ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ВОДОИСТОЧНИКОВ П.КУЛТУК (ЮГО-ЗАПАДНАЯ ОКОНЕЧНОСТЬ ОЗЕРА БАЙКАЛ)

Автор: **Асеев Даниил**, 8 класс, МБОУ СОШ № 7, п. Култук, Иркутская обл.
Руководители: **Никитина Нонна Ивановна, Снопков Сергей Викторович**

Качество питьевой воды является комплексной характеристикой и зависит от её физических и химических свойств, химического состава, содержания органических веществ и микрофлоры. Существуют определенные нормы показателей качества питьевой воды. [1]

Одними из показателей, используемыми для оценки качества воды являются: концентрация ионов водорода (pH) и окислительно-восстановительный потенциал (Eh) и минерализация (TDS). Благодаря несложным экспресс-измерениям, эти параметры используются для массового опробования состояния воды и его мониторинга.

Жители поселка Култук, расположенного на берегу Байкала, для бытовых нужд используют воду и различных водоисточников: скважины, колодцы, ключи, ручьи и речки, и даже из озера Байкал.

Целью исследовательской работы было изучение качества воды водоисточников п. Култук, путем измерения физико-химических свойств воды. Для достижения цели были поставлены следующие задачи, для которых были выбраны методы их решения:

1) Сбор сведений о физико-химических свойствах воды и методах их измерения; для этого автором был проведен поиск информации в Интернете, энциклопедиях и научной литературе.

2) Измерение физико-химических свойств воды водоисточников на территории Култука; измерения pH, Eh, TDS и температуры воды выполнялись специальными приборами; дополнительно с помощью барометра-анеометра измерялось атмосферное давление; было опробовано 32 водоисточника (6 скважин, 5 колодцев, 5 ключей, 12 ручьев и речек, в 3-х местах были взяты пробы байкальской воды). Измерения проводились в п. Култук (Иркутская обл.) 24 и 28 октября 2020 гг.

3) Анализ результатов, расчет основных характеристик воды для различных водоисточников и выявление основных закономерностей изменения свойств воды; обработка полученных данных и построение графических иллюстраций с помощью программы Excel Microsoft Office.

1. Физико-химические свойства воды

Вода представляет собой сложный многокомпонентный раствор, в котором содержатся разнообразные минеральные и органические вещества, газы и микроорганизмы. Важнейшими физическим свойствам воды являются запах, вкус, цветность, мутность, температура и

плотность. Вода характеризуется определенной жесткостью (содержание растворимых солей кальция и магния), минерализацией (содержанием минеральных веществ), содержанием органических веществ и микрофлоры. Также используются физико-химические показатели состояния воды: концентрация ионов водорода и окислительно-восстановительный потенциал.

Общая минерализация (TDS) определяет количество содержащихся в воде растворённых веществ — неорганических солей (бикарбонаты, хлориды и сульфаты кальция, магния, калия и натрия) и органических веществ. Важнейшими ионами, определяющими минерализацию воды, являются Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^- и NO_3^-. [2]

Вода содержит водородные (H^+) и гидроксильные ионы (OH^-). **Концентрацию ионов водорода** (H^+) представляют в виде обратных логарифмов (pH), значения которых варьируют в диапазоне от 0 до 14. При равенстве (H^+) и (OH^-) вода нейтральна (pH=7). При более высокой концентрации ионов водорода, вода имеет кислые свойства (pH<7), при более низкой – щелочные (pH>7). [1] Электролитом наиболее интенсивно образующих ионы водорода в природных водах относятся углекислота и сероводород, а образующих гидроксильные ионы – углекислый натрий. [2]

Окислительно-восстановительный потенциал (редокс-потенциал) является мерой химической активности элементов в химических процессах. Положительные значения Eh означают протекание процесса окисления и отсутствия электронов, отрицательные значения - свидетельствуют о протекании процесса восстановления и наличии электронов. Наиболее универсальным окислителем в воде является кислород. При его содержании больше 7 мг/л значения Eh находятся в пределах от + 350 до +700 мВ. Наличие в воде более 10 мг/л сероводорода всегда указывает на восстановительную среду (Eh ниже – 100 мВ). Значение Eh, в первую очередь, определяется содержанием в воде сероводорода, метана и кислорода. [2]

TDS, pH и Eh являются одними из важнейших факторов, влияющих на оценку качества воды. Благодаря питьевой воде с нормальными показателями минерализации, активности ионов водорода и окислительно-восстановительного потенциала улучшаются обменные процессы в организме, что во многом определяет состояние здоровья и самочувствие человека. По мнению физиологов, полезной для организма является слабощелочная вода (pH >7-7,5), с низкими значениями Eh.

