

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ХИМИИ
Кафедра органической и экологической химии

Заведующий кафедрой
Д.х.н., профессор
_____ Т.А. Кремлева
_____ 2020 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

магистра

Исследование состава грунтовых вод Тюменского района

04.04.01 Химия

Магистерская программа «Химия нефти и экологическая безопасность»

Выполнил работу

Студент 2 курса

очной формы обучения

Лаврентьев Денис Юрьевич

Научный руководитель

К.х.н

Знаменщиков Александр Николаевич

Рецензент

Зубков Александр Валерьевич

г. Тюмень, 2020

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 3 |
| Глава 1. Литературный обзор..... | 4 |
| 1.1 Геология и рельеф..... | 4 |
| 1.2 Техногенные факторы..... | 5 |
| 1.3 Естественный режим подземных вод территории исследования..... | 7 |
| 1.4 Проведенные исследования..... | 10 |
| 1.5 Пресные подземные воды юга Тюменской области..... | 11 |
| Глава 2. Экспериментальная часть..... | 15 |
| 2.1 Объекты исследования..... | 15 |
| 2.2 Методика анализа воды..... | 17 |
| 2.3 Методика анализа данных..... | 20 |
| Глава 3. Результаты..... | 20 |
| 3.1 Максимальные, минимальные, средние значения и медиана..... | 20 |
| 3.2 Сравнение значений с ПДК..... | 36 |
| Заключение..... | 49 |
| Список литературы..... | 50 |

Введение

Вода является одним из самых важных ресурсов для человека. Огромную актуальность приобретает проблема количества и качества воды, годной и удовлетворяющей условиям использования. В наше время увеличивается промышленное производство и сельское хозяйство, что сказывается на загрязнении водных ресурсов. Несмотря на то, что Тюменская область является одной из самых обеспеченных регионов Российской Федерации водными ресурсами, есть необходимость контролировать уровень загрязнения. Качество данного ресурса зависит от уровня экологического загрязнения региона. Объектом исследования в данной работе будут являться воды г. Тюмень.

Цель данной работы: изучение особенностей содержания типичных компонентов и показателей в подземных водах г. Тюмени и Тюменского района для оценки качества и выявления закономерностей.

Задачи:

1. Провести обработку результатов исследований подземных водах г. Тюмени и Тюменского района на количественное содержание общего железа и марганца, а так же показателей реакции среды и перманганатной окисляемости;

2. Выполнить анализ полученных результатов. Выявить, при наличии, зависимости;

3. Дать характеристику водам Тюменского района и г. Тюмени на основании выполненного анализа.

Глава 1. Литературный обзор

1.1 Геология и рельеф

Территория исследуемого района геологически является частью Западно-Сибирской плиты и расположена в южной части Западно-Сибирской равнины. В вертикальном сечении плиты имеются два конструктивных яруса: крышка платформы и сложенный фундамент. Фундамент сложен метаморфическими и магматическими породами, преимущественно кислотно-щелочного состава (габбро, гранит). Платформенный покров Западно-Сибирской плиты начинает формироваться в Юрском периоде и заканчивается в четвертичном. На севере исследуемого района осадочный покров составляет 7 км, в районе села Винзили-300-400 м. Ниже приведены образования различных геологических уровней в пределах исследуемой территории [1]:

1. Докембрийские образования находятся в центре и на Западе плиты и выражены: амфиболит, биотит гнейсы, хлорит-серициты и др сланцы. К тому же есть филлиты, кварциты и мраморы, а на северо-востоке-Доломиты, песчаники и пестрые сланцы, кристаллические сланцы, гнейсы и магматические породы, которые образуют ядро древних купольных структур;

2. Кембрийские образования, найдены на плите и представлены: порфир, песчаники, пестрые яшмы, туфы, известняки;

3. Ордовикские образования состоят из: слюдяные сланцы и кварциты, карбонатные породы;

4. Силурийские образования состоят из: осадочно-вулканические породы и известняками, толстым слоем диабазов, порфиритов и туфитов;

5. Девонские образования в основном состоят из: туф-песчаники, карбонатные сланцы и известняки. Так же довольно часто можно встретить песчаники красного цвета;

6. Каменноугольные образования состоят из: карбонатно-терригенные и морские отложения;

7. Триасовые образования представлены: базальтовые покровы, красные песчаники, угленосные песчаники;

8. Юрские образования являются платформенными покровами и состоят из континентальных отложений;

9. Меловые отложения состоят из: глинистые и песчаные слои;

10. Палеогеновые отложения: нижние и верхние. Состоят из сидерита, глины, алевролита, песка;

11. Неогеновая система зондируемой местности состоит из отложений Кустанайской свиты среднего и верхнего плиоцена. Нижняя часть состоит из глин, а верхняя из песков;

12. Антропогенная система представлена четвертичными отложениями верхнего плейстоцена и голоцена, а именно Казанцевским, Зырянским, Карагинским, Сартанским и современным горизонтами. Преобладают отложения в виде озерно-аллювиального материала: суглинки, супеси, пески с прослоями погребенных почв; аллювиальный материал: Пески, прослой и линзы торфа; субаэральный (недифференцированный) материал: лессовидные супеси. Литологические и палеогеографические особенности заключаются в наличии алевролитов, аргиллитов и глин[2].

1.2 Техногенные факторы

Загрязнение недр появилось в результате использования человеком большого объема территорий для промышленных и сельскохозяйственных нужд. Существуют определенные факторы, которые влияют на состояние вод:

1. Использование подземных вод для водоснабжения города, прилегающих к нему территорий, а так же для промышленных целей;

2. Закачка вод для поддержания пластового давления в местах добычи нефти;
3. Промышленное использование нефтерождений;
4. Использование воды на нужды сельского хозяйства и производства;
5. Обеспечение жилых зон, а также зон промышленного назначения, сбросы различных сточных вод;
6. Промышленные закачки излишков вод[3].

Городские районы являются наиболее ярким примером сильного и непропорционального воздействия среду техногенных факторов, которые влияют на геологические и экологические обстоятельства. Густонаселенные пункты испытывают весомые изменения в условиях образования подземного и поверхностного стока, соответственно свойства гидравлических соединений изменяются и становятся неправильными[4]. Строительство домов и дорог так же пагубно сказывается на качестве воды. Нередки случаи загрязнения грунтовых вод в результате сброса технической воды при постройке различного рода сооружений. Зачастую сточные воды не имеют должной степени очистки, что приводит к загрязнению прудов, рек, озёр. Увеличение питания (особенно из-за утечек промышленных сточных вод) может привести к значительным негативным изменениям качества подземных вод. В иных случаях строительство и использование располагает к увеличению потребления подземных вод или же к уменьшению объема их подачи[5]. Источниками загрязнения являются промышленные, домашние и дождевые канализационные сети, зоны сбережения промышленных отходов и всевозможных отходов. Любая утечка, попадающая в подземные воды загрязняет их и в большинстве случаев вода становится непригодной для дальнейшего использования. Урбанизированные местности могут характеризоваться термическим загрязнением подземных вод, которые были вызваны потеплением поверхностных слоев земли в тех местах, где

неподалеку располагаются промышленные предприятия, способные выбелять большое количество теплоты. В районах с повышенной температурой ускоряется рост бактерий и паразитов, что приводит к значительному поглощению кислорода. Сельскохозяйственное использование земель приводит к большим уменьшениям запасов подземных вод и их качества. Существует несколько факторов ухудшения качества подземных вод: использование различного рода пестицидов для, что располагает для проникновения загрязняющих веществ в подземные воды; поступление вредных и пагубных веществ в грунтовые воды с полей орошения сточными водами. Влияние большинства из этих факторов приводит к пополнению запасов орошаемых территорий, но так же и ухудшает качество подземных вод, так как использование воды промышленными предприятиями, распространяется на большую территорию. Основными загрязняющими вредными веществами являются азот, различного рода пестициды и соединения железа[6].

Подводя промежуточный результат можно сказать, что очень много факторов, влияющих на загрязнение подземных вод. Самыми основными и быстрорастущими проблемами является, конечно же, рост населения, и как следствие рост промышленных предприятий и застройка территорий жилыми домами и дорогами, что приводит не только к загрязнению вод, но и так же к большему потреблению и уменьшению запаса грунтовых вод[7].

1.3 Естественный режим подземных вод территории исследования

Уровень залегания естественных грунтовых вод с поверхности Земли составляет 4-10 м. В зависимости от факторов формирования подземных вод. Так что на юге Тюменской области грунтовые воды будут залегать глубже от поверхности, поэтому это зона недостаточного увлажнения[8].

Естественные запасы подземных вод составляют 330 м³/с, из них 230 м³/с с минерализацией до 1 г / л.

Подземные грунтовые воды в основном пресные, с минерализацией 687-927 мг / дм³. По величине общей жесткости, равной 7,9510,5 ммоль/дм³, воды бывают (по словам О. А. Алекина) твердыми и очень твердыми. Кислотно-щелочное состояние подземных вод характеризуется нейтральной реакцией среды (рН=7,1-8 ед.). Благоприятными условиями для повышения концентрации марганца (как и для железа) в подземных водах является снижение рН водорода. Химический тип грунтовых вод четвертичных образований-это в основном бикарбонат магний-кальциевого состава[9]. Подземные грунтовые воды исследуемого района характеризуются повышенными значениями цветности 23,9-33 (1,2-1,4 ПДК), а также высокими значениями мутности 27,1 – 64,5 мг/дм³ (21,4-37,5 ПДК). Другие физические показатели органолептических свойств (вкус, запах) грунтовых вод по своим значениям находились в пределах установленных нормативов. Фенольный индекс подземных вод колеблется от 0,0013 до 0,005 мг / дм³, что значительно ниже нормы в 0,25 мг / дм³. Содержание нефтепродуктов регистрировалось в количестве от 0,03 до 0,061 мг/дм³ при норме 0,1 мг / дм³[10].

Сероводород и свободный углекислый газ, обнаруженные в грунтовых водах, не были обнаружены. Хлорорганические и фосфорорганические пестициды содержатся в количестве менее 0,000021-0,0002 мг / дм³ при норме не более 0,002-0,05 мг / дм³. Уровень глубинных артезианских грунтовых вод колеблется от 65 до 100 м от поверхности Земли. Эта разница обусловлена разным залеганием артезианских вод, на водоразделах уровень будет самым высоким и постепенно понижаться до поймы. Природные запасы подземных артезианских вод составляют 2160 м³/с. Из них 1200 м³ / с лежат в самых глубоких горизонтах и их эксплуатация пока невозможна, а 960 м³ / с можно использовать. Артезианские воды также в основном содержат подземные воды с минерализацией до 1 г / л, что составляет около 2/3 от возможной эксплуатируемой подземной воды. Оставшаяся 1/3 подземных вод

минерализуется от 1 до 10 г/л. состав подземных артезианских вод изменяется в сторону увеличения минерализации, от гидрокарбоната кальция через карбонат натрия до хлорида натрия. Растворенный газ - это азот, метан-азот и азот-метан. С упадком артезианских вод везде будет присутствовать хлорид натрия, иногда кальций-хлорид натрия. В водах йод присутствует повсеместно – до 33 мг/л, бром - до 200 мг/ л, аммоний-до 70 мг/ л[11]. Заключение: подземные воды являются одним из основных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, роль которого с каждым годом возрастает. В соответствии с анализом ранее опубликованной литературы по исследуемому району можно отметить, что был выполнен достаточно большой объем работ по подготовке гидрогеологических разрезов, описанию геологического строения, мониторингу геологической среды и состояния подземных вод. Однако все еще необходимо выработать научный подход к проблеме водоснабжения и использования подземных вод населением, к планированию поисково-оценочных работ, разведке и разработке месторождений. в связи с загрязнением поверхностных вод и нерентабельностью их полной очистки все большую актуальность приобретает использование подземных вод в качестве питьевого водоснабжения[12]. В естественном состоянии грунтовых вод были зафиксированы повышенные значения мутности, цвета, окисляемости, общей концентрации железа и марганца. Кроме этих компонентов, норму превышают по аммонии (азоту) и общей твердости. Это связано с особенностями природных условий формирования ПВ, которые характерны для исследуемого района. Артезианские подземные воды обладают значительными запасами как пресной, так и слабосоленой воды, а также минерализованной. В естественном состоянии в артезианских водах наблюдается повышенное количество йода, брома и аммония. это связано с особенностями природных условий формирования ПВ, которые характерны для исследуемой территории[13].

1.4 Проведенные исследования

На основе данных, полученных исследователями, которыми являлись преподаватель и студенты Тюменского Государственного Университета (Ермакова Н.А., Архипова А.Р., Крапотина П.В., Сияюткина А.Ю., Фахрутдинова Л.К), объектами наблюдения и анализа были поверхностные воды реки Туры в г. Тюмени, в основном это были грунтовые воды из различных скважин и колодцев глубиной до 7 м и глубиной бурения от 12 до 28 м. Использованы были данные мониторинга (2011-2014 гг.) поверхностных вод реки. Имея определенные полученные информацию о концентрации загрязняющих водные объекты Тюменской области веществ, исследователями были произведены комплексные оценки уровня загрязнения реки Тура в разных ее местах по гидрохимическим показателям[14]. Предполагается получение коэффициента сложности загрязнения воды, оценочных баллов по частоте и вероятности попадающихся показателей, значения которых превышают ПДК, комбинаторный индекс загрязнения воды, удельный комбинаторный индекс загрязнения воды по РД 52.24.643-2002, количественный химический анализ (КХА) и экспресс-анализ воды, взятой из городского водопровода, а также из колодцев и скважин на содержание веществ, допустимых концентраций для определенных санитарных нормативов[15]. В таких случаях отбор проб и химический анализ производится классическими методами в лабораторных условиях, после чего полученные результаты обрабатываются. В пробах водопроводной нефильтрованной и фильтрованной воды и подземных вод из скважин и колодцев определяли: водородный показатель рН, перманганатная окисляемость (РО), общие железо, марганец, нитрат-ионы и ионы аммония. Водородный показатель рН определяется потенциометрическим методом (лабораторный рН-метр "анион 4100"), а перманганатная окисляемость — оксидиметрическим титрованием[16]. Для нахождения

количества содержания нитрит-ионов, общего железа, нитрат ионов, общего активного хлора, ионов кремния, марганца, аммония используется спектрофотометрический метод (приборы фотоколориметр КФК-2 и Экотест-2020). Экспресс-анализ за пределами лаборатории для определения рН, перманганатной окисляемости, общего активного хлора, ионов кремния, марганца, аммония проводится визуальный колориметрический методом с использованием тест-систем[17]. Полученные в результате анализов данные сравниваются между собой, а также сравниваются с протоколами в аккредитованных лабораториях. Производится сравнение на соответствие гигиенических требований нормативов и предельно допустимых концентраций химических веществ и ПДК по СанПиН 2.1.4.1074-01, СанПиН 2.1.4.1175-02, СанПиН 2.1.5.980-00.[18]

Результаты исследования оказались таковы, что содержание в воде азота, марганца, нитрит-ионов и нефтепродуктов превышает ПДК. Так же был определен коэффициент комплексности загрязнения воды, который составил $18,9 \pm 10,8\%$, который является характеристикой показателя антропогенного воздействия на качество воды. Содержание марганца может быть до 23ПДК, общего железа до 93 ПДК, аммония до 10 ПДК, бария до 20 ПДК, перманганатная окисляемость до 4 ПДК, остальные показатели от 2 до 10 раз. В р. Туре критичным является содержание марганца, в подземных водах очень высокое содержание марганца и общего железа. Выявлено, что пиком загрязненности и ухудшения качества воды является весенне-летний период, в это время вода относится к 4 классу загрязненности и характеризуется как “грязная” и “очень грязная”.

1. 5 Пресные подземные воды юга Тюменской области.

Гидрогеологические условия на юге Тюменской области определяются территорией, относящейся к юго-западной части Западно-Сибирского артезианского бассейна, сложенной толстым слоем песчано-глинистых пород

мезо-кайнозойского возраста. В его границах есть два гидрогеодинамических этажа-нижний и верхний. Нижний гидрогеодинамический этаж включает зоны повышения давления и избыточного давления вод. Воды нижнего гидрогеодинамического этажа расположены в условиях сложного и очень сложного водообмена. Термальные воды солоноватые, а их химический состав в основном хлорид натрия с повышенным содержанием брома. Почти все они оцениваются как минеральные и могут быть использованы в лечебных целях[19].

Верхнее Мезозойско-Кайнозойское гидрогеодинамическое дно (МЗ-КЗ) до глубины 250 метров и более сложено породами морских отложений эоцена, континентального олигоцена и четвертичных отложений различного генезиса. Гидродинамически это единая водонасыщенная система, ограниченная сложным перекрытием песчано-илисто-глинистой горной колонны. Здесь формируются основные ресурсы пресной подземной воды для хозяйственно-питьевых целей[20]. Основными факторами формирования подземных вод в этой части разреза являются: наличие рыхлых, хорошо проницаемых пород, подстилаемых региональным водным барьером (морские глины Тавдинской свиты), а также отсутствие устойчивых водных барьеров в толще континентальных отложений, что обуславливает достаточно тесную взаимосвязь между водоносными горизонтами и выделяемыми здесь комплексами, как между собой, так и с природно-климатическими факторами[21].

