XXII Российская научная конференция школьников «Открытие»

Государственное образовательное автономное учреждение дополнительного образования детей Ярославской области «Центр детей и юношества»

Номинация « Экология»

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ ВОЛГИ**

(в границах протекания по территории Ярославской области)

Автор: Жукова Анастасия, обучающаяся ГОАУ ДО ЯО «Центр детей и юношества», 13 лет

Руководитель: Скибина Любовь Витальевна, педагог дополнительного образования ГОАУ ДО ЯО «Центр детей и юношества»

Ярославль, 2018 г.

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

1. Введение........................................................................................................3 стр.

1.1. Цели и задачи исследования.....................................................................3 стр.

1.2.Обзор литературы.......................................................................................3 стр.

1.2.1 Проблемы качества воды реки Волги в Ярославской области…. ……3 стр.

# 1.2.2 Факторы, определяющие химический состав и гидрохимический

# режим реки Волги…………………………………………………………...4 стр.

2.Основная часть **..........................................................**....................................5 стр.

2.1. Методика исследования............................................................................5 стр.

2.2. Результаты и их обсуждение……………………………………………5 стр.

3.Выводы……................………………………………………………………11 стр.

4. Список информационных источников.........................................................12 стр.

5. Приложение…………………………………………………………………13 стр.

1. **Введение**

Волга - символ России, часть истории нашей страны, уникальный природный памятник. В бассейне Волги живёт более 60 миллионов человек, что составляет больше трети населения страны. Волга – транспортная артерия, которая соединяет многие регионы, по ней перевозится более половины всех речных пассажиров и грузов. Волга - источник воды и энергии для городов и посёлков, предприятий промышленности и сельского хозяйства. При этом в бассейне Волги сложилась самая напряжённая экологическая ситуация. В Волгу попадает 38% всех российских загрязнённых стоков, ежегодное поступление которых составляет 5,5 куб. км. Из них лишь 10% проходят нормативную очистку. Не меньший вред причиняют отходы сельского хозяйства. На дне реки на всем ее протяжении находится 2,5 тыс. затонувших плавсредств, включая не только обычные, но даже нефтеналивные. Постройка плотин привела к тому, что волжские водохранилища стали практически непроточными, в результате чего загрязнения накапливаются на дне. Экологи считают, что Волга исчерпала свои возможности по самоочищению.

 Такая ситуация характерна для Волги на всем ее протяжении. Не стала исключением в этом отношении и Ярославская область. Среди проблем, требующих срочного решения

можно назвать следующие: неконтролируемый сброс отходов предприятий и частных канализаций, кислогудронные пруды, «зелёные масла», которые находятся в непосредственной близости от реки Волги и другие.

 Проблема качества воды реки Волги актуальна для жителей области, ведь на ее берегах расположены 7 муниципальных районов и 2 города, в которых проживает более 2/3 населения нашего региона.

 Я живу в Ярославле, одном из красивейших волжских городов. Увлекаюсь экологией. И меня как будущего эколога очень тревожит состояние Волги. Ведь от качества воды, которую мы пьем, напрямую, зависит не только наше здоровье, но жизнь и здоровье будущих поколений.

**1.1. Цели и задачи**

 **Цель**: изучить состояния воды реки Волги на территориях муниципальных районов и городов Ярославской области, через которые она протекает.

**Задачи:**

1. Определить точки отбора проб.
2. Подготовить необходимое оборудование.
3. Провести отбор проб воды реки Волги в границах протекания по территории Ярославской области.
4. Провести исследование воды по органолептическим и физико-химическим показателям.
5. Провести оценку качества воды реки Волги.
6. Познакомить общественность с результатами исследований.
	1. **Обзор литературы**

**1.2.1 Проблемы качества воды реки Волги в Ярославской области**

 Ярославская область расположена в европейской части России, численность населения – 1,2 миллиона человек**,**в административном центре - городе Ярославле проживает около **604 тысяч человек.** На территории области расположено 11 городов и 13 поселков городского типа. В Ярославской области представлены следующие отрасли промышленности: машиностроение и металлообработка, химическая, нефтехимическая и нефтеперерабатывающая промышленность, энергетика и теплоэнергетика, топливная, легкая и пищевая промышленность. Промышленное производство оказывает существенное воздействие на состояние окружающей среды: воду, воздух, почву, растительный и животный мир (4).

 Главные источники воды в Ярославле – реки Волга и Которосль – классифицируются как «загрязнённые» и «очень загрязнённые». Существует несколько причин неудовлетворительного качества воды. Одна из самых серьезных – неконтролируемый сброс отходов промышленных и коммунальных предприятий в воды реки Волги. 99,72% из них являются неочищенными или недостаточно очищенными. У многих домов канализационный слив идёт прямо в воду. Часто объемы стоков намного превышают очистные способности станций.

Приоритетными загрязнителями поверхностных вод являются нефтепродукты, медь, железо и органические вещества. Специалисты-экологи считают, что загрязнение Волги промышленными стоками можно контролировать, обязать очищать и таким образом сократить урон наносимый реке. Но главная проблема - поступление в Волгу воды самотеком. Ведь в Ярославле нет очистных сооружений на системах ливневой канализации. Нет таких сооружений не только в Ярославской области, но и в любом городе России. А смывы с поверхности земли не менее опасны, чем отходы многих производств. Увеличение числа автомобилей в городах способствует повышению притока в Волгу нефтепродуктов и тяжелых металлов. Складируемые сельхозпредприятиями под открытым небом, ядохимикаты попадают в небольшие водоемы, а затем и в Волгу.

# 1.2.2 Факторы, определяющие химический состав и гидрохимический

# режим реки Волги

 Формирование химического состава природных вод определяют в основном две группы факторов:

- прямые факторы, непосредственно воздействующие на воду (т.е. действие веществ, которые могут обогащать воду растворенными соединениями или, наоборот, выделять их из воды): состав горных пород, живые организмы, хозяйственная деятельность человека;

- косвенные факторы, определяющие условия, в которых протекает взаимодействие веществ с водой: климат, рельеф, гидрологический режим, растительность, гидрогеологические и гидродинамические условия и пр.

Факторы, которые определяют химический состав воды реки Волги следующие: климатические, почвенные, литологические и гидрогеологические.

 Химический состав поверхностных вод определяется составом почв и составом пород, подстилающих почву. Особенностью геологического строения территории Верхне-Волжского района является широкое распространение каменно-угольных, меловых и верхнедевонских отложений, представленных комплексом разнообразных карбонатных пород (5). Почвы в Ярославской области - подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные и торфяно-болотные почвы. Почвообразующие породы - ледниковые, водно-ледниковые (флювиогляциальные), древнеаллювиальные и аллювиальные отложения. В основном распространены суглинки, глина, пески и супеси. Вследствие вымывания легкорастворимых неорганических соединений (сульфатов и хлоридов) из подзолистых и дерново-подзолистых почв произошло формирование гидрокарбонатных вод преимущественно малой и средней минерализации. Серые лесные почвы за счет гумусового горизонта и суглинистого состава обладают значительной емкостью поглощения, что способствует увеличению количества растворенных солей и повышению минерализации при соответственном увеличении относительного содержания сульфатных ионов (5).