2. Результаты проведенных исследований

1) Изучаемые физико-химические параметры (TDS, pH, Eh) могут значимо изменяться во времени, в связи с изменением давления воздуха и температуры, осадками, геологическими процессами в недрах земной коры и др. Поэтому для более корректного сравнения показателей воды различных водоисточников измерения проводились в течении одного дня. Для оценки

изменчивости параметров измерения были проведены 2 раза (24.10 и 28.10). Сравнение результатов измерений 24.10 и 28.10 показало, что в целом соотношение свойств воды разных водоисточников сохраняется во времени. Из физико-химических параметров наиболее подвержен изменчивости Eh; из водоисточников наиболее нестабильными значениями характеризуются речки и ручьи. Наиболее стабильным параметром является TDS.

Дальнейший сравнительный анализ свойств воды водоисточников выполнялся по измерениям, проведенным 28.10, так как в этот день был опробованы все водоисточники.

2) Для всех групп водоисточников нами были выделены максимальные и минимальные значения, рассчитаны средние значения параметров.

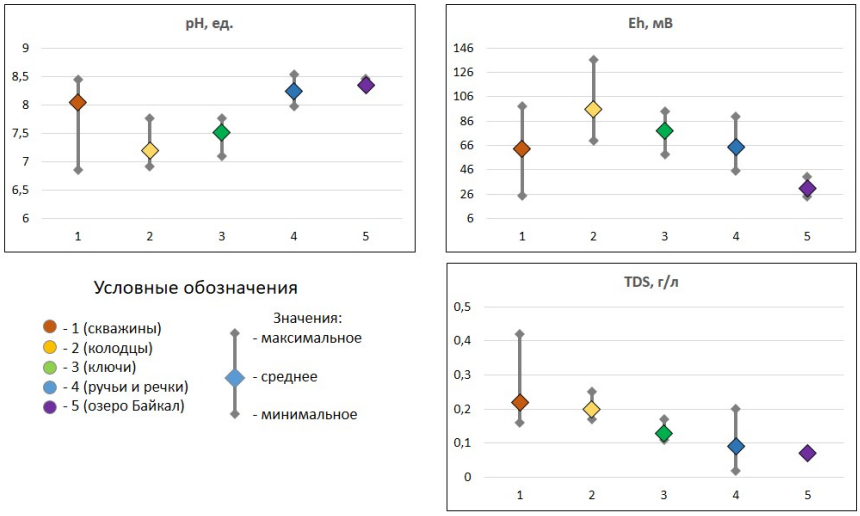

Рис. 1. Диапазоны изменений параметров pH, Eh и TDS .

На Рис. 1 показаны диапазоны изменения физико-химических параметров для разных типов водоисточников и отмечены средние значения. Видно, что по физико-химическим свойствам все типы водоисточников значимо отличаются друг от друга. Вода из Байкала, обладающая наиболее стабильными параметрами, являлась своеобразным репером для анализа. В целом, наблюдается устойчивый тренд снижения pH, повышения Eh и TDS в последовательности «Байкал – ручьи – ключи – колодцы». При этом наибольшим разбросом значений параметров характеризуются ручьи и колодцы, а наиболее стабильными являются ключи. Наибольшим разбросом и своеобразием значений физико-химических параметров характеризуются скважины: если по pH и Eh вода из скважин, в среднем, ближе к воде из речек и Байкала, то по TDS вода из скважин более минерализованная и близка к воде из колодцев. Вода из разных скважин может сильно различаться как по минерализации, так и по pH и Eh.

3) По физико-химическим показателям вода из исследованных водоисточников соответствует категории «вода питьевая». [1] По минерализации воды относятся к ультрапресным водам (TDS – 400 и менее мг/л): наименьшие значения минерализации воды в пробах из озера Байкал (около 100 мг/л), наибольшие – в одной из скважин (TDS – 410 мг/л).

Вода, преимущественно является слабощелочной (pH – от 7 до 8.5 ед.): наиболее щелочная вода в озере Байкал, ручьях и некоторых скважинах (pH – 8 - 8.5 ед.); нейтральная и слабокислая вода зафиксирована в колодцах (pH – 6.8 -7.5 ед.).

