



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГУМАНИТАРНО – ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ХИМИИ, ЭКОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

**Физико-химические показатели воды Шершневого
водохранилища города Челябинска**

Выпускная квалификационная работа
по направлению 05.03.06 – Экология и природопользование
Направленность программы бакалавриата
«Природопользование»

Проверка на объём заимствований:
63,91 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

« 07 » июль 2018 г.
зав. кафедрой Химии, экологии
и методики обучения химии
С Сутягин А.А.

Выполнил:
Студентка группы ОФ-401/058-4-1
Башкатов Александр Александрович

Башкатов
Научный руководитель:
д. б. н., профессор
Левина Левина Сима Гершивна

Челябинск

2018

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. Характеристика Шершневого водохранилища	5
1.1 История возникновения водохранилища	5
1.2 Физико-химический состав и его изменение	11
1.3 Экологические аспекты загрязнения территории города Челябинска	16
ГЛАВА 2. Объекты и методы исследования	18
2.1 Объект исследования	18
2.2 Методы исследования	20
ГЛАВА 3. Результаты экспериментального исследования Шершневого водохранилища	25
3.1 Органолептические показатели вод Шершнёвского водохранилища.	25
3.2 Современное физико-химическое состояние водохранилища	25
3.3 Сравнительный анализ результатов исследования	29
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	36
ВЫВОДЫ	37
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	38
ПРИЛОЖЕНИЕ	40

ВВЕДЕНИЕ

Шершнёвское водохранилище -искусственный водоём, созданный в 1963—1969 годах на реке Миасс на территории города Челябинска и Сосновского района Челябинской области России между посёлками Полетаево и Шершни. Водоохранилище является самым близким источником всех видов водоснабжения: питьевого, производственного и хозяйственно-бытового для города Челябинска, а также населенных пунктов, входящих в состав Челябинской агломерации.

Водоохранилище испытывает большие нагрузки, обусловленные рядом природных и антропогенных факторов. Оно образовано на маловодной реке, является вторым водохранилищем в каскаде (приложение 1). [3]

Река Миасс, на которой создано Шершневское водохранилище, относится к Обскому Бассейну, она является единственной рекой в районе Челябинска. Поэтому водопотребители Челябинска и пригородов используют весь суточный расход реки Миасс.

Актуальность. В настоящее время Шершнёвский водоём является единственным источником питьевого водоснабжения Челябинска и ряда населенных пунктов в его окрестностях. Сегодня ощущается нехватка воды для обеспечения динамично развивающегося промышленного центра, и уже несколько лет на очереди введение системы, переброски части стока рек Уфы, в бассейн реки Миасс.

Водоохранилище Шершни подвергается значительному антропогенному воздействию, поэтому исследование гидрохимических параметров их влияние является важной составляющей в обеспечении экологической безопасности и устойчивости развития всего региона.

Цель работы: определение современного экологического состояния воды Шершневского водохранилища.

Задачи исследования:

1. Определение органолептических показателей
2. Определение некоторых гидрохимических показателей вод.
3. Сравнительная характеристика современного физико-химического состава вод с литературными данными.

ГЛАВА 1. Характеристика Шершневского водохранилища

Шершнёвское водохранилище создано в 1961–1969 гг. Развитие Челябинского промысла потребовало решения проблемы дефицита воды, что привело в 1960-х гг. к формированию каскада водохранилищ: Шершнёвское — Аргазинское водохранилище.

1.1 Экологические аспекты загрязнения территории города Челябинска

Шершневское водохранилище расположено на территории Челябинского городского округа в его юго-западной части. На водосборе водохранилища с востока расположена застройка г. Челябинска: жилые кварталы, производственные и садоводческие территории, транспортная инфраструктура. Основной русловой сток в водохранилище осуществляется рекой Миасс выше по течению, которой расположен регулятор каскада Аргазинское водохранилище, основное назначение которого состоит в управлении уровнем Шершневского водохранилища. Водосбор Аргазинского водохранилища с запада представляет собой производственную территорию (г. Карабаш), стоки которой поступают в водоем. В водосборе реки Миасс развита сельскохозяйственная деятельность. В непосредственной близости от уреза расположена застройка нескольких крупных сельских населенных пунктов. Водохранилище относится к водоемам руслового типа. Оно имеет 3 плеса – приплотинный, срединный и речной.[3]

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Челябинске в 2006 году проводились на 8 стационарных постах, расположенных в различных районах города.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Челябинска формируется под влиянием выбросов крупных металлургических предприятий: ОАО «Мечел», ОАО «ЧЭМК», ОАО «Челябинский цинковый завод», предприятий энергетики, а также выбросов автотранспорта, количество которого увеличивается с каждым годом.

Отбор проб атмосферного воздуха проводился на стационарных постах наблюдения на 24 загрязняющих вещества. На всех постах производились отборы проб на взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, формальдегид, фенол, сероводород, аммиак, фторид водорода, ароматические углеводороды (бензол, ксилолы, толуол, этилбензол), сульфаты растворимые, тяжелые металлы (железо, кадмий, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк), бенз(а)пирен.

В 2006 году уровень загрязнения атмосферного воздуха города очень высокий, ИЗА=17, СИ=16,2(бенз(а)пирен), НП=2,5% (взвешенные вещества). По данным наблюдений, выполненным в 2006 году, превысили предельно допустимый уровень среднегодовые концентрации: бенз(а)пирена - в 4,9 раза, формальдегида – в 2,7 раза. Средняя за год концентрация фторида водорода составила 1,0 ПДК. По остальным загрязняющим веществам средние за год концентрации были ниже предельно допустимого уровня.

В отдельные месяцы средние по городу концентрации достигали: бенз(а)пирена 12,3 ПДК, формальдегида 3,7 ПДК, фторида водорода 2,0 ПДК, взвешенных веществ 1,3 ПДК, диоксида азота 1,0 ПДК.

Наибольший уровень загрязнения атмосферного воздуха наблюдался, в основном, при неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ), способствующих загрязнению приземного слоя атмосферы. В эти периоды среднесуточные концентрации повышались: свинца до 2,2 ПДК, железа до 1,2 ПДК, магния до 1,1 ПДК, хрома до 1,0 ПДК.

Максимальные из разовых концентрации превышали санитарно-гигиеническую норму: сероводорода в 3,5 раза, взвешенных веществ в 3,2 раза, оксида углерода в 3 раза, фенола в 1,9 раза, фторида водорода в 1,8 раза, формальдегида в 1,2 раза, аммиака и оксида азота в 1,1 раза.

Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха отмечено в Центральной части города (посты №20,23,27), испытывающей влияние выбросов ОАО «Мечел», ОАО «Челябинский электрометаллургический комбинат», ОАО «Челябинский электродный завод», ОАО «Челябинский цинковый завод» и других предприятий. Кроме того, в этой части города находятся крупные автомагистрали с интенсивным движением автотранспорта.

Наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха района вносят бенз(а)пирен, формальдегид, диоксид азота, тяжелые металлы. Средние за год концентрации, превысившие нормативные значения составили: бенз(а)пирена – 5,5 ПДК, формальдегида – 3,3 ПДК. Загрязнение атмосферного воздуха диоксидом азота на постах № 20 и 27 находилось на уровне ПДК. Уровень загрязнения воздуха формальдегидом Центральной части города выше, чем в остальных районах. Наибольшее загрязнение зафиксировано в июле, когда средние за месяц концентрации формальдегида составили: в районе ул.Российской (пост №27) – 5,7 ПДК, в районе ул.Горького (пост №20) и пр.Победы (пост №23) - 4,3ПДК, а максимальная концентрация превысила норму в 1,2 раза. Максимальная концентрация взвешенных веществ составила 2,2 ПДК (в районе ул.Горького), оксида углерода – 1,4 ПДК (пост № 23 и 27), фенола – 1,8 ПДК (пост №20), аммиака – 1,1 ПДК (пост №23). формальдегида – 1,2 ПДК, аммиака – 1,1ПДК.

Основными источниками загрязнения почвы являются промышленные и бытовые отходы, сельскохозяйственное производство, автотранспорт. Опасность загрязнения почв газообразными выбросами, твердыми и жидкими

отходами определяется уровнем накопления в ней вредных веществ и возможностью вторичного загрязнения ими воды, атмосферного воздуха, воздуха жилых и общественных зданий, продуктов питания, а также влиянием на биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения.

К числу приоритетных загрязнителей почвы селитебных территорий области относятся: свинец, кадмий, никель, мышьяк, марганец, медь.

В 2014 году отмечена тенденция снижения загрязнения почвы селитебных территорий Челябинской области по санитарно-химическим показателям – на 12,2%, по содержанию тяжелых металлов – на 4,6%, по содержанию кадмия – на 1%, по паразитологическим показателям – на 0,64%

Интенсивное промышленное освоение области без наличия генеральной схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов привело к значительному загрязнению большинства водоемов области и дефициту водных ресурсов. Сброс сточных вод в пригородные водоемы составляет до 885 млн. куб. м/год и из них до 80% - загрязненные. Основными приемниками загрязненных сточных вод являются бассейны рек Миасс, Ай, Урал, Теча. В этих реках наблюдается скопление нитратов, фосфатов, аммиака, нефтепродуктов, металлов и других загрязнителей. Проблема качества воды особенно остро ощущается в Октябрьском, Троицком, Чесменском, Варненском, Карталинском, Брединском, Агаповском районах, где подземные воды отличаются повышенной минерализацией с содержанием железа более 1 мг/л. Дополнительным источником загрязнения природных вод стало нерациональное применение в сельском хозяйстве удобрений и ядохимикатов. Радиоактивное загрязнение К промышленному и сельскохозяйственному загрязнению окружающей среды в области добавилось радиоактивное - результат деятельности производственного объединения "Маяк". Наиболее крупные радиоактивные загрязнения Уральского региона и, в частности. Челябинской области

произошли в период с 1949 по 1956 годы, когда была загрязнена речная система Теча-Исеть-Тобол (суммарная активность сброшенных в реку радиоактивных отходов составила 2,7 млн. кюри), и в 1957 году - в результате взрыва емкости с высокоактивными отходами. Взрыв сопровождался выбросом радиоактивных веществ (суммарная активность - 20 млн. кюри), рассеянных ветром над районами Челябинской и Свердловской областей. Загрязненная территория получила название Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). Площадь ВУРСа в Челябинской области около 23 тыс. кв. км. Эти территории Каспийского и Кунашакского районов изъяты из хозяйственного оборота на десятилетия. Интересно, что о взрыве на "Маяке" люди в то время ничего не знали - все было засекречено. Карабаш в нем работает медеплавильный завод, выбрасывающий огромное количество вредных веществ в атмосферу, особенно много выбрасывается сернистого газа (SO_2). Окисляясь в атмосфере, он превращается в серный ангидрид (SO_3), который, реагируя с каплями атмосферной воды, превращается в серную кислоту. Она выпадает в виде дождей. Из-за этого в Карабаше нет ни травы, ни деревьев - пустыня. Вследствие плохой экологии средняя продолжительность жизни человека там 45 лет! Река Миасс – одна из крупнейших водных артерий Челябинской области. Она берет начало в Учалинском районе республики Башкортостан, протекает по территории Челябинской и Курганской областей и впадает в реку Исеть с правого берега на 218 км от устья. Длина реки 658 км, площадь водосбора 21800 кв. км. В пределах Челябинской области протяженность реки составляет 384 км, площадь водосбора 6830 кв. км; естественный сток реки зарегулирован водохранилищами и прудами.

