

Конкурс молодежных проектов
"Челябинская область - это мы!"

Научно-исследовательский проект
*«Изучение качества воды р. Урал ниже по течению
от г. Магнитогорска в летний период»*

Проект подготовлен
Учащимися 10 класса МАОУ «Академический лицей», г. Магнитогорск

Новицкая Ульяна Руслановна
Котельникова Екатерина Владимировна
Кочукова Марина Сергеевна

Магнитогорск
2014

ВВЕДЕНИЕ

Челябинская область расположена на водоразделе трех бассейнов рек – Волги, Урала и Тобола, которые являются основными источниками водоснабжения всех отраслей экономики и населения Южного Урала. Урал – самая протяженная и многоводная река Челябинской области (9).

Высокая концентрация на территории области экологически опасных производств ведет к чрезвычайно высокому уровню техногенных нагрузок на водные объекты области. Область занимает восьмое место в России по объемам сброса загрязненных сточных вод в водные объекты. На качество водных объектов по всей территории области оказывают негативное воздействие сбросы промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, смывы во время половодья и дождевых паводков с сельскохозяйственных полей удобрений и других загрязняющих веществ, а также выбросы в атмосферу огромного количества загрязняющих веществ (3).

Наиболее загрязнены реки, протекающие по территориям промышленных городов. Так З.Ф. Кривопалова указывает, что вода Урала, протекающего в зоне промышленного освоения, по химическому составу, содержит повышенные концентрации солей тяжелых металлов (5). А.М. Гареев отмечает, что в результате влияния Верхнеуральского, Магнитогорского промышленных узлов вода Урала загрязнена нефтепродуктами, фенолами, сульфатами, ионами тяжелых металлов, а также органическими веществами, поступающими в составе хозяйственных стоков (1).

Повышенная техногенная нагрузка на р. Урал требует проведения регулярного мониторинга природных вод.

Цель проекта - исследовать качество воды р. Урал ниже по течению от города Магнитогорска в летний период.

Задачи проекта:

1. Определить массовую концентрацию иона аммония, общего железа, карбонатов, гидрокарбонатов, карбонатную жесткость, щелочность в воде р. Урал ниже по течению от города Магнитогорска в летний период.

2. Изучить гидрофизические свойства воды - температуру, водородный показатель, цветность, общую жесткость в воде р. Урал ниже по течению от города Магнитогорска в летний период.

3. Составить карту химического загрязнения реки Урал на протяжении 120 км от места впадения реки Худолаз.



ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бассейн реки Урал. Гидрология

Урал – река в Восточной Европе. Река начинается четырьмя постоянно действующими ключами на склонах горного массива, входящего в систему хребта Урал-Тау (Южный Урал), и в 18 км севернее с.Бурангулово, река впадает в Каспийское море (9).

Длина реки 2428 км, из них 377 км приходится на территорию Челябинской области. Река протекает по территории Верхнеуральского, Агаповского и Кизильского сельскохозяйственных районов. Справа в Урал впадают Малый Кизил, Янгелька, Худолаз и Большой Кизил, а слева — Гумбейка, Зингейка и Большая Караганка (1).

Бассейн реки Урал охватывает пять природных зон и протекает по территориям трех субъектов РФ (Оренбургская и Челябинская области, Республика Башкортостан) и трех субъектов Республики Казахстан (Актюбинская, Западно-Казахстанская и Атырауская области).

1. Бассейн реки Урал. Факторы нагрузки

Экологическая обстановка в бассейне Урала оценивается как напряженная. Имеет место зарегулирование стока верхнего течения Урала и его притоков, распашка земель, вырубка пойменных и водораздельных лесов, истощение водно-биологических ресурсов, интенсивная хозяйственная деятельность (1).

На территории Российской Федерации основными источниками загрязнения реки являются промышленные предприятия Магнитогорска и Оренбургской области. Негативное воздействие на реку оказывают Оренбургский и Карачаганакский газопромышленные комплексы; зоной особого экологического риска являются скопления трубопроводных коммуникаций в долине Урала и создание предприятий по добыче и переработке углеводородного сырья (2, 3).

