

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РОДНИКОВОЙ ВОДЫ (КЛЮЧ ТИГАНЧИХА, ЮГО-ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

Автор: Сырова Асия, 11 класс, МБОУ СОШ № 50, г. Слюдянка, Иркутская обл.

Руководитель: *Репина Наталья Геннадьевна*

Научный консультант: *Снопков Сергей Викторович*

Качество питьевой воды определяется её физическими и химическими свойствами, химическим составом, содержанием органических веществ и микрофлоры. Оценка и мониторинг качества воды являются важными операциями для оценки пригодности питьевой воды к употреблению. Для питьевой воды определены нормы показателей качества воды. (Кононов и др., 1978) Однако, показатели качества воды не являются неизменными. В зависимости от времени года, метеорологической ситуации, гидрогеологических процессов, антропогенного и природного загрязнения эти параметры могут заметно изменяться.

Экспресс-измерения показателей состояния воды, таких как концентрация ионов водорода (рН) и окислительно-восстановительный потенциал (Eh) и минерализация (TDS), позволяет проводить мониторинг качества воды и выявлять процессы, которые приводят к изменению основных параметров воды.

Анализ качества питьевой воды в водоисточниках, как правило, проводится в форме одноразовых (или небольшого количества) проб, при этом как меняются физико-химические свойства воды во времени и от чего зависят эти процессы, практически неизвестно.

Целью исследовательской работы было изучение характер изменения физико-химических свойств родниковой воды источника «Тиганчиха». Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

- 1) поиск информации о физико-химических свойствах воды и методах их измерения;
- 2) изучение физико-химических свойств воды родника;
- 3) мониторинг изменения свойств воды во времени;
- 4) выявление основных закономерностей изменения качества воды и факторов, оказывающих влияние на этот процесс.

Для решения задач, автором был проведен поиск информации в Интернете, энциклопедиях и научной литературе; измерение физико-химических параметров питьевой воды на нескольких; обработка полученных данных и построение графических иллюстраций с помощью программы Excel Microsoft Office. Измерения проводились на одном из источников южного Прибайкалья в п.Култук (Иркутская обл.) в течение октября-ноября 2020 гг.

1. Измерение физико-химических свойств воды

Измерения физико-химических параметров проводились на пробах воды, отобранной из ключа «Тиганчиха» (51°43,934' с.ш., 103°39,412' в.д.; п.Култук, Слюдянский район, Иркутская обл.). Измерения проводились 1 раз в день – в период с 14-00 до 15-00 в течении 30 дней (с 18 октября до 16 ноября 2020 г.) Выбор данного источника был связан с тем, что он является одним из самых стабильных родников, который используют для мониторинговых наблюдений с целью прогноза землетрясений ученые Института Земной коры СО РАН. Благодаря мониторинговым наблюдениям для данного родника есть данные о химическом составе воды. Кроме того, родник расположен недалеко от ручья Тиганчиха (левый приток реки Култучная, впадающая в Байкал), что позволяет сравнить воду родника и ручья, расположенных на одной территории.

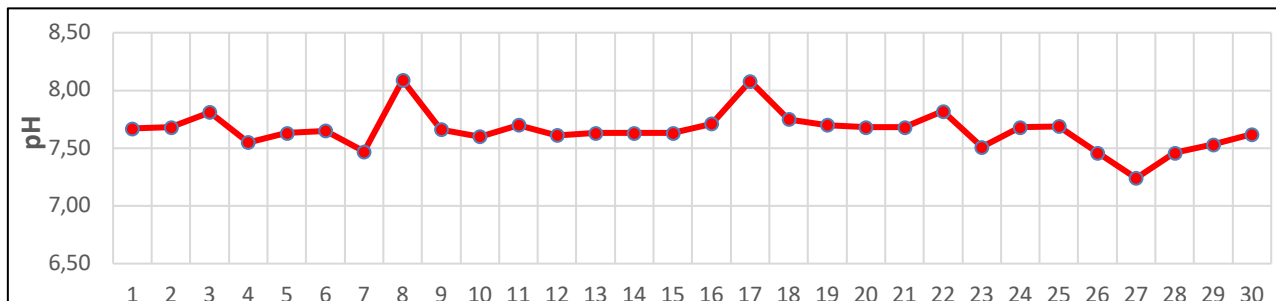
На пробах родниковой, с помощью электрохимических приборов «HANNA Combo» и «HANNA ORP» измерялись значения pH, Eh и TDS. Дополнительно измерялась температура воды (Т), температура воздуха (Тв) и атмосферное давление (Р).