Если говорить о климатическом факторе, то основное влияние на качество воды реки Волги оказывает частота и объём выпадающих осадков.

Не менее важна и экологическая ситуация. С дождевой водой Волга насыщается нерастворёнными частицами пыли, пепла, микроорганизмами, растительной пыльцой, грибными спорами и различными бактериями. Не меньшее воздействие на состояние воды реки Волги оказывает хозяйственная и промышленная деятельность человека. Так, атмосферные выбросы с различных предприятий попадают с осадками в воду. Это могут быть частицы серы и азота. Среди геологических факторов можно назвать особенности русла рек, а именно то, какими породами оно образовано. Например, известняковое русло даёт прозрачную воду с высокой жёсткостью. А в русле, образованном непроницаемыми породами, образуется мягкая и мутная водная среда. Это связано с попаданием в водоток большого числа взвешенных частиц различного происхождения.

Химические показатели качества воды реки Волги определяются сезоном года. Так, в паводок уменьшается величина общей минерализации, а при переходе на летнюю и зимнюю межень она возрастает. Эти изменения зависят также и от водности реки. Химический состав воды реки Волги, как и любой другой большой реки, формируется под влиянием ее притоков. Это объясняется значительным количеством воды, поступающей с притоков. В меженной период минерализация воды реки Волги в границах протекания ее по территории Ярославской области мало изменяется из-за малого числа притоков.

 Режим главнейших ионов воды Верхней Волги, главным образом, зависит от гидрохимического режима Рыбинского водохранилища. Это объясняется тем, что на участке реки Волги от Рыбинского водохранилища до устья реки Оки водный сток из Рыбинского водохранилища составляет примерно 2/3 водного стока Верхней Волги у устья реки Оки. На этом участке нет больших притоков, могущих значительно изменить состав воды реки Волги. Рыбинское водохранилище, аккумулируя паводковые маломинерализованные воды, создает условия снижения общей минерализации воды на участке, лежащем ниже Рыбинского водохранилища. По сезонам года минерализация отличается сильно, увеличиваясь от весны к лету и снова понижаясь к осени. Она колеблется в пределах от 370,0 мг/л (июль) до 113,2 (в сентябре и октябре) (5).

 Крупным притоком Волги в границах Ярославской области является река Которосль. Которосль не имеет существенного влияния на химический состав Волги, т.к. ее воды по химического составу близки к водам реки Волги. Мелкие притоки составляют очень малую долю в водном питании реки Волги и также почти не оказывают влияния на формирование химического состава ее воды. Все притоки Верхней Волги по ионному составу воды относятся к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе, первому и второму типам.

**2. Основная часть**

**2.1. Методика исследования**

При выполнении исследования были использованы методы наблюдения и эксперимента. Качество воды реки Волги исследовалось по следующим органолептическим и физическим показателям: запах, цветность, мутность, рН, температура и электропроводность. Физико-химические показатели исследования воды: общая минерализация, жесткость, общее железо, хлориды, хром, нефтепродукты, взвешенный вещества, химическое потребление кислорода (см. Приложение 2). Пробы воды отбирались в соответствии с требованиями к отбору проб поверхностных вод по каждому показателюс помощью пробоотборника - Пробоотборная система ПЭ-1220 (см. Приложение 3). Результаты определения качества воды по каждому показателю сравнивались с предельно-допустимыми значениями показателя для поверхностных вод. Выбор точек для забора проб по акватории реки Волги в границах Ярославской области проводился с учетом рекомендаций специалиста-гидролога - Бойковой Л.Н., председателя областной общественной организации «Зеленая ветвь». Количество точек и описание мест отбора проб по муниципальным районам и городам Ярославской области представлены в таблице 1 Приложение 1.

**2.2. Результаты и их обсуждение**

 Отбор проб воды проводился в 2 периода с 14 точек. Количество отобранных проб - 42 по каждому периоду. Результаты исследования проб воды реки Волги в августе 2017 и сентябре 2018 года по физико-химическим показателям представлены в таблицах 1 и 2.

***Таблица 1. Результаты исследования проб воды реки Волга по физико-химическим показателям (август 2017 год)***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели/Место отбора проб | Точки отбора | K++Na++Ca 2+ (общее содержание)в мг /дм3 | C1-  в мг /дм3 | Cr общий  в мг /дм3 | нефтепродукты в мг /дм3 | Fe2, Fe3+ в мг /дм3 | ХПК в мг О/л | Жесткость в мг/экв/л | Взвешенные вещества в мг /дм3 |
| Норматив по НДне более |  | - | 350 | 0,05 | 0,05 | 0,1 | 30 | 7 | 1000 |
| г. Углич | 1 | 218,8 | 0 | 0 | 0,026 | 0,09 | 61,3 | 5,25 | 74,0 |
| г. Углич | 2 | 234,0 | 0 | 0 | 0,02 | 0,07 | 65,3 | 5,08 | 105,0 |
| г. Мышкин | 3 | 247,0 | 0 | 0,018 | 0,0 | 0,023 | 48,0 | 7,0 | 44,6 |
| п. Брейтово | 4 | 197,6 | 0 | 0 | 0,013 | 0,01 | 52,0 | 4,5 | 46,6 |
| г. Пошехонье | 5 | 195,0 | 0 | 0 | 0,02 | 0,01 | 53,3 | 4,73 | 86,2 |
| г. Рыбинск | 6 | 182,0 | 0 | 0,01 | 1,3 | 0,16 | 48,0 | 4,5 | 36,8 |
| г. Рыбинск | 7 | 182,0 | 0 | 0,01 | 1,26 | 0,14 | 49,0 | 3,8 | 72,0 |
| г. Тутаев | 8 | 182,0 | 0 | 0,01 | 0,01 | 0,17 | 40,0 | 5,8 | 70,0 |
| г. Тутаев | 9 | 188,5 | 0 | 0,01 | 0,01 | 0,17 | 48,0 | 4,0 | 138,0 |
| г. Тутаев | 10 | 185,5 | 0 | 0,018 | 0,01 | 0,15 | 40,0 | 3,8 | 45,5 |
| г. Ярославль | 11 | 187,4 | 0 | 0,01 | 0,016 | 0,09 | 36,0 | 3,0 | 70,3 |
| г. Ярославль | 12 | 189,2 | 0 | 0,013 | 0,01 | 0,12 | 38,6 | 4,83 | 61,5 |
| г. Ярославль | 13 | 186,2 | 0 | 0,02 | 0,013 | 0,12 | 46,6 | 3,7 | 140,5 |
| п. Некрасовское | 14 | 260,0 | 0 | 0,02 | 0,013 | 0,16 | 57,3 | 5,1 | 35,7 |