В соответствии с консолидированной гидрогеологической стратификацией, основанной на закономерностях корреляции геологических и гидрогеологических единиц для бассейнов, дополнением к легенде Западно-Сибирской серии листов государственной гидрогеологической карты масштаба 1: 200 000, утвержденной 29.11.1991 г. (протокол № 4 заседания гидрогеологического разреза НРС во ВСЕГИНГЕО), в пределах рек Тура-Тавда выделяются:

-водно-четвертичный комплекс;

-водоносный горизонт локально-слабоводоносный Туртас-истинский комплекс;

-водоносный Куртамышский горизонт;

-водоносный Тавдинский горизонт.

Подземные воды из четвертичного и Туртас-искинского комплексов не представляют практического интереса для целей централизованного водоснабжения ввиду их слабой водообеспеченности, ограниченного распространения и малой глубины залегания, поэтому может использоваться только для децентрализованного водоснабжения. Этот комплекс является одним из дополнительных источников питания целевого Куртамышского горизонта. Куртамышский горизонт широко распространен и имеет важное применение. Подземные воды этого комплекса формируются в аллювиальных Песках Нижне-среднеголоценовых отложений Куртамышской свиты. Горизонт приурочен к отложениям Куртамышской свиты и залегает на региональном водном барьере (морские глины Тавдинской свиты). На юге Тюменской области водоносный комплекс распространен в западной части региона. В долинах рек Тура и Пышма он частично размывается, глубина кровли горизонта зависит от рельефа местности и варьируется от 10-17 м – в долинах рек, до 32-44 м-в межречных пространствах. Абсолютный уровень кровли колебался от +28,0 до + 72,5 м[22].

Водоносные отложения выражены разномерными песками. Общая мощность данного комплекса варьируется от 23 до 73 м и составляет в среднем своем значении порядка 45 м. А вот средняя эффективная толщина горизонта составляет 29 м и варьируется в пределах от 5 до 42 м. В верхней половине разреза пласта находится глинистый водонепроницаемый слой толщиной около 2-16 м, являющийся покрытием, создающим хорошие условия для образования большого давления подземных вод в горизонте. Величина этого

самого давления над покрытием водоносного горизонта изменяется на площади от 10 до 30 м. Дебиты скважин довольно сильно изменяются по площади, это и является результатом литологической неоднородности и изменчивости емкости водоносных отложений. Дебиты скважин могут изменяться от 1,1 до 8,6 л/с при перепадах уровня воды 16-11 м, удельные дебиты – от 0,1 до 2,1 л/с / М. водоотдача горных пород изменяется по площади от 65 до 1098 м³ / сут, коэффициенты фильтрации-от 6-7 до 17-19 м / сут[23]. Подземные воды Куртамышского горизонта пресные, их физические свойства вполне удовлетворительны: мутность - от 3,15 до 12,6 ЭМ/дм³, запах-не более 1 балла, температура воды - +4... + 6°С. активная реакция среды изменяется от нейтральной до слабощелочной (рН колеблется от 6,8 до 8,6). По химическому составу подземные воды в основном представляют собой бикарбонат, кальций и магний с сухим остатком от 0,1 до 0,8 г/л. По площади общее фоновое содержание железа составляет 1,0-3,0 мг/л, а фоновая общая жесткость не превышает 7 мг-экв/л, содержание фтора достигает 0,8 мг / л. Содержание микрокомпонентов в подземных водах-урана, свинца, меди, цинка, ртути, кобальта, не превышает допустимых норм. Фенолов в воде обнаружено не было[24].

В санитарно-бактериологическом отношении подземные воды Куртамышского водоносного горизонта являются здоровыми.

Водоносный комплекс питается на водоразделах путем фильтрации атмосферных осадков. В речных долинах водоносный горизонт сбрасывается в вышележащие водоносные горизонты и в поверхностные водоемы и водотоки. Как и на большей части Западно-Сибирского артезианского бассейна, водоносный горизонт является наиболее перспективным для крупномасштабного централизованного водоснабжения. По состоянию на 01.01.2017 г. в государственный реестр включены 712 месторождений (водозаборных участков) питьевой и технической подземных вод, из которых

576 находятся в эксплуатации, 15 подготовлены к промышленному освоению, 121 не эксплуатируются и отсутствуют сведения об эксплуатации[25].

Общая величина разведанных и оцененных эксплуатационных запасов на 01.01.2017 г. составляет - 1001,2804 тыс.м³/сут, в том числе по кат. А – 42,568 тыс.м³/сут, по кат. В – 737,5779 тыс.м³/сут, по кат. С1 – 50,8825 тыс.м³/сут, по кат. С2 – 170,252 тыс.м³/сут и забалансовых – 23,0 тыс.м³/сут, в том числе запасы: для поддержания пластового давления – всего: 88,6 тыс.м³/сут, (в том числе по кат. В – 79,05 тыс.м³/сут, по кат. С1 – 7,6 тыс.м³/сут, по кат. С2 – 1,95 тыс.м³/сут), производственно-техническое водоснабжение – всего: 13,6543 тыс.м³/сут, (в том числе по кат. В – 13,569 тыс.м³/сут, по кат. С1 – 0,0853 тыс.м³/сут).

В 2016 г. на территории Тюменской области (юг) разведано (в том числе переоценено) 16 месторождений (участков) питьевых и технических подземных вод, из них 11 месторождений (участков) находятся в эксплуатации: 5 – подготовлены для промышленного освоения[26].

Глава 2. Экспериментальная часть.

2.1 Объекты исследования

Объектом исследования являются частные скважины и колодцы Тюменского района. Всего в базе 400 точек отбора воды в Тюменском районе, пробы осуществлялись из частных колодцев и скважин. Анализ воды делался на содержание железа общего(ЖО), содержание марганца, перманганатную окисляемость(ПО) и водородный показатель рН. Сгруппируем и рассмотрим данные по трактам, а именно: Салаирский(С), Московский(М), Велижанский(В), Червишевский(Ч), Ирбитский(И), Ялutorовский(Я), Тобольский(Т) и Старотобольский(Ст). На основе имеющейся базы данных была построена карта с точками отбора(Рис.1).

Количество проб воды по трактам:

Салаирский тракт – 86 проб (желтый цвет);

Московский тракт – 72 пробы (красный цвет);
Велижанский тракт – 29 проб (голубой цвет);
Червишевский тракт – 56 проб (фиолетовый цвет);
Ирбитский тракт – 53 пробы (желтый цвет);
Ялутороский тракт – 19 проб (коричневый цвет);
Тобольский тракт – 10 проб (оранжевый цвет);
Старотобольский тракт – 31 проба (зеленый цвет).

Колодцы, из которых совершался отбор проб имеют среднюю глубину 8-12м и максимальную 15м, скважины же имеют чуть большее значение 25-35м, некоторые достигали 40м. При анализе данных за основу брали скважины, так как их количество составляет более 85% всех проб.



Рис.1. Карта точек отбора проб

2. 2 Методики анализа воды

1. Методика определения марганца

Принцип метода заключается в каталитическом окислении соединений марганца персульфатом калия или персульфатом натрия до перманганат-ионов с последующим измерением оптической плотности раствора и расчетом массовой концентрации марганца в пробе воды. При использовании прибора, снабженного монохроматором, устанавливают рабочую длину волны 525 нм, при использовании фильтровых приборов - выбирают светофильтр, имеющий максимум поглощения в области (530 ± 20) нм. В зависимости от способа устранения мешающего влияния хлорид-ионов устанавливаются следующие варианты метода: 1 - с использованием соосаждения с гидроксидом магния; 2 - с выпариванием с серной кислотой; 3 - с использованием комплексообразования с ртутью (II). [27].

2. Методика определения перманганатной окисляемости

Метод основан на окислении органических и неорганических веществ, присутствующих в пробе воды, известным количеством перманганата калия в сернокислой среде при кипячении в течение 10 минут. Не вошедший в реакцию перманганат калия восстанавливают щавелевой кислотой. Избыток щавелевой кислоты оттитровывают раствором перманганата калия. Для получения достоверных и сравнимых между собой результатов необходимо строго придерживаться условий проведения анализа. Для получения надежных и сравнимых итогов нужно строго держаться критерий проведения анализа. Реагенты: дистиллированная вода (2-я уровень чистоты), перманганат калия, обычный титр, $c(1/5 \text{ Кмп}04)$ (0,1 н, собственно что соответствует 0,02 моль/дм³), серная кислота, ч. ч., щавелевая кислота (0,1 л.), собственно что соответствует 0,05 моль/дм³). Возможно использование реагентов более высокой квалификации, а еще материалов с подобными или же наилучшими чертами. При проведении измерений в лаборатории обязаны соблюдаться

надлежащие обстоятельства: жар воздуха от 20 °С до 28 °С; условная влажность воздуха не больше 80% при 25 °С; усилие в источнике питания (220 ± 22) В.[28].

3. Методика определения содержания общего железа

Фотометрический метод определения массовой концентрации общего железа основан на образовании сульфосалициловой кислотой или ее натриевой солью с солями железа окрашенных комплексных соединений, причем в слабокислой среде сульфосалициловая кислота реагирует только с солями железа (III) (красное окрашивание), а в слабощелочной среде - с солями железа (II) и железа (III) (желтое окрашивание).

Оптическую плотность окрашенного комплекса для железа общего измеряют при длине волны $\lambda = 425$ нм, для железа (III) - при длине волны $\lambda = 500$ нм.

Измерения проводятся в следующих условиях: температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С; атмосферное давление (84,0 - 106,7) кПа (630 - 800 мм рт.ст); относительная влажность не более 80 % при $t = 25$ °С; напряжение сети (220 ± 22) В; частота переменного тока (50 ± 1) Гц.

Определение можно проводить только в тех случаях, когда пробу не обрабатывали с целью разрушения органических компонентов, не кипятили и не консервировали, т.к. при этом железо (II) окисляется до железа (III).

Пробу объемом 80,0 см³ и менее, в зависимости от концентрации, помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, нейтрализуют раствором аммиака или соляной кислоты до рН 3 - 5 по индикаторной бумаге, прибавляют 2 см³ сульфосалициловой кислоты, доводят до метки дистиллированной водой. Тщательно перемешивают и оставляют на 5 мин до полного развития окраски.

Оптическую плотность полученного раствора измеряют при длине волны $\lambda = 500$ нм в кювете с длиной поглощающего слоя 10 или 50 мм по

отношению к холостому раствору, проведенному с дистиллированной водой через весь ход измерений. По градуировочному графику находят массовую концентрацию железа общего.[29].

4. Методика определения рН

Вода, являясь слабым электролитом, в малой степени диссоциирует на ионы H^+ и OH^- . В аква смесях произведение концентрации данных ионов именуется ионным произведением воды (K_w , K_w), которое считается неизменным и точно также 10^{-14} при $25^\circ C$. Способ определения величины рН проб воды реализован на определении концентрации иона водорода, которую находят по величине электродвижущей силы гальванического вещества, состоящего из 2-ух полуэлементов - электродов (ЭДС равна разнице потенциалов данных электродов).

Потенциометрический-метод исследования основан на зависимости равновесного электродного потенциала E от термодинамической активности компонентов электрохимической реакции: $a_A + bB + \dots \leftrightarrow mM + pP + \dots$ и описывается уравнением Нернста.

$$\text{Наиболее общая форма } E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_A a_B^b \dots}{a_M^m \cdot a_P^p \dots},$$

где E_0 - стандартный потенциал, R - газовая постоянная, T - абсолютная температура, F - постоянная Фарадея, n - число электронов, участвующих в реакции, $a, b, \dots, m, p \dots$ - стехиометрические коэффициенты при компонентах реакции A, B, \dots, M, P . В потенциометрии раз из электродов считается индикатором, а другой-электродом сопоставления (вспомогательным электродом). Потенциал индикаторного электрода находится в зависимости от энергичности регистрируемого Иона. Потенциал электрода сопоставления нечувствителен к переменам энергичности обнаруживаемого Иона и содержит долговременную значение. Этим образом, ЭДС гальванического вещества, состоящего из индикаторного электрода и электрода сопоставления, задается энергичностью определяемого в растворе иона[30].

2.3 Метод анализа данных

При анализе базы данных необходимо выявить: максимальные, минимальные, средние значения, а также медиану по водородному показателю рН, перманганатной окисляемости(ПО), марганцу и общему железу(ЖО) для всех 8 трактов. Сделать таблицы и гистограммы для визуализации значений. Так же следует найти значения для всего Тюменского района (с учетом точек центральной части г. Тюмень).

Используя нормы СанПиН 2. 1. 4. 1175-02 и СанПиН 2. 1. 4. 1074-01 “Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения” ПДК по питьевой воде выявить процентное соотношение количества проб превышающих ПДК от общего количества проб, построить диаграммы.

Глава 3. Результаты

3.1 Максимальные, минимальные, средние значения и медианы

Максимальные значения рН, перманганатной окисляемости(ПО), содержание марганца и общего железа(ЖО)

Таблица 1

| | В(1) | И(2) | М(3) | С(4) | Ч(5) | Я(6) | Т(7) | Ст(8) |
|--------------------------------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|
| рН,ед.рН | 8,94 | 7,54 | 8,46 | 11,81 | 8,21 | 10,06 | 6,66 | 7,93 |
| ЖО, мг/дм ³ | 30 | 9,02 | 8,26 | 34 | 33 | 20 | 17 | 25 |
| Марганец мг/дм ³ | 1,8 | 1,6 | 3 | 4,3 | 3,8 | 3 | 1,47 | 3,6 |
| ПО, мгО/дм ³ | 97,1 | 5,19 | 18,4 | 38,9 | 51,8 | 25,4 | 11,8 | 18,8 |



Рис.1.1 Максимальные значения рН.

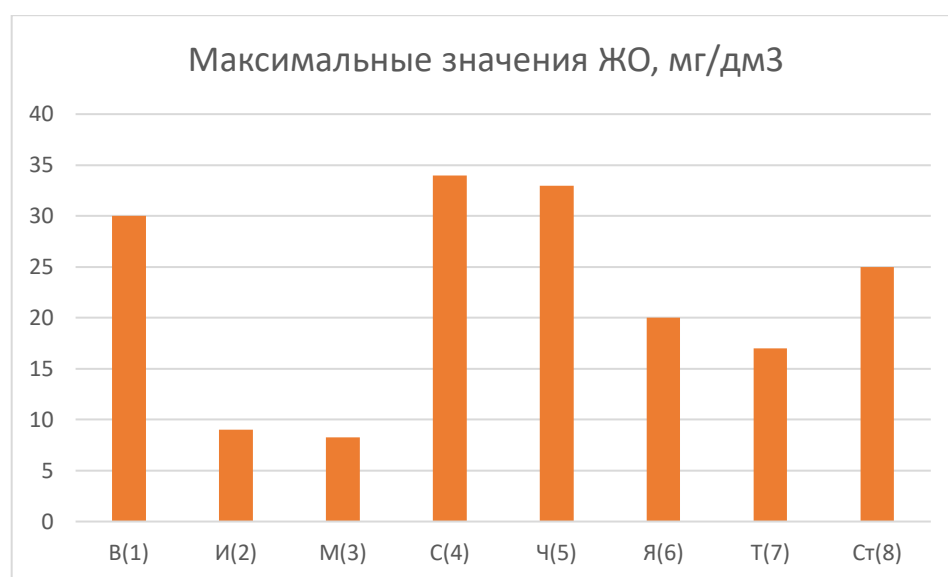


Рис.1.2 Максимальные значения ЖО.

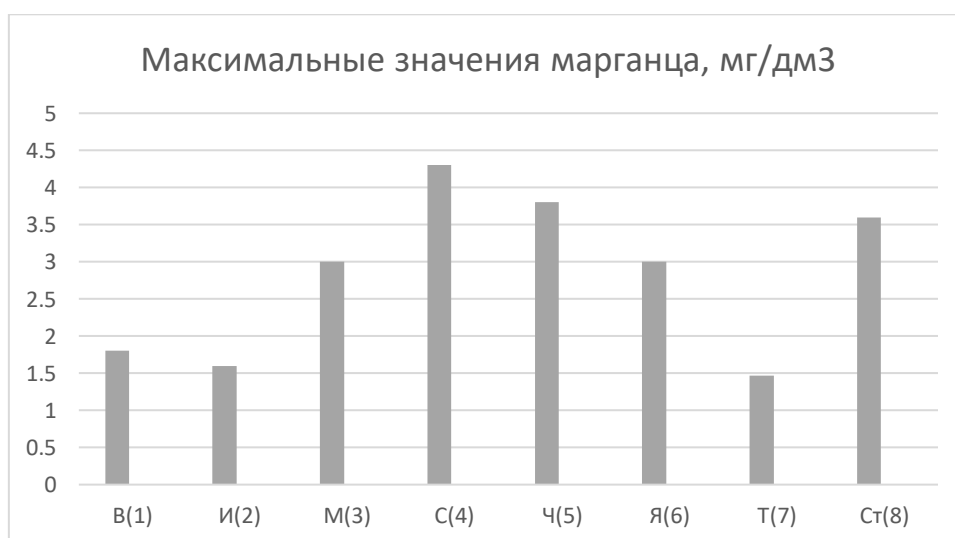


Рис.1.3 Максимальные значения марганца.