На территории Челябинской области основной вклад в загрязнение реки Урал вносят предприятия черной и цветной металлургии, химической,

нефтеперерабатывающей, горнодобывающей и горноперерабатывающей отраслей промышленности (2).

На качество водных объектов по всей территории области оказывают негативное воздействие сбросы промышленных и хозяйственно-бытовых неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, смывы во время весеннего половодья и летних дождевых паводков с сельскохозяйственных полей и угодий удобрений и других загрязняющих веществ, а также выбросы в атмосферу огромного количества загрязняющих веществ.

Водотоки, пересекающие границы сопредельных территорий, осуществляют трансграничный перенос загрязняющих веществ, нанося урон экологическому состоянию водных ресурсов: приток р. Урала – р.Худолаз имеет неудовлетворительное качество воды (4).

2. *Загрязнение рек бассейна Урала*

Река Урал в своих верховьях (до Магнитогорска), и все его степные притоки не испытывают значительного влияния промышленных производств. Азотистое загрязнение, фиксируемое здесь периодически, обязано своим появлением сбросам органики — отходов ферм. Река самоочищается (3).

В черте Магнитогорска река Урал является как источником технического водоснабжения, так и приемником промышленных сточных вод крупнейшего гиганта отечественной индустрии ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», а также хозяйственно бытовых сточных вод очистных сооружений городов Верхнеуральска и Магнитогорска.

Со сточными водами в Урал поступает более 5 тыс. тонн загрязняющих веществ, среди которых необходимо выделить нитриты, нитраты, взвешенные частицы и биохимически активные вещества (4,5).

В Магнитогорском водохранилище повышена минерализация воды, значительно увеличено количество растворенных солей, сульфат-иона, биогенных соединений и тяжелых металлов. Все это вместе взятое не позволяет считать качество воды удовлетворительным (4,5).

З.Ф. Кривопалова указывает, что вода Урала, протекающего в зоне промышленного освоения, по химическому составу, содержит повышенные концентрации солей, тяжелых металлов, относится к сульфатному классу. Исследование направленности гидрохимических процессов в водохранилищах реки показало, что в Верхнеуральском водохранилище характерна аккумуляция железа с преобладанием процессов самоочищения. В Магнитогорском водохранилище ярко выражено загрязнение воды, особенно по меди и цинку (4).

А.М. Гареев отмечает, что в результате влияния Верхнеуральского, Магнитогорского промышленных узлов вода Урала загрязнена нефтепродуктами, фенолами, сульфатами, ионами тяжелых металлов, а также органическими веществами, поступающими в составе хозяйственно-фекальных стоков (1).

Контрольный граничный створ на р.Урал находится в районе с.Ершовского, 0,5 км ниже впадения р.Большой Караганки. Вода р.Урал в граничном створе характеризовалась в период 2001-2005 гг. средней минерализацией и по химическому составу относилась к гидрокарбонатному классу, группе кальция. Содержание растворенного в воде кислорода варьировало в пределах 6,43-14,7 мг/л, насыщение воды кислородом – 44-160%.

Содержание в воде биогенных веществ (азотистых и фосфорных соединений), органических соединений (БПК₅), в основном, не превышало нормативных значений, за исключением случаев повышения концентраций до 1,3-1,5 ПДК во время весенних половодий, в результате попадания загрязняющих веществ в реку с поверхностным стоком(6, 7).

Содержание в воде металлов составляло в среднем: меди 3,0 ПДК, цинка – 3,3 ПДК, марганца – 8,3 ПДК (5) .