***Таблица 2. Результаты исследования проб воды реки Волга по физико-химическим показателям (сентябрь 2018 год)***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели/Место отбора проб | Точки отбора | K++Na++Ca 2+ (общее содержание)в мг /дм3 | C1-  в мг /дм3 | Cr общий  в мг /дм3 | нефтепродукты в мг /дм3 | Fe2+, Fe3+ в мг /дм3 | ХПК в мг О/л | Жесткость в мг/экв/л | Взвешенные вещества в мг /дм3 |
| Норматив по НДне более |  | - | 350 | 0,05 | 0,05 | 0,1 | 30 | 7 | 1000 |
| г. Углич | 1 | 234,0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 8 | 0,3 | 435 |
| г. Углич | 2 | 240,0 | 0 | 0 | 0,01 | 1,4 | 4 | 0,325 | 500 |
| г. Мышкин | 3 | 188,5 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 7 | 2,6 | 442 |
| п. Брейтово | 4 | 206,1 | 0 | 0,06 | 0 | 3,8 | 8 | 2,5 | 495 |
| г. Пошехонье | 5 | 205,97 | 0 | 0 | 0 | 3,2 | 8 | 3 | 478 |
| г. Рыбинск | 6 | 178,5 | 0 | 0 | 0 | 1,45 | 8 | 2,5 | 538 |
| г. Рыбинск | 7 | 176,2 | 0 | 0 | 0 | 1,4 | 4 | 1,5 | 498 |
| г. Тутаев | 8 | 137,3 | 0 | 0 | 0 | 2,38 | 4 | 2,38 | 450 |
| г. Тутаев | 9 | 120,12 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 4 | 1,64 | 515 |
| г. Тутаев | 10 | 125,14 | 0 | 0 | 0,01 | 1,2 | 4 | 1,78 | 445 |
| г. Ярославль | 11 | 184,2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 2,5 | 520 |
| г. Ярославль | 12 | 175,5 | 0 | 0 | 0 | 1,35 | 4 | 3 | 485 |
| г. Ярославль | 13 | 178,4 | 0 | 0 | 0 | 1,9 | 7 | 3 | 470 |
| п. Некрасовское | 14 | 148,8 | 0 | 0 | 0 | 2,75 | 4 | 2,5 | 460 |

 Проведена сравнительная оценка качества воды по результатам физико-химических исследований в августе 2017 и сентябре 2018 годов.

 Сравнение результатов исследования воды реки Волги, по содержанию нефтепродуктов, представлено на диаграмме 1.

 Примечание:

 - красной стрелкой на данной диаграмме и всех последующих диаграммах отмечено значение ПДК по рассматриваемому показателю качества воды.

Из данных диаграммы 1 видно, что превышение содержания нефтепродуктов в пробах воды наблюдалось только в августе 2017 года в 2-х точках города Рыбинска. Вероятнее всего, это связано с утечкой нефтепродуктов с одного из нефтеналивных судов, курсирующих по Волге. В сентябре 2018 года в пробах воды по всем точкам нефтепродуктов выявлено не было, кроме точки у города Углича и точки у города Тутаева (район кислогудронных прудов). Но содержание нефтепродуктов в этих точках не превышало значений ПДК.

 Содержание железа в пробах воды в сентябре 2018 года резко увеличилось на всех точках по сравнению с августом 2017 года. По всей вероятности, это связано со сложившимися климатическими условиями этих месяцев. В августе 2017 года в Ярославской области выпало большое количество осадков. Значительные объемы дождевой воды привели к разбавлению воды реки Волги и снижению концентрации железа. Август и сентябрь 2018 года выдались на удивление теплыми. Среднемесячная температура августа на 6-7 градусов, а сентября на 6-8 градусов выше средней многолетней. Испарение с поверхности было значительным. Дождей же практически не было. Все это и привело к повышению содержания общего железа.

 Содержание общего железа в пробах воды Волги в сентябре близко к среднегодовым значениям - 6-8 ПДК, по данным ФГБУ центрального УГМС, «Ярославский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды».

 В сентябре 2018 года по сравнению с августом 2017 года произошло снижение значений такого показателя как химическое потребление кислорода по всем точкам исследования. Максимальное значение ХПК в августе 2017 года составило 2,2 ПДК в районе города Углича. Максимальное значение ХПК в сентябре 2018 года составило 0,26 (Углич, Брейтово, Пошехонье, Рыбинск). Причиной этого вероятно стало то, что процесс развития микроорганизмов и водорослей в воде к осени завершился, количество органики в воде стало значительно меньше и ХПК, как показатель, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ, уменьшился.

 В сентябре 2018 года выявлено превышение содержание общего хрома до 1,2 ПДК в районе с. Брейтово. В августе 2017 года превышение ПДК по данному показателю выявлено не было ни в одной точке отбора проб.

 По всем остальным физико-химическим показателям превышений ПДК не обнаружено.

 Результаты исследования проб воды реки Волги по органолептическим показателям представлены в таблицах 3 и 4.

***Таблица 3. Результаты исследования проб воды реки Волга по органолептическим и физическим показателям (август 2017 год)***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели/Место отбора проб | Точки отбора | Температура в 0 С | Запах в баллах (при 20оС/60 оС) | Цветность, градусы | Мутность (каолин), мг/дм3 | Водородный показатель (pH) | Электропроводность в мкСм/cм |
| Норматив по НДне более |  | - | 2 | 20 | 1,5 | 6,0 - 9,0 | - |
| г. Углич | 1 | 21 | 2 | 100 | 8,0 | 7,9 | 336,6 |
| г. Углич | 2 | 20 | 3 | 100 | 8,0 | 8,1 | 360,0 |
| г. Мышкин | 3 | 19 | 1 | 60 | 8,0 | 7,3 | 380,0 |
| п. Брейтово | 4 | 18 | 1 | 166,6 | 7,9 | 8,0 | 303,3 |
| г. Пошехонье | 5 | 18 | 3 | 183,3 | 9,6 | 8,0 | 300,0 |
| г. Рыбинск | 6 | 20 | 1 | 73,3 | 2,9 | 7,3 | 280,0 |
| г. Рыбинск | 7 | 20 | 1 | 70 | 2,5 | 7,1 | 280,0 |
| г. Тутаев | 8 | 21 | 1 | 40 | 2,9 | 7,6 | 290,0 |
| г. Тутаев | 9 | 21 | 1 | 50 | 4,2 | 7,7 | 285,0 |
| г. Тутаев | 10 | 21 | 2 | 40 | 2,9 | 7,7 | 285,0 |
| г. Ярославль | 11 | 21 | 2 | 70 | 2,5 | 8,0 | 151,5 |
| г. Ярославль | 12 | 21 | 1 | 80 | 4,0 | 7,9 | 162,7 |
| г. Ярославль | 13 | 21 | 3 | 50 | 2,0 | 8,0 | 155,2 |
| п. Некрасовское | 14 | 21 | 2 | 36,6 | 2,8 | 7,1 | 400,0 |