Длина реки в пределах города - 36 км, общая площадь водной поверхности - 220 га. Ширина долины реки достигает 1 км, ширина реки ниже Шершневого водохранилища изменяется от 8 до 60 м.

Гидрографическая сеть бассейна реки Миасс на территории города представлена речками Челябка, Игуменка, Поганка и рядом мелких ручьев (в данное время все малые реки представляют собой коллектора сточных вод). Река Миасс, как водная артерия крупного промышленного центра с развитой жилищной застройкой, несет значительную антропогенную нагрузку. Свыше 20 предприятий и организаций города осуществляют сброс в реку промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, в результате чего речной сток более чем на 90 процентов состоит из сточных вод, что способствует образованию на участке реки ниже города зоны повышенного химического загрязнения.

Загрязнение реки Миасс происходит за счет сброса ливневых вод с территории города и промышленно-ливневых вод - с территории промышленных предприятий, а также за счет перелива хозяйственных стоков. Сточные воды данной категории образуются в результате контакта атмосферных осадков с загрязнениями, находящимися на территориях хранения отходов производства и потребления (шлако-, золоотвалы, шламохранилища, городские свалки мусора и снега, накопители высокотоксичных сточных вод и др.). Выпуски ливневой канализации в некоторых случаях служат коллекторами для сброса сточных вод отдельных предприятий.

Основными загрязнителями реки Миасс являются: Муниципальное унитарное предприятие "Производственное объединение водоснабжения и водоотведения" (далее - МУП "ПОВВ"), ОАО "Мечел", ОАО "Челябинский цинковый завод". Значительный объем загрязненных сточных вод в реку Миасс сбрасывается через притоки - реки Челябку и Игуменку.

Вода в р.Миасс в замыкающем створе имеет неудовлетворительное качество, так как состав воды формируется под влиянием сбросов сточных вод Челябинского промузла, а также с.Миасского, п.Лазурного и п.Мирного.

По химическому составу вода в реке относилась к гидрокарбонатному классу, группе кальция.

Кислородный режим в р.Миасс на граничном участке был относительно удовлетворительным: содержание в воде растворенного кислорода колебалось с 6,62 до 11,2 мг/л (норма > 6 мг/л), однако, в сентябре 2003г. и в июле 2004г. наблюдалось понижение концентраций до 5,42 и 4,85 мг/л. Насыщение воды кислородом изменялось в пределах 50-108% (норма > 80%).

По усредненным данным за период 2001-2005 гг. отмечалось повышенное загрязнение воды азотом аммония до 3,5 ПДК, азотом нитритов – до 7 ПДК, фосфатами – до 3 ПДК, нефтепродуктами – до 5 ПДК, органическими соединениями – до 2 ПДК.

За период наблюдений 2001-2005 гг. зафиксировано 12 случаев высокого загрязнения азотом аммония и азотом нитритов, в 2001г. в ноябре в воде обнаружен сероводород (экстремально высокое загрязнение).

Содержание в воде металлов превышало нормативный уровень: меди и цинка – в 3,3 раза, марганца – в 8,2 раза.

По комплексному показателю качества – ИЗВ – вода р.Миасс в замыкающем створе за период 2001-2005 гг. имела тенденцию ухудшения качества с переходом из III класса «умеренно загрязненная» в IV класс «загрязненная»

1.2 Физико-химический состав и его изменение

Шершнёвское водохранилище испытывает все возрастающую нагрузку и давление городской застройки, и это не может не сказываться на экосистеме водоёма и качестве воды питьевого источника.[8]

На современном этапе Шершнёвское водохранилище характеризуется цветностью воды, достигающей 37–53 градусов в периоды «цветения», и увеличивающейся до 100–120 градусов в паводковый период. Однако в 2010–2011 гг. в летний период цветность воды повышалась до 70–100 градусов, против 30–40 в предыдущие десятилетия. Многолетняя динамика водородного показателя (рН) свидетельствует о нестабильном состоянии кислотно-щелочного баланса воды в последние годы. В летний период наблюдается стойко выраженный сдвиг рН в щелочную сторону от 8,2 до 9,4. Формирование щелочных условий обычно наблюдается при массовом развитии фитопланктона в течение летних месяцев, что является показателем высокого уровня эвтрофирования водоёма. В многолетнем аспекте отмечается постепенное увеличение содержания органических веществ в воде. Так, значения БПК₂₀ с 4,5–5,5 мг/дм³ в 1987–1988 гг. возросли до 9,3–12,7 мг/дм³ в 2000-е гг. Показатель БПК₅ повысился с 2,2–2,7 в летние периоды 2003–2008 гг. до 5,5–7,0 мг/дм³ в 2009–2012 гг. Сезонная динамика азота и фосфора отражает изменения трофических условий в экосистеме в течение года: зимой, когда процессы фотосинтеза подавлены, происходит накопление биогенных элементов. Минимальные концентрации отмечаются в начале июня; в течение вегетационного периода их содержание колеблется. Многолетняя динамика минерального фосфора обладает выраженной тенденцией к росту, что так же отражает скорость антропогенного эвтрофирования водохранилища в последние годы. Содержание ортофосфатов за последние 25 лет увеличилось более чем в 30 раз, что свидетельствует об интенсивных процессах его накопления в водной экосистеме. Устойчивое повышение средних и максимальных концентраций минерального фосфора в воде наблюдается с 2008 г. Летом 2011–2012 гг., концентрации фосфат - иона в воде достигали в среднем 0,2 мг/дм³ с отдельными максимумами до 0,4 мг/дм³. В целом, за последние 5 лет средние

концентрации минерального фосфора в летний период выросли с 0,1 в 2007 г. до 0,2 мг/дм³ в 2011–2012 гг. Такие явления характеризуют повышение уровня эвтрофирования водоёма. [1]

Как следствие нарастающих процессов эвтрофирования в Шершнёвском водохранилище ежегодно в период с июня по сентябрь регистрируется массовое «цветение» фитопланктона, сопровождающееся развитием цианобактерий, достигающим максимума в июле и августе, что приводит к неблагоприятным изменениям качества воды. За многолетний период отмечено увеличение абсолютных значений максимальной биомассы от 36,7 г/м³ (1979–1980 гг.) до 52,7 г/м³ (2002 г.) и 105 г/м³ (2005 г.). Фитопланктон является чувствительным индикатором степени антропогенного воздействия на экологическое состояние водоёмов. [5]

Водорослям принадлежит ведущая роль в индикации качества воды. Способность водорослей реагировать на смену экологических условий послужила основой их успешного применения для диагностики экологического состояния водоёмов. [1]

Ежегодные максимумы численности фитопланктона Шершнёвского водохранилища значительно отличаются год от года. За многолетний период до 2000 г. максимальная численность фитопланктона отмечена в августе 1993 г. и составила 387 млн кл./л. В июле 2010 г. ситуация повторилась, когда максимальная численность фитопланктона возросла до 469,8 млн кл./л. Сезонная динамика биомассы и численности, а также видовой состав альгофлоры в водных экосистемах отражает общие черты сукцессии сообществ при антропогенном эвтрофировании водоёма. К настоящему времени в составе альгофлоры Шершнёвского водохранилища зарегистрировано 622 вида разновидностей и форм водорослей, относящихся к 8 отделам. Это свидетельствует о богатстве и высоком уровне таксономического разнообразия флоры водорослей исследуемого водоёма. В

результате структурного и количественного анализа выявлено, что видами со 100 % встречаемостью за период с 1984 по 2009 г. являются: *Aphanizomenon flos-aqua* (L.) Ralfs., *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. и *Gomphosphaeria lacustris* Chod. f. *Lacustris*. Анализ родовой насыщенности видовыми и внутривидовыми таксонами показал, что в условиях антропогенного эвтрофирования увеличивается видовое богатство сине-зеленых водорослей. За исследуемый период в Шершнёвском водохранилище отмечено увеличение количества видов *Cyanophyta*, большей частью за счёт видов рода *Anabaena*. В настоящее время, род *Anabaena* представлен девятью видами. В 1986 г. впервые найдены виды *Anabaena planctonica*, *Anabaena spiroides*, а в 2002 г. *Anabaena scheremetieva* Elenk. Оценка экологического состояния Шершнёвского водохранилища в современных условиях 167 присутствует в водоёме *Anabaena fl-aq. f. aptec.* и *Anabaena planeton*. В 2009 г. были найдены такие виды, как *Anabaena contorta*, *Anabaena constricta* и *Anabaena macrospore*. Таким образом, видно, что происходит значительное увеличение количества видов рода *Anabaena*. Также следует отметить появление с 1994 г. вида рода *Oscillatoria* *O. agardhii* Gom. Анализ встречаемости видов *Cyanophyta* показал, что за период с 1984 по 2009 г. произошло изменение структуры видового состава отдела. С 1984 по 1993 г. было относительно стабильное количество видов, которое составляло 10. С 1994 по 1996 г. наблюдалось колебание числа видов *Cyanophyta* от 8 до 12. С 1997 г. начинается неуклонное их увеличение, в 2009 г. число видов достигло двадцати. Увеличение числа видов и появление новых видов сине-зеленых водорослей является показателем высокой степени эвтрофирования водоёма. Основной вклад в количественные характеристики *Cyanophyta* вносит род *Aphanizomenon*. Наиболее часто встречаемым видом является 9 *Aphanizomenon flos-aqua* (L.) Ralfs. Этот вид в массовом количестве вызывает «цветение» воды летом. Анализ данных показал, что средняя численность