Данные были обработаны с помощью программы Excel Microsoft Office. Были построены графики изменения показателей во времени, рассчитаны статистические показатели: среднее значение (X_{cp}) и коэффициенты корреляции двух параметров (R_{xy}). Значимость корреляции оценивалась, путем расчета критерия Стьюдента. (Девис, 1977)

2. Результаты измерения физико-химических свойств воды

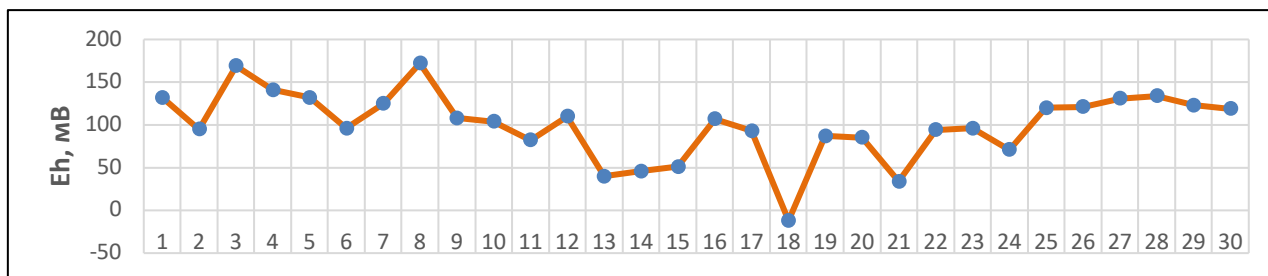
Характер изменений показателей следующий:

1) Значения **pH** изменялись в диапазоне 7,24 – 8,09. X_{cp} составило 7,65, что свидетельствует о том, что вода является слабощелочной. На фоне плавного изменения **pH** наблюдаются локальные аномалии до + 0,4 и – 0,22, которые связаны с осадками и геологическими процессами. Наблюдается слабая прямая зависимость **pH** от **Т** ($R_{xy}=0,25$). С другими параметрами значимой корреляции не выявлено.

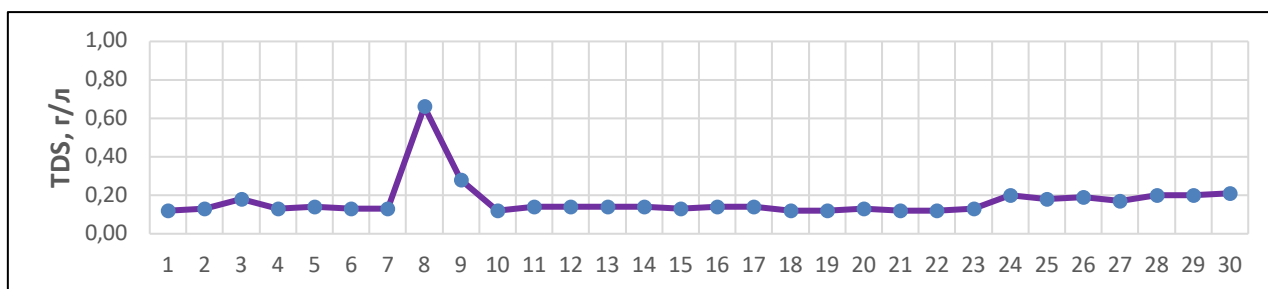


2) Изменение редокс-потенциала имеет наиболее сложный характер. Значения **Eh** изменялись в диапазоне от – 17 до 172 мВ, что свидетельствует о значительных изменениях соотношения окислителей и восстановителей в воде. X_{cp} составило 100, что свидетельствует о

том, что вода преимущественно является окислительной средой. На графике **Eh** наблюдаются «скачки» значений, которые связаны, в первую очередь, с геологическими процессами. При исключении аномальных значений, наблюдается слабая обратная зависимость **Eh** от **P** ($R_{xy} = -0,23$). С другими параметрами значимой корреляции не выявлено.



3) **TDS** – диапазон от 0,12 до 0,21 г/л. 25 октября наблюдалось аномальное повышение минерализации до 0,66 г/л, которое возможно было связано с дождем, прошедшим 23 октября и загрязнившим источник стекающей со склона водой. Через 2 дня минерализация воды родника вернулась к норме. В целом, **TDS** оказался самым стабильным показателем ($X_{cp} = 0,15$ г/л, без аномальных значений), медленно меняющимся во времени. Кроме того, наблюдалась устойчивая и значимая обратная зависимость **TDS** и **T** ($R_{xy} = -0,4$). Характер взаимосвязи **TDS** и **T** требует дальнейшего изучения, так как обычно проявляется прямая зависимость – с понижением **T**, понижается минерализация. С другими параметрами значимой корреляции не выявлено.

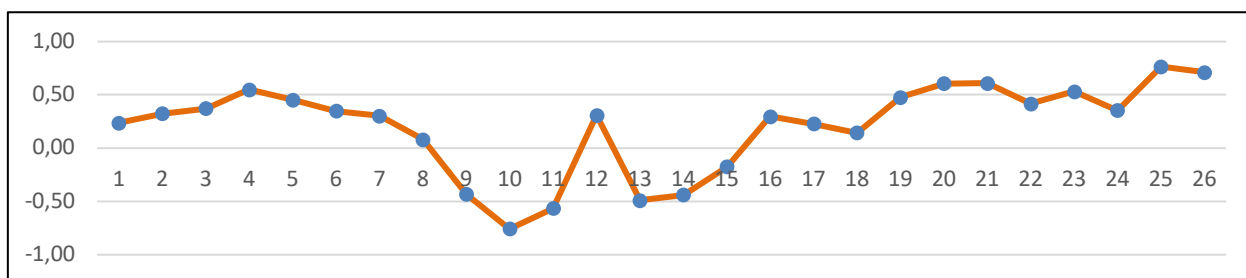


4) Кроме того, были обнаружены значимые зависимости параметров **Eh** и **pH** от температуры воздуха: **Eh** меняется прямо пропорционально **Tв** ($R_{xy} = 0,3$), **pH** – обратно пропорционально **Tв** ($R_{xy} = -0,26$). Этот факт свидетельствует о том, что чем выше температура воздуха, тем быстрее происходит дегазация сероводорода и метана.