 ***Таблица 4. Результаты исследования проб воды реки Волга по органолептическим и физическим показателям (сентябрь 2018 год)***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели/Место отбора проб | Точки отбора | Температура в 0 С | Запах в баллах (при 20оС/60 оС) | Цветность, градусы | Мутность (каолин), мг/дм3 | Водородный показатель (pH) | Электропроводность в мкСм/cм |
| Норматив по НДне более |  | - | 2 | 20 | 1,5 | 6,0 - 9,0 | - |
| г. Углич | 1 | 16 | 2 | 40 | 4 | 7,597,58 | 360 |
| г. Углич | 2 | 17 | 3 | 40 | 4 | 7,497,48 | 369 |
| г. Мышкин | 3 | 17 | 1 | 30 | 4,2 | 7,61 | 290 |
| п. Брейтово | 4 | 15 | 1 | 80 | 8 | 7,5 | 263 |
| г. Пошехонье | 5 | 17 | 1 | 110 | 5,8 | 7,64 | 316 |
| г. Рыбинск | 6 | 16 | 1 | 80 | 11 | 7,59 | 274,6 |
| г. Рыбинск | 7 | 16 | 1 | 95 | 9 | 7,31 | 271,1 |
| г. Тутаев | 8 | 16 | 1 | 103 | 10,4 | 7,35 | 211,2 |
| г. Тутаев | 9 | 13 | 1 | 70 | 6,7 | 7,37 | 184,7 |
| г. Тутаев | 10 | 16 | 1 | 60 | 0,825 | 7,51 | 193,6 |
| г. Ярославль | 11 | 16 | 2 | 50 | 3,2 | 7,47 | 285 |
| г. Ярославль | 12 | 14 | 1 | 60 | 2,9 | 7,01 | 270 |
| г. Ярославль | 13 | 16 | 2 | 60 | 3,9 | 6,93 | 280 |
| п. Некрасовское | 14 | 15 | 1 | 50 | 4,25 | 7,5 | 228,9 |

 Проведена сравнительная оценка качества воды по органолептическим и физическим показателям проб воды августа 2017 и сентября 2018 годов.

 Сравнение результатов исследования цветности воды реки Волги, представлено на диаграмме 4.

Колебания цветности воды на разных точках в сентябре 2018 года были менее значительными, чем в августе 2017 года. В августе 2017 года наблюдались значительные колебания показателя цветности от 2 ПДК до 9,1 ПДК. Максимальные значения этого показателя были выявлены в районе города Пошехонье (9,1 ПДК) и в районе села Брейтово (8,3 ПДК).

 В сентябре 2018 года значения показателя цветности колебались от 2 ПДК до 5,5 ПДК. Максимальные значения цветности наблюдались в районе города Пошехонье (5,5 ПДК) и выше города Тутаева (5,1 ПДК).

 Анализируя динамику цветности по каждой точке, можно сказать, что в сентябре 2018 года по течению реки Волги от города Углича до города Рыбинска наблюдалось снижение цветности воды в сравнении с августом 2017 года. От города Рыбинска до города Тутаева цветность по сравнению с прошлым годом повысилась. Во всех точках в районе города Ярославля цветность снизилась. В районе поселка Некрасовское значение цветности повысились по сравнению с августом прошлого года.

Колебания мутности воды на разных точках в сентябре 2018 года были более значительными, чем в августе 2017 года. В сентябре 2018 года колебания мутности составили от 0,55 ПДК до 7,3 ПДК. Максимальные значения этого показателя были выявлены в районе города Рыбинска (7,3 ПДК и 6 ПДК), города Тутаева (6,9 ПДК).

В августе 2017 года колебания мутности составили от 1,3 до 6,4 ПДК. Максимальные значения мутности определены в районе Пошехонья (6,4 ПДК), Углича и Мышкина (5,5 ПДК).

 Анализируя динамику мутности по каждой точке, можно сказать, что в сентябре 2018 года по течению реки Волги от города Углича до города Рыбинска наблюдалось снижение мутности воды в сравнении с августом 2017 года. От города Рыбинска до города Тутаева (кроме района кислогудронных прудов) мутность по сравнению с прошлым годом повысилась. Во всех точках в районе города Ярославля и Некрасовском мутность незначительно повысилась.

 В августе 2017 года выявлено превышение нормативов по запаху в 3-х точках: г. Углич, г. Пошехонье и п. Некрасовское. В сентябре 2018 года превышение этого показателя было отмечено только в пробе воды в районе г. Углича.

**3.Выводы**

 На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Наиболее распространенными и постоянными загрязнениями реки Волги в границах протекания её по территории Ярославской области являются органические вещества (по ХПК) и соединения железа.
2. Загрязнения воды реки Волги органическими веществами носят сезонный характер, превышение составляет до 2,2 ПДК.
3. Загрязнения воды реки Волги соединениями железа носят постоянный характер, составляют в среднем 8,6 ПДК и частично связаны с естественным (природным) повышенным содержанием соединений железа в подстилающих горных породах.
4. Загрязнения нефтепродуктами носят единый и неустойчивый характер.
5. Изменения показателей цветности имеют сезонный характер и связаны с особенностями климата, рельефа, гидрологического режима.
6. Основные причины загрязнения воды реки Волги: антропогенное воздействие, особенности геологического строения территории и гидрометеорологические условия.

 Таким образом, сравнивая результаты исследования качества воды реки Волги августа 2017 и сентября 2018 года, можно сказать, что основными загрязняющими веществами по-прежнему остаются соединения железа, наблюдаются колебания цветности, ХПК, мутности, носящими в основном сезонный характер.

1. **Список информационных источников**

# 1. Актуальные проблемы экологии Ярославской области: материалы четвертой научно-практической конференции, Ярославль, июнь, 2008 г. - Ярославль, 2008.

2. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Муравьев А.Г., Гущина Э.В., Практикум по экологии, М.: АО МДС, 1996.

3. Вагина Т.Б., Лукина А.К. Изучаем природные объекты /Т.Б. Вагина, А.К. Лукина//Биология в школе, 2003, №4, с. 25-34.

4. Доклад об экологической ситуации в Ярославской области. Ярославль. Департамент охраны окружающей среды и природопользования Ярославской области, 2012.

5. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральной государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт». Ростов-на-Дону, 2017.

6. Лабораторные работы к курсу «Методы анализа и мониторинг окружающей среды». Част 2. /сост. В.А. Красавин, Е.Л. Никитина, С.Д. Тимрот. Ярославль, ЯГТУ, 2008.

7. Ласкорин Б.Н., Лукьяненко В.И. О качестве воды Волго-Каспийского бассейна // Вестник АН СССР, 1990, №10, с.14-25.

8. Лукьяненко В.И. Негативное влияние гидростроительства и гидроэнергетики на экологию Верхней Волги // Научные аспекты экологических проблем России (тезисы докладов Всероссийской конференции). СПб., 2001, с.211.

9. Лукьяненко В.И., Ривьер И.К., Литвинов А.С., Копылов А.И. Экология Верхней Волги: современное состояние, проблемы и пути их решения. Яро-

славль: Издание ИБВВ РАН, 1994. 45 с.

10. Методы анализа и мониторинг окружающей среды. Часть 1. Методические рекомендации к лабораторным работам /сост. В.А. Красавин, Е.Л. Никитина, С.Д. Тимрот. Ярославль, ЯГТУ, 2007.

11. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Ярославской области в 2017 году. Государственный доклад. Ярославль, 2018.