фитопланктона в течение многолетнего периода в более чем 80 % случаев больше 100 тыс. кл./см³, поэтому, согласно ГОСТу 2761-84, вода в Шершнёвском водохранилище должна быть отнесена к 3 классу качества. Состояние придонной области водоёма оценивали по характеристикам зообентоса. Как показали многолетние наблюдения, основными группами животного населения дна Шершнёвского водохранилища являются олигохеты, личинки комаров-хирономид, двустворчатые и брюхоногие моллюски. В последние годы (2010–2012 гг.) в составе бентосных обществ происходят определённые изменения, что связано с увеличением численности круглых червей (нематод) и повышением их статуса в составе донных зооценозов. Эта группа становится одним из доминантов сообщества, что особенно заметно в речном плёсе водохранилища, где доля нематод в численности зообентоса составляет 25-45 %. Одновременно отмечается увеличение численности олигохет семейства «Tubificidae», устойчивых к загрязнению вод. Всё это говорит о повышении органического загрязнения в придонной области водохранилища.[1]

Таким образом, в настоящее время в водоёме наблюдается значительное ухудшение качества воды. В целом, по комплексу показателей в настоящее время состояние экосистемы характеризуется наличием элементов экологического регресса и переходом из многолетнего устойчивого мезотрофного состояния в эвтрофное. По ряду показателей качество воды Шершнёвского водохранилища как источника централизованного водоснабжения на данный момент меняется на 3 класс качества. Это сопровождается снижением качества воды, прогрессирующим «цветением» водоёма, возрастанием 10 органического загрязнения, появлением неприятных запахов и повышением цветности воды.[5]

1.3 История возникновения водохранилища



Рис.1 Шершне́вское водохранилище

Шершнёвское водохранилище создано в 1961–1969 гг. Развитие Челябинского промысла потребовало решения проблемы дефицита воды, что привело в 1960-х гг. к формированию каскада водохранилищ: Шершнёвское — Аргазинское водохранилище. Раньше, в первые годы после постройки Шершне́вское водохранилище часто называли Шершне́вским морем (кстати, ШершнЕвским, а не ШершнЁвским, как все поголовно говорят сейчас), или даже Челябинским морем. Где-то попадалось меткое выражение, что Шершне́вское водохранилище - это "стакан, из которого Челябинск пьёт Аргазинскую воду". И поскольку Аргазинское водохранилище играет в этой связке важнейшую роль, сначала кратко остановлюсь на его истории. Река Миасс берёт своё начало в Башкирии, на восточном склоне Нуралинского хребта. В месте, где она огибает Ильменский хребет и делает крутой

поворот на юго-восток, и находится Аргазинское водохранилище. Раньше, до постройки первой плотины, на этом месте было естественное озеро Аргази, а сама территория, по свидетельствам археологов, была довольно плотно обжита. О первой настоящей плотине известно, что она была построена в 1853 году мельником Прохоровым чуть ниже выхода реки из озера Аргази. В первые годы советской власти страна начинает техническое перевооружение. В Челябинске планируется строительство электростанции, тракторного и ферросплавного заводов. Городу нужна вода. Поэтому в 1927 году в трёх километрах ниже старой плотины возводится новая, длиной 495 и высотой 7,5 метров. В 1946 году была проведена реконструкция этой плотины, после которой объём водохранилища увеличился до 554 млн кубометров. Но потребности крупного промышленного узла растут, и уже в 1982 году плотину реконструируют снова, увеличив её длину до 1500 метров, а высоту - до 15. Теперь плотина держит 980 миллионов кубометров воды. Позже существовали также планы переброски воды в Аргази из Долгобродского водохранилища в верховьях Уфы, даже было начали эту стройку, но под давлением общественности, отстаивающей неприкосновенность озера Увильды, которое должно было при этом пострадать, строительство было заморожено. Участок долины реки Миасс около посёлка Шершни, пригодный для строительства водохранилища, был выявлен ещё в 1924 году (по всей видимости, когда прорабатывался вопрос о строительстве Аргазинской плотины), но тогда до реального строительства дело так и не дошло (история посёлка - хорошая тема для отдельного разговора, поэтому я пока не буду на этом останавливаться). Разумеется, сейчас уже трудно вообразить, что всего сорок лет назад на месте водохранилища стояли дома, зрели поля, тянулись линии электропередач. Но среди заядлых рыбаков, говорят, до сих пор ходит по рукам подробная карта водохранилища, на которую нанесены места бывших деревушек.

ГЛАВА 2 Объекты и методы исследования

2.1 Объекты исследования

По генезису это водохранилище речного долинного (руслового) типа с многолетним регулированием стока. Расположение $55^{\circ}06'$ с. ш. $61^{\circ}18'$ в. д.

Длина водохранилища 18 км, ширина: наибольшая 4 км, средняя 1,6 км, площадь водного зеркала 39 км², объём воды 176 млн м³, глубина: максимальная 14 м, средняя 4,5 м, площадь водосбора 5460 км². Минерализация воды — до 400—500 мг/л. Грунты дна — илы, пески, затопленные луговые и чернозёмные почвы.

Береговая линия Шершневского водохранилища в целом имеет плавные очертания, имея равнинный микрорельеф берегов. Вдоль восточного берега слабо изрезана, с юга и запада характеризуются холмистой местностью с обрывистыми берегами с исчерченной береговой линией, имеются заводи.

Растительность прибрежной полосы представлена в основном различными видами ив, березой, кленом, ивой, тополем. Кустарники наиболее разнообразно и обильно представлены в районе восточного берега (местами плотно — шиповник, ива, бузина чёрная и акация — разбросано).[4]

Отбор пробы для гидрохимического определение воды проводилось в зимнее время года.

Пробы воды были взяты в соответствии с методикой отбор проб (Р 52.24.353-2012 Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод).

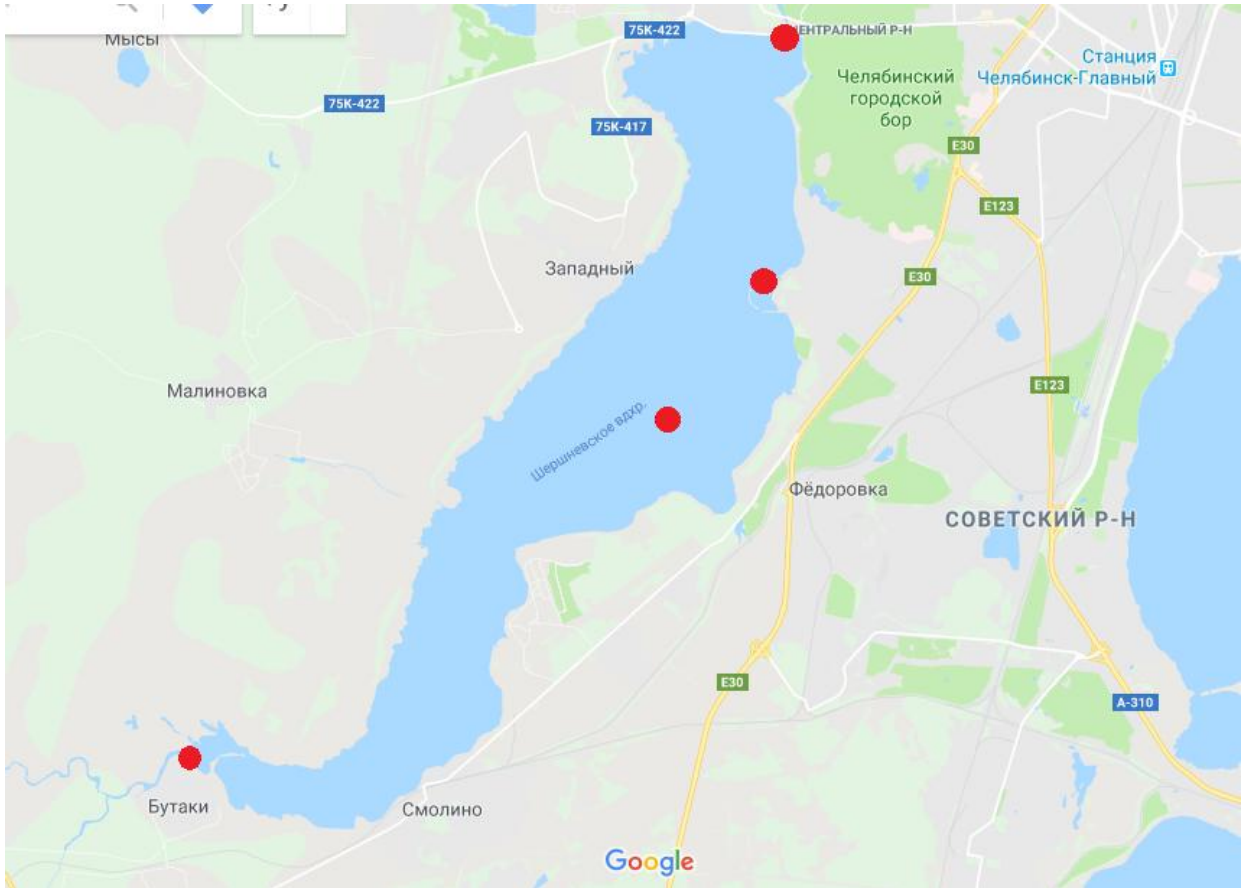


Рис.2 Точки отбора проб

В соответствии с данными требованиями была выбраны четыре точки отбора. Точки находятся в месте наблюдения активного передвижения водных масс и перемешивания, поэтому дает усредненную картину гидрохимических показателей. На карте города обозначено место отбора пробы для исследования (рис. 2):

