

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»


ИНСТИТУТ ХИМИИ

Кафедра органической и экологической химии

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ
В ГЭК И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ
ЗАИМСТВОВАНИЯ

Заведующий кафедрой
(д.х.н., доцент)

Т.А. Кремлева


18 июня 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(магистерская диссертация)

ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД
ТЮМЕНСКОГО РАЙОНА

Код и наименование направления подготовки

Магистерская программа «04.04.01»

(Химия: химия нефти и экологическая безопасность)

Выполнил(а) работу
Студент(ка) 2 курса
Очной формы обучения



Хатина
Наталья
Григорьевна

Научный руководитель
к.х.н.



Знаменщиков
Александр
Николаевич

Рецензент
Генеральный директор
ООО «ЛИКОРИС»



Зубков
Александр
Валерьевич

ОГЛАВЛЕНИЕ	
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. Обзор литературы	9
1.1 Практическая значимость исследования подземных вод	9
1.2. Общий состав вод и почв Тюменского района.....	10
1.3. Влияние изучаемых ионов на окружающую среду.....	19
1.3.1. Хлорид-ионы.....	19
1.3.2. Сульфат-ионы.....	20
1.3.3. Фосфат-ионы.....	21
1.3.4. Нитрат- и нитрит-ионы.....	22
1.3.5. Ионы кальция.....	23
1.3.6. Ионы натрия.....	24
1.3.7. Удельная электропроводность.....	25
1.4. Пропорциональность между элементами.....	26
1.5. ПДК и другие способы описания данных по водным источникам.....	27
ГЛАВА 2. Методы и объекты исследования.....	29
2.1. Объекты исследования.....	29
2.2. Методы исследования.....	32
2.2.1. Методика анализа ионов кальция в подземных водах.....	32
2.2.2. Методика анализа фосфат- ионов в подземных водах.....	33
2.2.3. Методика анализа нитрит- и нитрат- ионов в подземных водах.....	34
2.2.4. Методика анализа сульфат-ионов в подземных водах.....	35
2.2.5. Методика анализа хлорид-ионов в подземных водах.....	36
2.2.6. Методика анализа натрия в подземных водах.....	37
2.2.7. Электрометрический метод анализа удельной электропроводности вод.....	38
ГЛАВА 3. Результаты исследования и их обсуждение.....	39

ГЛАВА 4. Выводы по проделанной работе	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	60

- гПа - гигапаскаль
- рН - водородный показатель
- мг/дм³ - миллиграмм на кубический дециметр
- мкг/л - микрограмм на литр
- мин - минут
- мм - миллиметр
- мес - месяц
- см - сантиметр
- см² - квадратный сантиметр
- см³ - кубический сантиметр
- г - грамм
- г - градус
- д.д. - декада (десять лет)
- мг/дм³ - миллиграмм на кубический дециметр
- Н - нормальность
- Титрант Н - стандартный раствор титлоказимин ортуклусной кислоты
- мм - миллиметр
- УЭП - удельная электропроводность
- мкСм/см - микроСименс на сантиметр
- Na⁺ - катион натрия
- K⁺ - катион калия
- Ca²⁺ - катион кальция
- Mg²⁺ - катион магния
- Cl⁻ - анион хлора
- SO₄²⁻ - анион сульфата
- HCO₃⁻ - анион гидрокарбоната
- ± - плюс минус
- км² - квадратный километр
- км³ - кубический километр
- млн - миллион
- га - гектар
- км - километр
- рис. - рисунок

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

H₂O – вода

CO₂ - углекислый газ

pH - водородный показатель

мг/дм³ - миллиграмм на кубический дециметр

мкг/л – микрограмм на литр

мин – минут

мл – миллилитр

мес – месяц

см - сантиметр

см² – квадратный сантиметр

см³ – кубический сантиметр

г – грамм

г. - город

х.ч. – химически чистый

мг/дм³ - миллиграмм на кубический

дециметр Н – нормальность

Трилон Б - динатриевая соль этилендиамина тетрауксусной

кислоты нм – нанометр УЭП - удельная электропроводность

мкСм/см - микроСименс на сантиметр

Na⁺ - катион натрия

K⁺ - катион калия

Ca²⁺ - катион кальция

Mg²⁺ - катион магния

Cl⁻ - хлорид-анион

SO₄²⁻ - сульфат-анион

HCO₃⁻ - гидрокарбонат-анион

± - плюс минус

км² - квадратный

километр км³ –

кубический километр млн

– миллион га – гектар км -

километр Рис. – рисунок

г/л – грамм на литр
экв. % - эквивалентный процент
мг-экв/дм³ – миллиграмм - эквивалент на кубический дециметр
CO²⁻₃ - карбонат-ион
Ca(OH)₂ – гидроксид кальция
Mg(OH)₂ – гидроксид магния
ПАВ – поверхностно - активные вещества
O₂ – кислород
Ca₃(PO)₄ – фосфат кальция
CaCO₃ - карбонат кальция
SnCl₂ - хлорид олова (2)
H₂SO₄ - серная кислота
г/см³ – грамм на кубический сантиметр
FeS₂ - сульфид железа
FeSO₄ - сульфат железа
S - сера
NaCl - хлорид натрия
NO₃⁻ - нитрат-ион
NO₂⁻ - нитрит-ион
II – римская цифра два
% - процент
°C – градус
Цельсия с. – село п.
– поселок д. –
деревня
ММС – машинно-мелиоративная станция С
- концентрация ПДК – предельно
допустимая концентрация
ОАО – открытое акционерное общество
ПАО – публичное акционерное общество

ВВЕДЕНИЕ

Территорию юга Тюменской области можно отнести к экономически развитой и плотнонаселенной территории России. Эта область имеет ценные запасы ресурсов и подземных вод, которые в настоящее время подходят для безопасного использования, как источник водоснабжения для населения.

В результате проведения поисково-разведочных и поисково-оценочных работ, выполнявшиеся в разные годовые отрезки, с задачей поиска новых объектов водоснабжения, подле близлежащих населенных пунктов юга области, было найдено 145 залежей питьевых подземных вод. Исследования показали, что общая сумма запасов, всех найденных залежей вод, преобладает над общим использованием подземных ресурсов. Вопреки этому, многочисленные территории области не используют подземные недры, в качестве источника водоснабжения, а продолжают употреблять в быту поверхностные воды, очистка которых очень затратно.

В связи с этим, изучение подземных залежей вод, способно решить ряд вопросов, относящихся к их рациональному использованию и резерву, является более чем актуально. Изучение минерального состава подземных вод позволяет сформировать представление о состоянии грунтовых вод, определить какие ионы превышают показатели ПДК, что в дальнейшем может помочь в решении проблемы загрязнения подземных источников, путем устранения загрязняющих влияний от утилизации производственных сточных вод. Широкий спектр изучения залежей подземных вод и эксплуатируемых территорий поможет определить изменения гидрогеологических условий под влиянием техногенеза.

Целью работы является выявление особенности ионного состава подземных вод г. Тюмени и Тюменского района. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить литературные источники по теме работы, ознакомиться с особенностями формирования подземных вод на территории Западно - Сибирской равнины в целом и вблизи города Тюмени в частности;

2. Выполнить химический анализ проб подземных вод на нитрат-, нитрит, хлорид-, сульфат-, фосфат-ионы и ионы натрия и кальция, УЭП (всего около 90 проб, отобранных в разных районах г. Тюмени и близлежащих населенных пунктов);

3. Охарактеризовать химический состав подземных вод на территории города Тюмени и Тюменского района, определить тип вод и особенности их состава в зависимости от антропогенной нагрузки.

