический уровень расположен выше поверхности земли [2].

Материал был собран автором в полевой сезон осенью 2016г. Выезд на объект осуществлялся 2 раза.

В первый выезд (15.10.2016) проводилось рекогносцировочное обследование прилегающих территорий к скважине и мест впадения минеральных вод в природные поверхностные воды. Данное обследование сопровождалось фотографической съемкой. Изучение химического состава вод проводилось методом опробования. Пробы отбирались по всему периметру влияния минеральных вод от места скважины до ее впадения в р. Тура, а также в фоновом (500м выше по течению р. Тура) и контрольном створах (500м ниже по течению р. Тура), всего в 11 точках. Отбор проб выполнен с учетом требований соответствующих ГОСТов [3, 4]. При отборе проб составлялась карта-схема фактического материала с нанесением элементов орогидрографии и точек отбора проб (рис.1).

Комплексный химический анализ и определение основных показателей ионного состава проб воды, отобранных в ходе рекогносцировочного обследования, проведен в лаборатории Института химии ТюмГУ в соответствии с необходимыми требованиями [5].



Рисунок 1 - Карта-схема фактического материала.

Во второй выезд (18.11.2016 г) оценивалось температурное воздействие минеральных вод. Температура замерялась рН-метром HI 98108 по периметру озера в 11 точках и в точках опробования.

**Результаты и обсуждения.** В ходе рекогносцировочного обследования было установлено, что сброс сточных вод осуществляется не напрямую в водный объект-приемник, а опосредованно, путем смешения вод с водами старицы.

Минеральная вода через 2 трубы подаётся в бетонированные каскадные бассейны в количестве 3 единиц, предназначенные для купания отдыхающих. Отведение минеральной воды из бассейнов осуществляется в озеро-старицу (рис.2), затем через канаву (рис.3) сточные воды впадают в водоток старицы и, смешиваясь, впадают в р. Тура. Автор фото Ю.А. Афанасьева, дата съемки: 15.10.2016. Водовыпуск сточных вод расположен на 229 км от устья реки Тура (Долгая) на левом берегу реки в 0 м от береговой линии. Очистные сооружения отсутствуют.



Рисунок 2 - Участок поступления минеральной воды в озеро- старицу

Рисунок 3 - Канавы - сброс сточных вод в водоток старицы

Химический анализ проб воды показал, что пластовая вода из скважины «5-Б» относится к категории солоноватых вод (1-25г/л) хлоридного класса группы натрия, в то время как воды р. Тура - к речным водам с малой минерализацией (0,1-0,2г/л) карбонатного класса группы кальция [6] (табл.1).

Таблица 1 – Место отбора проб и классификация вод по О.А. Алекину

| № пробы | Место отбора                          | Cl мг/дм <sup>3</sup> | Класс и группа воды (по О.А. Алекину) | Минерализация, г/л | Классификация вод по минерализации (по О.А. Алекину) |
|---------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------|--|
| 1       | Из скважины                           | 4373,11               | Cl-Na                                 | 8,80               | Солоноватые (1-25г/л)                                |
| 2       | Из трубы слива из бассейна            | 4205,79               | Cl-Na                                 | 8,78               | Солоноватые (1-25г/л)                                |
| 3       | Из озера в месте впадения сточных вод | 4160,41               | Cl-Na                                 | 8,76               | Солоноватые (1-25г/л)                                |