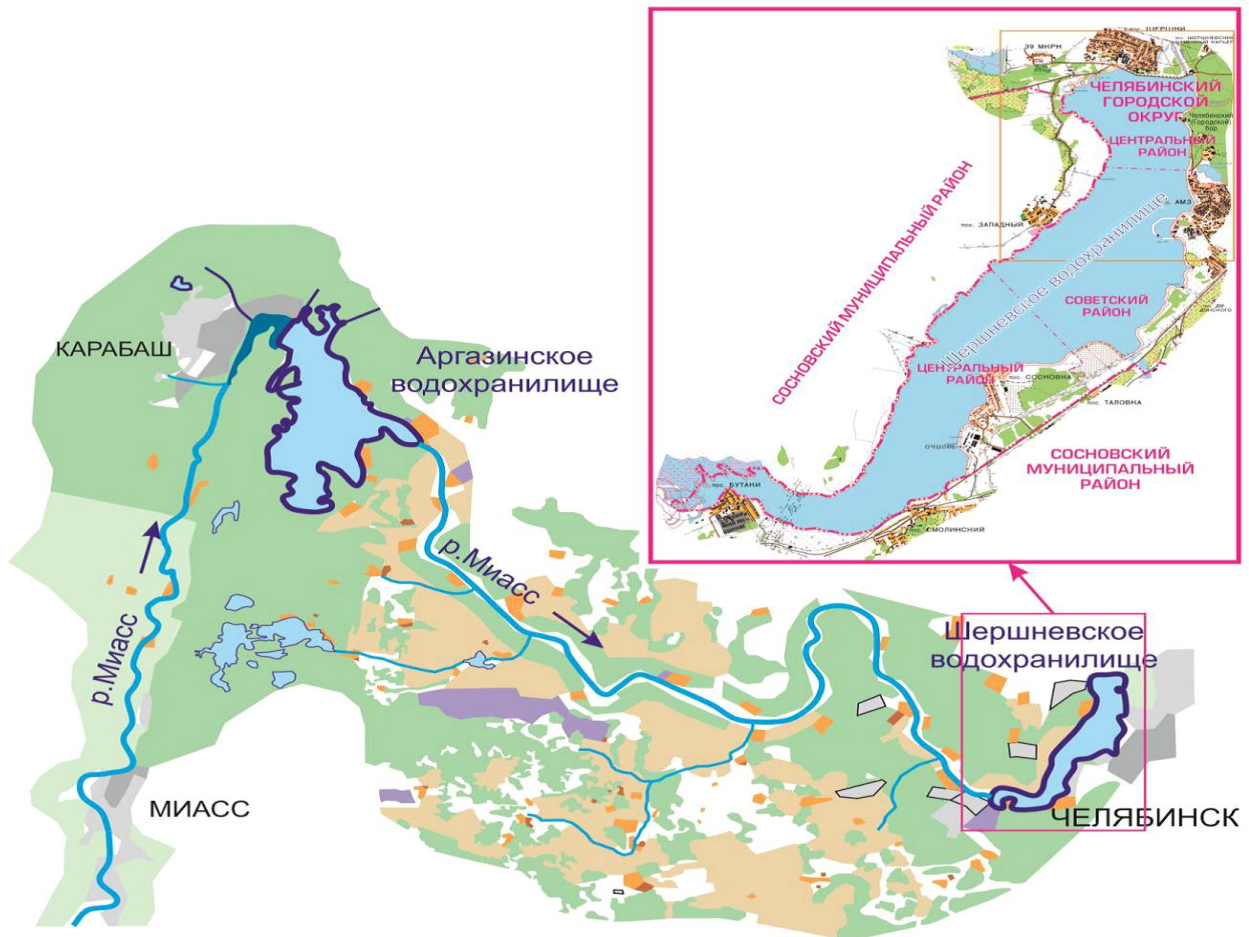


Рис.3 Каскад водохранилищ на реке Миасс и схема Шершнево́ского водохранилища

2.2 Методы исследования

В проведенной работе были определены следующие показатели: содержание перманганатной окисляемости (в соответствии с ГОСТ Р 55684-2013 Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости). Перманганатная окисляемость воды – общая концентрация потребляемого кислорода, соответствующая количеству иона перманганата, затраченного при обработке данным окислителем в определенных условиях определенной пробы воды.

Реакция окисления ионом перманганата может протекать как в кислой, так и в щелочной или в нейтральной среде. Наиболее полно реакция протекает в кислой среде, но при большом содержании хлорид-ионов в пробе перманганатную окисляемость определяют в нейтральной или в щелочной среде. Также на значение перманганатной окисляемости могут оказывать влияние такие восстанавливающие соединения, как соли железа (II), нитриты и сероводород.

Перманганатную окисляемость нельзя рассматривать как меру общего содержания органических веществ, так как многие органические соединения в этом случае окисляются лишь частично. Летучие вещества, испарение которых произошло до добавления перманганата калия, в данном стандарте не учтены. Количество растворенного кислорода (в соответствии методика определения биохимического потребления кислорода после 5 дней инкубации (бпк₅) в пробах питьевых, природных и сточных вод амперометрическим методом ндп 10.1:2:3.131-2016), биохимическое потребление кислорода - это массовая концентрация растворенного в воде кислорода, потребленного на биохимическое окисление содержащихся в воде органических и (или) неорганических веществ за 5 суток инкубации при температуре $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$ без доступа воздуха и света. Этот показатель является некоторой условной мерой загрязнения вод органическими соединениями.

Ионов аммония (Количественный химический анализ вод методика измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера ПНД Ф 14.1:2:3.1-95), фотометрический метод определения массовой концентрации ионов аммония основан на взаимодействии NH_4^+ -ионов с тетраиодомеркуратом калия в щелочной среде $\text{K}_2\text{HgI}_4 + \text{KOH}$ (реактив Несслера) с образованием коричневой, нерастворимой в воде соли основания Миллона $[\text{Hg}_2\text{N}] \cdot \text{H}_2\text{O}$, переходящей в коллоидную форму при малых содержаниях NH_4^+ -

ионов. Светопоглощение раствора измеряют при $\lambda = 425$ нм в кюветах с длиной поглощающего слоя 1 или 5 см. Интенсивность окраски прямо пропорциональна концентрации NH_4^+ -ионов в растворе пробы. Аммиака (ГОСТ 33045-2014: Вода. Методы определения азотсодержащих веществ), меди (методика измерений массовой концентрации ионов меди в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с диэтилдитиокарбаматом свинца пнд ф 14.1:2:4.48-96) и кобальта (методика выполнения измерений массовой концентрации ионов кобальта в природных и сточных водах фотометрическим методом пнд ф 14.1:2.44-96) в Шершневском водохранилище города Челябинска.

Органолептический метод(органолептика) — метод определения показателей качества продукции на основе анализа восприятий органов чувств— зрения, обоняния, слуха, осязания, вкуса.

Органолептические свойства воды – это те ее признаки, которые воспринимают органы чувств человека. Данные свойства оцениваются по интенсивности восприятия. Получаемые ощущения обусловлены как физическими характеристиками воды, так и наличием в ней каких-либо посторонних химических веществ.

Мутная, окрашенная в какой-либо цвет или имеющая неприятный запах и вкус вода неполноценна в санитарно-гигиеническом отношении даже в том случае, если она безвредна для организма человека. Это обусловлено тем, что к мутной, окрашенной и неприятно пахнущей воде человек испытывает неприятное чувство, достигающее иногда отвращения. Ухудшение свойств воды отрицательно сказывается на водно-питьевом режиме, рефлекторно влияет на многие физиологические функции, в частности, на секреторную деятельность желудка. Наличие хороших органолептических свойств воды делает такую воду пригодной для употребления человеком. Так, хорошие органолептические свойства воды очень сильно влияют на функции всех

систем организма человека. Так, чистая вода приятная на вкус, она серьезно повышает остроту зрения и увеличивает частоту сердечных сокращений, а неприятная – снижает данные показатели.

Органолептические показатели

Прозрачность. Это важный показатель чистоты воды. Под прозрачностью воды понимается ее способность пропускать свет и делать видимыми предметы, находящиеся на определенной глубине. Прозрачность воды определяется количеством содержащихся в ней механических и химических примесей.

Мутная вода всегда подозрительна в эпидемиологическом отношении, так как в ней создается питательная среда для различных микроорганизмов, а значительная мутность препятствует свободному проникновению солнечных ультрафиолетовых лучей и их бактерицидному действию на микроорганизмы.

Мерой прозрачности служит высота водяного столба, сквозь который можно различить на белой бумаге шрифт определенного размера и типа.

Методика. Исследование проводится в хорошо освещенном месте кабинета химии, но не под прямыми лучами, а на расстоянии 1 м от окна. Цилиндр устанавливается на шрифт и наполняется пробой тщательно перемешанной воды из крана, предварительно отстоявшейся 15 минут, до такой высоты, чтобы буквы, рассматриваемые сверху, стали плохо различимыми. Прозрачность по шрифту выражается в сантиметрах водяного столба и определяется с точностью до 0,5 см.

Цвет. Питьевая вода должна быть бесцветной. Окраска воды делает ее неприятной для питья. Например, желтоватый оттенок чаще всего свидетельствует о наличии в воде солей железа. Зеленоватый цвет воде придают микроводоросли.

Методика. Цилиндры с водой из крана и бутилированной водой устанавливаются на белый лист и наполняются водой до отметки 10 см.

Рядом устанавливается цилиндр с дистиллированной водой, полученной в лаборатории в специальном аппарате, также наполненный до отметки 10 см. Затем все три емкости рассматриваются сверху на белом фоне при рассеянном дневном освещении.

Запах. В коническую колбу наливается 250 мл воды, колбу закрывают стеклом и встряхивают воду из крана вертикальным движением. Затем стекло сдвигают в сторону и определяют характер и интенсивность запаха. Запаха не было. Далее колбу с водой нагревают на водяной бане до 60°C, после чего содержимое перемешивают и встряхивают. Колбу открывают и улавливают запах .

ГЛАВА 3. Результаты экспериментального исследования Шершневого водохранилища

Глава 3.1 Органолептические показатели вод Шершнёвского водохранилища

Мутность. Вода из Шершневого водохранилища после суток отстаивания и последующего фильтрования дала показатель 6 см. Зимой уровень мутности в водоёмах наиболее низкий это обусловлено наиболее низкой интенсивностью перемешивание вод.

Цвет. Вода из Шершневого водохранилища после отстаивания и фильтрования все равно осталась слабо-зеленого цвета, что говорит о наличии в ней микроводорослей.

Запах. Вода из Шершневого водохранилища после суток отстаивания и дальнейшего фильтрования все равно имела небольшой «болотный» запах.

3.2 Современный физико-химический состав вод водохранилище

Были выбраны 4 оптимальные точки для отбора проб и сделаны исследования на некоторые физико-химические показатели, результаты исследования приведены в таблице 1.