11. Попова С.В. Экология в школе. Мониторинг природной среды. М. Сфера, 2005 г.

12. Ривьер И.К. Изменения структурно-функциональных характеристик биологических сообществ. Уровенный режим // Экологические проблемы Верхней Волги. Ярославль: Издание ИБВВ РАН, 2001, с.282-283.

13. Хороковская Н.Л., Асеева З.Г., Анализ воды из природных источников // Химия в школе, № 3, 1997 г.

13.Яковлев В.Н. Заключение // Экологические проблемы Верхней Волги. Ярославль: Издание ИБВВ РАН, 2001, с.327-328

Интернет-источники:

14. <http://r.bookap.info/work/174909/Monitoring-zagryazneniya-vody-v>

15.http://konf.x-pdf.ru/19biologiya/98797-2-aktualnie-problemi-ekologii-yaroslavskoy-oblasti-materiali-chetvertoy-nauchno-prakticheskoy-konferencii-yaroslavl-iyun.php

16.http://water-rf.ru/%D0%A0%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D1%8B\_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8/2524/%D0%AF%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C

17. <https://www.yacgms.ru/monitoring-zagryazneniya-okruzhayushhej-sredy/obzor-sostoyaniya-i-zagryazneniya-okruzhayushhej-sredy-za-mesyats/sostoyanie-vodny-h-ob-ektov/>

18. <http://76.rospotrebnadzor.ru/events/p3/>

19.<http://oskada.ru/analiz-i-kontrol-kachestva-vody/kachestvo-poverxnostnyx-vod-ximicheskij-analiz.html>

20.<http://biofile.ru/bio/35125.html>

Приложение 1

***Таблица 1. Точки отбора проб воды реки Волги на территории протекания ее в границах Ярославской области***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Название ГО и МР | Всего количество точек | Расположение точек отбора проб | Итого количество проб на каждой точке |
| 1. | Некрасовский | 1 | Точка отбора ниже границы п. Некрасовское на расстоянии 1 км | 3 |
| 2. | Угличский  | 2 | 1 точка – выше на 1 км границы города Углича2 точка – ниже на 1 км границы города Углича | 3+3 |
| 3. | Пошехонский | 1 | Точка отбора ниже границы города Пошехонье на расстоянии 1 км | 3 |
| 4. | Мышкинский | 1 | Точка отбора ниже границы города Мышкин на расстоянии 1 км | 3 |
| 5. | Брейтовский | 1 | Точка отбора ниже границы п. Брейтово на расстоянии 1 км | 3 |
| 6. | Тутаевский | 3 | 1 точка – выше на 1 км границы города Тутаева2 точка – ниже на 1 км границы города Тутаева3 точка –ниже Кислогидронные пруды п. Менделеево | 3+3+3 |
| 7. | г. Рыбинск | 2 | 1 точка – выше на 1 км границы города Рыбинска2 точка – ниже на 1 км границы города Рыбинска | 3+3 |
| 8. | г. Ярославль | 3 | 1 точка – выше на 0,5 км очистных сооружений г. Ярославля2 точка – ниже на 0,5 км очистных сооружений г. Ярославля3 точка – место водозабора Центральной станции г. Ярославля | 3+3+3 |
|  | Итого | 14 |  | 42 |

Приложение 2

**1.Методики определения физико-химических и органолептических и физических показателей для поверхностных вод**

***1.2.Органолептические и физические методы определения качества воды***

**Определение запаха**

По предлагаемой методике определяют характер и интенсивность запаха. Для этого к 100 мл исследуемой воды при комнатной температуре наливают в колбу емкостью 150-200 мл с широким горлом, накрывают часовым стеклом или притертой пробкой, встряхивают вращательным движением, открывают пробку или сдвигают часовой стекло и быстро определяют характер и интенсивность запаха. Затем колбу нагревают до 60 градусов Цельсия на водяной бане и также оценивают запах.

По характеру запахи делятся на две группы:

1. Запахи естественного происхождения (от живущих в воде и отмерших организмов, от влияния почв и т.п.) находят по классификации, приведенной в таблице №1.

**Таблица №1. Характер и род запаха естественного происхождения**

|  |  |
| --- | --- |
| Характер запаха | Примерный род запаха |
| АроматическийБолотныйГнилостныйДревесныйЗемлистыйПлесневыйРыбныйСероводородныйТравянистыйНеопределенный | Огуречный, цветочныйИлистый, тинистыйФекальный, сточной водыМокрой щепы, древесной корыПрелый, свежевспаханной земли, глинистыйЗатхлый, застойныйРыбы, рыбьего жиратухлых яицСкошенной травы, сенаНе подходящий под предыдущие определения |

2. Запахи искусственного происхождения называются по соответствующим веществам: хлорфенольный, бензиновый и т.п.

 Интенсивность запаха также оценивается при 20 и 60 градусах Цельсия по 5-ти балльной системе, представленной в таблице №2.

**Таблица №2. Интенсивность запаха**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Балл | Интенсивность запаха | Качественная характеристика |
| 0 | Никакой | Отсутствие ощутимого запаха |
| 1 | Очень слабая | Запах, не поддающийся обнаружению потребителем, но обнаруживаемый в лаборатории опытным исследователем |
| 2 | Слабая | Запах, не привлекающий внимание потребителя, но обнаруживаемый, если на него обратить внимание |
| 3 | Заметная | Запах, легко обнаруживаемый и дающий повод относиться к воде с неодобрением |
| 4 | Отчетливая | Запах, обращающий на себя внимание и делающий воду непригодной для питья |
| 5 | Очень сильная | Запах, настолько сильный, что вода становится непригодной для питья |

Запах воды следует исследовать в помещении, где воздух не имеет постоянного запаха.

**Определение цветности воды**

 Цветность воды определяют визуально, сравнивая ее с растворами, имитирующими цветность природных вод. Для этого готовят два раствора.

**Раствор №1.** Растворяют отдельно в дистиллированной воде 0,0875 г дихромата калия и 2 г сульфата кобальта (11) семиводного затем их смешивают, прибавляют 1 мл концентрированной серной кислоты (плотность 1,84 г/мл) и доводят в мерной колбе на 1 л дистиллированной водой до метки. Этот раствор соответствует цветности 500 градусов.

**Раствор №2.** 1 мл концентрированной серной кислоты доводят дистиллированной водой до 1 л.

 Смешивая растворы 1 и 2 в соотношениях, указанных в таблице №3, готовят шкалу цветности.

**Таблица №3.Шкала цветности**

|  |  |
| --- | --- |
| Раствор | Градусы цветности |
| 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| №1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| №2 | 100 | 99 | 98 | 97 | 96 | 95 | 94 | 92 | 90 | 88 | 86 | 84 | 82 | 80 |

При визуальном определении в прозрачный цилиндр из бесцветного стекла с ровным дном наливают 100 мл исследуемой, при необходимости профильтрованной, воды и, просматривая сверху на белом фоне, подбирают раствор шкалы с тождественной окраской.