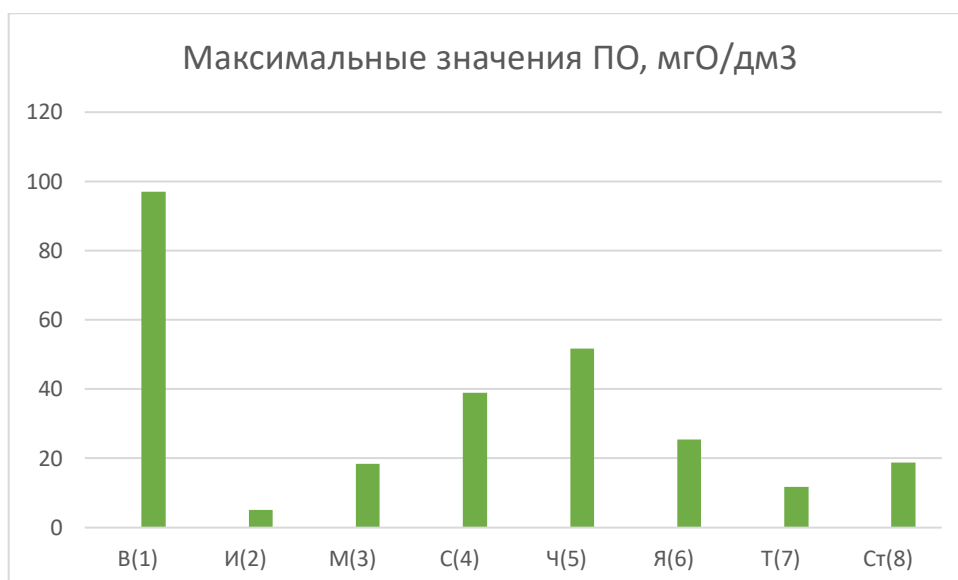


Рис.1.4 Максимальные значения ПО

Велижанский тракт(1), Ирбитский тракт(2), Московский тракт(3), Салаирский тракт(4), Червишевский тракт(5), Ялуторовский тракт(6), Тобольский тракт(7), Старотобольский тракт(8).

Минимальные значения рН, перманганатной окисляемости(ПО), содержание марганца и общего железа(ЖО)

Таблица 2

| | В(1) | И(2) | М(3) | С(4) | Ч(5) | Я(6) | Т(7) | Ст(8) |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| рН,ед.рН | 5,85 | 5,8 | 5,98 | 6,05 | 5,7 | 6,03 | 6,42 | 6,25 |
| ЖО, мг/дм3 | 0,124 | 0,144 | 0,064 | 0,08 | 0,087 | 0,138 | 0,09 | 0,133 |
| Марганец мг/дм3 | 0,069 | 0,051 | 0,04 | 0,044 | 0,05 | 0,053 | 0,052 | 0,051 |
| ПО, мгО/дм3 | 1,99 | 0,61 | 0,86 | 0,67 | 0,364 | 0,8 | 1,92 | 1,35 |

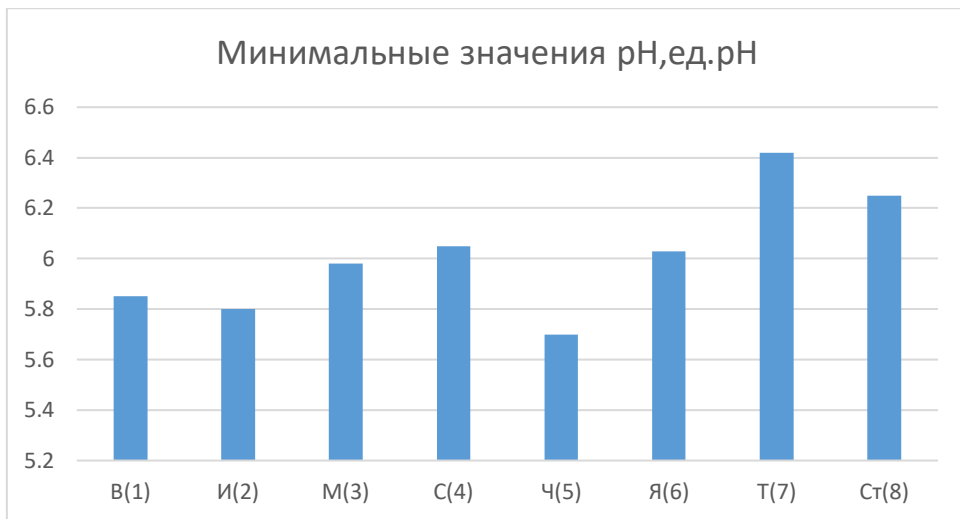


Рис.2.1 Минимальные значения рН

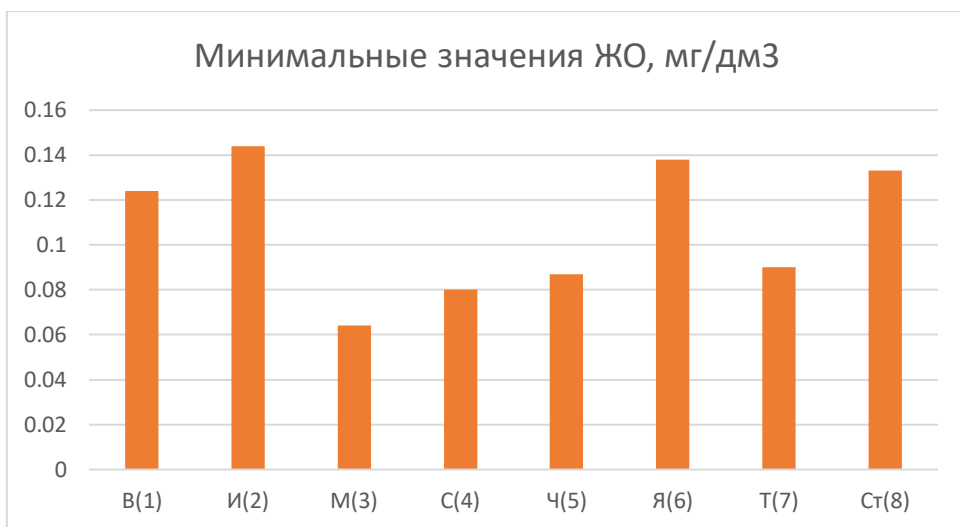


Рис.2.2 Минимальные значения ЖО



Рис.2.3 Минимальные значения марганца



Рис.2.4 Максимальные значения ПО

Велижанский тракт(1), Ирбитский тракт(2), Московский тракт(3), Салаирский тракт(4), Червишевский тракт(5), Ялutorовский тракт(6), Тобольский тракт(7), Старотобольский тракт(8).

Если рассматривать весь Тюменский район, то максимальные значения такие, что рН - 11,81 ед. рН, общее железо - 52 мг/дм3, марганец - 8 мг/дм3, перманганатная окисляемость – 97,1 мгО/дм3. Минимальные значения рН – 5,81 ед. рН, общее железо - <0,05 мг/дм3, марганец - <0,05 мг/дм3, перманганатная окисляемость – 0,364 мгО/дм3.

Найдем среднее значение характеристик при делении по трактам

Таблица 3

| | В(1) | И(2) | М(3) | С(4) | Ч(5) | Я(6) | Т(7) | Ст(8) |
|--------------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| рН,ед.рН | 6,96 | 6,64 | 6,91 | 6,89 | 6,86 | 6,99 | 6,56 | 6,86 |
| ЖО, мг/дм3 | 3,98 | 3,15 | 2,02 | 3,12 | 3,08 | 3,17 | 3,2 | 2,93 |
| Марганец мг/дм3 | 0,47 | 0,47 | 0,39 | 0,73 | 0,58 | 0,89 | 0,84 | 0,51 |
| ПО, мгО/дм3 | 13,18 | 2,83 | 2,73 | 7,52 | 5,34 | 6,25 | 8,48 | 4,8 |

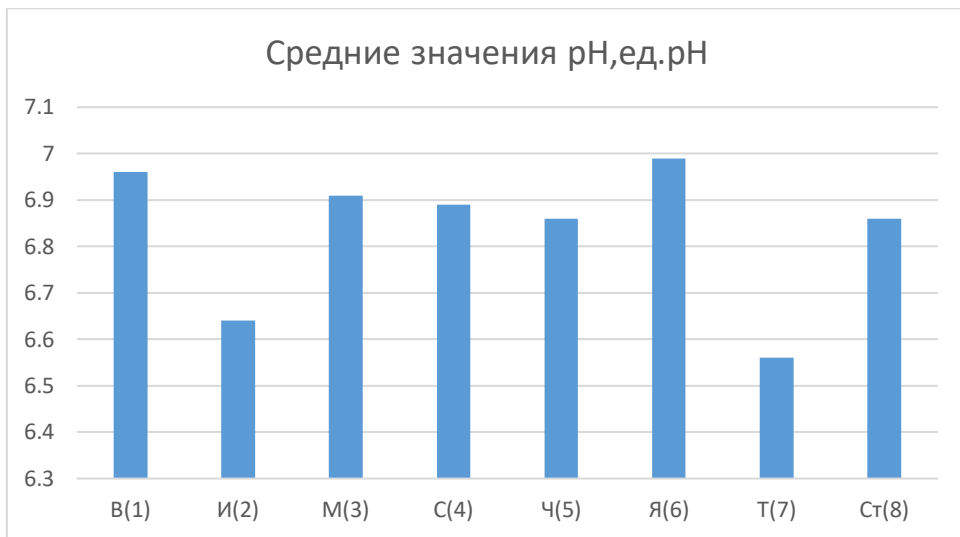


Рис.3.1 Средние значения рН

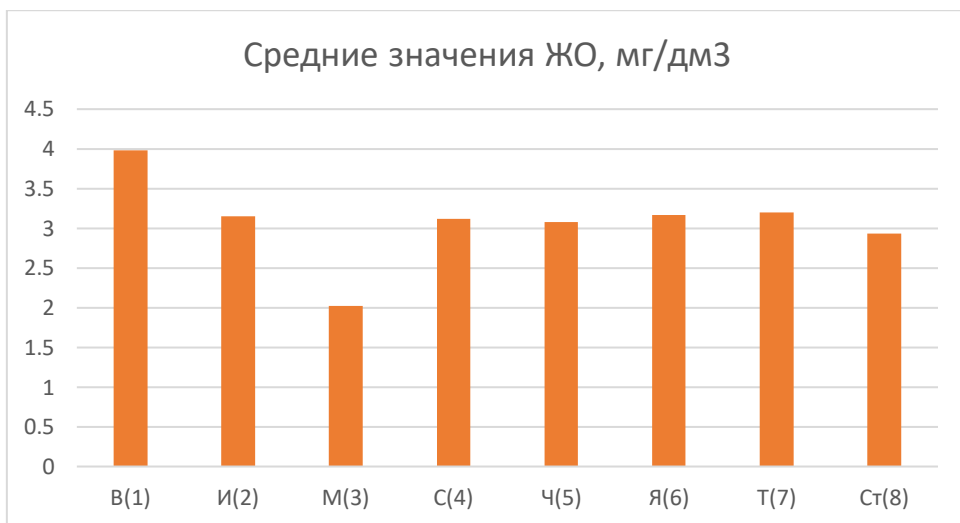


Рис.3.2 Средние значения ЖО



Рис.3.3 Средние значения марганца



Рис.3.4 Средние значения ПО

Велижанский тракт(1), Ирбитский тракт(2), Московский тракт(3), Салаирский тракт(4), Червишевский тракт(5), Ялуторовский тракт(6), Тобольский тракт(7), Старотобольский тракт(8).

Средние значения по всему Тюменскому району: рН - 6,87 ед. рН, общее железо – 2,97 мг/дм3, марганец – 0,57 мг/дм3, перманганатная окисляемость – 5,95 мгО/дм3.

Медиана значений рН, ЖО, марганца и ПО

Таблица 4

| | В(1) | И(2) | М(3) | С(4) | Ч(5) | Я(6) | Т(7) | Ст(8) |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| рН,ед.рН | 6,64 | 6,54 | 6,82 | 6,69 | 6,77 | 6,84 | 6,6 | 6,84 |
| ЖО, мг/дм3 | 3,14 | 3,05 | 1,77 | 2,67 | 2,56 | 3,02 | 2,59 | 2,86 |
| Марганец мг/дм3 | 0,36 | 0,45 | 0,34 | 0,46 | 0,28 | 0,62 | 0,55 | 0,31 |
| ПО, мгО/дм3 | 8,73 | 2,83 | 2,24 | 4,83 | 3,16 | 2,92 | 6,73 | 3,7 |



Рис.4.1 Медианы значений рН

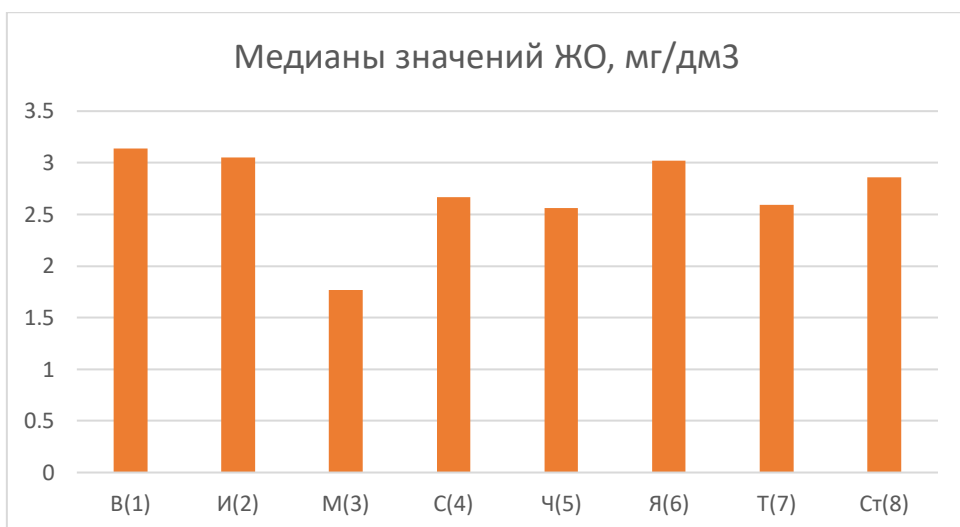


Рис.4.2 Медианы значений ЖО

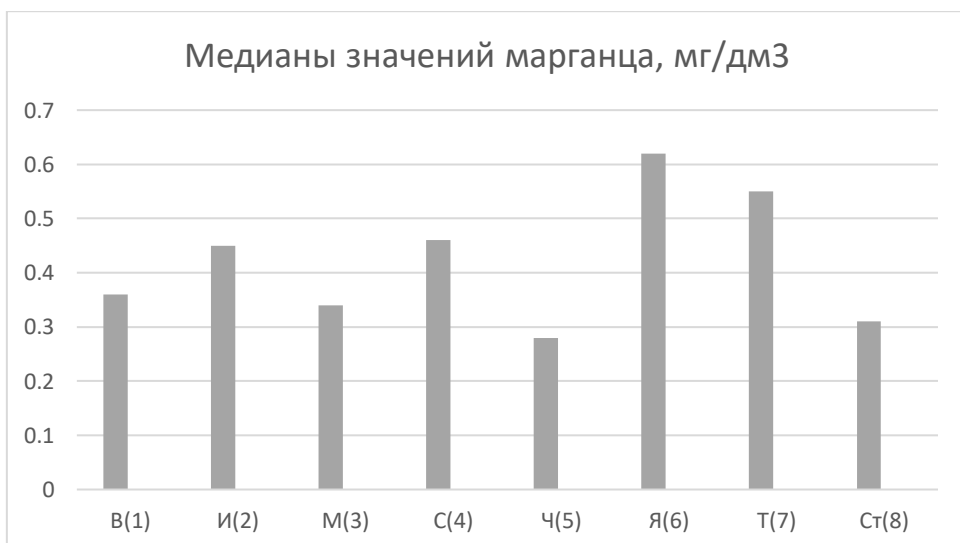


Рис.4.3 Медианы значений марганца



Рис.4.4 Медианы значений ПО

Далее рассмотрим каждый тракт детально, выявим для них максимальное, минимальное, среднее значение и медиану, сравним показатели между трактами.