Образцы для исследования предоставлены компанией ООО «ЛИКОРИС». Для проведения анализа использованы методы кондуктометрии, титриметрии, фотометрии, прямой потенциометрии и турбидиметрии.

Научное новизна исследований обусловлена тем, что подземные воды на территории Тюменского района слабо изучены на предметы зависимости состава и содержания химических элементов от географического положения. Данный вопрос мало освещен в литературе и публикациях из-за сложности получения образцов для исследования.

Содержание дипломной работы. В первой главе рассматривается актуальность данной работы, общий состав вод и почв Тюменского района, по которому можно приблизительно предугадать содержание тех или иных химических элементов для данного района, как изучаемые элементы воздействуют на окружающую среду, и какие последствия могут нести эти элементы, при их завышенной концентрации. В добавок к высказанному, была изучена информация пропорциональности между элементами и способы описания характеристики вод.

Подземные источники нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения с каждым годом требуют больших затрат на водочистку, чтобы 7

ресурс можно было использовать в быту. Можно предположить, что к таким последствиям привели выбросы сточных вод от предприятий, а также нерациональное использование подземных водоресурсов.

Во второй главе дипломной работы идет описание объектов и методов исследования. Представлена карта исследуемых районов, на территории Тюменского района, а также почвенная карта юга Тюменской области.

В третьей главе дипломной работы представлены полученные результаты. На основании результатов анализов сформирована характеристика качества изученных районов вод, их уместность в рамки гигиенических требований.

В четвертой главе дипломной работы сделаны выводы по проделанной работе.

ГЛАВА 1 Обзор литературы

1.1 Практическая значимость исследования подземных вод

Вода служит для всей планеты Земля жизненно необходимым источником и является природным элементом, на положение которого влияют вредные выбросы в окружающую среду. Проблема снабжения водой населенных пунктов, пригодной для употребления, набирает все большую актуальность, так как напрямую относится к поддержанию здоровья населения. [1]

Люди вынуждены использовать питьевую воду, которая превышает показатели ПДК. Факторы, при которых людям приходится использовать, не соответствующую нормам безопасности для употребления воду, связаны с низкой степенью очистки подземной воды и высокой стоимостью на очистные сооружения, а также с отсутствием близлежащих месторождений воды. [2]

Мероприятия, которые направлены на контроль состояния окружающей среды и выявления очагов загрязнения, главным образом, являются актуальностью мониторинга окружающей среды.

Параллельно с этим составляются меры для устранения результатов загрязнения. А в конце исследования, на основании полученных результатов, выдается подробный отчет, в котором наглядно можно посмотреть план загрязненных территорий и способы устранения данных загрязнений. [3]

Если вовремя проводить мониторинг водной среды, то можно остановить загрязнение источников водоснабжения, в дальнейшем водоочистка водных ресурсов станет менее затратна и состояние водного слоя Земли будет чище.

1.2. Общий состав вод и почв Тюменского района

Тюменская область находится в Западной Сибири, граничит: на юге - с Казахстаном, на юго-западе - с Курганской областью, на западе - со Свердловской областью, на востоке - с Томской и Омской областями (рис. 1.2.1).

Область обеспечена множеством природных ресурсов, так как имеет благоприятное экономически-географическое положение региона к развитым районам европейской части страны. Тюменская область находится на третьем месте по территории (1 464 173 км²) и занимает 8,4% территории страны, включает в себя 29 городов, из которых: Тюмень (720 575 человек), Сургут (348 643 человек), Новый Уренгой (111 163 человек). Область разделена на 38 регионов и имеет население в 3 615 485 человек. Своеобразный рельеф района образовался при помощи ледников и Полярного бассейна, которые образовали плотину, затрудняющую свободный сток рек на север. [4]

Тюменская область имеет огромный запас пресной воды, располагающийся в реках: Иртыш, Тобол, Тура и других. 43 млн га территории области покрыто лесом и занимает третье место по лесным ресурсам в Российской Федерации. [5]

Тюменская область включает в себя 5000 рек и ручьев, и относятся к бассейну реки Оби. 5 рек в числе речной сети области имеют свыше 1000 км (Иртыш, Ишим, Тобол, Демьянка, Тура). Густая речная сеть располагается в Уватском, Тобольском, Вагайском, Ярковском и Нижнетавдинском районах и редко в южных районах: Исетском, Упоровском, Армизонском. Самые большие реки территорий по водоносности это – Иртыш, Тобол, а за ними Тавда, Тура. Суммарное годовое сток рек – 80 км³ в год.

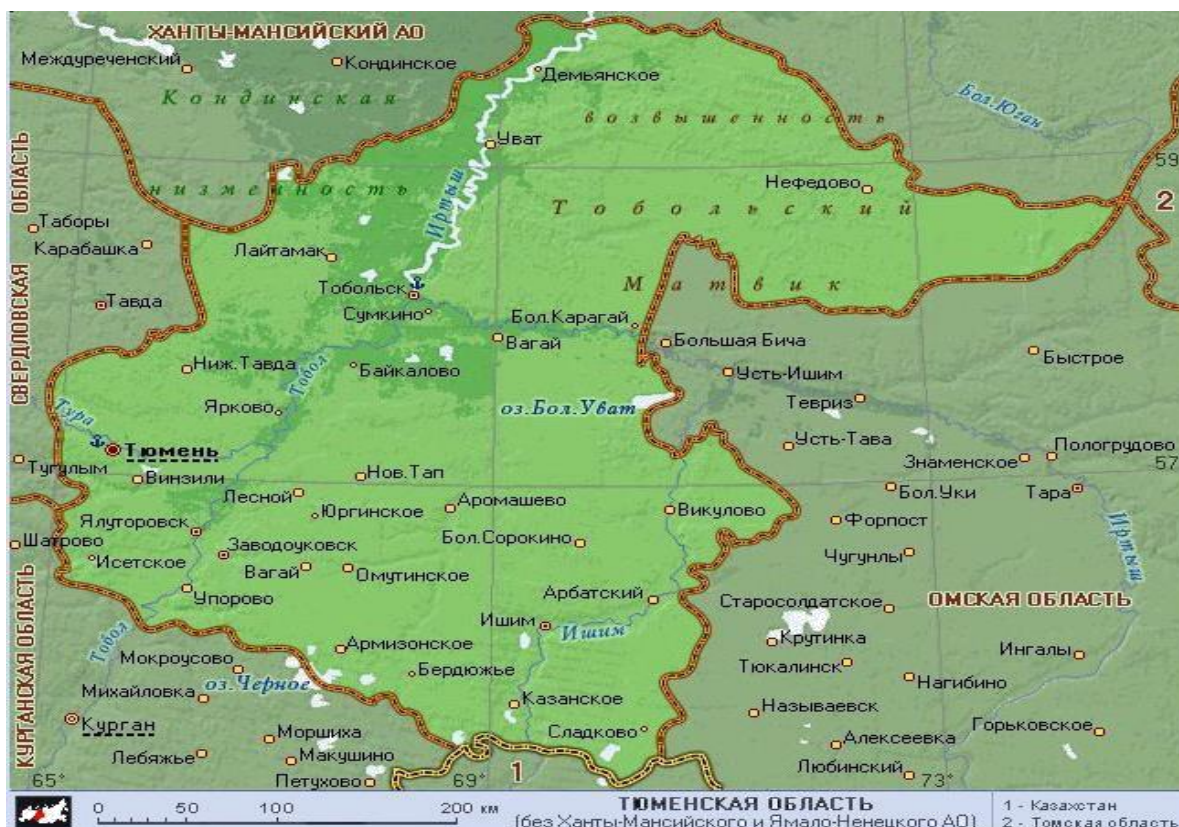


Рис. 1.2.1. Карта Тюменской области

Территория юга Тюменской области по степени водообеспечения находится в двух зонах:

- Средней водообеспеченности;
- Низкой водообеспеченности.