Несмотря на то, что концентрация ионов водорода изменяется в больших пределах – от 24 до 136 мВ, в целом, вода содержит невысокий уровень кислорода. Наименьшие значения Eh обнаружены в байкальской воде и некоторых скважин; наибольшее значение – в колодцах. Повышенный уровень Eh в колодцах предположительно связан с относительным загрязнением колодцев и активностью гидрофлоры.

4) На диаграмме pH и Eh наблюдается обратная зависимость: при увеличении pH уменьшается Eh. При этом наиболее щелочной и водородонасыщенной водой является вода Байкала, а наиболее нейтральной (слабокислой) и кислородонасыщенной – вода из колодцев. В этой зависимости повышения кислотности воды наблюдается четко выраженная цепочка «вода Байкала – ручьи, речки и скважины – ключи – колодцы».

На диаграмме TDS и pH (Рис. 2) хорошо видно разделение водоисточников на 4 группы: «колодцы», «ключи», «скважины» и «вода Байкала и речки». Наиболее низкая минерализация характерна для второй и четвертой группы (порядка 100 - 150 мг/л), при этом вода в ключах менее щелочная. Более высокой минерализацией (150-300 мг/л) обладает вода из колодцев и скважин, при это вода в скважинах (кроме одной) более щелочная.

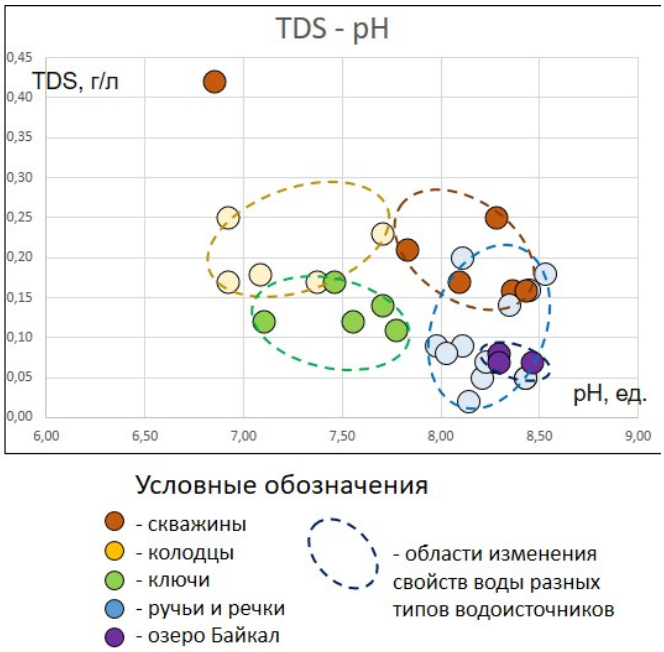

Рис. 2. TDS и pH различных типов источников

Выводы

1. Вода из всех изученных водоисточников по физико-химических показателям относится к категории «вода питьевая». Наиболее минерализованной является вода из

скважин и колодцев; наиболее щелочной и водородонасыщенной – вода из Байкала, рек, ручьев и скважин; наиболее кислой и кислородонасыщенной является вода и колодцев. По качеству воды можно отметить ключевую воду, которая, в целом, характеризуется благоприятными для здоровья показателями: слабощелочная, с низким содержанием кислорода, с невысокой минерализацией.

2. Разные типы водоисточников Култука характеризуются разными физико-химическими свойствами воды.

3. Для водоисточников выявлен устойчивый тренд изменения свойств воды в последовательности «Байкал – ручьи – ключи – колодцы», который характеризуется понижением щелочности воды**,** уменьшением содержания водорода и повышением минерализации. Вода, отбираемая из скважин, лишь частично попадает в эту зависимость. В зависимости от местоположения скважин, их глубины и др. свойства воды могут значительно изменяться.

Близость воды скважин по pH и Eh к текучим водам и отличие от воды колодцев и ключей является неожиданным, и требует дополнительных исследования для объяснения этого феномена.

Список источников информации

1. Кононов В.М. и др. Основы инженерной геологии, гидрогеологии и инженерной геологии – М: «Высшая школа», 1978. – 187 с. Стр. 100-103.

2. Справочник гидрогеолога. – М.: ГНТИ литературы по геологии и охране недр, 1962. – 616. Стр. 170-179.