Данные за период 1990-1999 годов показывают, что на российско-казахстанской границе (д. Январцево) содержание меди и фенола в реке Урал превышало предельно допустимую концентрацию (ПДК) в 10-12 раз, превышение норм по гексахлору и линдану составило 1-18 ПДК. Воды реки

Урал в районе города Оренбург содержат железо, нефтепродукты, аммонийный и нитратный азот, среднегодовые концентрации которых колеблются от 5 до 40 ПДК. Наблюдается устойчивое загрязнение органическими веществами, тяжелыми металлами, особенно вблизи населенных пунктов. Качество воды находится на уровне 2 и 3 класса «умеренно загрязненная» (6,7).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование гидрофизических параметров и химического состава воды реки Урал проводилось в период 19-30 июня 2014г. Пробы воды для исследования брались в 7 точках ниже по течению от города Магнитогорска (рис. 1):

Точка 1 - в месте впадения реки Худолаз;

Точка 2 – 7 км ниже по течению от деревни Грязнушинский;

Точка 3 – в 4 км выше по течению от пос. Ершовка;

Точка 4 – пос. Ершовский, место впадения реки Караганка;

Точка 5 - 6 км выше по течению от деревни Богдановка;

Точка 6 - 3 км ниже по течению от деревни Березовка;

Точка 7 - 1,5 км ниже по течению от отделения Уральское.

Отбор проб производился согласно общепринятой методике, пробы анализировались в день отбора. Для отбора проб использовались бутылки из полимерного материала (8).

В воде определяли цветность, водородный показатель, общую жесткость, железо общее, массовую концентрацию иона аммония, карбонаты, гидрокарбонаты, карбонатную жесткость и щелочность. Для экологической оценки вод использовали кратность превышения предельно допустимых концентраций для водоемов рыбохозяйственного назначения.

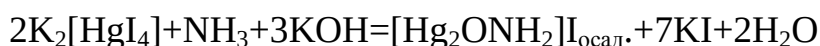
Дополнительно в каждой точке отбора пробы измерялась температура воды.

1. Определения массовой концентрации иона аммония.

Метод определения массовой концентрации иона аммония является колориметрическим и пригоден для анализа питьевой и природной воды (8).

ПДК ионов аммония в воде водоемов составляет 2,6 мг/л. Диапазон определяемых концентраций аммония в воде при фотоколориметрическом определении составляет – от 0,2 до 4 мг/л.

Определение основано на реакции иона аммония с реактивом Несслера с образованием окрашенного в щелочной среде в желтый цвет соединения:



Ход анализа:

1. Объем исследуемой пробы - 5 мл. В анализируемую пробу воды добавляется 0,01 г сегнетовой соли и 0,25 мл реактива Несслера. Содержимое пробирки перемешивается.
2. Окрашенная проба помещается в кювету (10 мм) и определяется значение ее оптической плотности на фотоколориметре «Экотест-2020» при длине волны 430 нм относительно холостой пробы.

2. Определение водородного показателя

Водородный показатель (рН) представляет собой отрицательный десятичный логарифм молярной концентрации водородных ионов в растворе. Величина рН природной воды определяется, как правило, соотношением концентраций гидрокарбонат-ионов и растворенного CO₂.

Визуально-колориметрический метод определения рН основан на реакции водородных ионов с универсальным индикатором в водной среде (8). Диапазон определяемых значений водородного показателя: 4,5-11 рН.

Ход анализа:

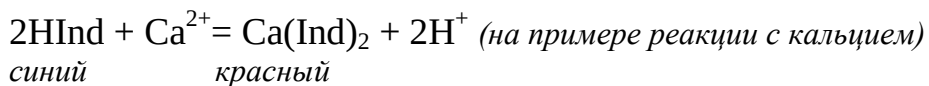
1. Объем исследуемой пробы воды - 5 мл. В анализируемую пробу воды добавить 0,10 мл раствора универсального индикатора;
2. Провести визуальное колориметрирование пробы. Определить значение рН анализируемой воды по окраске пробы, визуально сравнивая ее с окраской образцов на контрольной шкале.

3. Определение общей жесткости

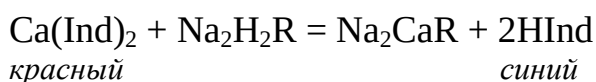
Общей жесткостью считается суммарная жесткость воды, т.е. общее содержание растворимых солей кальция и магния.