Средняя зона водообеспеченности по площади превышает $100\,000\text{ км}^2$ и включает в себя районы: Уватский, Тобольский, Вагайский, Нижнетавдинский и Ярковский.

Нижняя зона составляет $60\,000\text{ км}^2$.

Главная особенность вод Тюменской области – неустойчивость их в течение года. В весенний период водность рек возрастает и процент прохождения годового

стока рек составляет 50 – 80%. Бассейн реки Демьянки насчитывает 38 000 рек, имеющие площадь менее 1,0 км².

Большинство водоемов юга Тюменской области пресные, только лесостепные зоны характерны как солоноватые или соленые. Водоемы, в сравнении с реками, наиболее чистые и наименее загрязнены промышленными стоками, хозяйственно-бытовыми отходами. Самыми чистыми являются воды из олиготрофных озер. [6]

Отличительной чертой почвенно-растительного покрова области является зональность, которая нарушается крупным распространением болотных почв и растительности. Образованию болот содействуют осадки, которых выпадает больше, чем испаряется, пригнatenность территорий и долгий зимний сезон, способствующий промерзанию почвы. [7]

Почвенный покров пополняет воду ионами, газами, органическими веществами. В нем вода находится в пленочной, капиллярной и гравитационной формах. Одним из самых важных особенностей почвы является способность почвенного раствора и атмосферных осадков, которые фильтруются через него, поглощать породы. Воздействие почвы на развитие вод двусмысленно, так как они имеют возможность повышать минерализацию атмосферных осадков, проходящие через почву, так и изменять уже сформированный химический состав подземных вод, которые взаимодействуют с почвами. Например, когда вода просачивается через скудные солями торфяные или болотные почвы, то происходит обогащение земель органическим веществом, а обогащение ионами, в малых количествах. Состав растворенных газов, при фильтрации вод через почвенный покров, также изменяется. Содержание диоксида углерода возрастает, так как он выделяется при дыхании живых организмов, разложение органических веществ, когда содержание кислорода снижается. Гидрокарбонатные ионы образуются путем выделения углекислоты.

Западно - Сибирский артезианский бассейн относится к числу самых больших аккумуляторов подземных вод Земли. Тюменскую область можно разделить на три бассейна второго порядка: Тобольский, Среднеобский, Иртышский (рис.1.2.2.). По вертикали можно выделить пять своеобразных в гидрогеологическом отношении соединений пород, наблюдающиеся на большей территории бассейна. [8]