5) Влияние разных факторов на показатели качества воды в течении времени происходило неравномерно. Для того, чтобы выяснить насколько устойчива корреляционная связь, были рассчитаны коэффициенты корреляции в скользящем окне, протяженностью в 5 дней. Для проверки устойчивости взаимосвязи были выбраны две пары показателей, для которых была установлена значимая связь для всего периода наблюдений: **Eh** от **P**, **TDS** от **T**.

Кроме того, были рассчитаны R_{xy} скользящим окном для pH и P, у которых значимая взаимосвязь для всего периода наблюдений отсутствует.

График R_{xy} (TDS и T) подтвердил прямую зависимость параметров, а также показал, что в определенные временные интервалы корреляция нарушается – влияние других факторов проявляется более существенно. График R_{xy} (Eh и P) показал, что обратная связь данных параметров не является устойчивой – в разные временные интервалы она изменяется в больших пределах как по значению, на и знаку взаимодействия. График R_{xy} (pH и P) показал, что для всего периода измерений корреляция не выявилась, а для определенных временных интервалов хорошо прослеживается прямая значимая зависимость этих параметров.



Эти расчеты показали, что на физико-химические свойства воды воздействует большое количество факторов, выявить влияние которых можно только по большому массиву данных, а для этого нужно продолжить наблюдения.

3. Оценка качества воды родника «Тиганчиха»

1) По физико-химическим показателям вода источника вполне соответствует категории «вода питьевая»: по минерализации вода относится к ультра пресным водам – её минерализация (150 мг/л) практически соответствует минерализации озера Байкал (около 100 мг/л). Основными элементами, определяющими минерализацию являются Na, K, Ca, Mg, Si, S, HCO_3 . Вода является слабощелочной (pH - 7,65) и содержит невысокий уровень кислорода (Eh - 100 мВ).

2) По сравнению с водой родника вода из реки Тиганчиха (в значительной степени, питающейся осадками и таянием мерзлоты) менее минерализована (TDS около 100 мг/л), более щелочная (pH около 7.95) и является менее окислительной средой (Eh около 85 мВ). Сравнение химического состава вод (данные ИЗК СО РАН) приведено в таблице 1.

	Na	K	Ca	Mg	Fe	Si	Al	S	Cl	HCO_3	U
Родник	4646	1643	25214	6496	18	5261	11	7000	513	97	0,51
Ручей	2025	908	6025	2050	39	4700	22	1335	147	30	0,07

* значения даны в мг/л

Высокие значения Ca, Mg, S и U в родниковой воде свидетельствуют о её глубинном происхождении.

Выводы

В ходе проведенного исследования было установлено, что:

1. вода родника «Тиганчиха» обладает определенными физико-химическими свойствами: минерализация - 150 мг/л; pH - 7,65; Eh - 100 мВ;
2. вода родника существенно отличается от воды ручья как по физико-химическим свойствам, так и по химическому составу; родниковая вода имеет явное глубинное происхождение;
3. физико-химические свойства воды родника значительно изменяются во времени, в следствии многообразия факторов на них влияющих;
4. установить полную картину взаимодействия разных факторов сложно, несмотря на то, что для некоторых показателей существует значимая корреляционная связь;
5. корреляционный анализ данных, скользящим окном длительностью 5 дней, подтвердил сложный характер взаимодействия факторов.

Таким образом, в ходе исследования был проведен мониторинг физико-химических свойств родниковой воды, и оценка её качества. Данное исследование необходимо продолжить, так как продолжительности измерений оказалось недостаточно для детального изучения характера изменения показателей. Данное исследование позволит более целенаправленно провести изучение других родников южной оконечности Байкала.

Список источников информации

1. Девис Дж. Статистика и анализ геологических данных. – М.: Мир, 1977. – 572. Стр. 90-95.
2. Кононов В.М. и др. Основы инженерной геологии, гидрогеологии и инженерной геологии – М: «Высшая школа», 1978. – 187 с. Стр. 100-103.
3. Справочник гидрогеолога. – М.: ГНТИ литературы по геологии и охране недр, 1962. – 616. Стр. 170-179.
4. Что такое pH воды и почему важно его знать? [Электронный ресурс]. - URL: <https://biokit.ru/video-instructions/chtotakoe-ph-vody/> (дата обращения 22.11.2020).