Метод определения общей жесткости является титриметрическим и пригоден для анализа питьевой, природной и очищенной сточной воды. Диапазон измеряемых величин общей жесткости — от 0,5 до 10°Ж и более (8).

Определение основано на реакции солей кальция и магния с трилоном Б. При добавлении индикатора в анализируемую воду происходит реакция, в результате которой весь кальций и магний связываются индикатором с образованием соединения, окрашенного в красный цвет:



В ходе титрования образуется более прочный бесцветный комплекс с кальцием (магнием), комплекс с индикатором разрушается и высвобождается индикатор, окрашивающий раствор в синий цвет:



Ход анализа:

1. Налить в склянку пробу воды до метки «10 мл».
2. Добавить 2-3 капли раствора буферного аммиачного и 1-2 капли раствора индикатора хромового темно-синего; перемешать содержимое пробирки.
4. Титровать раствором трилона Б до перехода окраски в точке эквивалентности из винно-красной в ярко-голубую.
5. Определить объем раствора, израсходованный на титрование ($V_{OЖ}$, мл).
Рассчитать значение общей жесткости ($C_{OЖ}$):

$$C_{OЖ} = V_{OЖ} * H * 1000 / V_A, \text{ где}$$

$V_{OЖ}$ - объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование, мл;
 H — концентрация титрованного раствора трилона Б, 0,05 моль/л экв.;
 V_A — объем воды, взятой на анализ, 10 мл;

3. Определение цветности

Цветность — естественное свойство природной воды, обусловленное присутствием гуминовых веществ и комплексных соединений железа. Для воды поверхностных водоемов этот показатель допускается не более 20 градусов по шкале цветности.

Определение выполняется фотоколориметрически. Диапазон определяемых значений цветности — от 20 до 200 градусов цветности (8).

Ход анализа:

1. Взять пробу воды и отфильтровать через бумажный фильтр «синяя лента».
2. Пробу воды поместить в кювету (10 мм) и определить значение ее оптической плотности на фотоколориметре «Экотест-2020» при длине волны 400 нм относительно холостой пробы.

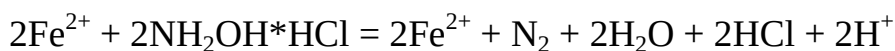
3. Определение общего железа

Железо — один наиболее распространенных элементов в природе. Известно более 300 минералов, содержащих соединения железа — магнитный железняк, гематит, магнитный колчедан и др. В природных водах, в зависимости от условий, могут происходить сложные превращения соединений железа в разных его формах, как в растворе, так и в твердой фазе, и важными факторами при этом являются кислотность среды, концентрация растворенного кислорода и др. Поэтому точные результаты могут быть получены только при определении суммарного железа во всех его формах, так называемого общего железа.

ПДК общего железа в воде составляет для водоемов хозяйственно-бытового назначения — 0,3 мг/л; рыбоводческого назначения — 0,05 мг/л. Лимитирующий показатель вредности — органолептический.

Метод определения железа общего является колориметрическим и пригоден для анализа питьевой и природной вод (8). Определение основано на способности катиона железа (II) в интервале pH 3-9 образовывать с орто-фенантролином комплексное оранжево-красное соединение.

При наличии в воде железа(III) оно восстанавливается до железа(II) солянокислым гидроксиламином в ацетатном буферном растворе:



Проведению анализа мешают: медь и кобальт в концентрациях более 5мг/л; никель – более 2 мг/л; марганец - более 50 мг/л; большие концентрации цианидов, нитритов, полифосфатов.

Диапазон определяемых концентраций железа при фотоколориметрическом определении – от 0,05 до 2 мг/л

Ход анализа:

- 1) Объем исследуемой пробы воды -10 мл. Довести рН пробы до рН = 4-5.
- 2) Добавить в подготовленную пробу воды 0, 2 мл раствора солянокислого гидроксиламина. Перемешать раствор.
- 3) Добавить поочередно 1,0 мл ацетатного буферного раствора и 0,5 мл раствора ортофенантролина. После каждого прибавления встряхнуть для перемешивания раствора.
- 4) Раствор в склянке оставить на 20 минут для полного развития окраски.
- 5) При фотоколориметрическом определении окрашенную пробу поместить в кювету (10мм) и определить значение ее оптической плотности на фотоколориметре «Экотест - 2020» при длине волны 502нм относительно холостой пробы.