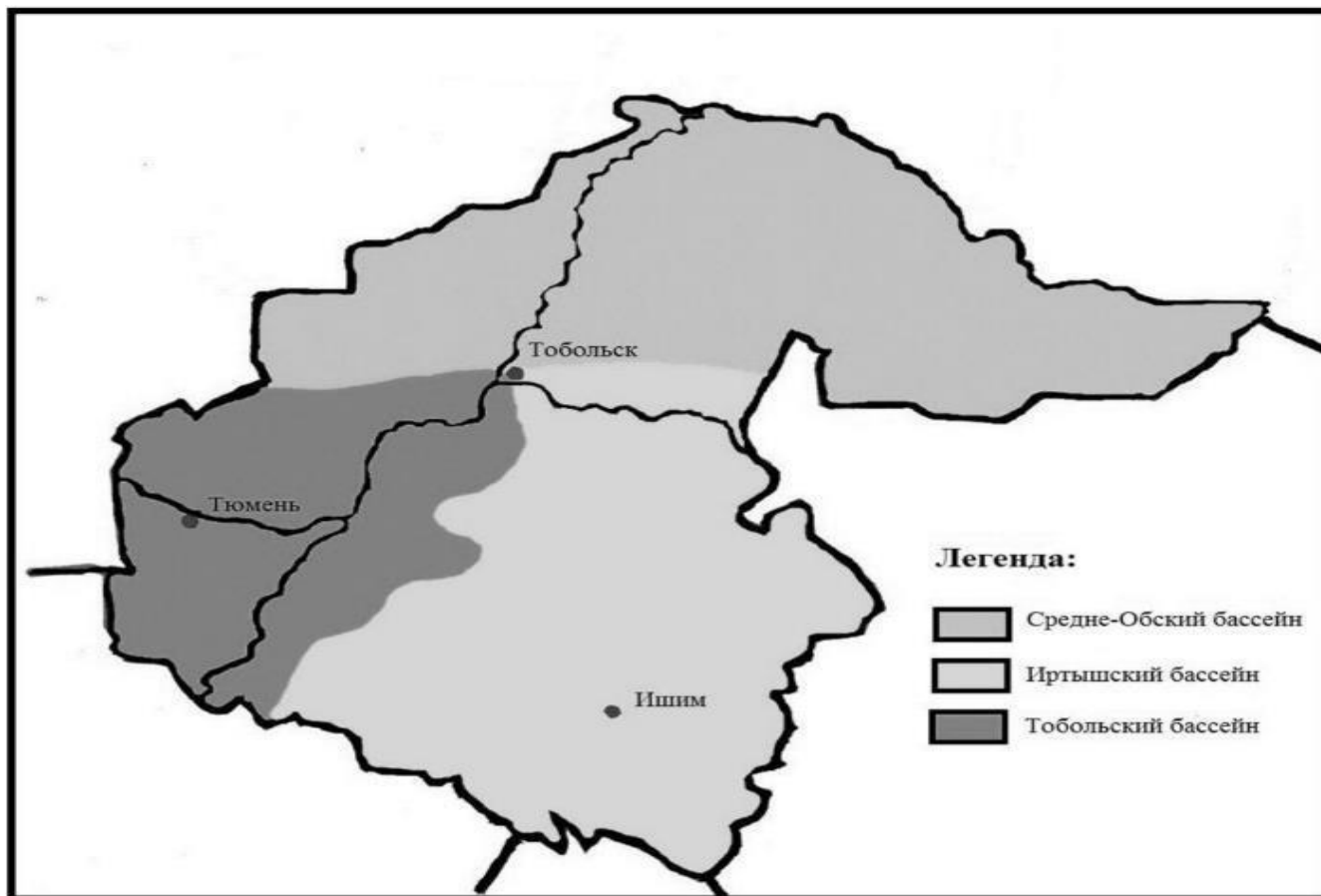


Рис. 1.2.2. Схема гидрогеологического районирования Тюменской области

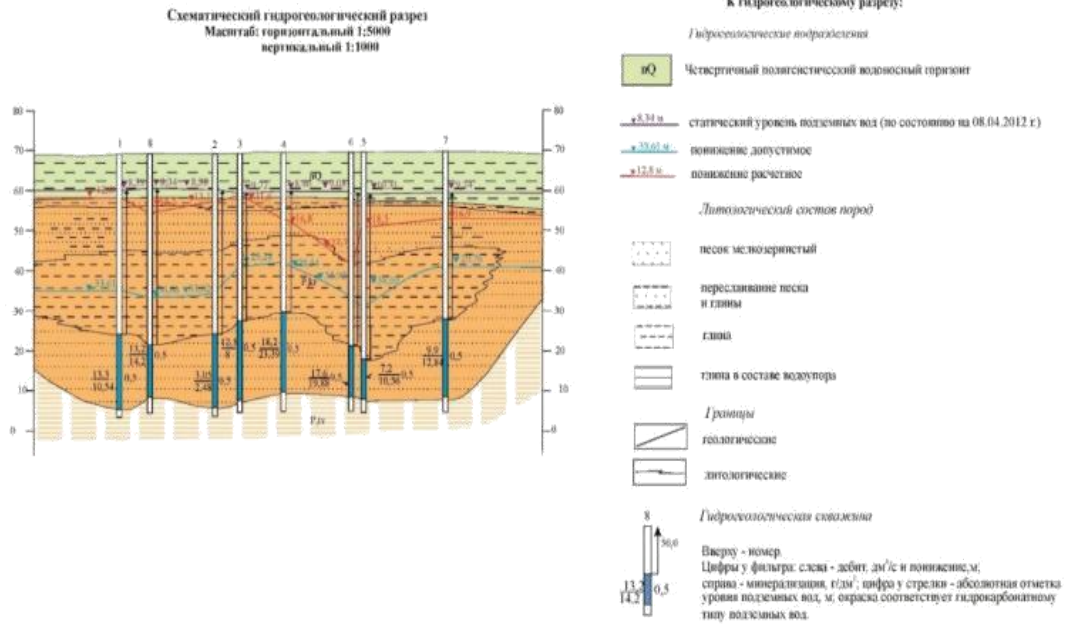


Рис. 1.2.3. Схематический гидрогеологический разрез Тобольского бассейна.

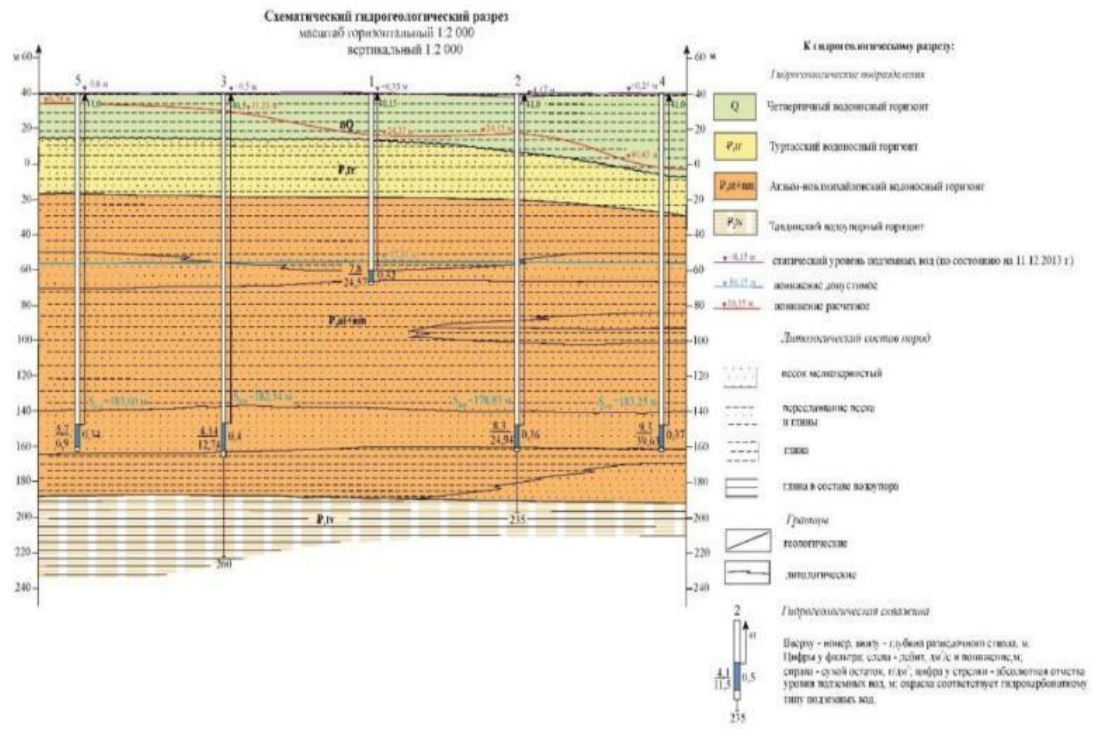


Рис. 1.2.4. Схематический гидрогеологический разрез Средне- Обского бассейна.

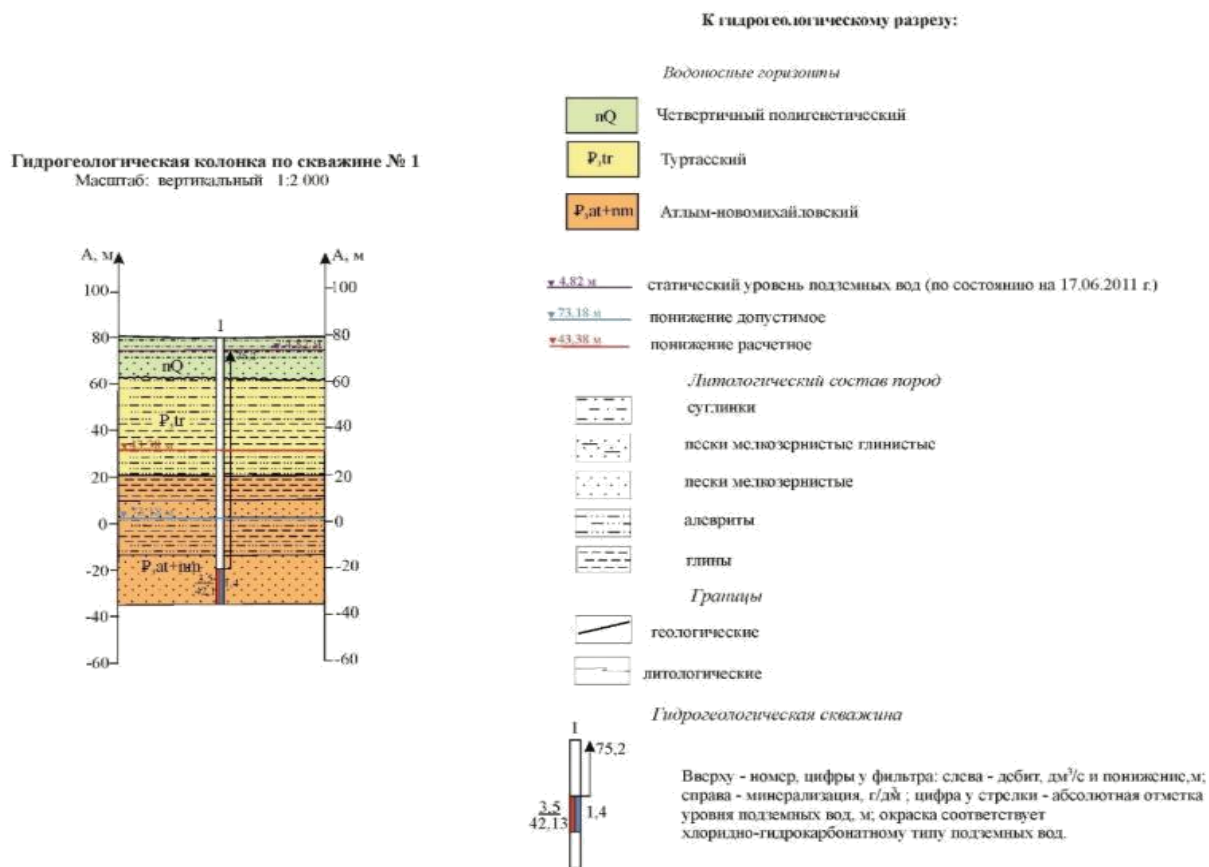


Рис. 1.2.5. Схематический гидрогеологический бассейн Иртышского бассейна

Первый гидрогеологический комплекс.