Продолжение таблицы 1

|    |   |         |                      |      |   |
|----|---|---------|----------------------|------|---|
| 4  | Впадение вод озера в поток старицы                          | 4268,18 | Cl-Na                | 8,91 | Солоноватые (1-25г/л)                             |
| 5  | Фон старицы выше 500м                                       | 22,12   | HCO <sub>3</sub> -Ca | 0,14 | Речные воды малой минерализации (0,1-0,2г/л)      |
| 6  | 100 м вниз по течению водотока старицы от места впадения    | 3936,37 | Cl-Na                | 8,50 | Солоноватые (1-25г/л)                             |
| 7  | Место впадения сточных вод в р. Тура                        | 367,55  | Cl-Na                | 0,87 | Речные воды повышенной минерализации (0,5-1,0г/л) |
| 8  | Тура ниже 500м от впадения                                  | 71,41   | HCO <sub>3</sub> -Ca | 0,25 | Речные воды средней минерализации (0,2-0,5г/л)    |
| 9  | Тура выше 500м от впадения                                  | 25,52   | HCO <sub>3</sub> -Ca | 0,15 | Речные воды малой минерализации (0,1-0,2г/л)      |
| 10 | 300м до впадения потока в Туру                              | 4327,74 | Cl-Na                | 8,39 | Солоноватые (1-25г/л)                             |
| 11 | Противоположный берег озера от места сброса минеральных вод | 4120,71 | Cl-Na                | 8,78 | Солоноватые (1-25г/л)                             |

Результаты гидрохимического анализа показывают, что озеро-старица представляет собой уже минеральное озеро солоноватых вод с содержанием хлоридов по всему периметру не менее 4100 мг/дм<sup>3</sup> и минерализацией около 8,7 г/л. Из озера минеральная вода по канаве длиной 140 м, впадает в водоток воды из старицы, содержание хлоридов в которой не превышает 23 мг/дм<sup>3</sup>. В точке пересечения этих потоков смешение вод не наблюдается, и концентрация хлоридов в момент обследования составляет 4268,18 мг/дм<sup>3</sup>. Длина водотока от места впадения минеральных вод до впадения в р. Тура составляет около 800 м и на всем его протяжении смешение вод и уменьшение концентрации солей не наблюдается (рис.4). Скорее всего, это связано с тем, что плотности соленых и пресных вод различны и для их смешения необходимы определенные скорости и объемы воды, которые в этом потоке минимальны.

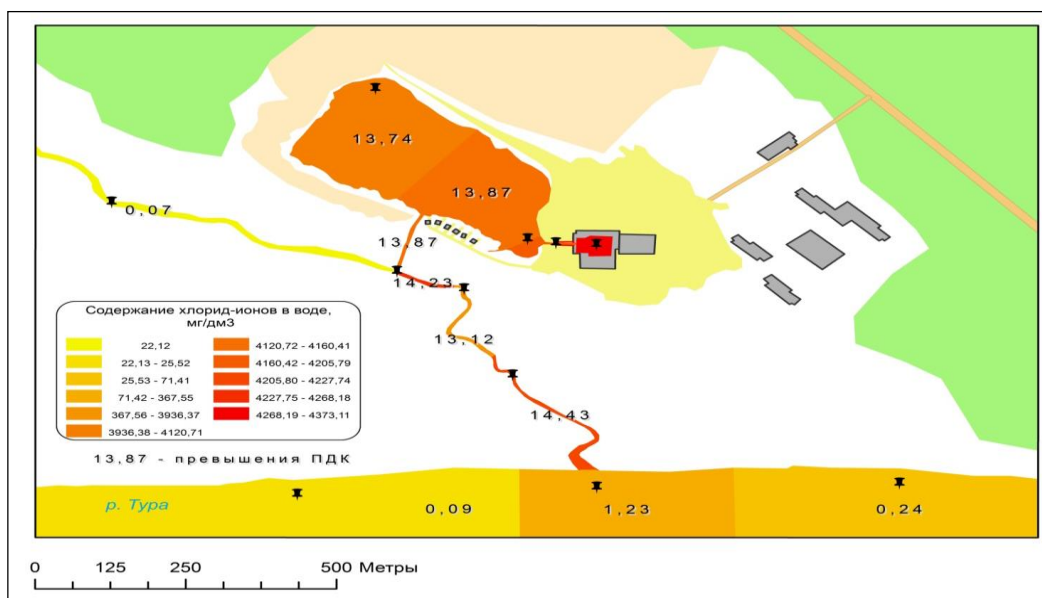


Рисунок 4 - Карта-схема распределения концентраций хлорид - ионов в воде минерального бассейна, ручья сброса и водоприемника р. Тура.