4. Определение концентрации карбонат- и гидрокарбонат-ионов, карбонатной жесткости и щелочности.

Карбонаты и гидрокарбонаты составляют основу карбонатной системы природных вод. Их содержание в воде обусловлено процессами растворения атмосферного CO_2 , взаимодействия воды и с находящимися в прилегающих грунтах известняками и процессами жизнедеятельности водных организмов. Карбонаты и гидрокарбонаты определяют щелочность природных вод.

Метод определения карбонат- и гидрокарбонат – ионов является титриметрическим и пригоден для анализа питьевой, природной и т.п.вод.

Поскольку содержание карбонат – и гидрокарбонат-ионов неразрывно связано с показателем щелочности воды, аналитическое определение данных показателей аналогично и осуществляется в едином технологическом цикле.

Диапазон определяемых концентраций карбонатов и гидрокарбонатов – 30-1200 мг/л. Показатели ПДК для воды водоемов хозяйственно-питьевого назначения составляет: для гидрокарбонатов (HCO_3^-) - 1000 мг/л; для карбонатов (CO_3^{2-}) - 100 мг/л.

Определение карбонат-иона:

- 1) В склянку налить 10 мл анализируемой воды.
- 2) Добавить 4 капли раствора фенолфталеина; перемешать раствор.
- 3) Постепенно титровать пробу раствором соляной кислоты до обесцвечивания; определить объем соляной кислоты, израсходованной на титрование (V_{ϕ} , мл).

Определение гидрокарбонат-иона (определение общей щелочности):

- 1) В склянку налить 10 мл анализируемой воды.
- 2) Добавить 1 каплю раствора смешанного индикатора; перемешать раствор.
- 3) Постепенно титровать пробу раствором соляной кислоты до перехода голубой окраски в серую, определяя объем раствора, израсходованного на титрование. ($V_{см}$, мл)
- 4) Значение свободной щелочности ($Щ_{св}$) и общей щелочности ($Щ_{о}$) рассчитать по формулам:

$$Щ_{св} = (V_{\phi} \times N \times 1000) / V_a = V_{\phi} \times 5,$$

$$Щ_{о} = (V_{см} \times N \times 1000) / V_a = V_{см} \times 5, \text{ где}$$

V_{ϕ} и $V_{см}$ – объем раствора соляной кислоты, израсходованной на титрование по фенолфталеину и смешанному индикатору (мл);

N – точная молярная концентрация раствора соляной кислоты, 0,05 моль/л;

V_a – объем пробы воды, взятой для анализа, 10 мл;

- 5) Рассчитать массовую концентрацию гидрокарбонатов ($C_{ГК \text{ масс}}$), мг/л, и карбонатов ($C_{К \text{ масс}}$), мг/л, в анализируемой пробе воды по формулам:

$$C_{ГК \text{ масс}} = C_{ГК} \times 61,$$

$C_{K \text{ масс}} = C_K \times 60$, где

$C_{ГК}$ и C_K – молярная концентрация гидрокарбонатов и карбонатов, ммоль/л
 61 и 60 – молярная масса эквивалента гидрокарбонат- и карбонат-иона, соответственно в реакциях титрования, г/моль

Для определения значений молярных концентраций использовать данные, приведенные в таблице 1.