 Если исследуемая вода имеет цветность выше 80 градусов, то ее предварительно разбавляют дистиллированной водой. Величину цветности в этом случае умножают на кратность разбавления. При загрязнении водоема стоками промышленных предприятий вода может иметь окраску, не свойственную цветности природных вод. Для источников хозяйственно-питьевого водоснабжения окраска не должна обнаруживаться в столбике высотой 20 см, для водоемов культурно-бытового назначения – 10 см.

## Определение мутности

 Основная масса нерастворимых в воде загрязнений представлена в виде взвешенных веществ, концентрацию которых определяют весовым методом согласно методике. Для проведения анализа необходимо предварительно подготовить фильтры. Для этого в бюкс (с протертой пробкой) вкладывают обеззоленный фильтр «белая лента» диаметром 15 см и высушивают в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре (105±2)°С с открытой крышкой не менее 2,5 часов (крышку от бюкса кладут рядом с бюксом). Не вынимая бюкс из шкафа, закрывают его крышкой и переносят в эксикатор щипцами, охлаждают 20-30 мин и взвешивают. Значение массы бюкса с чистым фильтром записывают в лабораторный журнал. Перед проведением анализа пробу тщательно гомогенизируют. Объем пробы подбирают в диапазоне от 50 до 2000 мл таким образом, чтобы масса взвешенных веществ на фильтре (масса привеса) составляла не менее 0,0010 г. Хорошо перемешанную пробу отмеряют мерным цилиндром и переносят в колбу. С помощью воронки через подготовленный фильтр пропускают анализируемую пробу. Приставшие к стенкам колбы частицы смывают дистиллированной водой, смыв также пропускают через фильтр. Влажный фильтр с задержанными на нем взвешенными веществами подсушивают на воздухе, затем помещают в тот же бюкс, где производилось предварительное взвешивание, и высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре (105±2)°С. После охлаждения бюкс с фильтром и осадком взвешивают. Значение взвешивания заносят в лабораторный журнал (таблица).

Таблица – Лабораторный журнал результатов определения концентрации взвешенных веществ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование точки отбора пробы | № бюкса | Масса фильтра, г | Объем пробыV, л | Концентрация взвешенных веществХ,мг/л |
| с чистым фильтромМ1 | с остатком на фильтре М2 |
| Приемная камера КОС | 12 | 56,7254 | 56,7482 | 0,2 | 114 |

Расчет концентрации взвешенных веществ производится по формуле:

Х = (М2– М1) · 1000 /V, мг/л (1)

где Х – концентрация взвешенных веществ, мг/л;

М2– масса бюкса с остатком на фильтре, г;

М1– масса бюкса с чистым фильтром, г;

V– объем профильтрованной пробы, л.

Расчетные значения концентраций взвешенных веществ заносят в лабораторный журнал.

Полученный результат округляют с точностью при содержании взвешенных веществ

от 1,0 до 10,0 мг/л – до 0,1 мг/л;

от 10 до 100 мг/л – до 1 мг/л;

от 100 до 1000 мг/л – до 10 мг/л.

Результаты измерений взвешенных веществ представляют в виде:

Х ± Δ, мг/л

где Х – среднее арифметическое значение концентрации параллельных проб, мг/л;

Δ – значение характеристики погрешности, определяемое по формуле:

Δ = δ·0,01·Х, мг/л

где δ – значение показателя точности (приложение А).

При получении двух результатов измерений (Х1, Х2) осуществляют проверку приемлемости результатов в соответствии с требованиями.

Результат измерений считают приемлемым при выполнении условия:



где r – значение предела повторяемости.

**Определение рН**

 Значение рН измеряется на рН-метре рН-150МИ. Пробу воды объемом 25-30 мл помещают в стакан вместимостью 50 мл. Электрод марки ЭСК-10603/7 и термодатчик ТДЛ-1000 промывают дистиллированной водой и протирают фильтровальной бумагой. Проверяют уровень электролита в электроде ЭСК-10603/7, при необходимости раствор электролита доливают до метки максимального уровня (нижняя точка заливочного отверстия). Погружают электрод и термодатчик в исследуемую пробу (глубина погружения не менее 16 мм). При измерении уровень электролита должен быть выше уровня анализируемого раствора. После установления стабильных показаний результат заносят в лабораторный журнал. После измерений электрод и термодатчик ополаскивают дистиллированной водой и протирают фильтровальной бумагой.

**1.2.Физико-химические методы определения качества воды**

**Определение ХПК**

 Определение бихроматной окисляемости (химического потребления кислорода или ХПК) в пробах сточных вод фотометрическим методом. Метод измерения основан на обработке пробы воды серной кислотой и бихроматом калия при температуре 150° С.

Перед отбором пробы воду тщательно перемешивают. Одновременно анализируют не менее двух аликвот пробы воды (параллельные пробы). Аликвоты, объемом 2 мл, помещают в стеклянные виалы, заполненные реагентом, приготовленным в зависимости от ожидаемого значения ХПК пробы (в диапазоне от 5 до 80 мгО/л или от 80 до 800 мгО/л). Виалы плотно закрывают завинчивающимися крышками и перемешивают растворы. Помещают виалы в термореактор «Термион», предварительно нагретый до температуры 150°С, и выдерживают в течение двух часов. Осторожно вынимают съемную часть штатива термореактора вместе со всеми виалами и охлаждают в вытяжном шкафу. Через 20 минут содержимое виал перемешивают и охлаждают до комнатной температуры.

Перед измерением наружные поверхности стеклянных виал протирают сухой салфеткой. Виалу с исследуемым раствором помещают в кюветное отделение анализатора «Флюорат-02-3М». Определяют значение ХПК в режиме измерение. Измерение оптической плотности раствора проводят в диапазоне длин волн от 340 до 380 нм в зависимости от ожидаемых значений ХПК. Полученные значения результатов измерений заносят в лабораторный журнал.

 Результаты измерений представляют в виде:

 Х ± U, мгО/л

 где Х – среднее арифметическое значение концентрации ХПК, мгО/л;

U – расширенная неопределенность измерений с коэффициентом охвата k=2 дляn=2 параллельных определений, мгО/л.

 U= 0,01·Uотн·

 где Uотн– значение расширенной относительной неопределенности при коэффициенте охватаk=2 (приложение Б).

 Результат анализа округляют с точностью:

при полученном значении ХПК

от 1,0 до 10,0 мгО/л – до 0,1 мгО/л;

от 10 до 100 мгО/л – до 1 мгО/л;

от 100 до 1000 мгО/л – до 10 мгО/л.

 При получении двух результатов измерений (Х1, Х2) осуществляют проверку приемлемости результатов в соответствии с требованиями [5].

Результат измерений считают приемлемым при выполнении условия:



где Хmax- больший результат параллельного определения, мгО/л;

Хmin- меньший результат параллельного определения, мгО/л;

Х – среднее арифметическое результатов параллельных определений, мгО/л;

r– значение предела повторяемости.