Велижанский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана (Рис. 5)

Таблица 5

| | Максимум | Минимум | Среднее | Медиана |
|--------------------|----------|---------|---------|---------|
| рН, ед.рН | 8,94 | 5,85 | 6,96 | 6,64 |
| ЖО, мг/дм3 | 30 | 0,124 | 3,98 | 3,14 |
| Марганец мг/дм3 | 1,8 | 0,069 | 0,47 | 0,36 |
| ПО, мгО/дм3 | 97,1 | 1,99 | 13,18 | 8,73 |

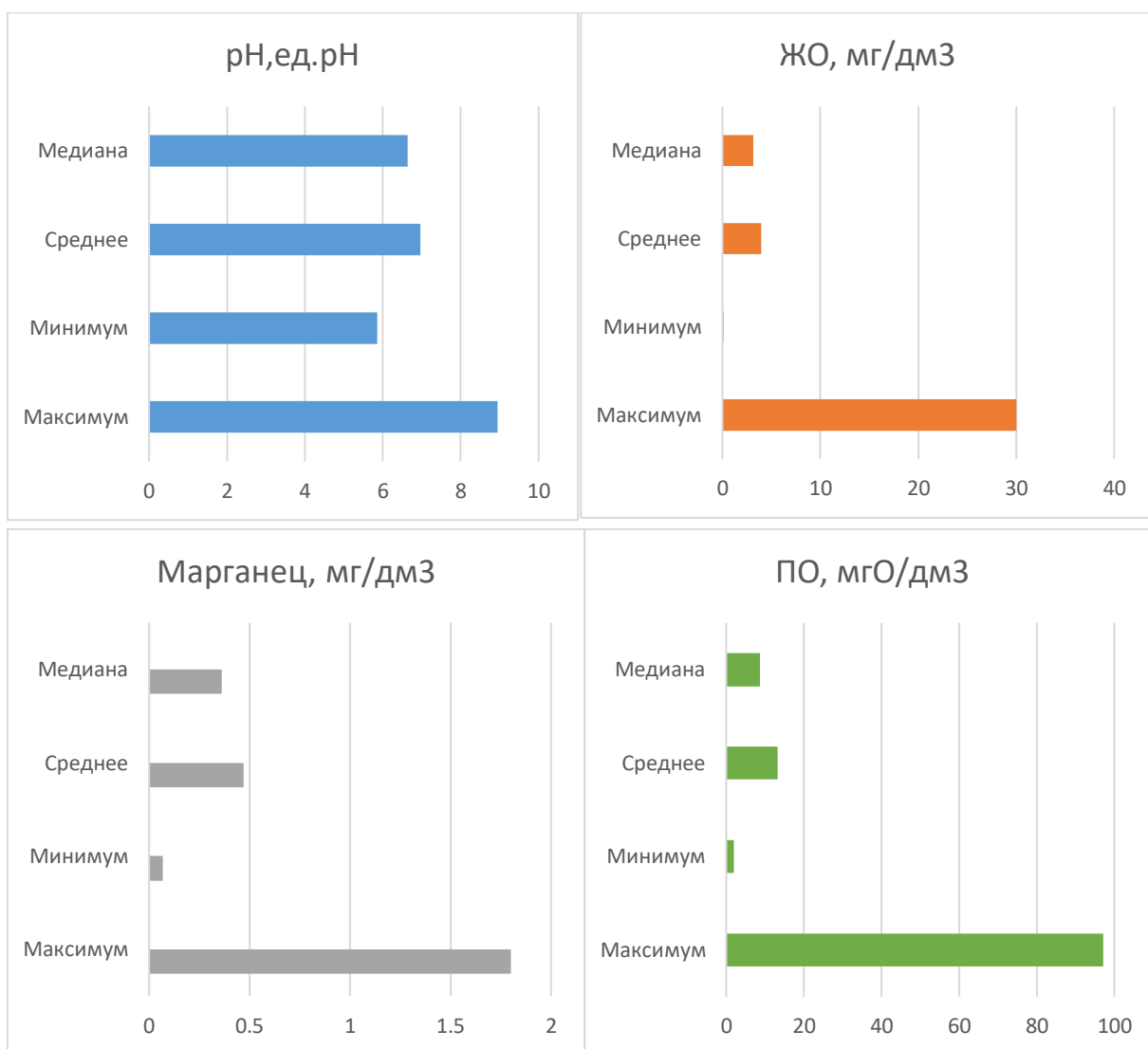


Рис. 5. Велижанский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана
Ирбитский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана (Рис. 6)

Таблица 6

| | Максимум | Минимум | Среднее | Медиана |
|--------------------|----------|---------|---------|---------|
| рН, ед.рН | 7,54 | 5,8 | 6,64 | 6,54 |
| ЖО, мг/дм³ | 9,02 | 0,144 | 3,15 | 3,05 |
| Марганец мг/дм³ | 1,6 | 0,051 | 0,39 | 0,45 |
| ПО, мгО/дм³ | 5,19 | 0,61 | 2,83 | 2,83 |

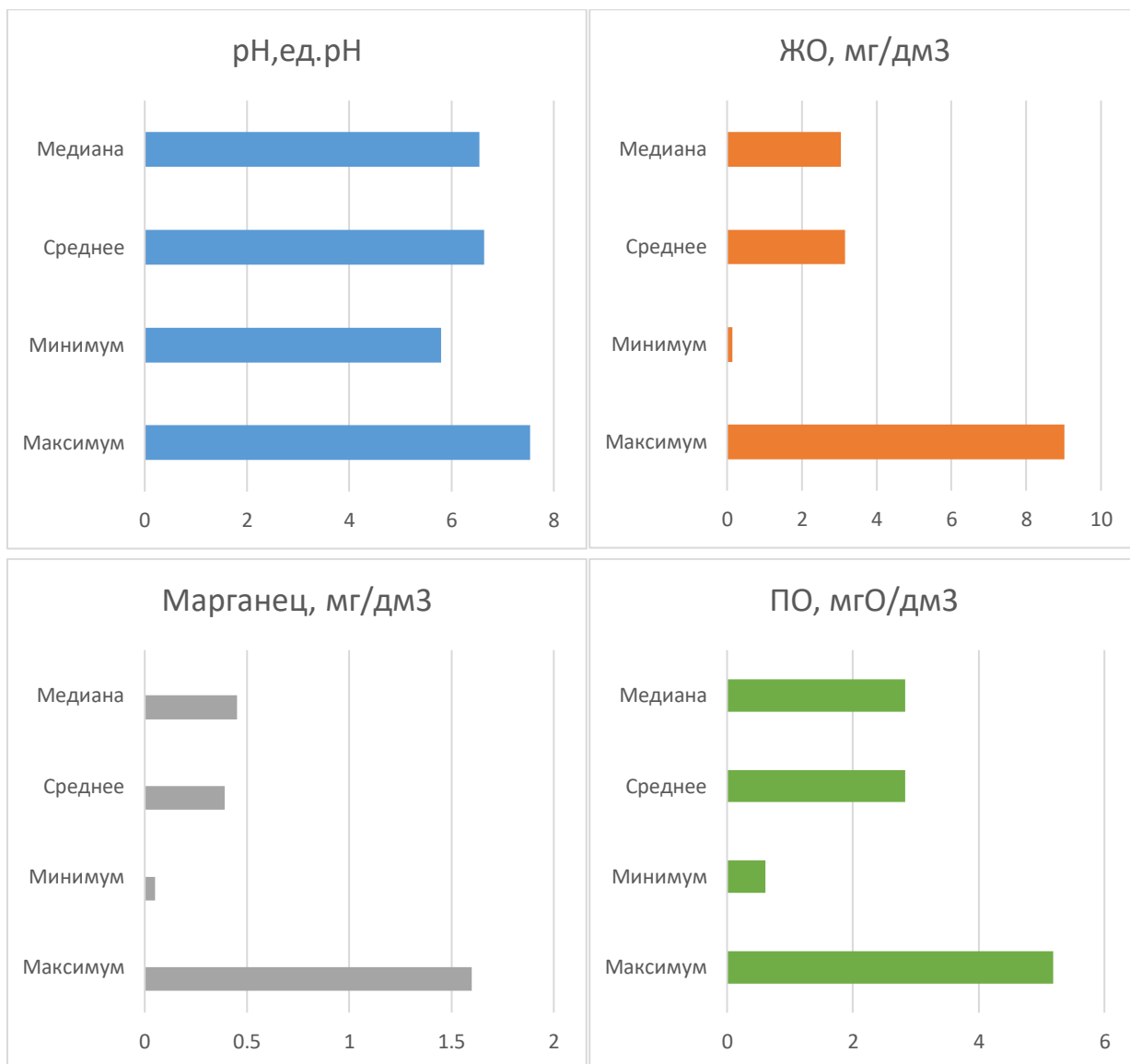


Рис. 6. Ирбитский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана
 Московский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана (Рис.7)

Таблица 7

| | Максимум | Минимум | Среднее | Медиана |
|--------------------|----------|---------|---------|---------|
| рН,ед.рН | 8,46 | 5,98 | 6,91 | 6,82 |
| ЖО, мг/дм³ | 8,26 | 0,064 | 2,02 | 1,77 |
| Марганец мг/дм³ | 3 | 0,04 | 0,39 | 0,34 |
| ПО, мгО/дм³ | 18,4 | 0,86 | 2,73 | 2,24 |

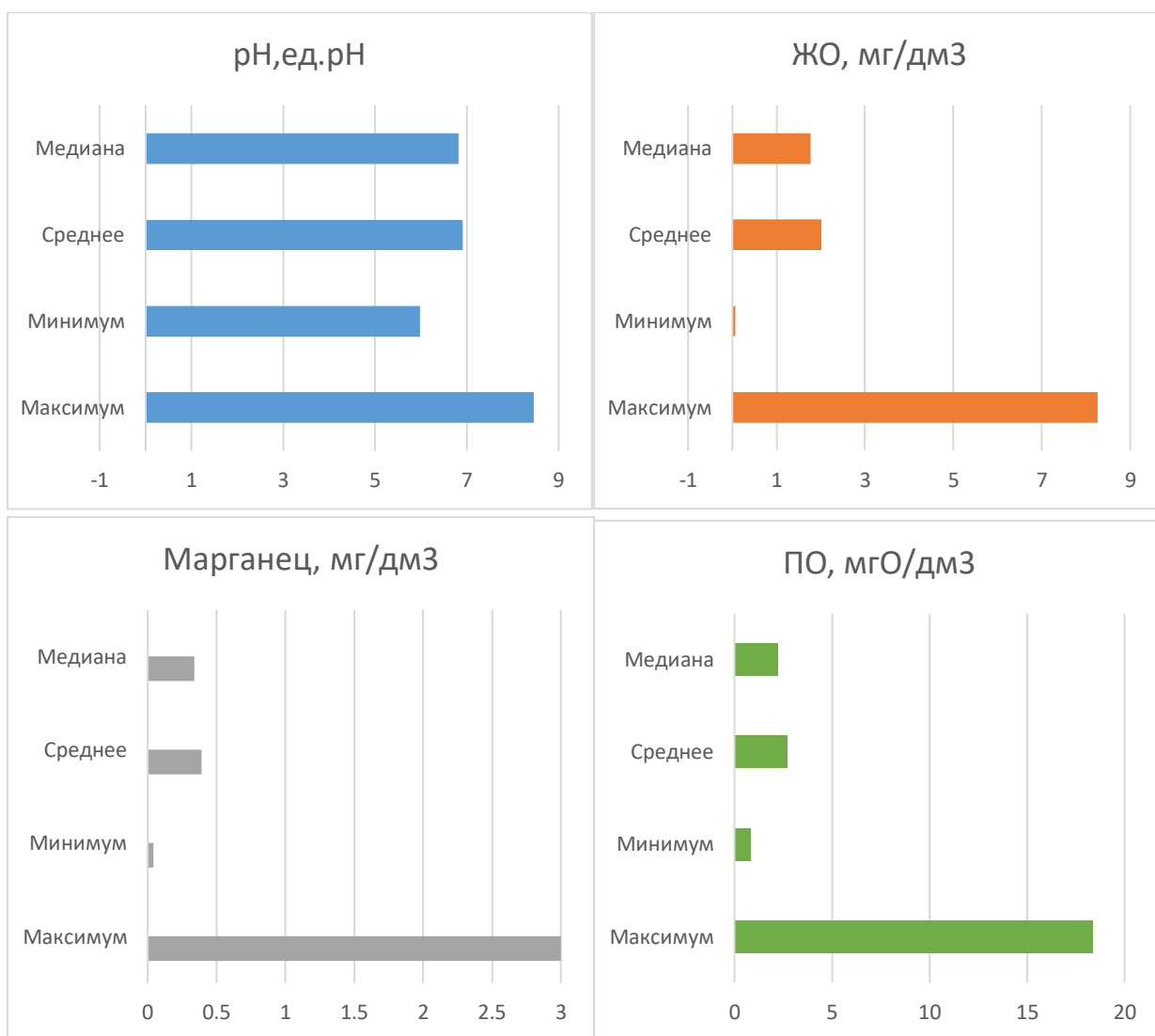


Рис.7. Московский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана
Салаирский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана(Рис.8)

Таблица 8

| | Максимум | Минимум | Среднее | Медиана |
|--------------------|----------|---------|---------|---------|
| рН, ед.рН | 11,81 | 6,05 | 6,89 | 6,69 |
| ЖО, мг/дм³ | 34 | 0,08 | 3,12 | 2,67 |
| Марганец мг/дм³ | 4,3 | 0,044 | 0,73 | 0,46 |
| ПО, мгО/дм³ | 38,9 | 0,67 | 7,52 | 4,83 |

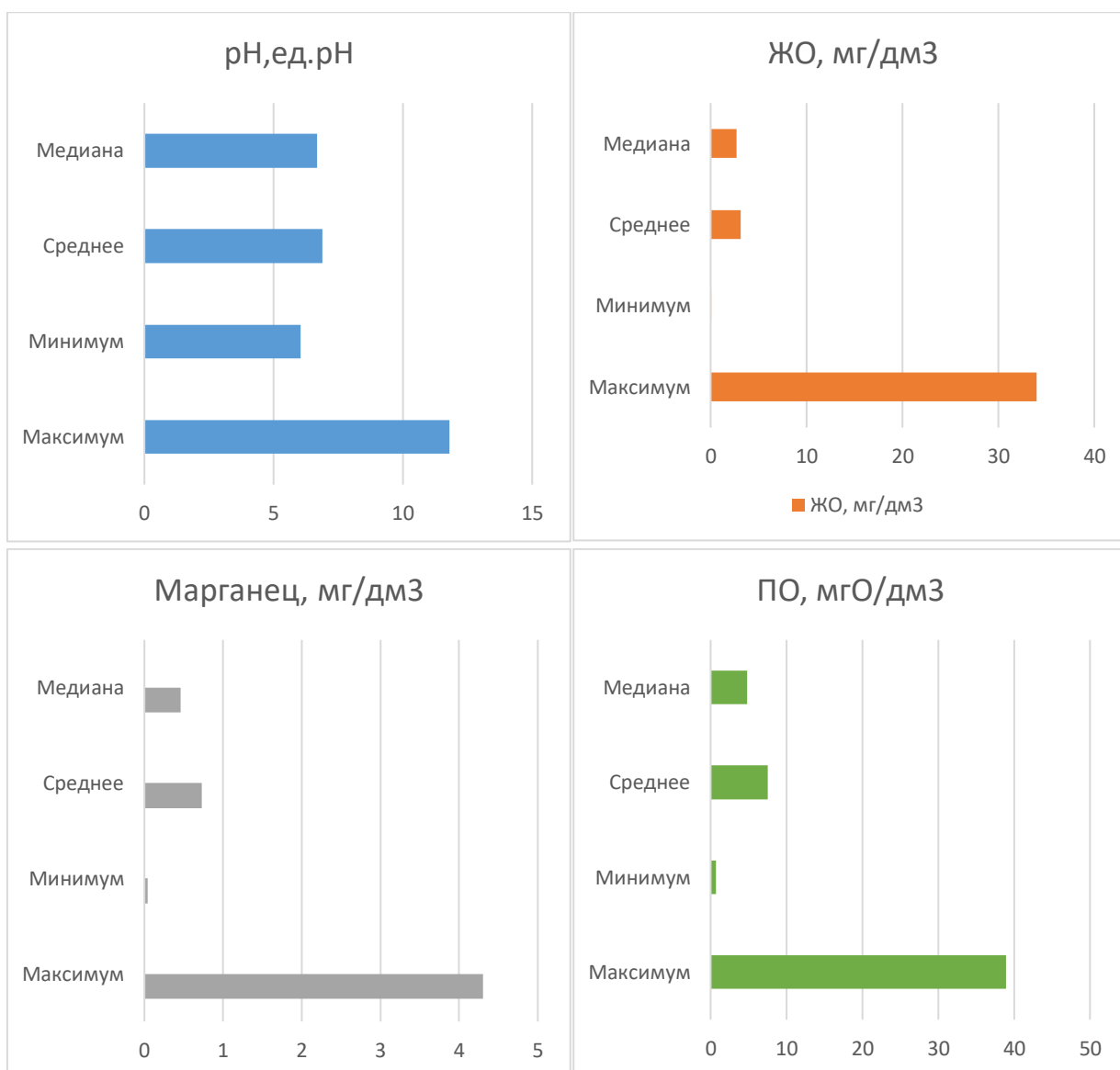


Рис.8. Салаирский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана
 Червишевский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана (Рис.9)