Таблица 1. Соотношение между значениями свободной и общей щелочности

<i>Соотношение между свободной и общей щелочностью</i>	<i>Молярная концентрация гидрокарбонатов ($C_{ГК}$, моль/л)</i>	<i>Молярная концентрация карбонатов (C_K, моль/л)</i>
$\text{Щ}_{\text{св}} = 0$	Щ_0	0
$2\text{Щ}_{\text{св}} < \text{Щ}_0$	$\text{Щ}_0 - 2 \text{Щ}_{\text{св}}$	$\text{Щ}_{\text{св}}$
$2\text{Щ}_{\text{св}} = \text{Щ}_0$	0	$\text{Щ}_{\text{св}}$
$2\text{Щ}_{\text{св}} > \text{Щ}_0$	0	$\text{Щ}_0 - \text{Щ}_{\text{св}}$
$\text{Щ}_{\text{св}} = \text{Щ}_0$	0	0

б) Определить карбонатную жесткость (J_K) в моль/л эквивалента по формуле:

$J_K = C_K + C_{ГК}$, где

C_K и $C_{ГК}$ – молярные эквивалентные концентрации карбоната и гидрокарбоната.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты, полученные при оценки химического состава воды реки Урал приведены в таблице 2.

Измерение рН при контроле качества природной и питьевой воды проводится практически повсеместно. В воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования допускается рН 6,5-8,5. Значение РН в большинстве проб не выходило за пределы нормативных значений.

Цветность воды определяется свойствами и структурой дна водоема, характером водной растительности, прилегающих к водоему почв, наличием в водосборном бассейне болот и торфяников и др. Цветность в большинстве проб воды не превышало 20 градусов по шкале цветности, что соответствовало требованиям к воде поверхностных водоемов. Исключение составили пробы воды, взятые в месте впадения реки Худолаз, которая имеет неудовлетворительное качество воды (4).

Допустимая величина общей жесткости для питьевой воды и источников централизованного водоснабжения составляет не более 7°Ж (в отдельных случаях - до 10°Ж), лимитирующий показатель вредности — органолептический. Общая жесткость во всех точках отбора проб колебалась в пределах 4 - 8°Ж, т е не выходила за границы нормативных значений.

Аммоний и его соединения в небольших концентрациях обычно присутствуют в природных водах вследствие участия в круговороте веществ и техногенного загрязнения (минеральными удобрениями, фекальными стоками и т.п.). ПДК ионов аммония в воде водоемов составляет 2,6 мг/л. Концентрация ионов аммония в большинстве проб не превышало ПДК (таблица 3). Исключение составила проба воды, взятая в точке 2 (1,5 ПДК), что очевидно связано с близким расположением животноводческого хозяйства пос. Грязнушинский. Пробу воды возле поселка Грязнушинский перепроверяли дважды — вечером и утром.

Таблица 2. Результаты оценки качества воды р.Урал

<i>Точка</i>	<i>t воды (С)</i>	<i>Цветность (гр.цвет.)</i>	<i>pH</i>	<i>Общая жесткость (°Ж)</i>	<i>Аммоний (мг/дм³)</i>	<i>Общее железо мг\дм³</i>	<i>Щелочность ммоль/лэкв</i>		<i>Гидрокар- бонаты мг/л</i>	<i>Карбонаты мг/л</i>
							Свободная	Общая		
1	21,1	35	7,0	6	0,05	2	0,8	3,5	11,6	4,8
2	19,7	30	7,0	6	4,0	2	0,6	3,1	11,6	3,6
3	22,8	<20	8,5	5	0,05	3,4	3,2	1,1	0	--
4	21,6	<20	7,0	8	0,05	0,05	0,3	5,6	305	18
5	23,4	<20	6,5	6	2,8	1,7	0	3	183	0
6	24,4	<20	6,5	4	0,05	0,87	0	2,6	158,6	0
7	22,5	<20	7,0	7	0,05	1,3	0,8	3,4	109,8	48

Таблица 3. Содержание измеряемых соединений в воде реки Урал (в долях ПДК)

Точка отбора пробы	Общее железо		Аммоний
	ПДК ₁ *	ПДК ₂ **	
1	6,7	40,0	0,02
2	6,7	40,0	1,54
3	11,3	68,0	0,02
4	0,2	1,0	0,02
5	5,7	34,0	1,08
6	2,9	17,4	0,02
7	4,3	26,0	0,02