**Определение хлоридов**

 Отбирают 100 см3 испытуемой воды или меньший ее объем (10 - 50 см3) и доводят до 100 см3 дистиллированной водой. Без разбавления определяются хлориды в концентрации до 100 мг/дм3. рН титруемой пробы должен быть в пределах 6 - 10. Если вода мутная, ее фильтруют через беззольный фильтр, промытый горячей водой. Если вода имеет цветность выше 30°, пробу обесцвечивают добавлением гидроокиси алюминия. Для этого к 200 см3 пробы добавляют 6 см3 суспензии гидроксида алюминия, а смесь встряхивают до обесцвечивания жидкости. Затем пробу фильтруют через беззольный фильтр. Первые порции фильтрата отбрасывают. Отмеренный объем воды вносят в две конические колбы и прибавляют по 1 см3 раствора хромовокислого калия. Одну пробу титруют раствором азотнокислого серебра до появления слабого оранжевого оттенка, вторую пробу используют в качестве контрольной пробы. При значительном содержании хлоридов образуется осадок АgСl, мешающий определению. В этом случае к оттитрованной первой пробе приливают 2 - 3 капли титрованного раствора NaСl до исчезновения оранжевого оттенка, затем титруют вторую пробу, пользуясь первой, как контрольной пробой.

Определению мешают: ортофосфаты в концентрации, превышающей 25 мг/дм3, железо в концентрации более 10 мг/дм3. Бромиды и иодиды определяются в концентрациях, эквивалентных Сl-. При обычном содержании в водопроводной воде они не мешают определению.

Обработка результатов

Содержание хлор-иона (X) в мг/дм3 вычисляют по формуле



где

v- количество азотнокислого серебра, израсходованное на титрование, см3;

К - поправочный коэффициент к титру раствора нитрата серебра;

g - количество хлор-иона, соответствующее 1 см3 раствора азотно-кислого серебра, мг;

V - объем пробы, взятой для определения, см3.

Расхождение между результатами повторных определений при содержании Cl- от 20 до 200 мг/дм3 - 2 мг/дм3.

При более высоком содержании - 2 отн. %.

**Определение жесткости**

Метод определения общей жесткости основан на образовании при рН = 10 прочного комплексного соединения ионов кальция и магния с этилендиаминтетраацетатом натрия (ЭДТА Na, трилон Б). Определение проводят в присутствии индикатора - эриохрома черного Т (хромоген). Минимально определяемая концентрация - 0,05 мг-экв/дм3 (при титровании 100 см3 пробы).

При высокой цветности пробу предварительно фильтруют через колонку с активированным углем (БАУ). Взвешенные и коллоидные частицы отделяют фильтрованием. Для устранения мешающего влияния некоторых катионов используют хлорид гидроксиламина или сульфид натрия.

Карбонатная (временная) и некарбонатная (постоянная) жесткость определяются расчетом. Обычно для вычисления карбонатной жесткости используются результаты определения щелочности (см. п. 3.2) карбонатная жесткость в мг-экв/дм3 равна щелочности в мг-экв/дм3. Тогда некарбонатная жесткость может быть определена как разность между общей и карбонатной жесткостью.

Если в исследуемой воде присутствуют значительные количества катионов щелочных металлов, причем с этими катионами связана часть гидрокарбонатных и карбонатных ионов, то величина, вычисленная по щелочности, не соответствует карбонатной жесткости. В таких случаях определяют только общую жесткость, не разделяя ее на карбонатную и некарбонатную.

В диапазоне значений 0,1 - 1,0 мг-экв/дм3 норма погрешности составляет ±10 %, свыше 1,0 мг-экв/дм3 - ±5 %.

Определению общей жесткости воды мешают: медь, цинк, марганец и высокое содержание углекислых и двууглекислых солей. Влияние мешающих веществ устраняется в ходе анализа.

Точность определения при титровании 100 см3 пробы составляет 0,05 мг-экв/дм3.

В коническую колбу вносят 100 см3 отфильтрованной испытуемой воды или меньший объем, разбавленный до 100 см3 дистиллированной водой. При этом суммарное содержание ионов кальция и магния во взятом объеме воды не должно превышать 0,5 мг-экв/дм3. Затем прибавляют 5 см3 буферного раствора, 5 - 7 капель индикатора или приблизительно 0,1 г сухой смеси индикатора хромогенчерного с сухим хлористым натрием и сразу же титруют при сильном взбалтывании 0,05 н. раствором трилона Б до изменения окраски в эквивалентной точке (окраска должна быть синей с зеленоватым оттенком).

Если на титрование было израсходовано больше 10 см3 0,05 н. раствора трилона Б, то это указывает, что в отмеренном объеме воды суммарное содержание ионов кальция и магния больше 0,5 мг-экв. В таких случаях следует определение повторить, взяв меньший объем воды и разбавив его до 100 мл дистиллированной водой.

Нечеткое изменение окраски в эквивалентной точке указывает на присутствие меди и цинка. Для устранения влияния мешающих веществ к отмеренной для титрования пробе воды прибавляют 1 - 2 см3 раствора сульфида натрия, после чего проводят испытания, как указано выше.

Если после прибавления к отмеренному объему воды буферного раствора и индикатора титруемый раствор постепенно обесцвечивается, приобретая серый цвет, что указывает на присутствие марганца, то в этом случае к пробе воды, отобранной для титрования, до внесения реактивов следует прибавить пять капель 1 %-ного раствора солянокислого гидроксиламина и далее определять жесткость, как указано выше.

Если титрование приобретает крайне затяжной характер с неустойчивой и нечеткой окраской в эквивалентной точке, что наблюдается при высокой щелочности воды, ее влияние устраняется прибавлением к пробе воды, отобранной для титрования, до внесения реактивов 0,1 н. раствора соляной кислоты в количестве, необходимом для нейтрализации щелочности воды, с последующим кипячением или продуванием раствора воздухом в течение 5 минут. После этого прибавляют буферный раствор, индикатор и далее определяют жесткость, как указано выше.

Обработка результатов

Общую жесткость воды (X) в мг-экв/дм3 вычисляют по формуле:



где

v- количество раствора трилона Б, израсходованное на титрование, см3;

К - поправочный коэффициент к нормальности раствора трилона Б;

V - объем воды, взятый для определения, см3.

Расхождение между повторными определениями не должно превышать 2 отн. %

 **Определение содержания общего железа**

 Метод основан на взаимодействии ионов железа в щелочной среде с сульфосалициловой кислотой с образованием окрашенного в желтый цвет комплексного соединения. Интенсивность окраски пропорциональна содержанию железа.

Предел обнаружения 0,1 мг/дм3.

Проведению анализа мешают медь при концентрации более 0,25 мг/дм3 и алюминий более 2 мг/дм3.

В диапазоне значений 0,001 - 0,01 мг/дм3 норма погрешности составляет ±50 %; 0,01 - 1,0 мг/дм3 - ±20 %; 1,0 - 5,0 мг/дм3 - ±15 %; свыше 5,0 мг/дм3 - ±5 %.