Таблица 9

| | Максимум | Минимум | Среднее | Медиана |
|--------------------|----------|---------|---------|---------|
| рН, ед.рН | 8,21 | 5,7 | 6,86 | 6,77 |
| ЖО, мг/дм³ | 33 | 0,087 | 3,08 | 2,56 |
| Марганец мг/дм³ | 3,8 | 0,05 | 0,58 | 0,28 |
| ПО, мгО/дм³ | 51,8 | 0,364 | 5,34 | 3,16 |

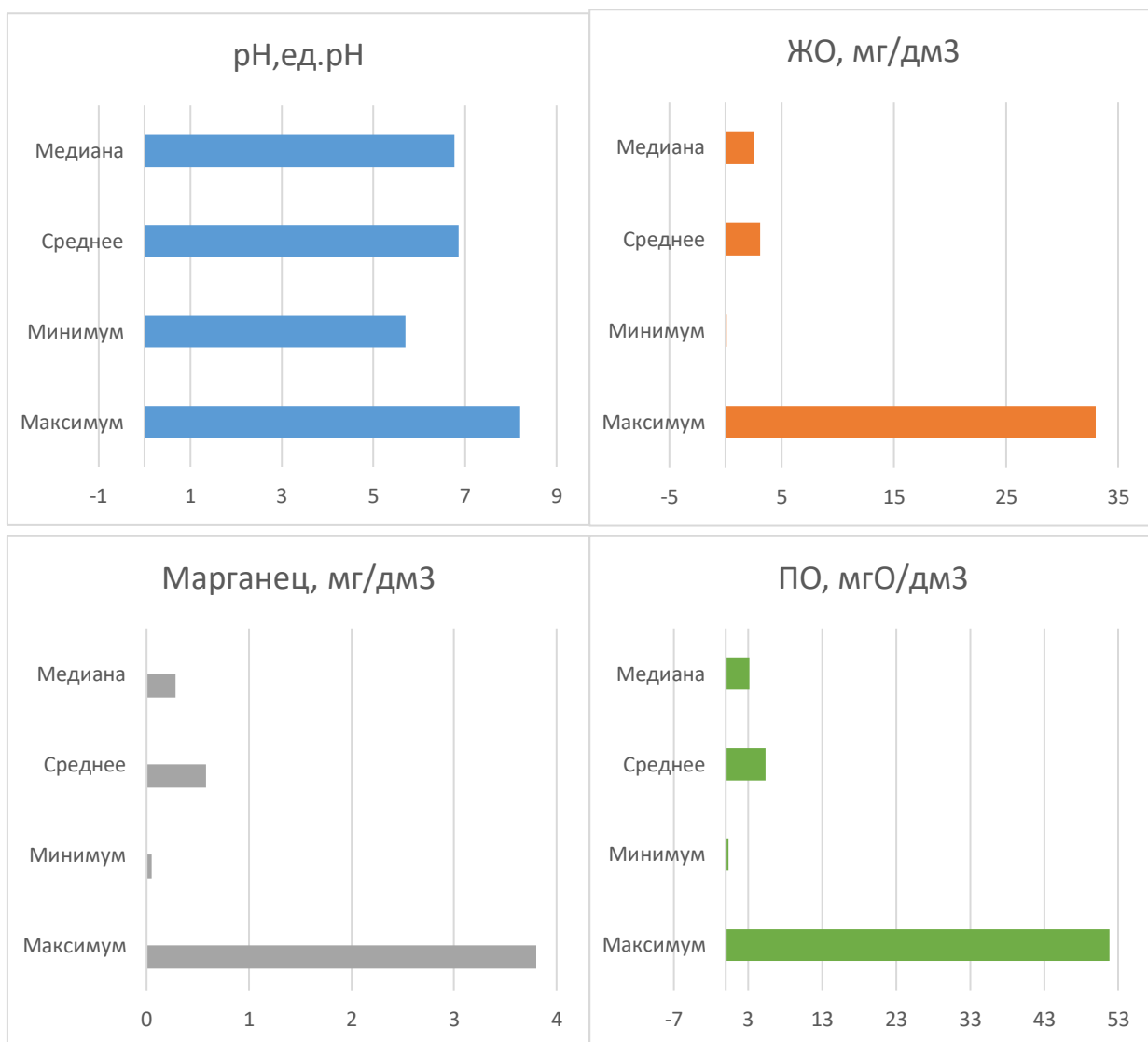


Рис.9. Червишевский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана
 Ялutorовский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана (Рис.10)

Таблица 10

| | Максимум | Минимум | Среднее | Медиана |
|--------------------|----------|---------|---------|---------|
| рН, ед.рН | 10,06 | 6,03 | 6,99 | 6,84 |
| ЖО, мг/дм³ | 20 | 0,138 | 3,17 | 3,02 |
| Марганец мг/дм³ | 3 | 0,053 | 0,89 | 0,62 |
| ПО, мгО/дм³ | 25,4 | 0,8 | 6,25 | 2,92 |

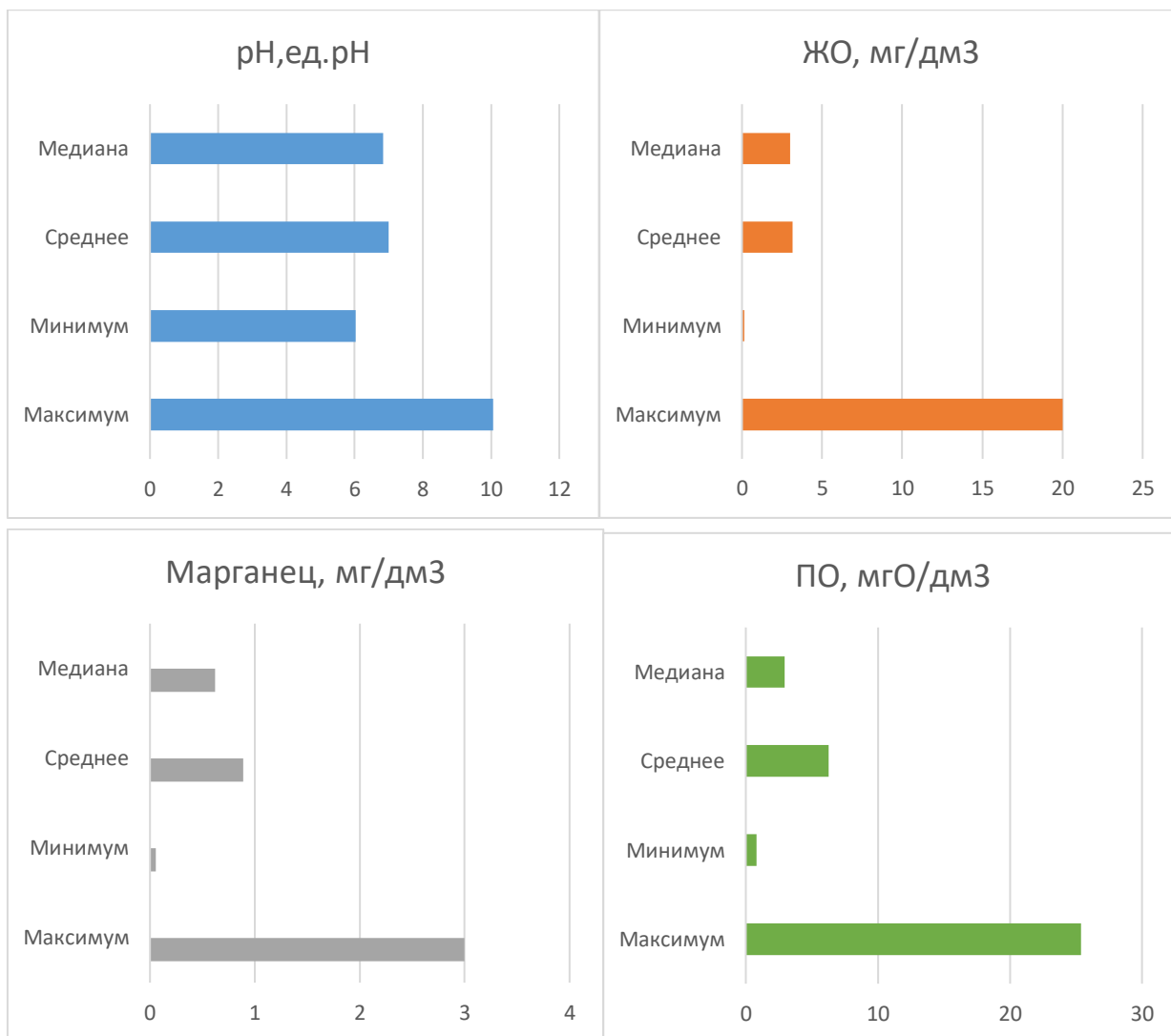


Рис.10. Ялutorовский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана

Тобольский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана(Рис.11)

Таблица 11

| | Максимум | Минимум | Среднее | Медиана |
|--------------------|----------|---------|---------|---------|
| рН, ед.рН | 6,66 | 6,42 | 6,56 | 6,6 |
| ЖО, мг/дм³ | 17 | 0,09 | 3,2 | 2,59 |
| Марганец мг/дм³ | 1,47 | 0,052 | 0,84 | 0,55 |
| ПО, мгО/дм³ | 11,8 | 1,92 | 8,48 | 6,73 |

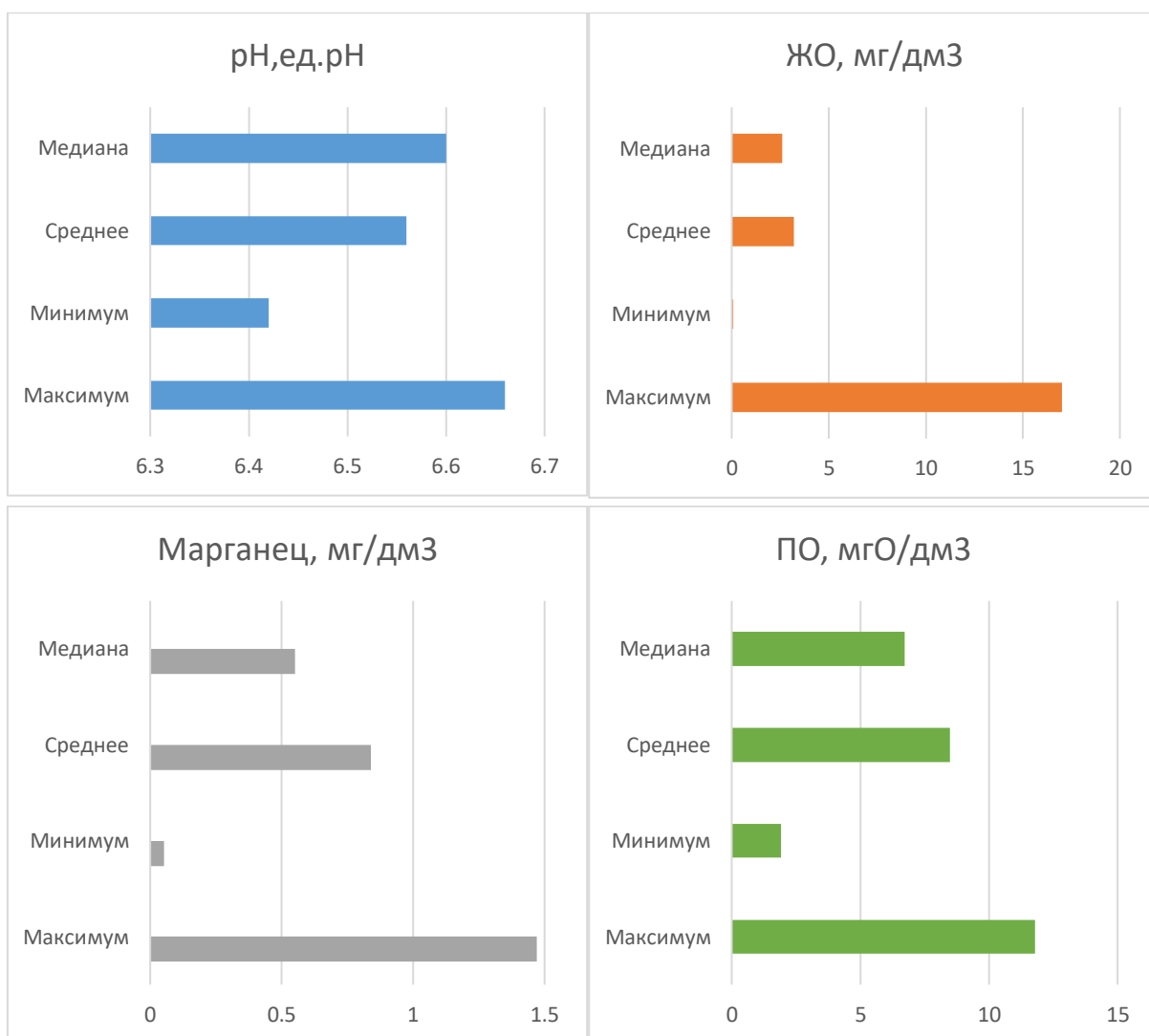


Рис.11. Тобольский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана
 Старотобольский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана(Рис.12)

Таблица 12

| | Максимум | Минимум | Среднее | Медиана |
|--------------------|----------|---------|---------|---------|
| рН,ед.рН | 7,93 | 6,25 | 6,86 | 8,64 |
| ЖО, мг/дм³ | 25 | 0,133 | 2,93 | 2,86 |
| Марганец мг/дм³ | 3,6 | 0,051 | 0,51 | 0,31 |
| ПО, мгО/дм³ | 18,8 | 1,35 | 4,8 | 3,7 |

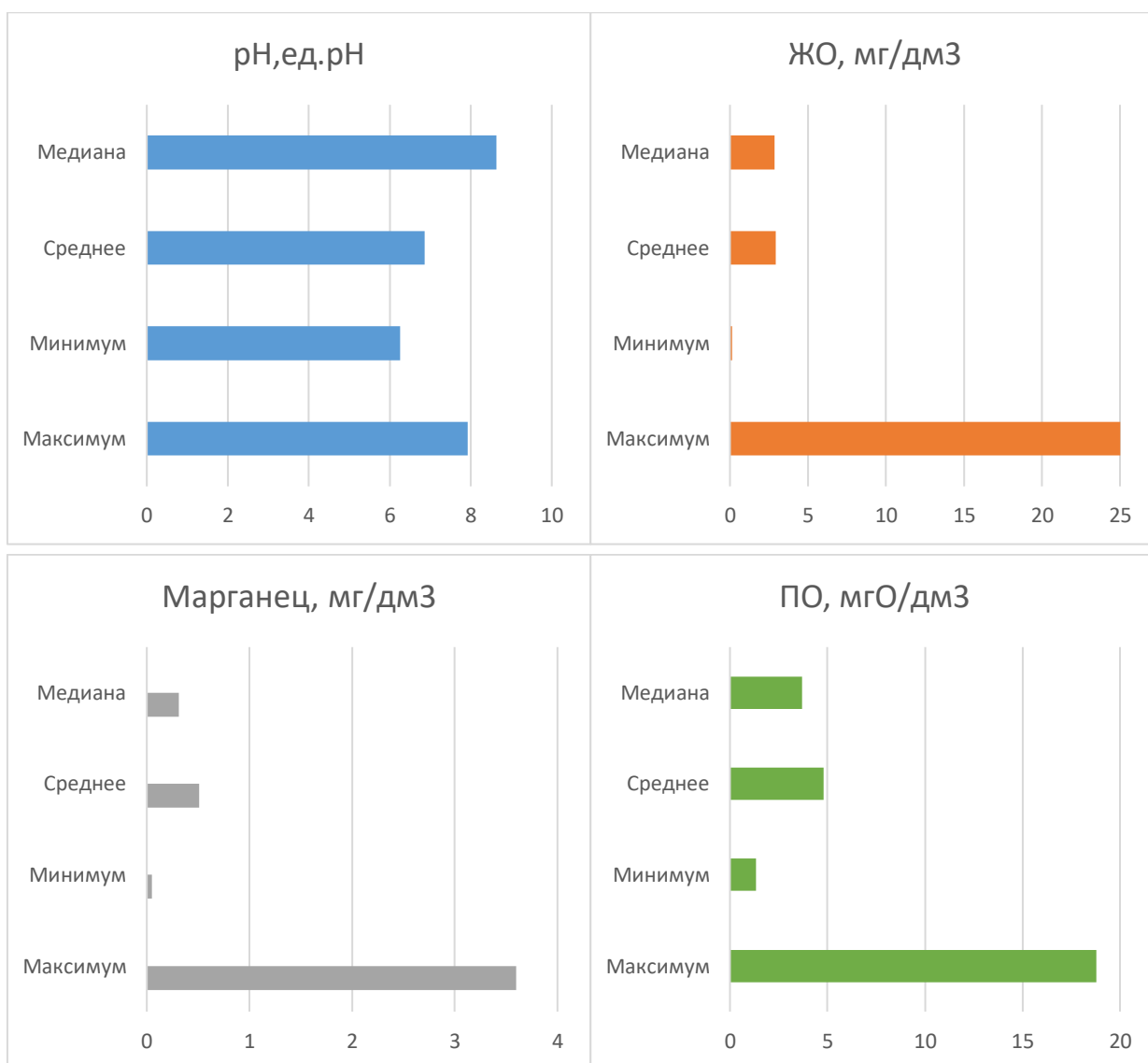


Рис.12. Старотобольский тракт: максимум, минимум, среднее, медиана

3.2 Сравнение значений с ПДК

Согласно СанПиН 2. 1. 4. 1175-02 и СанПиН 2. 1. 4. 1074-01 “Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения” ПДК по питьевой воде таковы что:

- 1) Водородный показатель рН 6,5-8,5(ед. рН);
- 2) Общее железо 0,3(мг/дм³);
- 3) Марганец 0,1(мг/дм³);
- 4) Перманганатная окисляемость 5-7(мгО/дм³).