Нитрит-ионы являются промежуточными продуктами биологического разложения. В поверхностных водах нитриты, как правило, отсутствуют, либо присутствуют в незначительных количествах, что связано с формой азота в промежуточной степени окисления, т.е, и в окислительной, и в восстановительной среде возможен переход азота из степени окисления +3 либо в степень окисления +5 (нитратная форма), либо в меньшие степени

окисления (монооксид азота, аммонийная форма и др.). Поэтому наличие в воде повышенного содержания нитритов свидетельствует о ее загрязнении и деятельности микроорганизмов, интенсифицирующих процессы нитрификации и денитрификации. Данные гидрохимического анализа за 2001-18 г.г. показывают, что в течении всего исследуемого периода в воде не наблюдается превышения ПДК по нитритам. Максимум содержания нитритной формы наблюдался в период с 2012 по 2015 г.

Таблица 1.

Некоторые гидрохимические показатели

Показатель	Точка №1	Точка №2	Точка №3	Точка №4
Общие				
Щелочность мг*эquiv/л	2,16	2,41	2,77	3,01
Водородный показатель, рН	8,93	8,11	7,63	7,44
Жесткость мг*эquiv/л	4,91	4,55	4,87	4,88
Минерализация мг/л	278	326	275	308
Главные ионы, мг/л				
Хлориды	7,1	8,5	7,4	8,2
Сульфаты	25,7	25,0	22,6	42,2
Гидрокарбонаты	180,2	210,3	177,3	174,0
Калий	1,9	2,3	2,5	2,4
Натрий	15,9	16,2	12,5	15,4
Магний	17,9	20,7	12,6	22,1
Аммоний	0,057	0,162	0,389	0,610
Нитриты	0,055	0,085	0,131	0,146
Нитраты	0,950	0,626	0,299	0,170
Окисляемость, мгО/л	6,95	7,11	7,55	7,10
БПК, мгО/л	4,75	4,95	5,02	4,64
Растворенные газы, мг/л				
Кислород	9,47	8,78	9,13	6,87
Углекислый газ	3,20	2,58	4,32	7,63

Нитратная форма азота является конечной формой его окисления из других соединений азота. В связи с этим, высокое содержание этих соединений наблюдается при высоком уровне содержания кислорода, обеспечивающего процессы окисления. Попадая в организм человек, а в частности в пищеварительную систему, нитраты восстанавливаются до более токсичных нитритов, способных вызывать серьезные заболевания, например, метгемоглобинемию. Концентрации нитрат-ионов в рассматриваемый период на два порядка ниже ПДК и в целом практически равна содержанию нитритов.

Соли аммония накапливаются в воде в результате растворения аммиака, образующегося при биохимическом распаде азотсодержащих органических соединений. Растворенный аммиак (аммоний-ион) поступает в водоем с поверхностным и подземным стоком, атмосферными осадками, а также со сточными водами промышленных 27 предприятий. В поверхностных водах, насыщенных кислородом, под действием нитрифицирующих бактерий соединения аммония быстро окисляются до неустойчивой нитритной, а затем - до устойчивой нитратной, формы. Наличие аммоний - иона в концентрациях, превышающих фоновые значения, указывает на свежее загрязнение и близость источника загрязнения (коммунальные очистные сооружения, отстойники промышленных отходов, животноводческие фермы, скопления навоза, азотных удобрений, поселения и турбазы). Она характеризует нестабильность поступления этой формы в водоем, что может быть объяснено нестабильностью деятельности сельскохозяйственных объектов, являющихся основным поставщиком соединений азота в водоем (смыв удобрений с полей). В целом содержание аммонийного азота не превышает нормы по данным ВОЗ. Кроме того, содержание этой формы значительно ниже нитритной и нитратной форм.

В целом, анализируя динамику изменения форм азота в воде, можно сделать вывод о том, что Шершеневское водохранилище представляет собой водоем с достаточно интенсивной системой аэрации (об этом свидетельствует высокое содержание в воде растворенного кислорода). В присутствии окислителя происходит переход аммонийной формы азота в окисленные формы, что приводит к низкому содержанию аммонийной формы по сравнению с окисленными формами азота. В то же время, практически равное содержание нитритов по сравнению с нитратами может свидетельствовать о свежем притоке аммонийной формы, ее недавнем окислении в нитритную форму, которая еще недоокислилась в форму нитрата. Ионы меди – одна из форм, в которой в водной среде распространен этот токсичный металл, широко распространенный в природной среде. В водоемы они поступают из естественных источников (горных пород, поверхностных слоев почвы и подземных вод), со сточными водами промышленных предприятий и атмосферными осадками, которые загрязняются дымовыми выбросами, автотранспортом. В целом содержание меди в воде на три порядка ниже ПДК.

Кобальт относится к числу биологически активных микроэлементов. Повышение его концентрации является серьезным загрязнением среды. В целом содержание меди в воде на три порядка ниже ПДК. Таким образом, для вод Шершеневского водохранилища характерно относительное постоянство химического состава с незначительными флуктуациями содержания отдельных ионов, обусловленными антропогенным воздействием и протекающими биологическими процессами. В целом качество воды по определяемым показателям соответствует водоемам хозяйственно-питьевого назначения.

3.3 Сравнительный анализ результатов исследования

В период 2001-2018 г. водородный показатель соответствует нейтральным и слабощелочным водам. В целом это соответствует нормативам качества, предъявляемым к водоемам питьевого водоснабжения, некоторые повышения величины рН (рис 4) возможно обусловлены наличием в воде ионов щелочных металлов, связанных с остатками слабых кислот, например, с гидрокарбонатами.

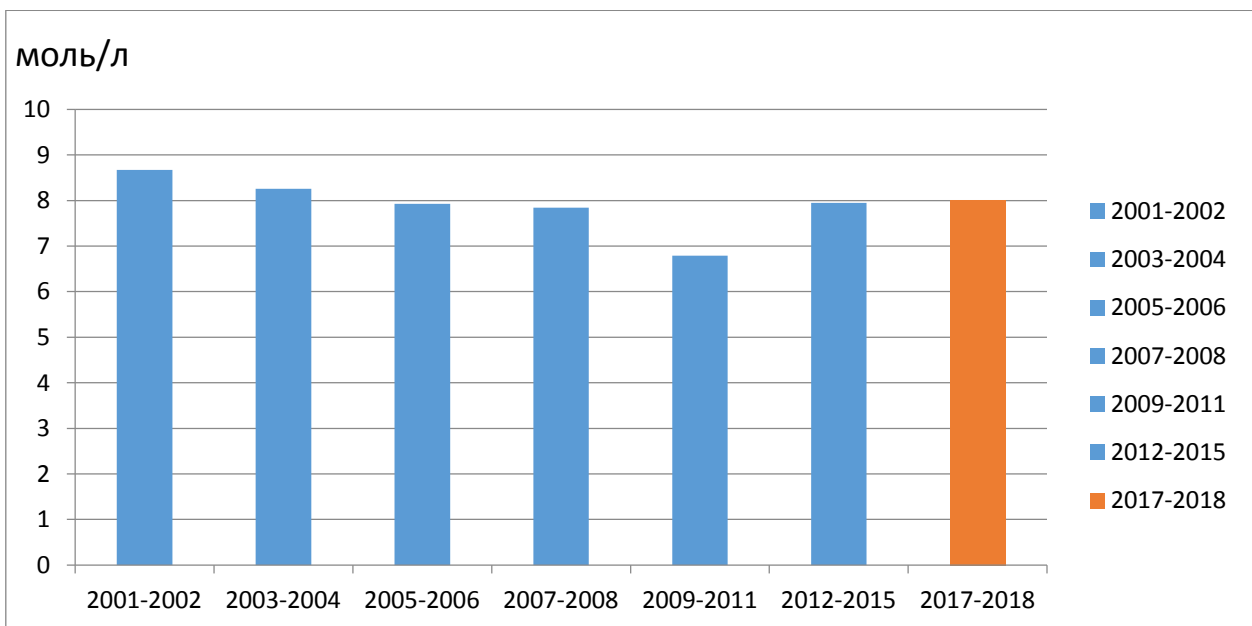


Рис 4. Динамика изменения рН среды за 2001-2018 года.

Перманганатная окисляемость отражает общую концентрацию легкоокисляемого органического вещества и неорганических восстановителей в воде. Динамика изменения величины перманганатной окисляемости в воде Шершневого водохранилища (рис. 5) показывает, что в период с 2007 по 2011 г. наблюдается ее резкое возрастание в зимний период, а в предыдущие и последующие годы ее значение падает почти в 2 раза.

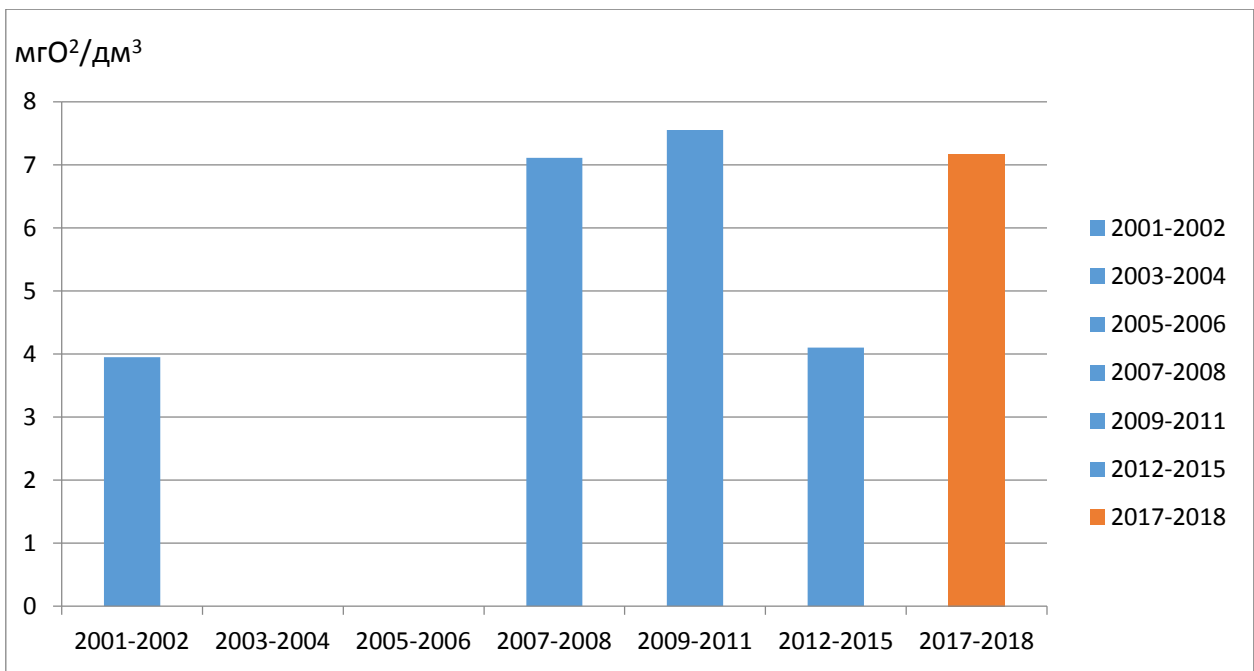


Рис 5. Динамика изменения показателей перманганатной окисляемости (мгО₂/л) за 2001-2018 года.