Тобольский бассейн можно охарактеризовать, как воды четвертичного неогенового и олигоценевого отложений, с разным литологическим составом и генезисом. Отложения комплекса достигают от нескольких метров, недалеко от палеозойского обрамления, до 100-150 метров в долинах рек юго-западной части бассейна, более 100-150 метров имеют отложения в северо-восточной части. Бассейн находится в области оптимального и слабовыраженного увлажнения. Из-за разных климатических условий в южной и северной части бассейна приводят к особенности формирования химического состава подземных вод олигоценых отложений (рис. 1.2.3.). Так, например, в северной части бассейна сформированы, в большинстве, пресные гидрокарбонатные кальциевые, натриевые и магниевые

воды, 1,2 и 3 типов. Здесь, в частности на водораздельных участках, в южной части Тобол- Вагайского водораздела присущи воды солоноватые с минерализацией 1-3 г/л, пестрые по составу 1,2,3 типов. Воды северо-восточной части бассейна до глубины 60 метров пресные, имеют минерализацию до 0,2-0,9 г/л. На глубине 70-85 метров минерализация увеличивается до 1,3-3,0 г/л, а также меняется состав на хлоридно-натриевый. [9]

Средне - обский бассейн имеет особенность расположения в гуминовой зоне, которая имеет высокую и избыточную влажность, кроме территорий на юго-западе и юго-востоке. Подземные воды на территории бассейна относятся к разнообразным по литологическому составу и генезису отложений четвертичного и олигоценового периода. Сила комплекса возрастает с юга на север и с запада на восток (рис. 1.2.4.). Водоносные отложения вскрыты большим количеством скважин на глубинах 15-30 метров в долинах рек и до 60 метров на водоразделах. Антропогенно-олигоценовые отложения данных вод гидрокарбонатные кальциевые, мало натриевые и магниевые, 1, редко 2 и 3 типов, с минерализацией 0,06-0,5 г/л, реже до 0,8 г/л. Исследование показало, что в этих водах завышенное содержание железа, которое составляет 22-84 г/л, на территории населенных пунктов содержание железа в подземных водах составляет 0,9-1,3 г/л, а также большая концентрация нитрит- и нитрат-ионов. [10]

В водах Иртышского бассейна грунтовые воды относят к аллювиальным осадкам поймы и надпойменных террас, сформированных, в большинстве случаев, на левобережьях рек. Сила водоносного слоя примерно от 1 до 10 метров в краевой зоне и до 100 метров в центральной (рис. 1.2.5.). Подземные воды находятся на территории выхода верхнеолигоценовых отложений на дневную поверхность. Воды бассейна можно отнести к хлоридно-натриевым, солоноватым с минерализацией до 3,0 г/л.

Второй гидрогеологический комплекс.

Гидродинамический смысл комплекса состоит в региональном водоупоре, который изолирует нижележащие водные породы от воздействия поверхностных факторов на большую часть территории бассейна. Хорошо развиты отложения эоценового возраста, которые находятся в низменности. Они появляются на поверхности рядом с Уралом, в бассейне реки Тура. Сила отложений возрастает от крайних частей к центру бассейна до 164-250 метров. Севернее г. Тобольска сформированы глинистые и опоковидные не водоносные отложения, а южнее – не водоносные глины, опоковидные глины.

Третий гидрогеологический комплекс.

В приуральной части долины находится верхний слой водоносного горизонта, достигающий отметок в 200-400 метров, далее опускаясь до 1000 метров и более в ее центральных, очень глубоких участках. Воды имеют хлоридно-натриевый состав, 3 типа и минерализацию до 20 г/л. В солевом составе преобладает хлорид натрия, хлорида кальция содержится совсем малые количества. Концентрация хлора варьируется от 97-99 экв. %, только в некоторых случаях она снижается до 95 экв. %. Гидрокарбонат-ионов в комплексе содержится 1-2 экв. %, очень низкое содержание сульфатов – 10мг/л, либо их содержание вообще не обнаруживается. Также, выявлено низкое содержание йода до 4-5 мг/л. Концентрация нефтяных кислот, в Тюменском и Заводоуковском районах, варьируется от 0,2-0,3 мг/л.

Четвертый гидрогеологический комплекс.

В разрезе готерив - барремских осадков бассейна сформированы хлоридно-натриевые воды 3 типа. Их минерализация достигает 22,0-26,5 г/л. Кальций варьируется от 2-5 экв. %, йод от 1-8 мг/л (в Тюменском районе), 22-33 мг/л обнаружено в Уват-Тобольском районе.

Грунтовые воды куломзинской свиты хлоридно-натриевые 3 типа. Их минерализация составляет 18,3 и 14,7 г/л. На Абалакской и Уватской территории, а также в центральной части Западно - Сибирского артезианского бассейна выявлены переходящие к 1 типу и хлоридно-кальциевые воды 1 типа, концентрация йода варьируется 24-25 г/л. В Челноковской скважине концентрация йода составляет 13 мг/л. На территории Тобольской площади выявлены гидрокарбонат-ионы, с концентрацией 8-13 экв.% и бром, который пропорционально равен их минерализации, и составляет 50 мг/л.

Пятый гидрогеологический комплекс.

Повышенная минерализация, хлоридно-кальциевые воды 1 типа охарактеризовывают участок Уватской площади. Такой тип вод имеет минерализацию 12-16 г/л и содержит хлор от 80-99 экв.%. Кальций в этих водах варьируется от 1-5 экв. %, а натрий до 95-99 экв. %, очень низкое содержание сульфатов 0-4 мг/л. Хлоридно-кальциевые воды 3 типа обнаружены южнее. Их можно охарактеризовать как воды, содержащие хлор от 96 до 100 экв. %, натрий до 89-96 экв. %, гидрокарбонат-ионы от 1 до 4 экв. % и кальций от 2 до 8 экв.%. [11]

Из вышеперечисленного можно сделать вывод, что водоснабжение для населения Тюменской области производится из поверхностных и подземных вод. Небольшие реки используются в сельской местности, для фермерских нужд, ресурсы больших и средних рек идут на водозабор, для хозяйственно-питьевого обеспечения. Подземные воды чаще используются для водоснабжения населения, чем поверхностные источники, так как очистка поверхностных вод требует больших затрат, чтобы соответствовать санитарно-эпидемиологическим требованиям.

1.3. Влияние изучаемых ионов на окружающую среду

1.3.1 Хлорид-ионы

Хлориды – соли соляной кислоты. Главными источниками хлоридов являются галит (соленостные отложения), хлорпатит и содалит (остатки извержения вулкана, в которых присутствуют хлорсодержащие минеральные вещества) и другие. Наличие хлоридов в воде может объясняется такими факторами как: отложения солей начинают вымываться из пластов, в зимнее время года, в борьбе со снегом, дорогу посыпают солью, которая со временем растворяется и попадает в почву, сбросом сточных вод от химических предприятий, загрязнениями от нефтяных скважин.

В подземной воде содержится большое количество хлорида натрия, который образует поваренную соль, и имеет соленый вкус. Также присутствует хлорид магния, которого значительно меньше по содержанию, чем хлорида натрия. В хлоридно-кальциевых водах же, содержание хлорида кальция намного превышает поваренную соль. [12]

ПДК хлоридов в питьевой воде не должна превышать 350 мг/дм^3 , в рыбохозяйственных водоемах 300 мг/дм^3 или $8,451 \text{ мг-экв/дм}^3$. [13]

При попадании воды, содержащей превышающее значение ПДК хлоридов, в организм человека, выявлено:

1. Органолептические свойства воды ухудшаются, так как появляется солоноватый привкус;
2. Появляется нарушение водно-солевого баланса, резкому увеличению хлоридов в крови, и последующему скачку содержания хлоридов в тканях и органах;
3. Происходит нарушение желудочно-кишечного тракта;
4. При поступлении большого количества хлорида натрия в кровь, повышается риск заболевания сердечно-сосудистой системы;

5. Может возникнуть вероятность появления новообразований желудочно-кишечного тракта, мочеполовой системы.