*ПДК₁ общего железа в воде составляет для водоемов хозяйственно-бытового назначения – 0,3 мг/л, а

**ПДК₂ общего железа в воде составляет для водоемов рыбохозяйственного назначения – 0,05 мг/л.

Содержание общего железа практически во всех пробах значительно превышало предельно допустимые концентрации (таблица 3). Исключение оставила проба воды, взятая в месте впадения реки Караганка, где значение общего железа соответствовало нормативным показателям, что, с нашей точки зрения связано с разбавляющим эффектом. Расчеты велись исходя из двух значений ПДК общего железа - для водоемов хозяйственно-бытового назначения (0,3 мг/л) и для водоемов рыбохозяйственного назначения (0,05 мг/л).

Изучение концентраций карбонат- и гидрокарбонат-ионов позволил выявить сильно загрязненный участок воды реки Урал (точка 3). В пробе воды отсутствовали гидрокарбонаты, но присутствовали гидроксил- ионы (таблица 2). Присутствие свободных гидроксил - анионов в заметных количествах возможно только в сточных или загрязненных водах. Точка отбора пробы была расположена в 4-5- км. до деревни Ершовка; чем было вызвано столь сильное загрязнение воды нам выяснить не удалось.

Выводы:

1. Значение РН в воде р. Урал ниже по течению от г. Магнитогорска соответствует нормативным значениям и колеблется от 6,5 до 8,5.
2. Цветность воды р. Урал ниже по течению от г. Магнитогорска соответствует требованиям к воде поверхностных водоемов и не превышает 20 градусов. Исключение составляет вода, взятая в месте впадения реки Худолаз.
3. Общая жесткость воды р. Урал ниже по течению от г. Магнитогорска не выходит за границы нормативных значений и колеблется в пределах 4 - 8°Ж .
4. Концентрация ионов аммония в воде р. Урал ниже по течению от г. Магнитогорска в большинстве проб не превышает предельно допустимых концентраций. Выявлена зона с превышением ПДК (1,5 ПДК) - пос. Грязнушинский.
5. Содержание общего железа практически во всех пробах значительно превышало ПДК. Исключение оставила проба воды, взятая в месте впадения реки Караганка, где значение общего железа соответствовало нормативным показателям.
6. Изучение концентраций карбонат- и гидрокарбонат-ионов позволил выявить сильно загрязненный участок воды р. Урал - деревня Ершовка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гареев А.М. Реки и озера Башкортостана. Уфа: Китап, 2001. - 260 с.
2. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2009 году. Правительство Оренбургской области. - 20010 г. - 276с.
3. Канбетов А. Ш. Современное экологическое состояние р.Урал / Вестник Астраханского государственного технического университета /Выпуск № 3 / 2008
4. Кривопалова З.Ф. Оценка направленности гидрохимических процессов в водохранилищах реки Урал // Тез. докл. конф. «Экологические проблемы бассейнов крупных рек-2». Тольятти, 1998. - С. 144.
5. Кривопалова З.Ф. Антропогенизация водных объектов Южного Урала и пути их реконструкции // Проблемы экологии Южного Урала. 1995. №1. - С. 21-25.
6. Проблемные вопросы при осуществлении федерального контроля за использованием и охраной водных объектов на территории Оренбургской области:из доклада М.А. Коваль на зональном семинаре по проблемам организации и осуществления прокурорского надзора в сфере природоохранного законодательства, г. Оренбург.
Режим доступа: <http://voda.mnr.gov.ru>
7. Результаты контрольно-надзорной деятельности в части надзора за водными ресурсами Управления Росприроднадзора по Оренбургской области за 2010 год [Электронный ресурс] : из доклада А.А.Жукова на итоговом совещании территориальных органов Росприроднадзора Приволжского федерального округа, г. Нижний Новгород, 14.01.2011 г.
Режим доступа : <http://voda.mnr.gov.ru>
8. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / Под ред.к.х.н. А.Г.Муравьева. – СПб.: «Крисмас+», 2012. – 264 с.
9. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. - 312 с.