В р. Тура минеральные воды подвергаются разбавлению и концентрация хлоридов в месте впадения составляет уже не более 367,55 мг/дм<sup>3</sup>, а минерализация падает до 0,87г/л. Таким образом, на данном участке речные воды р. Тура переходят из вод с малой минерализацией в воды с повышенной минерализацией (0,5-1,0 г/л) и меняют свой класс с гидрокарбонатного на хлоридный.

В контрольном створе в 500 м ниже по течению р. Тура разбавление минеральных вод еще не полное. Концентрации хлоридов достигают 71,41 мг/дм<sup>3</sup>, что превышает фоновые значения в 3,2 раза.

Гидрохимический анализ показывает, что периметр впадения потока минеральных вод в р. Тура является зоной загрязнения водного объекта-приемника [7], поскольку концентрации хлоридов превышают установленные ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – 350 мг/дм<sup>3</sup> и ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения – 300 мг/дм<sup>3</sup>.

Зоной влияния сточных вод на водный объект [7] является участок вплоть до контрольного створа, где содержание хлоридов уже не превышает ПДК, но превышает фоновые концентрации. Воды снова переходят в гидрокарбонатный класс, но уже со средней минерализацией (0,2-0,5г/л) по О.А. Алекину.

Замер температуры воды производился 18.11.16 при температуре воздуха -20°С. Температура воды в скважине +45,5°С. На выходе из бассейна вода охлаждается до +32,2°С. Через 100 м от впадения вод, температура воды в озере +14,5°С. Основные значения температур воды снижаются в прилегающей к бассейну половине озера. В противоположной половине озера температура установившаяся и не падает ниже +3°С - +2°С (рис. 5).

В водоток старицы вода поступает с температурой +3°С, в то время как сам поток уже покрылся льдом. До впадения минеральных вод поток старицы скован льдом, а ниже от точки впадения вода свободна ото льда. В месте впадения просматривается отчетливая граница между физическими состояниями воды (рис.6).

Данное состояние объясняется совместным влиянием температуры и солености воды. Чем больше в воде соли, тем при более низкой температуре она замерзнет.

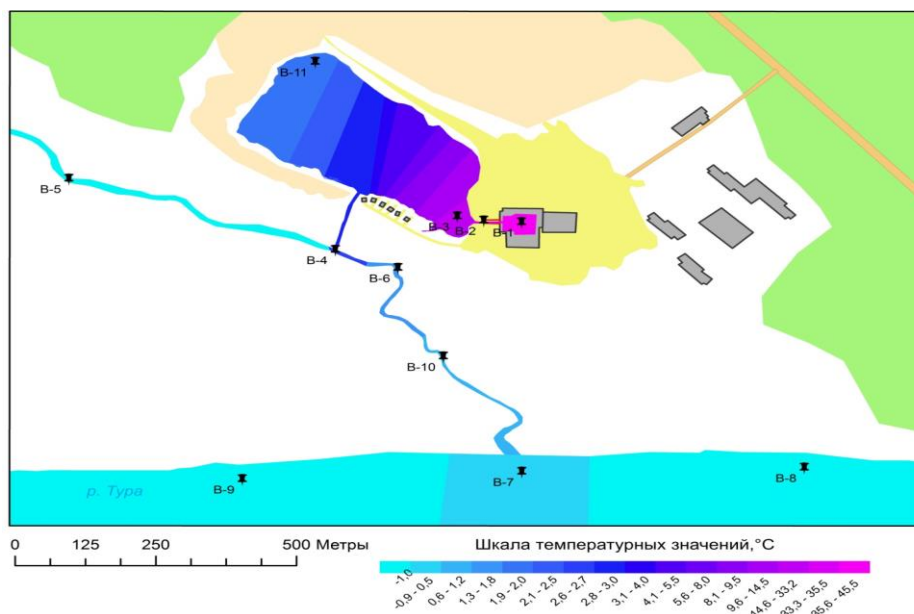


Рисунок 5 - Карта-схема распределения значений температуры в воде минерального бассейна, ручья сброса и водоприемника р. Тура.



Рисунок 6 - Фото границы между физическими состояниями водотока старицы (Фото Ю.А. Афанасьева, дата съемки: 18.11.2016).