В быту хлориды могут повлиять на увеличение коррозии металлических изделий, также к появлению осадка на нагревательных приборах, стиральных машин, что со временем приводит оборудование к нерабочему состоянию, ремонт или полная замена вышедшего из строя оборудования, стоит не малых затрат.

Появление темных пятен на поверхности нержавеющей раковин, повышенные затраты энергии на отопительный сезон, что приводит к перегреву нагревательных приборов и их дальнейшей поломке, тоже говорит о большом количестве хлоридов в воде. [14]

1.3.2. Сульфат-ионы

Сульфаты- это сернокислые соли серной кислоты, большинство из них хорошо растворимы в воде, присутствуют во многих подземных водах. Сульфаты попадают в воду путем выветривания и растворения гипса, окислением сульфидов и серы.

Также возможно попадание сульфатов через почву и из производственных сточных вод, дождями, переносимыми с воздухом сульфаты. С производственных стоков этот элемент выделяется, вследствие использования в промышленности серной кислоты. Большое количество сульфатов находится в шахтах. Основное происхождение сульфатов – это химические и озерные осадки, и остатки вулканического извержения.

В подземных водах концентрация сульфатов может быть выше, чем в дождевой, речной воде. Также содержание сульфатов зависит от сезонных колебаний, когда изменяется общая минерализация воды. [15]

При завышенной концентрации сульфатов в воде появляется солоноватый привкус. Сульфаты, при попадании в организм человека, вызывают слабительный

эффект. Присутствие сульфата кальция в воде, приводит к появлению накипи на оборудовании, трубах. Появление горьковато - соленого вкуса говорит о концентрации сульфатов от 250-400 мг/дм³. ПДК в воде водоемов хозяйственно-питьевого назначения составляет 500 мг/дм³ или 5,208 мг-экв/дм³. Концентрация сульфатов больше 200 мг/л приводит к выделению свинца в воду, из свинцовых труб. [16]

1.3.3. Фосфат-ионы

Фосфаты – соли и эфиры фосфорных кислот. Главное их применение состоит в изготовлении фосфорных удобрений, а также в составе натриевых солей полифосфатов, которые взаимодействуют с ионами Ca^{2+} и Mg^{2+} и образуют комплексные соединения, устраняющие возникновение нерастворимых осадков CO_3^{2-} , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Для человека фосфор жизненно необходимый элемент, так как он входит в состав всех тканей организма. Обмен фосфора в организме человека взаимосвязан с обменом кальция, и пропорционален 1,5:1. Если фосфора в организме накапливается больше, чем кальция, то происходит сбой нервной системы, почек, опорно-двигательной системы. Отрицательно влияют на человека моющие и чистящие средства, в состав которых входят фосфаты. Идет нарушение кислотно-щелочного баланса защитного слоя кожи и появление дерматологических заболеваний. Если фосфаты попадают в кровь, через поры кожи, они оказывают влияние на процентное содержание гемоглобина и плотность сыворотки крови, что приводит к нарушению функционирования почек и печени. При проникновении фосфорных соединений в клетку и взаимодействием с липидно-белковыми мембранами клеток, возникают изменения биохимических и биофизических процессов, что приводит к возрастанию риска инфарктов и инсультов, и отложению на стенках сосудов кальциевых бляшек.

Так как в состав моющих и стиральных средств входят фосфаты, их роль состоит в уменьшении жесткости воды, они содействуют в росте ПАВ, которые остаются в самих волокнах одежды и между ними. Содержание их не снижается, даже при полоскании нескольких десятков раз горячей водой. Поэтому, в наших вещах остаются вещества, которые плохо влияют на здоровье людей.

Также, фосфаты наносит большой ущерб окружающей среде. При попадании их в водные источники, происходит увеличение числа сине-зеленых водорослей, которые покрывают верхний слой воды пленкой, затрудняющей поступление в воду кислорода и солнечного света, и приводят к «цветению» водоема. Также, они снижают качество воды, придают разные запахи и привкусы. При разложении водоросли выделяют большое количество CH_4 , NH_3 , H_2S , в присутствии которых живые организмы существовать не могут. Было выявлено, что 1 грамм триполифосфатов позволяет образовывать от 5 до 10 килограммов таких водорослей. [17]

ПДК фосфат-ионов в питьевой воде составляет $3,5 \text{ мг/дм}^3$ или $0,368 \text{ мг-экв/дм}^3$. [18]

1.3.4. Нитрат- и нитрит-ионы

Нитраты и нитриты – это соли, эфиры азотной и азотистой кислоты. Продуктов, в которых не содержится нитратов, не существует. Из пищи и воды наш организм усваивает около 50-70 % нитратов. Когда нитраты, в большом количестве, поступают в пищеварительную систему, то они восстанавливаются до более вредных нитритов. Из нитритов могут вырабатываться N-нитрозамины, которые тоже обладают канцерогенными свойствами. Если в питьевой воде содержится большая концентрация нитритов, то через 4-6 часов появляются такие симптомы как: тошнота, одышка, слабость, головокружение, боль в голове. Незрелые овощи

содержат большое количество нитратов, по сравнению со спелым урожаем. При хранении овощей содержание нитратов снижается на 30-50%.

При поступлении нитритов в кровь, они изменяют гемоглобин в метгемоглобин (кислородное голодание), который меняет цвет крови на коричневый и теряет свойство переносить O_2 и CO_2 . 50% содержания метгемоглобина в крови приводит к смерти, а при 30% появляются симптомы острого отравления. У человека в крови может содержаться примерно 2% метгемоглобина, не нарушающее работу организма. При постоянном употреблении воды с высокой концентрацией нитратов может появиться аллергическая реакция на коже, заболевание щитовидной железы, нарушение обмена веществ. Также нитраты способствуют образованию раковых опухолей в пищеварительной системе, и расширению сосудов, что приводит к резкому снижению кровяного давления.

Вода может содержать нитраты как по природным, так и по антропогенным причинам. Природные источники - это бактерии, которые в воде преобразовывают аммоний-ион в нитрат-ион. Самое большое количество нитратов выявлено в поверхностных водах, самое наименьшее - в подземных. Большая концентрация нитратов в водоемах приводит к росту водорослей и бактерий, или процессу эвтрофикации. [19]

ПДК нитритов $3,3 \text{ мг/дм}^3$ или $0,072 \text{ мг-экв/дм}^3$, а нитратов 45 мг/дм^3 или $0,703 \text{ мг-экв/дм}^3$. [18]

1.3.5. Ионы кальция

Кальций важный элемент формирования костной системы. $CaCO_3$ -вещество, из которого состоят раковины и панцири беспозвоночных, скорлупа яиц птиц.

Содержание $Ca_3(PO)_4$ в организме человека составляет 1,4-2%, а $CaCO_3$ 13%.

Ионы кальция принимают участие в свертываемости крови, мышечных и 23

нейронных реакциях и поддерживает осмотическое давление крови. Потребность в кальции для детей выше, чем для взрослого человека, так кальций участвует в формировании роста скелета.