На современном этапе эта величина достигла прошлых показателей до 7,5 мгО₂/л, что говорит о загрязнении воды водоема. Такие закономерности можно предположительно связать с деятельностью сельскохозяйственных объектов, расположенных на водосборе реки Миасс до Шершневого водохранилища. Возможно, что в период возрастания перманганатной окисляемости происходил смыв органического вещества с полей, что привело к накоплению органического вещества в воде. Деструкция его происходит достаточно медленно, таким образом, именно в зимний период в воде накопились легкоокисляемые органические соединения – продукты деструкции сложного органического вещества почв.

Кислород является одним из важнейших растворенных газов, постоянно присутствующих в поверхностных водах, режим которого в значительной степени определяет химико-биологическое состояние водоемов. Увеличение содержания растворенного кислорода приводит к интенсификации процессов

окисления, что приводит к уменьшению в воде содержания загрязнителей. Результаты анализа содержания растворенного кислорода в воде водохранилища с 2001 по 2018 г. (рис. 6) показывают, что кислородный режим в водохранилище нестабилен: концентрация растворенного в воде кислорода периодически снижается и возрастает. от 4 мг/л до 10 мг/л на современном этапе. График изменения величины содержания растворенного кислорода согласуется с изменением перманганатной окисляемости: в период с 2008 по 2018 г. наряду с уменьшением величины перманганатной окисляемости закономерно возрастает содержание растворенного кислорода. В целом для воды содержание растворенного кислорода соответствует нормативам для вод питьевого назначения.

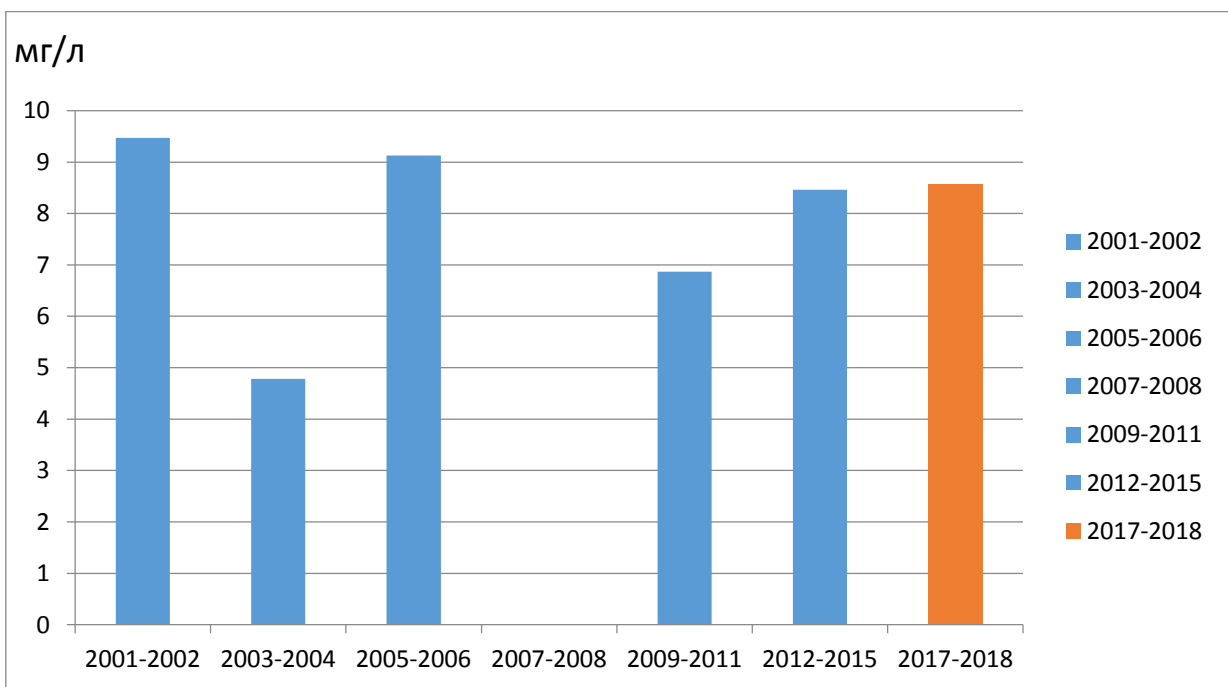


Рис 6. Динамика изменения содержания растворенного кислорода в воде (мг/л) за 2001-2018 года.

Под щелочностью природных или очищенных вод понимают способность некоторых их компонентов связывать эквивалентное количество сильных кислот. Щелочность обусловлена наличием в воде анионов слабых

кислот (карбонатов, гидрокарбонатов, силикатов, боратов, сульфитов, гидросульфитов, сульфидов, гидросульфидов, анионов гуминовых кислот, фосфатов) - их сумма называется общей щелочностью. Ввиду незначительной концентрации трех последних ионов общая щелочность воды обычно определяется только анионами угольной кислоты (карбонатная щелочность).

Результаты анализа щелочности в воде водоема с 2001 по 2016 год остаются в пределах нормы, наши показатели 2017-2018 указывают на небольшое снижение щелочности воды до уровня 2005-2006 года.

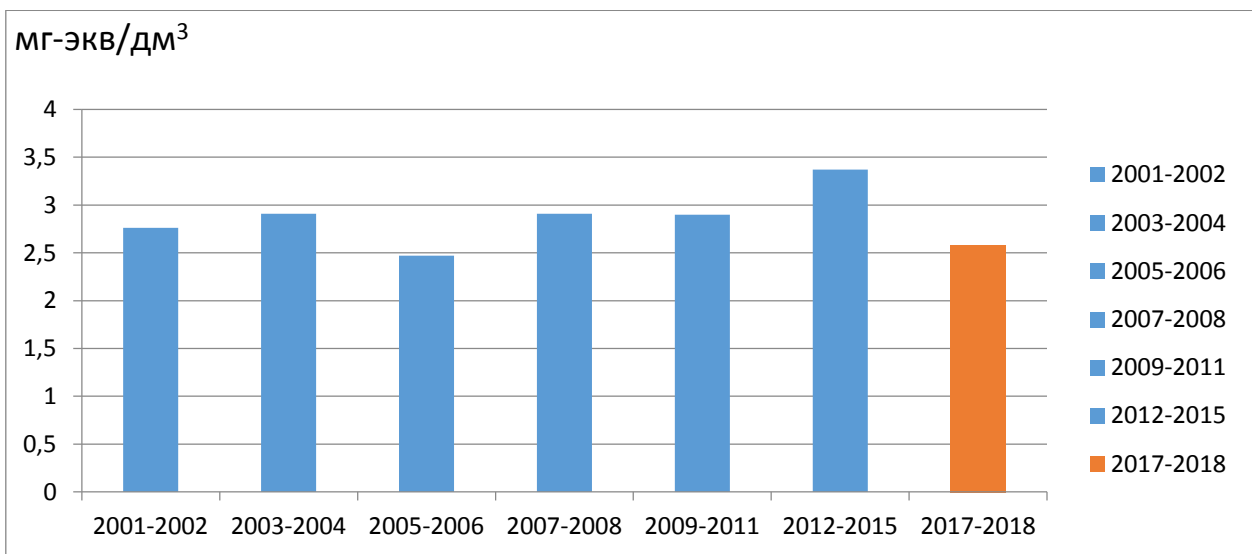


Рис 7. Динамика изменения щелочности воды (мг-экв/дм³) за 2001-2018 года.

Для водоемов, загрязненных преимущественно хозяйственно-бытовыми сточными водами, БПК₅ составляет обычно около 70% БПК_{полн.}. В зависимости от категории водоема величина БПК₅ регламентируется следующим образом: не более 3 мгО₂/дм³ для водоемов хозяйственно-питьевого водопользования и не более 6 мгО₂/дм³ для водоемов хозяйственно-бытового и культурного водопользования. Для морей (I и II категории рыбохозяйственного водопользования) пятисуточная потребность в кислороде (БПК₅) при 20°С не должна превышать 2 мгО₂/дм³.