Зная значения рН на всех трактах, построим диаграммы с процентным соотношением проб разной кислотности (Рис.13.1-Рис.13.8).

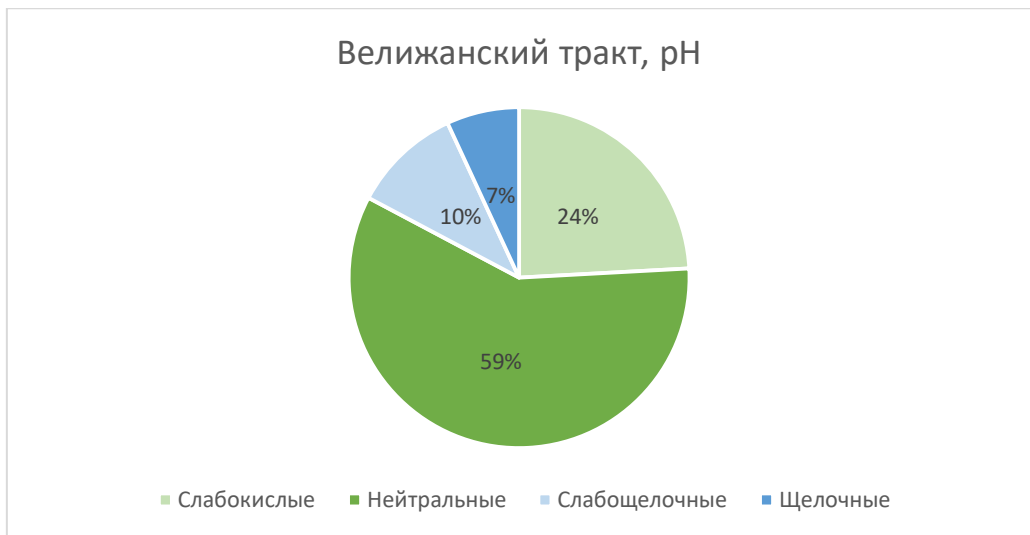


Рис. 13.1. Велижанский тракт, рН



Рис. 13.2. Ирбитский тракт, рН



Рис. 13.3. Московский тракт, рН

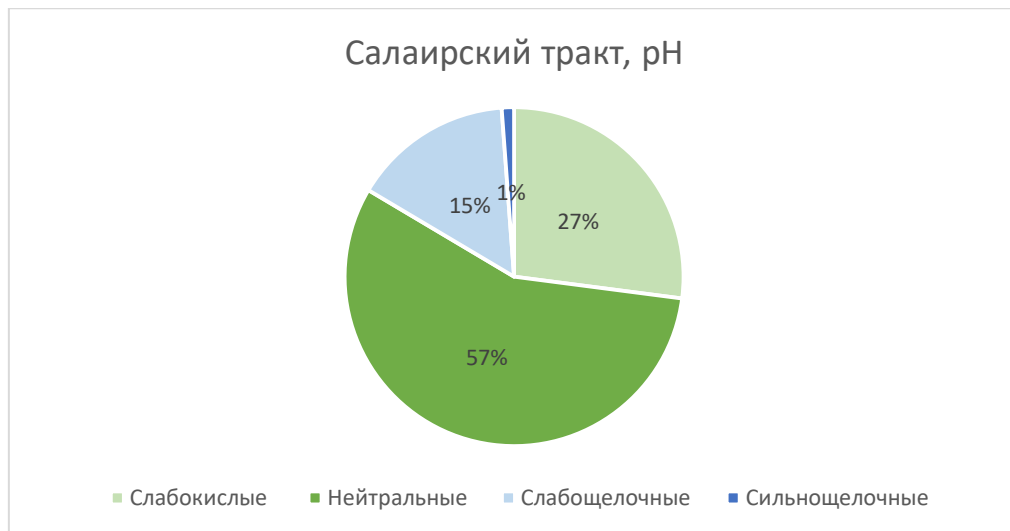


Рис. 13.4. Салаирский тракт, рН



Рис. 13.5. Червишевский тракт, рН

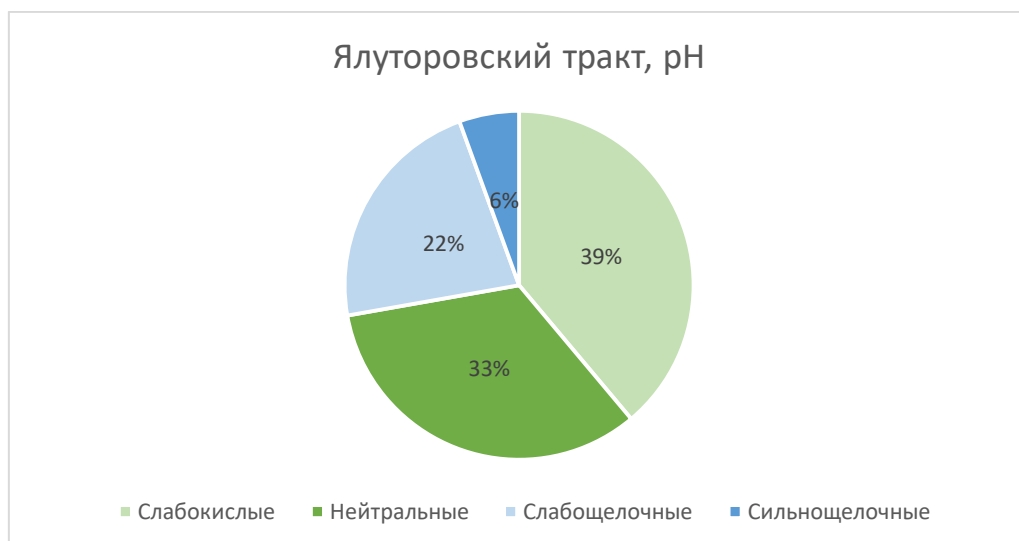


Рис. 13.6. Ялуторовский тракт, рН

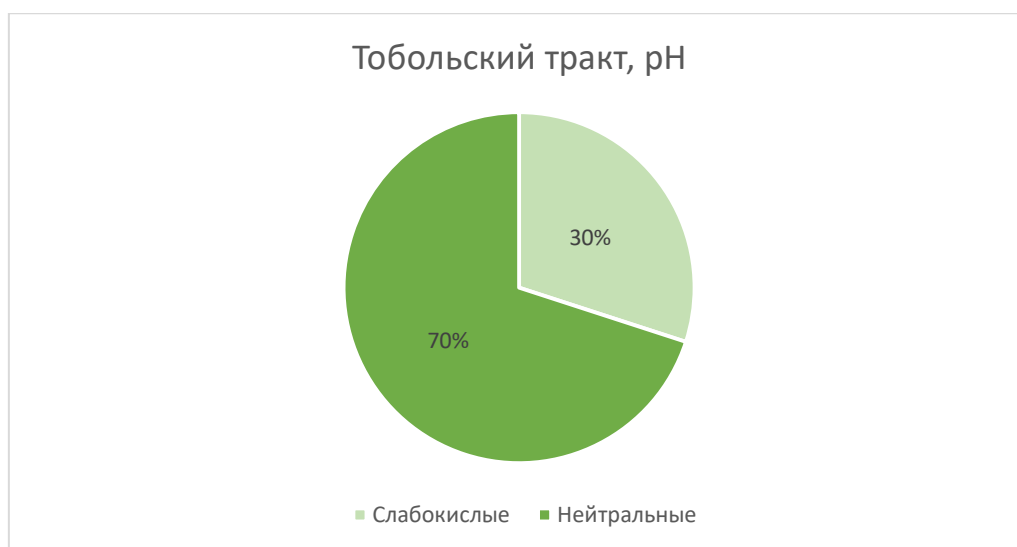


Рис. 13.7.Тобольский тракт, рН

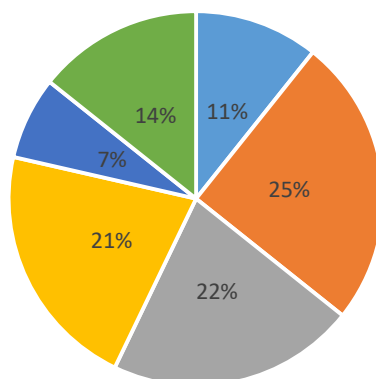


Рис. 13.8. Старотобольский тракт, рН

В большинстве случаев водородный показатель рН нейтрален, что является хорошим показателем для воды.

Для общего железа ПДК равняется 0,3 (мг/дм³) и группировка значений будет производиться по кратности 10ПДК (ниже ПДК, ПДК, 10 ПДК, 20 ПДК, 30 ПДК, 50 ПДК, 100 ПДК) (Рис.14.1-Рис.14.8).