Роль кальция в организме очень важна, потому что он поддерживает ионное равновесие, активизирует процесс ферментации, влияет на процессы, происходящие в сердечно-сосудистой системе. Также, он поддерживает рН для среды организма. Если равновесие рН переходит в кислую среду, то появляется ряд заболеваний крови, нарушается иммунная система, происходит рост бактерий, снижается процент содержания витаминов, нарушается работа сердечно-сосудистой системы.

Кальций, присутствующий в костях, нейтрализует избыток кислой среды и организм приходит в норму. При недостатке кальция в организме могут возникнуть судороги, боль в суставах, сонливость, проблемы с желудочно-кишечным трактом, остеопороз. Высокая концентрация кальция в крови вызывает гиперкальцемию (образование камней в почках и желчном пузыре), также снижается усвоение цинка в костных тканях, нарушается работа мышц и нервной системы.

Содержание кальция, магний и железа в воде говорит о ее жесткости. При высокой жесткости воды образуется белая накипь, которая скапливается в трубах, в бытовой технике, и приводит к поломке или к полной замене оборудования. [20]

ПДК кальция составляет 25-130 мг/дм³ или 1,25 – 6,50 мг-экв/дм³. [18]

1.3.6. Ионы натрия

Натрий попадает в организм человека в виде NaCl. Ионы натрия быстро усваиваются в желудочно-кишечном тракте. В состав мембраны клетки входят ионы натрия, которые активизируют процессы нервного возбуждения, сокращения мышц. Содержание натрия в организме человека примерно 70-100 грамм. В организм человека натрий регулирует осмотическое давление, транспортирует

аминокислоты, сахара, органические и неорганические анионы через мембраны клеток, переносит CO_2 в крови, участвует в выделении желудочного сока, гидратации белков, активации ферментов слюны.

Недостаток натрия в организме вызывает: слабость, выпадение волос, аллергические заболевания, судороги мышц. Низкое содержание натрия, также выявлено при нейроэндокринных заболеваниях, нарушении работы почек и кишечника. Такие симптомы, как: заболевания сердца, пищеварительной, нервной и психической систем, также могут говорить о недостатке натрия. Крайне резкое понижение натрия в крови может стать причиной комы или летального исхода.

Примеров избыточного содержания натрия в организме человека очень мало, так как излишнее содержание натрия выводится с мочой. Если концентрация натрия повышается, то человек начинает чувствовать жажду, сильно потеть, не исключено появление нервного беспокойства. Гиперактивность, агрессивность – это признаки повышенного содержания натрия у детей. При длительном употреблении натрия в больших дозах возникают отеки, появляется сбой работы сердца, нервной системы.

Большая концентрация натрия в воде возможна из-за вымывания поваренной соли и хлор - содержащих солей из слоев, при соприкосновении с водой. Вследствие чего, вода становится не пригодной. В городские водостоки ионы натрия попадают сквозь горные породы, где соли натрия растворяются в воде, из сточных вод предприятий, с полей. [21]

ПДК натрия в воде составляет $200,0 \text{ мг/дм}^3$ или $8,696 \text{ мг-экв/дм}^3$. [18]

1.3.7. Удельная электропроводность

Электропроводимость – это свойство воды проводить электрический ток. УЭП подземных вод зависит от содержания растворенных солей и температуры.

Наличие ионов Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , HCO_3^- определяет показатель 25

электропроводности воды. УЭП позволяет охарактеризовать примерную величину минерализации воды. Этот показатель является пропорциональным концентрации электролитов, содержащихся в воде. Таким образом, можно сказать, что по величине электропроводности можно примерно узнать качество определяемой воды.

УЭП в реках, главным образом, зависит от геологического расположения, через которое течет вода. Например, в состав гранитной породы входят высокоинертные материалы, которые не растворяются в ионных компонентах, поэтому течение, проходящее через гранит, имеет низкую проводимость, а глинистые почвы ионизируют проходящую воду и имеют высокую проводимость. Сточные воды изменяют УЭП воды. Так, например, стоки с присутствием хлорид-, фосфат-, нитрат-ионов повышают проводимость воды, а стоки, в которых содержится нефть и нефтепродукты, уменьшают проводимость. [22]

Электропроводность не нормируется, но величина 2000 мкСм/см примерно соответствует общей минерализации в 1000 мг/дм³. [23]

1.4. Пропорциональность между элементами

Проанализировав воду на ряд ионов, часто можно увидеть зависимость одних ионов от других. Кальций обычно связывают с общей жесткостью, так как она состоит из суммы содержания в ней ионов кальция и магния. Поэтому можно примерно предположить, если в воде большая концентрация кальция, то и общая жесткость завышена.

Постоянная жесткость – это совокупность солей, чаще всего хлоридов и сульфатов Са и Mg. По аналогии, жесткость также связана с хлорид- и сульфат-ионами. [24]

Хлорсодержащие Минералы, при прохождении через них воды, растворяют хлорид-ионы и образуют, в большинстве случаев NaCl. Следовательно, избыточное содержание натрия равняется содержанию хлорид-ионов (схема 1.4.1). [25]



Схема 1.4.1. Зависимость ионов друг от друга

1.5. ПДК и другие способы описания данных по водным источникам

Зная значения ПДК, можно сравнить его с полученными результатами анализа и определить, пригодна ли она для питьевых, хозяйственно-бытовых целей. [18]

По химическому составу подземные воды можно разделить по количеству в них растворенных солей. Пресные воды содержат до 1 г/см^3 солей, солоноватые $1-10 \text{ г/см}^3$, соленые $10-50 \text{ г/см}^3$, рассолы более 50 г/см^3 .

Также охарактеризовать подземные воды можно не только по их минерализации, но и по составу растворенных в них солей. По высокой концентрации растворенных в воде солей выделяют:

- Гидрокарбонатные воды (содержат HCO_3^-);
- Сульфатные (содержат SO_4^{2-});
- Хлоридные (содержат Cl^-).

По катионам подземные воды разделяют на:

- Кальциевые;
- Магниевые;
- Натриевые.

Помимо солей, вода содержит в себе растворенные газы, по содержанию которых, также, можно разделить подземные воды на:

- Углекислотные;
- Сероводородные;
- Радоновые.

Элементы, которые можно извлечь из подземных вод, также классифицируют на подземные воды:

- Йодные;
- Бром-йодные;
- Бромные.

По pH подземные воды можно разделить на:

- Очень кислые ($\text{pH} \leq 5$);
- Кислые ($\text{pH} = 5-7$);
- Нейтральные ($\text{pH} = 7$);
- Щелочные ($\text{pH} = 7-9$). [26]

ГЛАВА 2. Методы и объекты исследования
Глава изъята автором

Глава 3. Результаты исследования и их обсуждение
Глава изъята автором

ГЛАВА 4. Выводы по проделанной работе

Проведя ряд исследований вод Тюменского района, можно сделать следующие выводы:

1. Были изучены литературные источники по теме работы, также рассмотрены особенности формирования подземных вод на территории Западно - Сибирской равнины в целом и вблизи города Тюмени в частности;

2. По показателю рН, воды района можно разделить на нейтральные и слабокислые; по общей минерализации районы Ирбитский тракт, с. Луговое, д. Решетниково, д. Метелева, с. Ембаево, с. Мальково, Восточный, Центральный, с. Онохино, п. Винзили, Червишевский тракт, д. Зубарева и п. Березняки имеют ультрапресные воды, районы Новотарманский, ММС, Лесобаза и п. Боровский пресные воды, а районы Липовый остров и Тюменская слобода относительно повышенную минерализацию;

3. По полученным данным, районы можно классифицировать на 3 группы:

- 1 группа, с концентрацией ионов, больше средних значений медианы. К такой группе относятся районы, с высокой концентрацией: хлорид-ионов – Лесобаза; хлорид-ионов и ионов кальция- Липовый остров, ММС; фосфат-ионов – п. Ембаево; фосфат-ионов и ионов кальция – п. Боровский; сульфат-ионов - Тюменская слобода; ионов кальция - Новотарманский.