При массовой концентрации общего железа не более 2,00 мг/дм3 отбирают 50 см3 исследуемой воды (при большой массовой концентрации железа пробу разбавляют дистиллированной водой) и помещают в коническую колбу вместимостью 100 см3. Если проба при отборе не консервировалась кислотой, то к 50 см3 добавляют 0,20 см3 соляной кислоты плотностью 1,19 г/см3. Пробу воды нагревают до кипения и упаривают до объема 35 - 40 см3. Раствор охлаждают до комнатной температуры, переносят в мерную колбу вместимостью 50 см3, ополаскивают 2 - 3 раза 1 см3 дистиллированной водой, сливая эти порции в ту же мерную колбу. Затем к полученному раствору прибавляют 1,00 см3 хлористого аммония, 1,00 см3 сульфосалициловой кислоты, 1,00 см3 раствора аммиака (тщательно перемешивая после добавления каждого реактива. По индикаторной бумаге определяют значение рН раствора, которое должно быть ? 9. Если рН менее 9, то прибавляют еще 1 - 2 капли раствора аммиака (1:1) до рН ? 9.

Объем раствора в мерной колбе доводят до метки дистиллированной водой, оставляют стоять 5 мин для развития окраски. Измеряют оптическую плотность окрашенных растворов, используя фиолетовый светофильтр (l = 400 - 430 нм) и кюветы с толщиной оптического слоя 2, 3 или 5 см, по отношению к 50 см3дистиллированной воды, в которую добавлены те же реактивы. Массовую концентрацию общего железа находят по калибровочному графику.

Калибровочный график

Для построения калибровочного графика в ряд мерных колб вместимостью 50 см3 наливают 0,0; 1,0; 2,0; 5,0, 10,0; 15,0; 20,0 см3 рабочего стандартного раствора, доводят до метки дистиллированной водой, перемешивают и анализируют, как исследуемую воду. Получают шкалу растворов, соответствующих массовым концентрациям железа 0,0; 0,1, 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мг/дм3.

Строят калибровочный график, откладывая по оси абсцисс массовую концентрацию железа, а по оси ординат - соответствующие значения оптической плотности. Построение калибровочного графика повторяют для каждой партии реактивов и не реже одного раза в квартал.

Обработка результатов

Массовую концентрацию железа (X) в анализируемой пробе, мг/см3, с учетом разбавления вычисляют по формуле.



где

а- концентрация железа, найденная по калибровочному графику, мг/дм3;

V - объем воды, взятый для анализа, см3;

50 - объем, до которого разбавлена проба, см3.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных измерений, допустимое расхождение между которыми не должно превышать 25 % при массовой концентрации железа на уровне предельно допустимой. Результат округляют до двух значащих цифр.

Сходимость результатов анализа (А) в процентах вычисляют по формуле



где

Р1 - больший результат из двух параллельных измерений;

Р2 - меньший результат из двух параллельных измерений.

Концентрацию трехвалентного (окисного) железа находят как разность определений общего и двухвалентного железа.

Приложение 3

**Правила отбора проб поверхностных вод**

Порядок работы по отбору, хранению и транспортировке проб воды реки Волги

#  Порядок отбора проб воды реки Волги основан на ГОСТ 31861-20123 «Вода. Общие требования к отбору проб» и рекомендациях Р 52.24.353-2012 «Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод».

Для отбора проб требуется:

- устройство для отбора проб, состоящее из стеклянного трехлитрового баллона, закрепленного на тросе (шнуре, веревке или в специальной сетке). К баллону для утяжеления необходимо прикрепить груз или поместить его в тяжелую оправу. Для проверки прочности и работоспособности устройства необходимо провести предварительные испытания.

- 3 пластиковых бутыли с пробками емкостью 1,5 литра (неиспользованных, приобретенных в магазине упаковки) с этикетками, на которых указано место отбора проб и номер пробы.



- пластиковая воронка

 

- универсальная индикаторная бумага



- водный термометр для измерения температуры воды (при отсутствии водного термометра можно использовать обычный воздушный термометр, опущенный в стеклянную банку (емкость 250 мл) с отобранной исследуемой водой. В этом случае нужна дополнительно стеклянная банка емкостью 250 мл).



 Определение места отбора проб

 Для оценки качества воды по отношению к нормативам содержания (предельно допустимых концентраций) в ней показателей чаще всего используется **точечный отбор проб (см. Понятия и термины).** При выборе точного места отбора необходимо, чтобы проба была репрезентативной (адекватной водному объекту в данном месте), т.е. вода должна быть отобрана в **створе (см. Понятия и термины)** ее полного смешения. Для упрощения проведения отбора проб рекомендуется проводить его на **стрежне реки (см. Понятия и термины)**.

Процесс отбора проб

*Предварительная подготовка:* в большой емкости в течение 10 минут прокипятить стеклянный трехлитровый баллон и банку емкостью 250 мл, которые будут использоваться для отбора проб воды и определения рH и температуры. После остывания баллон и банку закрыть чистыми пластиковыми крышками. Перед выходом на отбор к баллону прикрепить трос (шнур, веревку), привязать груз, крышку снять непосредственно перед отбором проб.

 Для отбора проб баллон, закрепленный на тросе с прикрепленным грузом, опустить в воду. После заполнения баллон поднять из воды. Провести определение Рh и температуры (важно сделать это сразу после отбора пробы). Для определения температуры из стеклянного баллона в банку емкостью 250 мл налить исследуемую пробу воды, опустить в нее термометр и через 3 минуты снять показания, не вынимая термометр из воды. Затем в ту же банку опустить часть полоски универсальной индикаторной бумаги, через 1 минуту вынуть полоску и сравнить ее цвет с эталонной шкалой на упаковке.



 Определить по шкале показания рH. Результаты записать. Воду из стеклянного баллона перелить в пластиковую бутылку, предварительно ополоснув ее 3 раза исследуемой водой. Переливать воду из баллона через воронку нужно аккуратно, так, чтобы она стекала в бутылку по ее стенке (очень важно для результатов исследования). Бутылку наполняют водой до переливания через край, после чего закрывают пробкой так, чтобы в бутылке не оставалось пузырьков воздуха (наличие воздуха в бутылке может исказить результаты исследования). К бутылке прикрепляют этикетку (если это не было сделано ранее). Для достоверности результатов исследования в каждой точке отбора необходимо взять 3 пробы, каждый раз набирая воду в стеклянный баллон и проводя все ранее описанные действия, включая измерения pH и температуры каждой пробы.

Хранение и транспортировка проб

 Для дальнейших исследований пробы необходимо доставить в лабораторию в течение следующих 24 часов. Для сведения к минимуму процессов, изменяющих первоначальный химический состав проб воды, их необходимо хранить в холодильнике при температуре от 20 до 50С в темноте. При транспортировке проб в лабораторию необходимо создать условия, препятствующие нагреванию проб, излишнему взбалтыванию и самопроизвольному открытию пробок бутылок.

 Понятия и термины

 Точечная проба воды – проба воды, получаемая однократным отбором необходимого объёма воды в точке отбора проб.

 Створ - условное поперечное сечение водоема или водотока, в котором производят комплекс работ для получения данных о показателях состава и свойствах воды.

 Стрежень реки – линия, проходящая по наибольшим глубинам и по струе течения наибольшей скорости. Стрежень реки обычно совпадает с меженным фарватером, но далеко не всегда и везде совпадает с серединой реки.