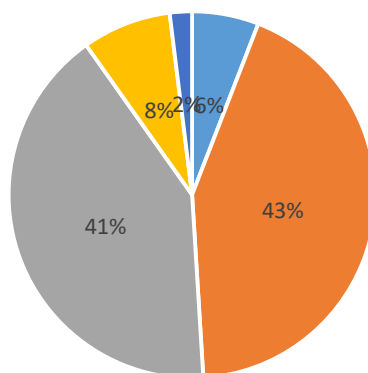
Велижанский тракт, общее железо, мг/дм³



■ ПДК ■ 10ПДК ■ 20ПДК ■ 30ПДК ■ 50ПДК ■ 100ПДК

Рис. 14.1 Велижанский тракт, общее железо

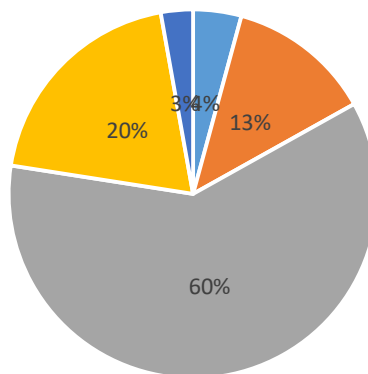
Ирбитский тракт, общее железо, мг/дм³



■ ПДК ■ 10ПДК ■ 20ПДК ■ 30ПДК ■ 40ПДК

Рис. 14.2 Ирбитский тракт, общее железо

Московский тракт, общее железо, мг/дм³



■ ниже ПДК ■ ПДК ■ 10ПДК ■ 20ПДК ■ 30ПДК

Рис. 14.3 Московский тракт, общее железо

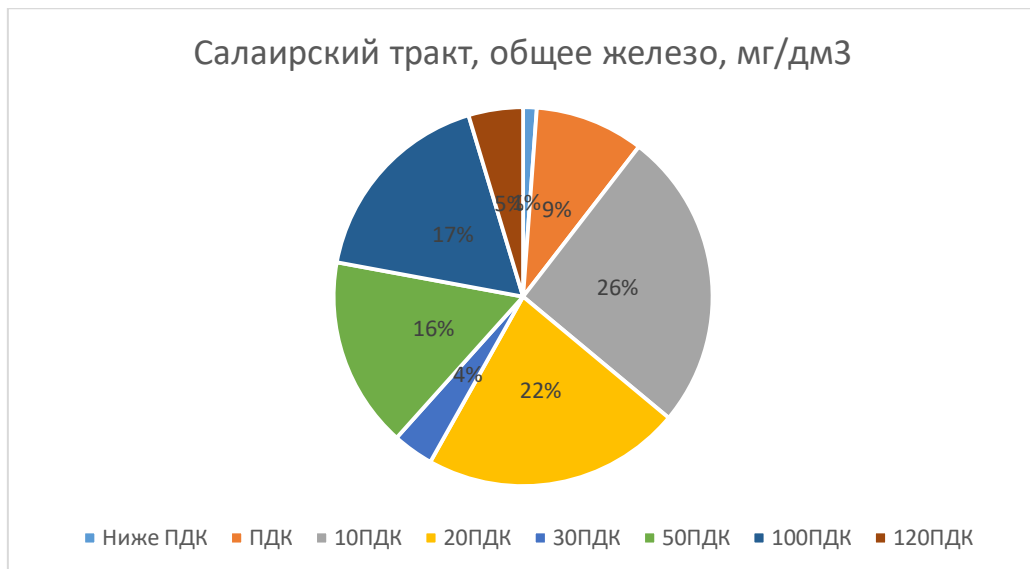


Рис. 14.4 Салаирский тракт, общее железо

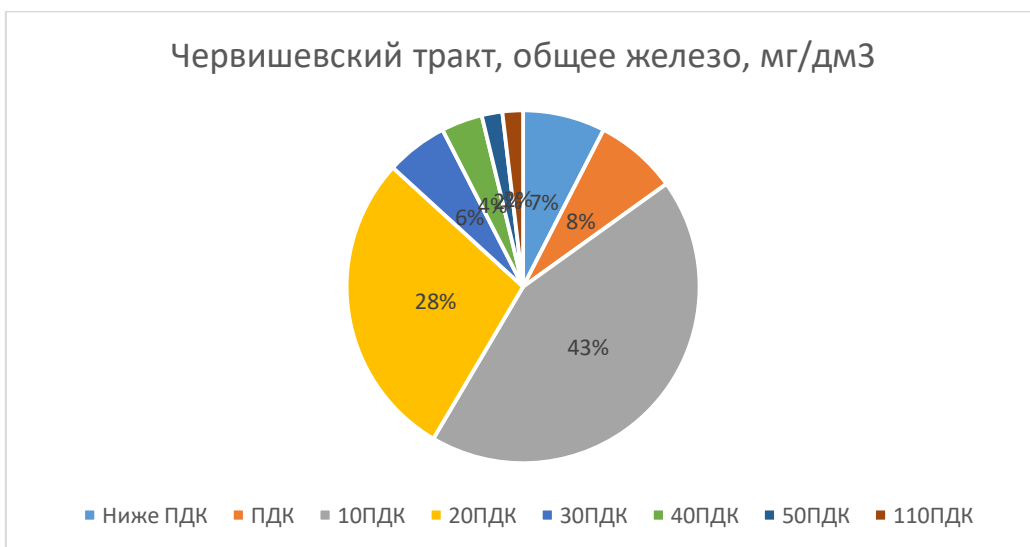


Рис. 14.5 Червишевский тракт, общее железо

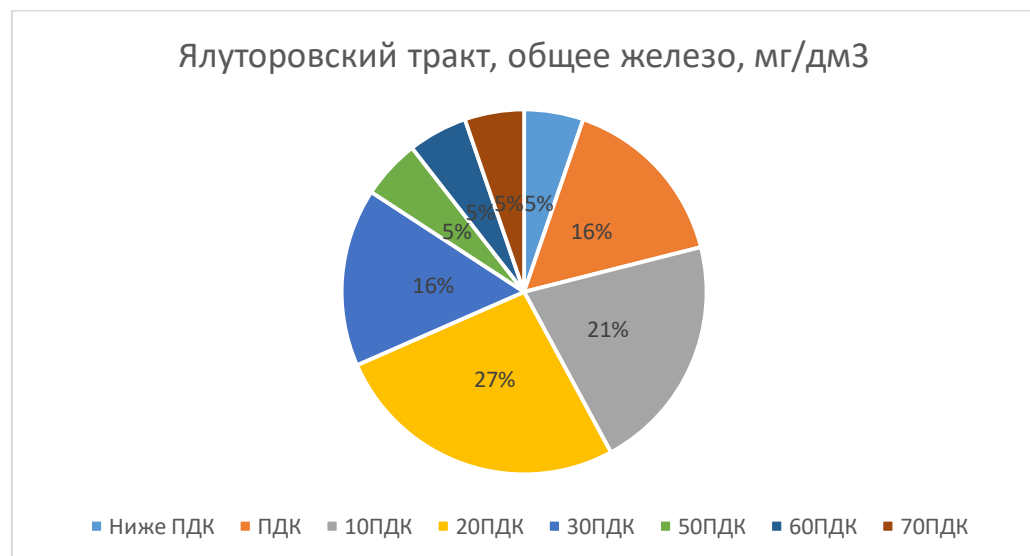


Рис. 14.6 Ялutorовский тракт, общее железо

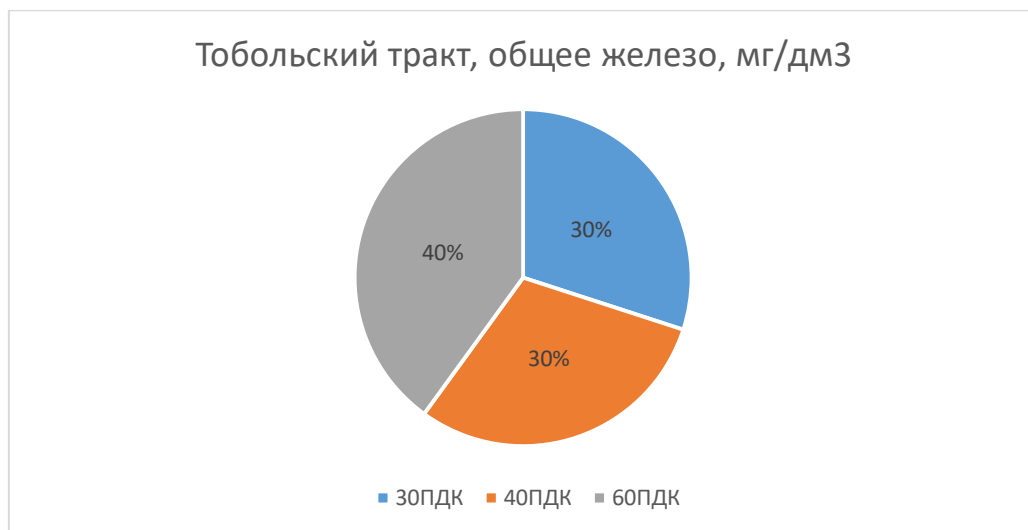


Рис. 14.7 Тобольский тракт, общее железо

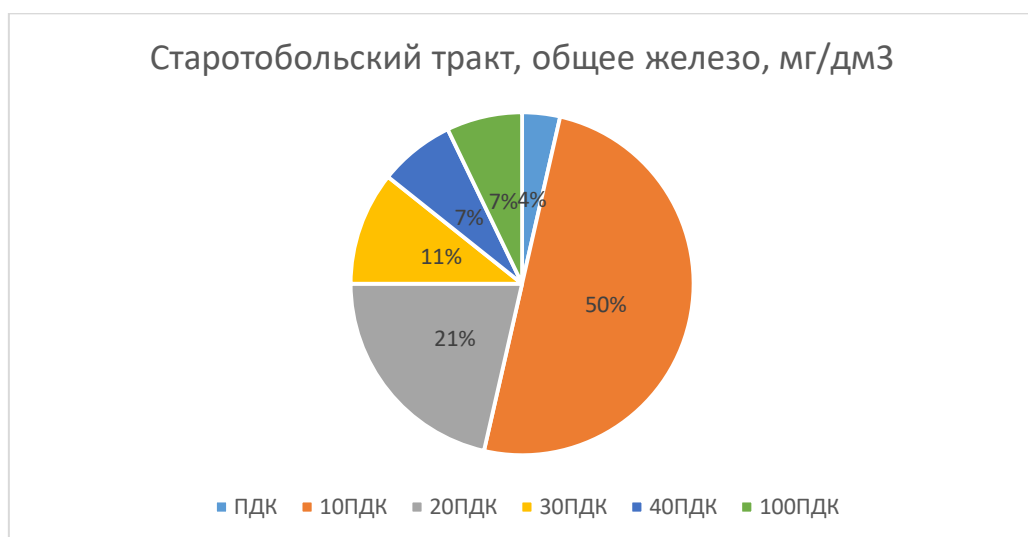


Рис. 14.8 Старотобольский тракт, общее железо

Можем заметить, что содержание общего железа многократно превышает все допустимые санитарно-гигиенические нормы, пиковые значения достигают 110-120 ПДК, что является критичным показателем.

Для марганца ПДК равняется 0,1 (мг/дм³) и группировка значений будет производиться по кратности 10ПДК (ниже ПДК, ПДК, 10 ПДК, 20 ПДК, 30 ПДК, 50 ПДК, 100 ПДК) (Рис.15.1-Рис.15.8).

Велижанский тракт, марганец, мг/дм³

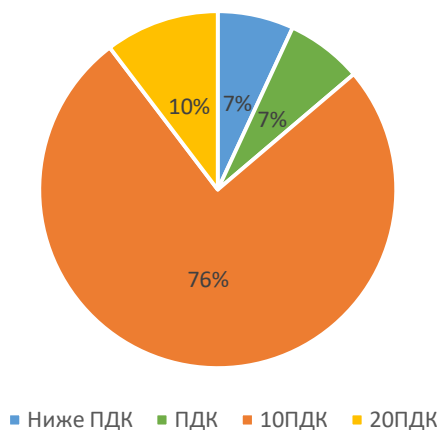


Рис. 15.1 Велижанский тракт, марганец

Ирбитский тракт, марганец, мг/дм³

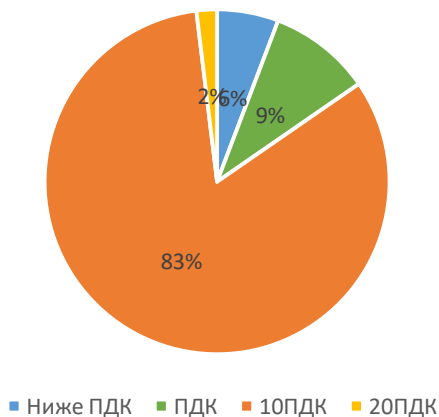


Рис. 15.2 Ирбитский тракт, марганец

Московский тракт, марганец, мг/дм³

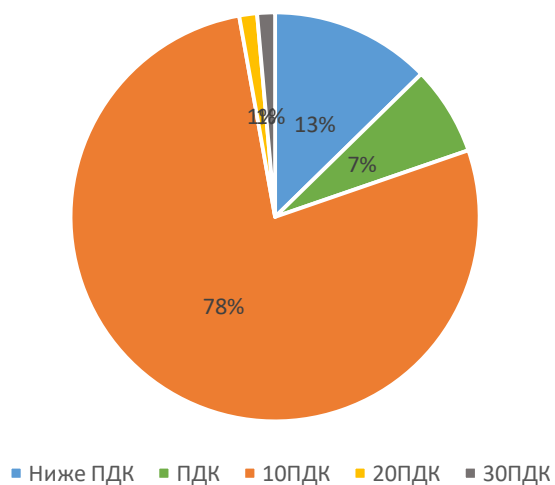


Рис. 15.3 Московский тракт, марганец

Салаирский тракт, марганец, мг/дм³

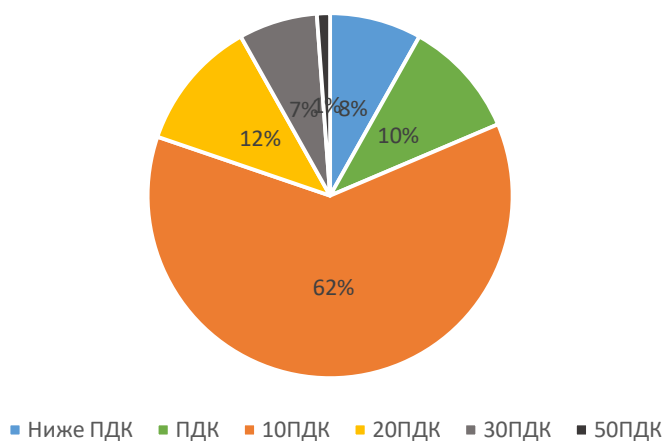


Рис. 15.4 Салаирский тракт, марганец

Червишевский тракт, марганец, мг/дм³

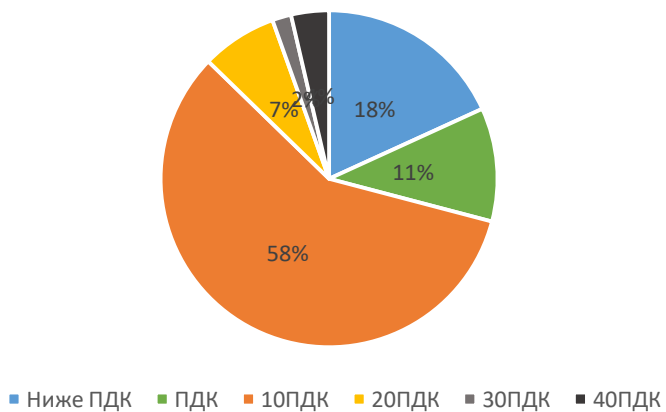


Рис. 15.5 Червишевский тракт, марганец

Ялutorовский тракт, марганец, мг/дм³

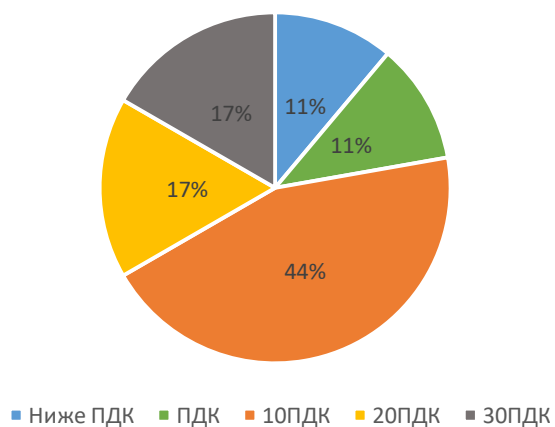


Рис. 15.6 Ялutorовский тракт, марганец

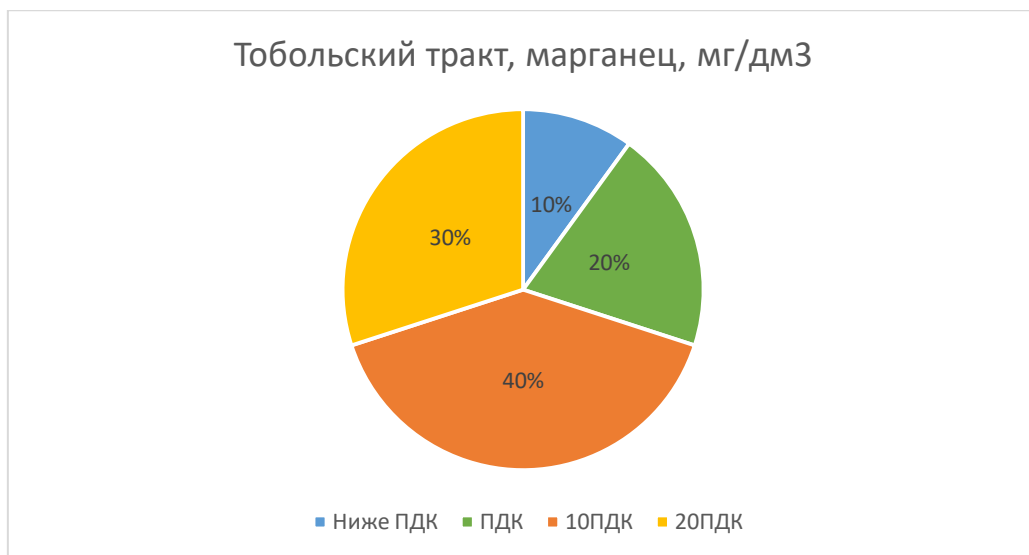


Рис. 15.7 Тобольский тракт, марганец

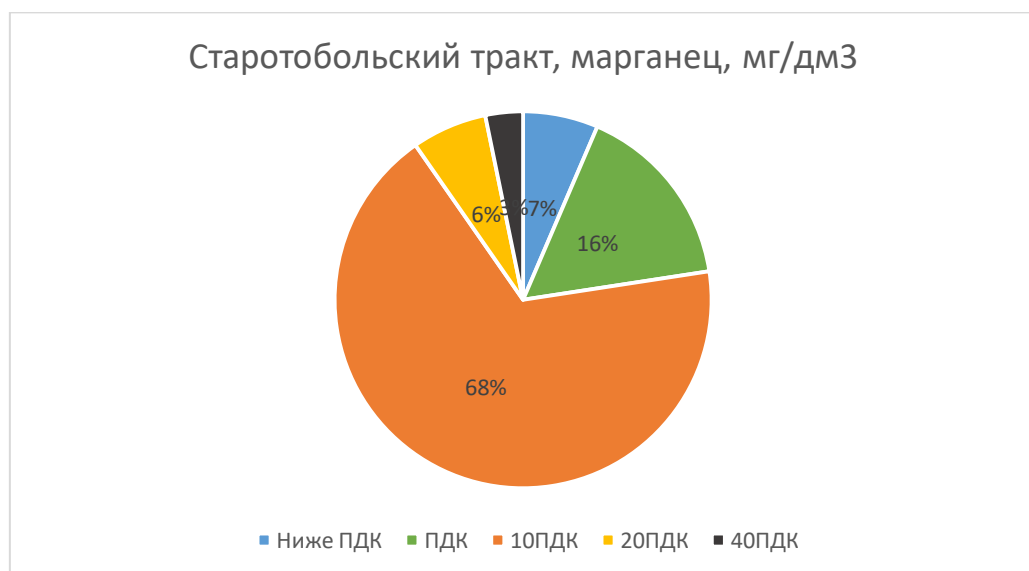


Рис. 15.8 Старотобольский тракт, марганец

Большинство отобранных проб превышают значение ПДК по марганцу, большая доля приходится на показатель равный 10ПДК, пиковым же значением является 50 ПДК, что является критичным значением.

Для перманганатной окисляемости(ПО) ПДК равняется 5-7 (мгО/дм³) и группировка значений будет производиться по значениям менее ПДК, ПДК, более ПДК (Рис.16.1-Рис.16.8).