- 2 группа, с концентрацией ионов, средних значений медианы. К такой группе относятся районы: по хлорид-ионам – с. Луговое, п. Боровский, п. Винзили, Червишевский тракт, Тюменская слобода; по фосфат-, нитрит- и нитрат-ионам и ионам кальция - д. Метелева; по хлорид- и фосфат-ионам – с. Онохино; по сульфат-, нитрит- и нитрат-ионам - Новотарманский; по сульфат- и хлорид-ионам – с. Ембаево, д. Зубарева; по ионам кальция - с. Ембаево; по сульфат-ионам и ионам натрия - п. Березняки, ММС; по нитрит- и нитрат-ионам и ионам натрия –

остров; по хлорид-ионам и ионам кальция – д. Решетниково, с. Мальково ; по сульфат-ионам и ионам кальция - Лесобаза;

- 3 группа, с концентрацией ионов, меньше среднего значения медианы. К такой группе относятся районы: по хлорид- , фосфат- , нитрит- и нитрат-ионам , а также ионам кальция и натрия - Ирбитский тракт, Центральный, д. Березняки; по сульфат-ионам - Липовый остров; по хлорид- и сульфат-ионам - д. Метелева, Восточный, п. Боровский ; по сульфат-, хлорид- и фосфат-ионам - Ирбитский тракт, Центральный; по сульфат- и фосфат ионам - с. Луговое, д. Решетниково, Липовый остров, с. Мальково, п. Винзили, Червишевский тракт; по нитрит- и нитрат-ионам - с. Луговое, д. Решетниково, ММС, с. Ембаево, с. Мальково, п. Боровский, с. Онохино, п. Винзили, Червишевский тракт; по фосфат-, нитрит- и нитрат-ионам – Лесобаза, Восточный, Тюменская слобода, д. Зубарева; по ионам кальция и натрия, и сульфат-ионам – с. Луговое, Восточный, с. Онохино, п. Винзили, Червишевский тракт; по ионам натрия - д. Метелево, Лесобаза, с. Ембаево, с. Мальково, п. Боровский; по фосфат-ионам и ионам натрия – Новотарманский; по сульфат-ионам и ионам натрия - д. Решетниково, с. Мальково; по ионам кальция и натрия - Тюменская слобода, д. Зубарева.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лезин В.А. Водные ресурсы рек и озер Тюменской области // Вестник ТюмГУ. 2011. № 12. С. 62-69.
2. Онищенко Г.Г. О состоянии и мерах по обеспечению безопасности хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Российской Федерации // Гигиена и санитария. – 2010. – №3. – С.4-7.
3. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг /Ашихмина Т.Я. - М.: Академический проект, 2008. - 416 с.
4. Иваненко А.С. Агроклиматические условия Тюменской области. / А.С. Иваненко, А.О. Кулясова/ М.: Холдинг - 2007- 384 с.
5. Тюменская область [Электронный ресурс] // URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Тюменская_область.html (дата обращения 19.05.19).
6. Лёзин В.А. Водные ресурсы рек и озер Тюменской области. Тюмень: Изд. ТюмГУ, 2011 г.
7. Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области / Новосибирск: Наука. Сиб. отделение – 1990.
8. Бакулин В.В., Козин В.В. География Тюменской области: Уч. пос. / под ред. Н.Г. Новосад. Екатеринбург: Сред. -Урал. кн. изд-во, 1996. -240 с. 14.
9. Вода России. Экосистемное управление водопользованием / под ред. Черняева А.М.; ФГУП РосНИИВХ - Екатеринбург: Изд. «АКВА-ПРЕСС», 2000, 356 с.
10. Лёзин В.А. Реки Тюменской области (южные районы) (справочное пособие). Тюмень: Вектор Бук, 1999. 196 с.
11. Вода России. Речные бассейны / под ред. Черняева А.М.; ФГУП РосНИИВХ - Екатеринбург: Изд. «АКВА-ПРЕСС», 2000, 536 стр.

12. Гигиенические прогнозы кругооборота металла в экосистеме водоема / Красовский Г.Н., Амрин К.Р., Шортанбаева М.А. и др. // Гигиена и санитария, 1991, № 3.
13. СанПиН 2.1.4.1074 – 01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
14. Тяжелые металлы в окружающей среде и их влияние на организм. / Гильденскиольд Р. С., Новиков Ю.В., Хамидулин Р.С. и др. Гигиена и санитария, 1992, № 5-6.
15. Куценко С.А., Хрулева Ж.В., Алимова Ю.В. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2011. № 4 (288). С. 15-18.
16. Свинец в окружающей среде / [В. В. Добровольский, А. И. Обухов, Е. А. Лобанова и др.]; Отв. ред. В. В. Добровольский. - М.: Наука, 1987. – 179 с.
17. Mikhail Butusov. Phosphorus: An Element that could have been called Lucifer/ Arne Jernelv. - Austrian: Springer, 2013. – P.101.
18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.1315-03. - М: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрав. России, 2003.
19. Michael J Hill. Nitrates and nitrites in food and water. - England: Woodhead Publishing, 1991. – P.33-58.
20. Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium; Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB, editors (2011). “Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D”. National Academies Press (US): 419.

21. Васильев В.Л., Плюхина В.В. Экологический фактор в водопользовании // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2001. № 5. С. 58-63.
22. Ершов Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов.: Учеб. для вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд; Под ред. Ю. А. Ершова. — 4-е изд., стер. — М.: Высш. шк., 2003. -С. 47.
23. Показатели качества воды [Электронный ресурс] URL: <http://aortc.pf/news/2013-10-04/pokazатели-kachestva-vody.html> (дата обращения 14.05.19).
24. Новиков Ю.В., Исаров С.И., Плитман С.И. Роль жёстких вод в предупреждении сердечно-сосудистых заболеваний // Гигиена и санитария. – 1980. – № 8. – С.69-70.
25. Химическая энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 145.
26. Орлова Т.Н. Химия природных и промышленных вод: учеб. пособие / Т. Н. Орлова, Д. А. Базлов, В. Ю. Орлов; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова — Ярославль: ЯрГУ, 2013 — 120 с.
27. Почвенная карта Тюменской области 2006 года [Электронный ресурс] // URL: http://www.etomesto.ru/map-tumen_pochvennaya-karta.html (дата обращения 13.05.19).
28. ПНД Ф 14.1:2:3.95-97 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации кальция в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом.
29. МУ 08-47/191 Воды производственные тепловых электростанций. Фотоколориметрический метод определения массовой концентрации фосфатов.
30. МУ 08-47/233 Воды производственные тепловых электростанций. Фотометрический метод определения массовой концентрации нитритов и нитратов (с Изменением N 1).

31. ПНД Ф 14.1:2.159-2000 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации сульфат-ионов в пробах природных и сточных вод турбидиметрическим методом.
32. ПНД Ф 14.1:2:4.111-97 Методика измерений массовой концентрации хлорид-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах меркуриметрическим методом.
33. РД 52.24.365-2008 Массовая концентрация натрия в водах. Методика выполнения измерений потенциометрическим методом с ионселективным электродом.
34. РД 52.24.495-2005 Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод. Методика выполнения измерений электрометрическим методом.
35. А.С. Семенова Исследование тяжёлых металлов в подземных водах города Тюмени и Тюменского района: Дип. Работа. Тюмень, 2019 г.