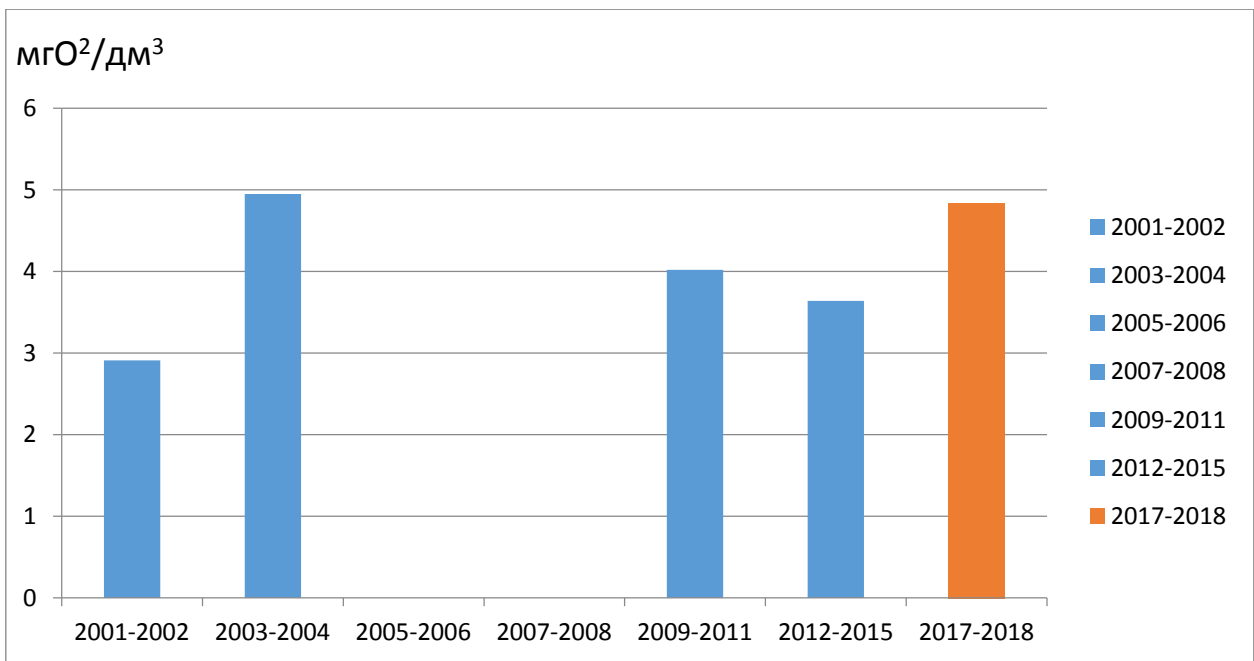


Рис. 8 Динамика изменения BPK5

В рассматриваемый период величина рН воды в контрольных точках колебалась в пределах 7,0 – 8,3, что практически не отличается от данных, полученных при исследованиях 2001 – 2015 гг. Перманганатная окисляемость отражает общую концентрацию легкоокисляемого органического вещества и неорганических восстановителей в воде. Значения перманганатной окисляемости в зависимости от места расположения контрольной точки и времени года колебалась в пределах 7,0 до 8,0 мгО²/л, что характерно для равнинных водоемов, и незначительно отличается от данных 2001 – 2015 гг. На современном этапе величина составляет до 8,5 мгО/л. В целом вода соответствует нормативам, предъявляемым к качеству вод водоемов питьевого назначения, хотя изучив анализ прошедших лет было замечено, что в 2004 и 2008 г. значения окисляемости достигали предельных значений, что требовало большей интенсивности очистки воды на водоочистных сооружениях [9]. Кислород является одним из важнейших растворенных газов, постоянно присутствующих в поверхностных водах, режим которого в

значительной степени определяет химико-биологическое состояние водоемов. Увеличение содержания растворенного кислорода приводит к интенсификации процессов окисления, что приводит к уменьшению в воде содержания загрязнителей [7]. Отмечается достаточная концентрация растворенного кислорода – содержание кислорода находится в пределах 7,0 до 9,7 мг/л. Как известно главными источниками поступления кислорода в поверхностные воды являются процессы абсорбции его из атмосферы и продуцирование в результате фотосинтетической деятельности водных организмов. Абсорбция кислорода из атмосферы происходит на поверхности водоема, скорость этого процесса повышается понижением температуры. Продуцирование кислорода в процессе фотосинтеза протекает в поверхностном слое водоема, толщина которого зависит от прозрачности воды. С другой стороны, потребление кислорода в воде связано с химическими и биохимическими процессами окисления органических и некоторых неорганических веществ. Дефицит кислорода чаще наблюдается в водных объектах с высокими концентрациями загрязняющих органических веществ и в эвтрофированных водоемах, содержащих большое количество биогенных и гумусовых веществ. Низкая концентрация растворенного кислорода в анализируемых пробах предопределена процессами эвтрофикации береговой зоны, содержащей повышенное количество биогенных элементов. Высказанное предположение подтверждается данными химического анализа. Перманганатная окисляемость воды и содержание растворенного кислорода находятся в пределах нормы, водоем характеризуется кислородным режимом, оптимальным для вод хозяйственно-питьевого назначения. Повышение значений перманганатной окисляемости в отдельные годы соотносится с уменьшением содержания растворенного кислорода в эти же периоды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уральский регион в настоящее время представляет собой высокоразвитый агропромышленный комплекс, в котором сосредоточена мощная энергетика, металлургическая, химическая, нефтехимическая, лесная, деревообрабатывающая промышленность. В ряде промышленных центров наблюдается опасное загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв, происходит деградация природных экосистем.

В целом, по комплексу показателей в настоящее время состояние экосистемы характеризуется наличием элементов экологического регресса и переходом из многолетнего устойчивого мезотрофного состояния в эвтрофное. По ряду показателей качество воды Шершнёвского водохранилища как источника централизованного водоснабжения на данный момент меняется на 3 класс качества. Это сопровождается снижением качества воды, прогрессирующим «цветением» водоёма, возрастанием органического загрязнения, появлением неприятных запахов и повышением цветности воды.

ВЫВОДЫ

- 1) По органолептическим свойствам вода данного водоема соответствует требованиям
- 2) Вода Шершневого водохранилища по показателям относится к нейтральным и слабощелочным.
- 3) Для вод водохранилища не выявлено загрязнения медью и кобальтом.
- 4) В целом вода Шершневого водохранилища по исследуемым показателям соответствует требованиям, предъявляемым к качеству водоемов, используемых для хозяйственно-питьевого водопользования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ходоровская, Н.И. Инвентаризация и ранжирование источников загрязнения Шершнёвского водохранилища [Текст]/ Н.И. Ходоровская, В.С. Сперанский, Н.М. Цейзер, С.В. Тряпицына, К.С. Чернов // Вестн. Челяб. гос. ун-та. – 2008. – № 4 (105). – Экология. Природопользование. – Вып. 1. – С. 126–128.
2. Ярушина, М. И. Флора водорослей водоёмов Челябинской области [Текст]/ М. И. Ярушина, Г. В. Танаева, Т. В. Еремкина. –Екатеринбург: УрОРАН, 2004. – 308 с.
3. Ходоровская, Н.И. Современное состояние Шершнёвского водохранилища в условиях антропогенного эвтрофирования [Текст]/ Н.И. Ходоровская, Т.В. Еремкина, В.А. Антипова // Всерос. конф. по водной экотоксикологии : в 2 ч. – Борок, 2011. – Ч. 2. – С. 177–181.
4. Дерябина, Л.В. Биологическая оценка состояния Шершнёвского водохранилища в 2007 г. [Текст]/ Л.В. Дерябина, Е.В. Сафонова, Е.А. Пряхин [и др.] // Вестн. Челяб. гос. ун-та. – 2008. – № 4 (105). – Экология. Природопользование. – Вып. 1. – С. 128–131.
5. Макрушин, А.В. Биоиндикация загрязнений внутренних водоемов. Биологические методы оценки природной среды [Текст]/ А.В. Марушин. – М.: Наука, 1978. – 134с
6. Афанасьева, Ю.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды [Текст] / Под ред. Афанасьева Ю. А. – Изд-во МНЭПУ, 2001. – 234с.
7. Абакумова, В.А. Руководства по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем [Текст]/ под ред. В.А. Абакумова. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 345 с.

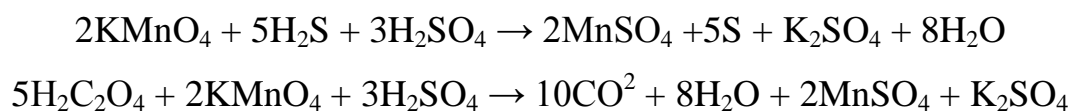
8. Булгаков, Г.Н. Контроль природной среды, как совокупность методов биоиндикации, экологической диагностики и нормирования. [Текст]/ Г.Н. Булгаков. // ВИНТИ – Пермь. 2003. – 88 с.
9. Голд, З.Г. Оценка качества вод по химическим и биологическим показателям: пример классификации показателей для водной системы руч. Черемушный–Енисей [Текст]/ З. Г. Голд // Водные ресурсы. – 2003. – 58 с.
10. Кирин, Ф.Я. География Челябинской области: учебное пособие для учащихся [Текст]/ Ф.Я. Кирин. – Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2003. – 233 с.
11. Нохрин, Д.Ю. Химический состав и качество воды Шершневого водохранилища в 2001-2009 годах [Текст]/ Д.Ю. Нохрин, Ю.Г. Грибовский, Н.А. Давыдова, А.Ю. Арсентьева // Вестник ЧелГУ. – 2010. – №8 (189) – 154 с.
12. Намсараев, Б.Б. Полевой практикум по водной микробиологии и гидрохимии: метод. пособие [Текст] / Б.Б. Намсараев, Д.Д. Бархутова, В.В. Хасинов. – Улан-Удэ, изд. Бурятского госуниверситета, 2006. – 65 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Определение химических показателей

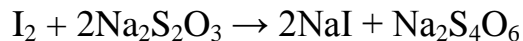
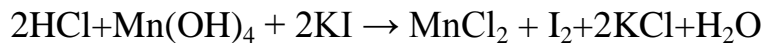
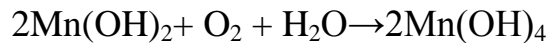
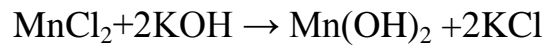
Для определения перманганатной окисляемости воды использовали титриметрический метод в варианте редоксиметрии (перманганатометрия, метод Кубеля). Метод основан на взаимодействии окислителя – перманганата калия с восстановителями, растворенными в воде, с последующим взаимодействием остаточного перманганата с 15 эквивалентным количеством щавелевой кислоты в кислой среде и определением остаточной кислоты обратным титрованием перманганатом:



Таким образом, данный метод позволяет определить наличие в воде растворенных неорганических восстановителей, а также легкоокисляемых органических восстановителей. Резкое повышение окисляемости свидетельствует о загрязнении источника и требует применения соответствующих мер для ее очистки. Внезапное повышение окисляемости возникает вследствие загрязнения ее бытовыми стоками. Поэтому величина окисляемости - важная гигиеническая характеристика воды.

Определение содержания растворенного кислорода в воде проводили методом йодометрического титрования, основанного на применении стандартного раствора тиосульфата натрия в качестве восстановителя для титрования йода, выделившегося при взаимодействии иодида калия с соединениями Mn (IV). Образование Mn (IV) происходит при взаимодействии соединений Mn (II) с эквивалентным количеством кислорода, которому в итоге эквивалентно количество образующегося йода.

Таким образом, титрование выделившегося йода позволяет определить содержание растворенного кислорода.



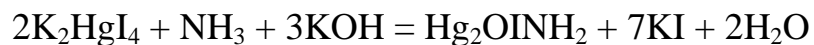
Для определения ионов меди использовали карбаматный метод, основанный на взаимодействии ионов меди (II) с диэтилдитиокарбаматом натрия в слабо-аммиачном растворе с образованием диэтилдитиокарбамата меди желто-коричневого цвета.

Для устранения мешающего влияния железа и жесткости воды к образцу добавляют раствор тартрата калия – натрия (сегнетовой соли). При цветности воды более 200 пробу обесцвечивают персульфатом аммония при кипячении.