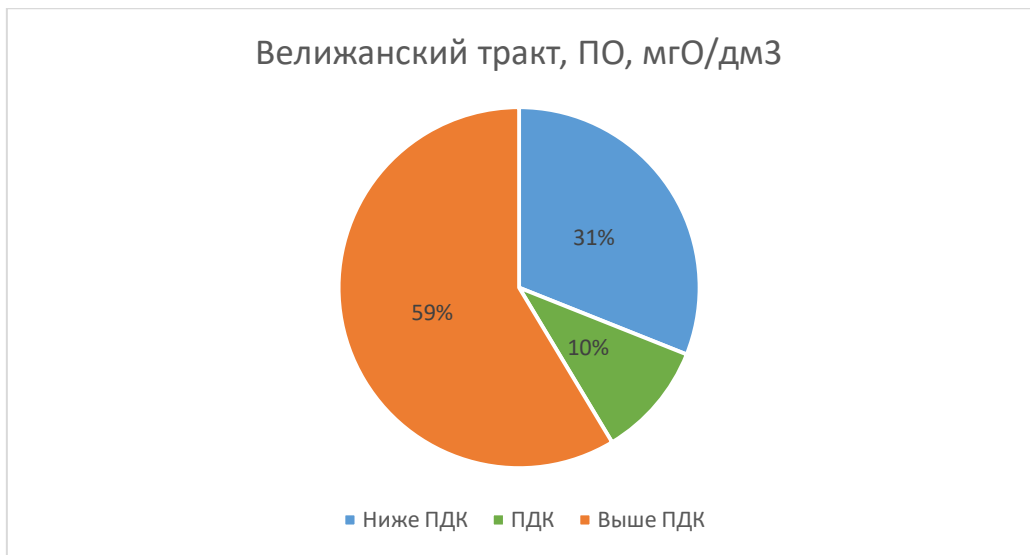


Рис.16.1 Велижанский тракт, ПО



Рис.16.2 Ирбитский тракт, ПО

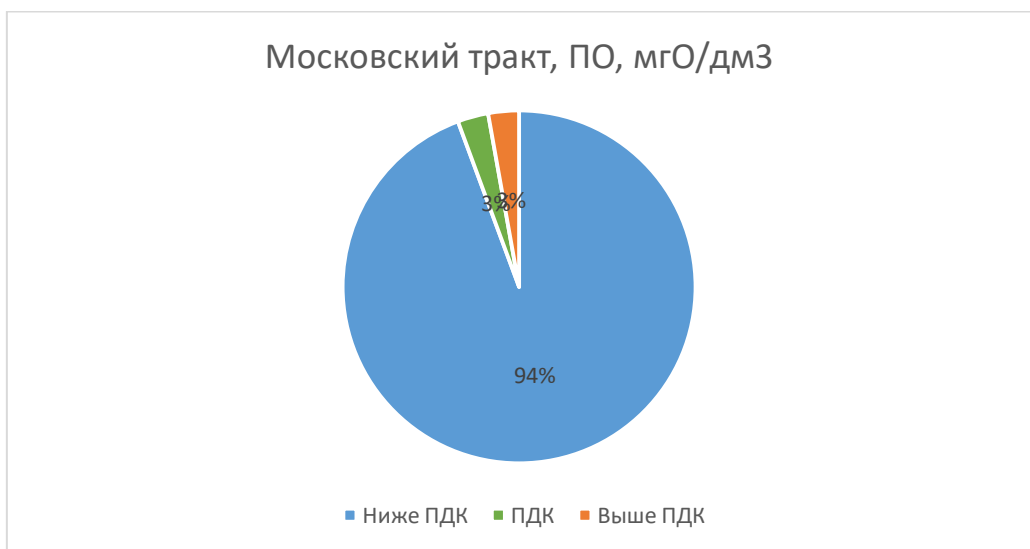


Рис.16.3 Московский тракт, ПО

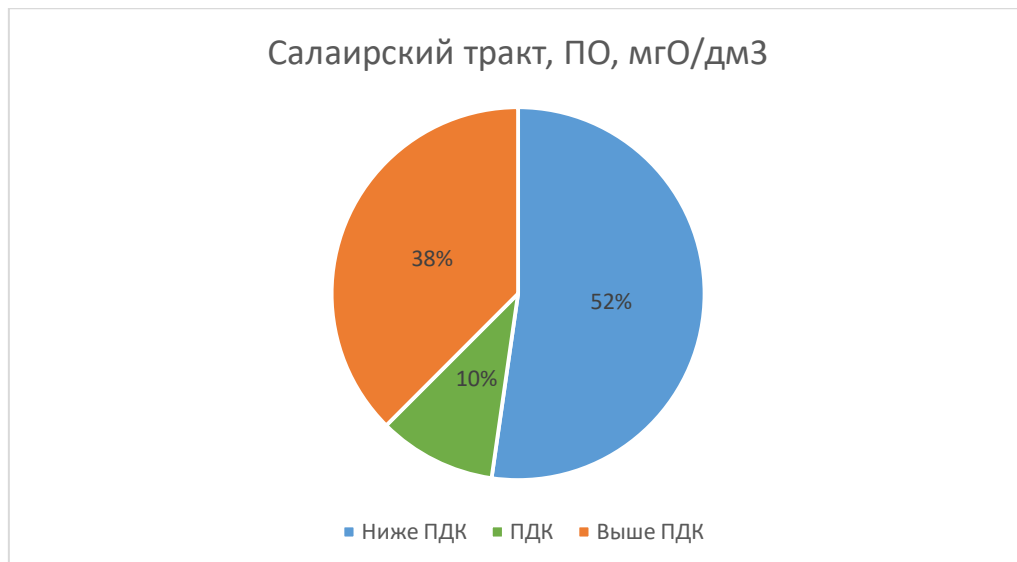


Рис.16.4 Салаирский тракт, ПО

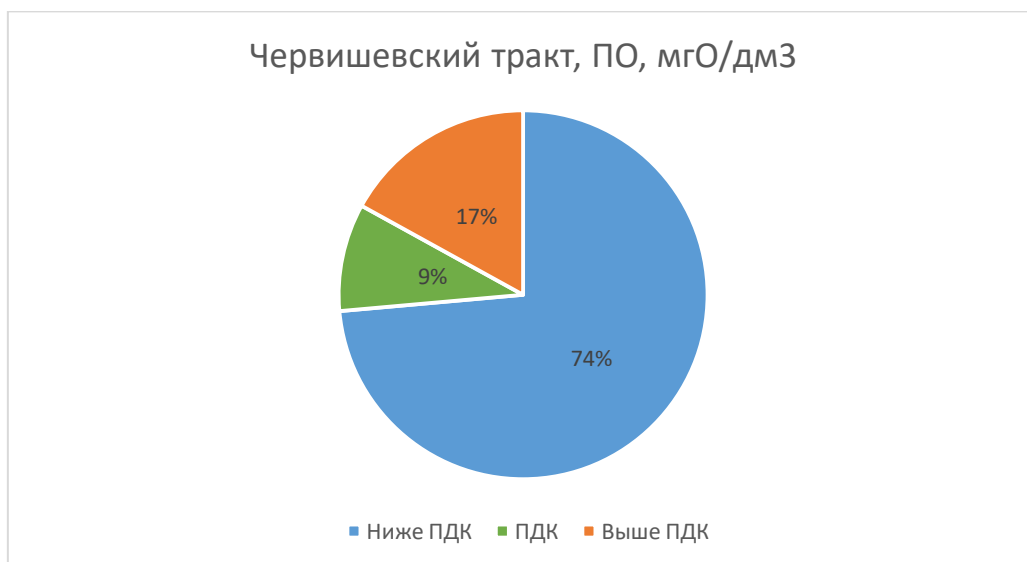


Рис.16.5 Червишевский тракт, ПО

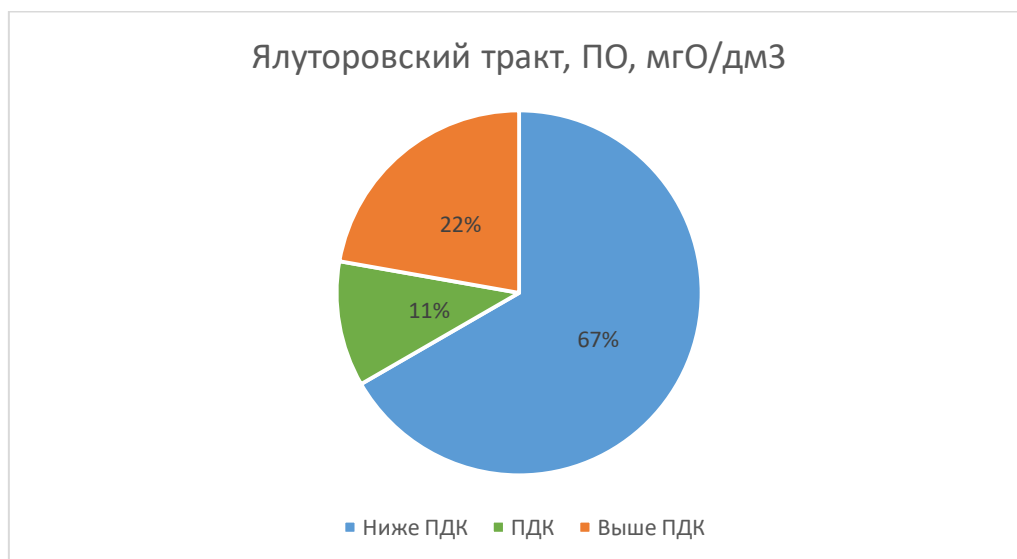


Рис.16.6 Ялуторовский тракт, ПО

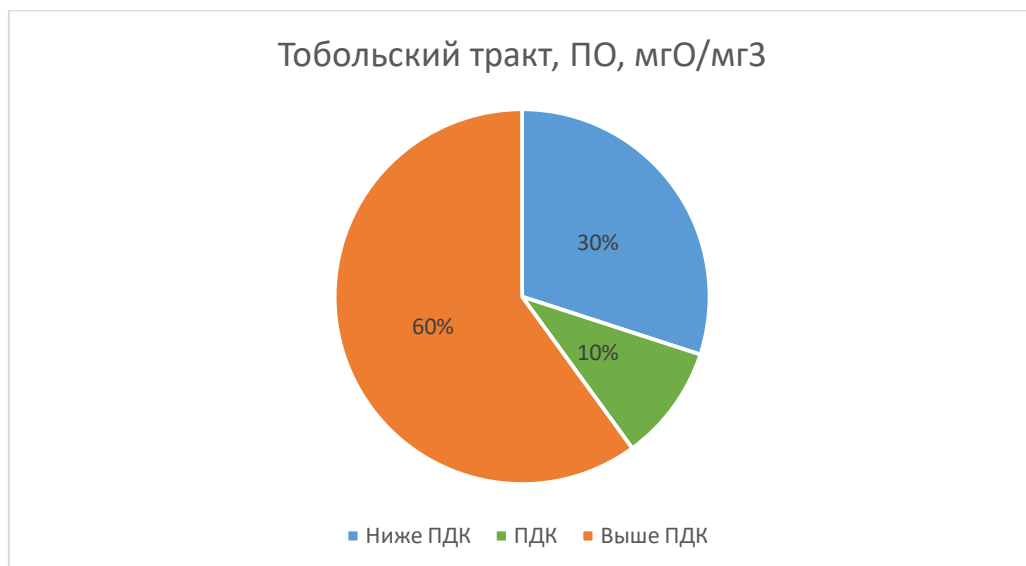


Рис.16.7 Тобольский тракт, ПО

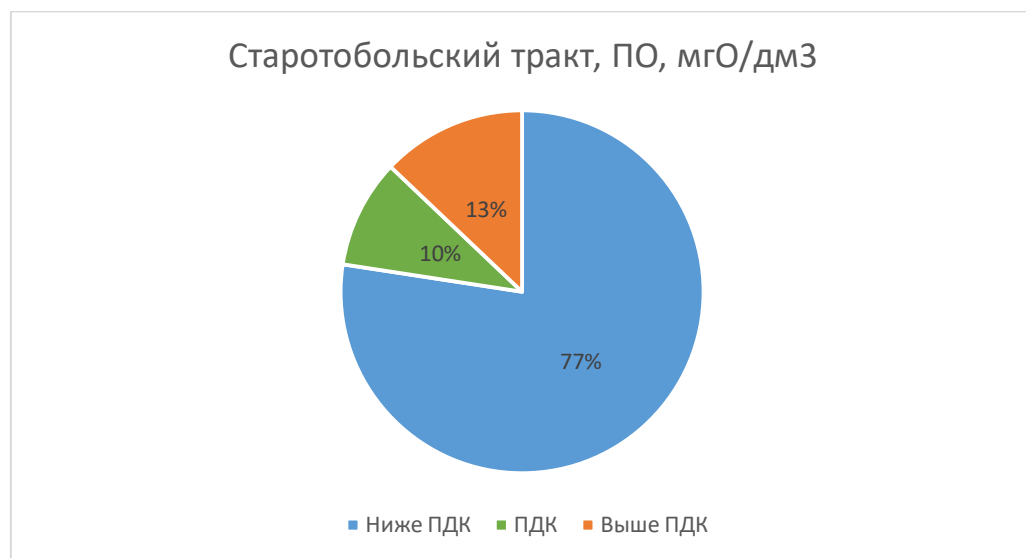


Рис.16.8 Старотобольский тракт, ПО

Касательно перманганатной окисляемости большинство проб либо ниже ПДК, либо не превышают значение ПДК, исключением являются Тобольский и Велижанский тракты, где большая часть проб оказалась превышающей ПДК.

Заключение

- 1) Водородный показатель рН в большинстве проб не превышает допустимых значений, в 60% случаев рН нейтрален, в 35% слабокислый, либо слабощелочной, что является допустимым значением для использования воды;
- 2) Содержание общего железа для вод Тюменского района превышает ПДК, среднее значение 10 ПДК-30 ПДК. Согласно СанПиН норма многократно превышена. Пиковым значением является 120 ПДК, что уже является критичным показателем;
- 3) Содержания марганца превышает ПДК, большая часть проб имеет значение равно 10 ПДК. Пиковым значением является 50 ПДК, что многократно превышает нормы;
- 4) Подавляющее количество проб воды не превышают ПДК, исключением являются пробы с Тобольского и Велижанского тракта, где более половины проб превышают ПДК;
- 5) В целом подземные воды Тюменского района, взятые из частных колодцев и скважин характеризуются высоким содержанием железа и марганца;
- 6) На основе данных, полученных в 2014г и в 2019г можно сделать вывод, что с течением времени качество воды снижается, а именно увеличивается содержание марганца и общего железа в грунтовых водах г. Тюмень, содержание марганца до 23 ПДК(2014г) и до 50 ПДК(2019г) и содержание железа до 93 ПДК(2014г) и до 120 ПДК(2019г).

Список литературы:

- 1) В. Д. Старков, Л. А. Тюлькова: Геология, рельеф, полезные ископаемые Тюменской области [Текст] : для студентов, обучающихся по геологическим, географическим, экологическим специальностям и направлениям.2010 стр. 87-89.
- 2) В. Д. Старков, Л. А. Тюлькова: Геология, рельеф, полезные ископаемые Тюменской области [Текст] : для студентов, обучающихся по геологическим, географическим, экологическим специальностям и направлениям.2010 стр. 151-163.
- 3) <https://bigenc.ru/geography/text/5575813>
- 4) Данкова И.М., Матусевич В.М. Современное состояние месторождений пресных подземных вод на юге Тюменской области // Известия ВУЗов. Нефть и газ.2006. - № 3 . С.92-98.
- 5) Владимирова А.М., Орлов В.Г., Сакович В.М. Экологические аспекты использования и охраны водных ресурсов (вод суши). - СПб.: изд. РГГМУ, 1997. - 126 с.
- 6) <https://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=31335>
- 7) Зекцер И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды. - М.: Научный мир, 2001. — 327 с.
- 8) <http://www.cawater-info.net/bk/1-2-5.htm>
- 9) Ковалевский В.С. Условия формирования и прогнозы естественного режима подземных вод. - М.: Недра, 1973. - 153 с.
- 10) Лезин В.А. Реки Тюменской области (южные районы): Справочное пособие. Тюмень: Вектор Бук, 1999. 196 с.
- 11) Михайлов, В. Н.. Общая гидрология: [учеб.для геогр. спец. вузов.

- Москва: Высшая школа, 1991. - 367 с.
- 12) Владимиров А.М., Ляхин Ю.И. и др. Охрана окружающей среды: Учебник. - Л.: Гидрометеоздат, 1991. 267-269с.
 - 13) Кондратьев К.Я. и др. Глобализация и устойчивое развитие. Экологические аспекты. - СПб.: Наука, 2005. - 249 с.
 - 14) Старков В.Д. Геология, рельеф, полезные ископаемые Тюменской области: [учеб. пособие] для студ., обуч. по геолог., географ., эколог. спец. и напр./ В. Д. Старков, Л. А. Тюлькова. - Тюмень: Дом печати, 2010. - 352 с
 - 15) <https://meganorm.ru/Data2/1/4293831/4293831806.htm>
 - 16) Ларина Н.С., Катанаева В.Г., Ларин Н.В. Практикум по химико-экологическому мониторингу окружающей среды. Шадринск, 2007. 390 с.
 - 17) <http://docs.cntd.ru/document/1200115428>
 - 18) Дерффель К. Статистика в аналитической химии. М., 1994. 268.
 - 19) Трофимова Н.С. Гидрогеохимический режим грунтовых вод юга Тюменской области // Межвуз. тем. сб. - Тюмень: ТГУ, 1989. - С. 86-92
 - 20) Физико-географическое районирование Тюменской области / Под ред. Н.А. Гвоздецкого. -М.: Изд-во МГУ, 1973. - 246 с
 - 21) http://tmntfgi72.ru/Presnie_vodi
 - 22) Старков В.Д., Тюлькова Л.А. Геологическая история и минеральные богатства Тюменской земли. Тюмень: ИПП «Тюмень», 1996. 190 с.
 - 23) Переладова Л.В. Экологическое состояние источников хозяйственно-питьевого водоснабжения Тюмени. Вестник Тюменского государственного университета - Вестник Тюменского государственного университета. 2011. № 12. Серия «Экология». Стр. 174-175.
 - 24) Старков В.Д., Тюлькова Л.А. Геологическая история и минеральные богатства Тюменской земли. Тюмень: ИПП «Тюмень», 1996. 201 с.

- 25) Постановление. Об утверждении проекта зон санитарной охраны водозабора. 2016. Стр. 10-12.
- 26) Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 76-2004. Государственная система обеспечения единства измерений. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа.
- 27) Определение содержания марганца фотометрическими методами. Москва 2015г.
- 28) Методики измерений перманганатной окисляемости в пробах питьевых, природных и сточных вод титриметрическим методом. Москва 1999г.
- 29) Методика измерений массовой концентрации железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой. Москва 1996г.
- 30) Методические рекомендации по применению методики выполнения измерений рНв водах потенциометрическим методом. Москва 2016г.