**Выводы.** Сброс минеральных сточных вод в водоприемник р. Тура осуществляется без очистных сооружений.

Результаты гидрохимического анализа показали, что озеро-старица преобразовалось в минеральное озеро антропогенного происхождения со средней минерализацией 8,7 г/л. В водотоке старицы разбавление минеральных вод природными не происходит. Впадение минеральных вод в поверхностные водоемы в обоих случаях спровоцировало изменение класса и степени минерализации этих вод. Место сброса сточных минеральных вод в р. Тура является зоной загрязнения водоприемника, поскольку концентрации хлоридов превышают ПДК, зона влияния сточных вод на водный объект-приемник тянется до контрольного створа, где содержание хлоридов в воде уже значительно ниже ПДК, но в 3,2 раза выше фоновых значений.

Анализ распределения значений температур в минеральной и природных поверхностных водах, показывает, что минеральные воды нарушают естественный ход процесса замерзания воды в малых водотоках.

#### *Список литературы*

1. Коновалов И.А., Пак И.В. Экологическое состояние территорий в районах разведочных скважин нераспределенного фонда недр юга Тюменской области. Окружающая среда и

- менеджмент природных ресурсов: Тезисы докладов Междунар. конф., г. Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2010. С. 177-179.
2. Отчет о результатах геологоразведочных работ по объекту «Инвентаризация и определение состояния скважин на пресную и минеральную воду, пробуренных в южной части Тюменской области». Отчет Территориального центра «Тюменьгеомониторинг». 2008. С. 221.
  3. ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб»
  4. ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков»
  5. Ларина Н.С., Катанаева В.Г., Ларина Н.В. Практикум по химико-экологическому мониторингу окружающей среды. Учебное пособие. Шадринск: Издательство ОГУП «Шадринский Дом Печати», 2007. С. 390.
  6. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Ленинград: Гидрометеиздат, 1953. С. 294.
  7. ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.

### *References*

1. Konovalov I.A., Pak I.V. Ekologicheskoe sostoyanie territorii v raionakh razvedochnykh skvazhin neraspredelennoogo fonda nedr yuga Tyumenskoj oblasti. [Ecological condition of territories in regions of exploratory wells of unallotted fund of a subsoil of the south of the Tyumen region]. *Okruzhayushchaya sreda i menedzhment prirodnykh resursov = Environment and natural resource management*, Tyumen, 2010, pp. 177–179.
2. Otchet o rezul'tatakh geologorazvedochnykh rabot po ob"ektu «Inventarizatsiya i opredelenie sostoyaniya skvazhin na presnyuyu i mineral'nyuyu vodu, proburennnykh v yuzhnoi chasti Tyumenskoj oblasti» [Report on the exploration results on the project "Inventory and determine the status of wells of fresh and mineral water, drilled in the southern part of the Tyumen region"]. *Otchet Territorial'nogo tsentra «Tyumen'geomonitring» = Report of the Territorial center "Tyumengeomonitring"*, 2008, 221 p.
3. GOST 31861-2012 «Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob» [GOST 31861-2012 «Water. General requirements to sampling»].
4. GOST 17.1.5.05-85 «Okhrana prirody. Gidrosfera. Obshchie trebovaniya k otboru prob poverkhnostnykh i morskikh vod, l'da i atmosferynykh osadkov» [GOST 17.1.5.05-85 «Protection of nature. Hydrosphere. General requirements to sampling of surface and sea waters, ice and atmospheric precipitation»].
5. Larina N.S., Katanaeva V.G., Larina N.V. Praktikum po khimiko-ekologicheskomu monitoringu okruzhayushchei sredy. [Workshop on chemical-environmental monitoring of the environment], Shadrinsk, 2007, 390 p.
6. Alekin O. A. Osnovy gidrokhimii [Fundamentals of hydrochemistry], Leningrad, 1953, 294p.
7. GOST 17.1.3.07- 82 «Okhrana prirody. Gidrosfera. Pravila kontrolya kachestva vody vodoemov i vodotokov». [GOST 17.1.3.07- 82 «Protection of nature. Hydrosphere. Rules of water quality control ponds and streams»].