Определение ионов кобальта проводили с использованием нитрозо-R-соли (1-нитрозо-2-нафтол,3,6-дисульфонат натрия), взаимодействуя с которой ионы кобальта образуют комплексы, окрашенные в красный цвет.

Мешающее влияние при определении могут оказывать ионы меди и железа (II), с которыми нитрозо-R-соль образует соединения коричнево-желтого и зеленого цвета соответственно. Эти соединения разрушаются при кипячении с разбавленной азотной кислотой, при этом кобальт окисляется до Co^{3+} и образует прочное окрашенное комплексное соединение красного цвета.

Метод определения ионов аммония основан на способности свободного аммиака и ионов аммония образовывать с щелочным раствором йода ртути (II) окрашенное в желтый цвет соединение – йодид меркураммония.



Этим методом определяют содержание свободного аммиака, ионов аммония и аммиака, входящего в некоторые белковые соединения (альбуминоидный аммиак). При низкой концентрации аммиака и ионов аммония получают коллоидный раствор, пригодный для колориметрирования. При большом содержании (больше 3 мг/л) выпадает бурый осадок, мешающий определению. В этом случае определение необходимо проводить после разбавления пробы безаммиачной водой.

Методика отбора пробы воды (для питьевых нужд) на химический анализ

Для пробы воды необходима чистая пластиковая бутылка из-под минеральной или питьевой воды. Недопустимо отбирать пробы в бутылки из-под пива, кваса, фруктовой воды и т.д.

Для проведения химического *анализа природной и сточной воды* емкость бутылки должна составлять 1,5-2,0 л.

Перед отбором необходимо спускать воду из источника в течение 3 минут.

Ополоснуть бутылку данной водой от 3 до 5 раз.

Наполнить бутылку водой доверху так, чтобы некоторое количество воды перелилось через край.

Плотно закрыть бутылку с водой так, чтобы между пробкой и водой не осталось прослойки воздуха.

В случае невозможности доставки бутылки с водой в *лабораторию анализа воды* в день отбора пробы, допускается её хранение в холодильнике в течение суток.

Методика определения перманганатной окисляемости воды

Оборудование : плоскодонные колбы на 250-300 мл, стеклянные шарики или кусочки фарфора («кипелки»), электроплитка, бюретка, воронка, пипетки на 5 и 10 мл.

Реактивы: дистиллированная вода, серная кислота (1:3), щавелевая кислота 0,01Н, перманганат калия 0,01Н в серной кислоте (1:15) .

Ход определения: В коническую колбу помещают 100 мл исследуемой воды, «кипелки», приливают 5 мл серной кислоты) и 10 мл перманганата калия.

Смесь нагревают до кипения и кипятят точно 10 мин, закрыв маленькой конической воронкой для уменьшение испарения. К горячему раствору прибавляют 10 мл щавелевой кислоты и титруют обесцвеченную горячую смесь перманганатом калия до слабо- розового окрашивания .

Если в процессе кипячения содержимое колбы потеряет розовую окраску или побуреет, то определение повторяют, разбавив исследуемую вод или уменьшив концентрацию перманганата. Определение так же повторяют, если при обратном титровании израсходовано более 7 мл или менее 2 мл перманганата калия.

Величину перманганатной окисляемости (мг О/л) рассчитывают по формуле:

$$X = (A - B) * K * 0,01 * 8 * 1000, \text{ где}$$

A – объем перманганата калия, израсходованный на титрование исследуемой пробы мл;

B – объем раствора перманганата калия, израсходованный на титрование холостой пробы мл;

K – поправка к титру раствора перманганата натрия;

V - объем пробы , взятой для анализа.

Методика определения содержания растворенного в воде кислорода

Оборудование: кислородные склянки 100-200 мл, плоскодонные колбы на 250-300 мл, бюретка, воронки, пипетки на 5 и 10 мл.

Реактивы: сульфат или хлорид марганца (II), щелочной раствор йодида калия, хлороводородная кислота (2:1), тиосульфат натрия 0,02 N , крахмал , 0,5 % раствор.

Ход определения:

При взятии пробы на кислород соблюдают все меры предосторожности против попадания в пробу атмосферного воздуха. Пробу отбирают в кислородную склянку на 100-200 мл с притертой пробкой. При взятии пробы на кислород с помощью батометра , резиновую трубку опускают до дна склянки , пропуская несколько объемов воды , и наполняют так , чтобы вода переливалась через край.

Кислород фиксируется на месте тотчас же после отбора пробы. Для этого вводят пипеткой 1 мл раствора сульфата или хлорида марганца и 1 мл щелочного раствора йодида калия на 100-150 мл пробы (объем вылившийся жидкости собрать и измерить). После введения реактивов закрывают склянку пробкой, следя за тем, чтобы в ней не осталась пузырьков воздуха. Затем содержимое тщательно перемешивают многократным переворачиванием склянки. В таком состоянии пробу можно оставить для транспортировки , но

не больше, чем на сутки. Перед титрованием (осадок должен хорошо осесть) приливают 5 мл соляной кислоты (2:1), при этом часть жидкости сливают через край, что не имеет значения для определения (вылившую жидкость собрать и измерить ее объем).

Склянку закрывают пробкой (воздуха под которой не должно быть), и содержимое тщательно перемешивают; осадок гидроксида марганца, выпавший в щелочной среде, растворяется, окисляясь образующийся в результате реакции йод, выделившийся йод окрашивает раствор в желтый цвет.

После этого всю пробу переливают в колбу на 250-300 мл и быстро титруют 0,02 н раствором тиосульфата натрия при непрерывном помешивании до слабо желтого цвета, после чего прибавляют 1 мл 0,5% раствора крахмала и продолжают по каплям титровать до исчезновения синей окраски. Окраска должна исчезнуть от одной капли тиосульфата натрия.

Содержания растворенного кислорода в воде (мг/мл) рассчитывается по формуле:

$$X = A \cdot N \cdot 8 \cdot 1000 / V1 - V2,$$

Где А – объем раствора тиосульфата натрия, затраченного на титрование пробы, мл;

Н – концентрация раствора тиосульфата натрия с учетом поправки;

V1 – объем пробы в склянке, мл;

V2 – объем воды, вылившейся при введении реактивов для фиксации кислорода, мл.

Кроме абсолютного значения содержания растворенного кислорода, вычисляют процент насыщения воды по отношению к нормальному содержанию кислорода при данном давлении и температуре.

Процент насыщения кислородом рассчитывают по формуле:

$$(\text{насыщ. \%}) = A \cdot P_0 \cdot 100\% / A_0 \cdot P, \text{ где}$$

А – количество кислорода, мг/л, по анализу;

A_0 – количество кислорода при данной температуре и давлении P_0 (760мм рт.ст. или 101,3 кПа);

P - давление фактическое , мм рт.ст. или кПа.

Определение меди в природных водах с диэтилдитиокарбаматом натрия

Оборудование: конические колбы, мерные пробирки на 10 мл, пипетки на 5 мл, КФК-3 с набором кювет, мерные колбы на 50 мл.

Реактивы: аммиак (1:4), тартрат калия 0,1%, соляная кислота (1:1), крахмал растворимый 0,25%, N,N- диэтилдитиокарбамат натрия 0,1% .

Отбирают 0-1-2-5-10-20-30 мл рабочего раствора мерной пипеткой , что соответствует содержанию 0-1-2-5-10-20-30 мкг меди (||), переносят в мерную колбу на 50 мл и разбавляют дистиллированной водой до 50 мл. Переливают раствор в коническую колбу на 100 мл и последовательно прибавляют 1 мл 0,1% тартрата натрия, 5 мл NH_3 , 1 мл раствора крахмала, 5 мл диэтилдитиокарбамата натрия. После добавления каждого реактива раствор перемешивают. Измеряют оптическую плотность в кюветах толщиной 5 см при длине волны 430нм, по отношению к контрольному раствору.

Определение кобальта при помощи нитрозо-И-соли

При определении кобальта в отсутствии посторонних веществ к слабокислому раствору соли кобальта прибавляют нитрозо-Я-соль, при этом образуется растворимый красный комплекс.

Оборудование: конические колбы, пипетки на 5 мл, фотоколориметр – КФК.

Реактивы: Нитрозо-Я-соль, 0. 1%-ный водный раствор. Ацетат натрия, 10%-ный раствор. Стандартный раствор соли кобальта. Навеску 0,4769г

перекристаллизованного и высушенного на воздухе сульфата кобальта $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ или 0,2631 г безводного CoSO_4 растворяют в 1 л дистиллированной воды. 1 мл такого раствора содержит 0,1 мг кобальта.

Для работы готовят каждый день разбавленный раствор. Отбирают 10 мл приготовленного раствора в мерную колбу на 100 мл, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают. Разбавленный раствор содержит 10 мкг кобальта в 1 мл.

При приготовлении серии стандартных растворов:

1. Обратит внимание на объем соли Co^{2+}
2. Промежуток времени от приливания нитрозо-Я-соли до измерения оптической плотности.

В мерную колбу на 25 мл вводят:

0,10; 0,20; 0,30; 0,5; 0,6; 0,9; 1,5; 2,0; 3,0; 4,5 мл разбавленного (10 мкг в 1 мл) стандартного раствора; 2 мл 0,1 %-ного раствора нитрозо-Я-соли; 1,5 мл 40 %-ного раствора ацетата натрия; прибавляют 0,3 мл соляной кислоты (1:1); одну — две капли азотной кислоты (1:1).

Раствор кипятят одну минуту, затем прибавляют 1 мл азотной кислоты (1:1) и продолжают кипячение еще одну минуту. Колбу с раствором охлаждают под краном, доводят объем раствора водой до метки, перемешивают и измеряют оптическую плотность раствора при 500-530 нм.

Ход анализа:

Испытуемый раствор, содержащий от 0,5 до 20 мкг кобальта в 15 мл, помещают в мерную колбу на 25 мл, прибавляют 2 мл 0,1 %-ного раствора нитрозо-Я-соли, 1,5 мл 40 %-ного раствора ацетата натрия, 0,3 мл соляной кислоты (1:1), одну-две капли азотной кислоты (1:1). Раствор кипятят 1 мин, затем прибавляют 1 мл азотной кислоты (1:1) и продолжают кипячение еще 1 мин. Колбу с раствором охлаждают под краном, доводят объем раствора водой до метки, перемешивают, измеряют оптическую плотность раствора

при 500-530нм. По калибровочному графику находят содержание кобальта. При содержании от 0,005 до 1,0 мг/л погрешность измерений не превышает $X \pm 0,25X$.