

УДК 504.058

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ВОДОИСТОЧНИКОВ В РАЙОНЕ Г. КРАСНОЯРСКА

Герасимова Л.А., Сугак Е.В., Бразговка О.В.

Сибирский государственный аэрокосмический университет, Красноярск, e-mail: sugak@mail.ru

Проведен сравнительный анализ вод, предназначенных для водопотребления населением г. Красноярск и его окрестностей. Исследовали речную воду реки Енисей в 11 точках разных районов города, воду реки Кан в районе города Зеленогорска, водопроводную воду поселка Терентьево с водоснабжением из подземных водосточников и взяли 2 пробы воды разного качества из Красноярского муниципального водопровода. Существенное значение в выборе точек для отбора проб природных вод на анализ имело наличие потенциальных источников антропогенного загрязнения, относительно которых осуществлялось взятие проб. При отборе проб провели подробное описание состояния места взятия пробы. В пробах воды определяли рН, содержание поверхностно-активных веществ, механических примесей, ионов свинца, растворенного кислорода и оценивали биологическую активность анализируемых вод.

Ключевые слова: анализ вод, природные воды, пробы воды.

ANALYSIS OF THE STATE OF WATER RESOURCES IN THE KRASNOYARSK AREA

Gerasimova L.A., Sugak E.V., Brazgovka O.V.

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Krasnoyarsk, e-mail: sugak@mail.ru

Comparative analysis of water intended for water consumption by the Krasnoyarsk population and its surroundings was carried out. We explored the river water of the Yenisei river in 11 points in different areas of the city, the water of the Kan river near the town of Zelenogorsk, tap water of Terentievo village with water from underground water sources and 2 different quality water samples from the Krasnoyarsk municipal supply. Essential in the choice of points for sampling of natural waters in the analysis had the potential sources of anthropogenic pollution, concerning which the sampling was carried out. When sampling detailed description of the state sampling space was done. PH, the content of surface-active substances, solids, lead ions, dissolved oxygen, and evaluated the biological activity of the analyzed waters was determined in water samples.

Keywords: analysis of water, natural water, water samples.

Россия вносит существенный вклад в планетарную экологическую ситуацию. Особо следует отметить три основные проблемы, которые на протяжении последних десятилетий никак не решаются и, напротив, усугубляются [1,9].

1. Богатство природных ресурсов страны при экстенсивном экономическом росте обернулось крайней расточительностью и низкой эффективностью их использования. Сформировалось ресурсоемкое, энергоемкое и, следовательно, природоемкое хозяйство, что привело к глубоким нарушениям природных систем и окружающей человека среды.

2. Отмечается превышение допустимой антропогенной нагрузки на природную среду.

3. Состояние здоровья населения России ухудшается под двойным прессом неблагоприятных экономических и экологических условий.

Все эти глобальные и национальные проблемы имеют не только экологические причины. Многое зависит от уровня развития техники и технологий, экономики, общественной идеологии и политики. Но именно современная экология вносит главные научные основания в их комплексное изучение и решение [2,6].

Антропогенное загрязнение гидросферы в настоящее время приобрело глобальный характер и существенно уменьшило доступные эксплуатационные ресурсы пресной воды. Общий объем промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых стоков достигает 1300–1800 км³ в год, для разбавления которых требуется примерно 8,5 тыс. км³ воды, т.е. 20% от полного и 60% от устойчивого стока рек всего мира. По отдельным водным бассейнам антропогенная нагрузка гораздо выше средних глобальных значений [1].

В России к концу XX в. на одного человека приходилось примерно в 1,5 раза больше хозяйственных стоков, чем в среднем в мире [1].

Цель исследования – оценка и сравнительный анализ качества вод для водопотребления города Красноярска и его окрестностей. Для сравнения также проанализировали воду в системе муниципального водоснабжения из подземных водоисточников, визуально не вызывающую опасений, и городскую водопроводную воду с явными признаками несоответствия по качеству питьевой воды.

Отборы проб производились в 16 точках в Красноярске и пригороде.

1. Правый берег Енисея в районе парка ДК 1 Мая (Ладейская протока) напротив острова Верхний Атамановский. Дно каменистое, много водорослей и тины. На поверхности воды маслянистая пленка. Прибрежная зона замусорена.

2. Правый берег Енисея в 50 м вниз по течению от Октябрьского моста напротив острова Осередыш. Дно каменистое, в воде растут водоросли. На воде масляные пятна, вода слегка пенится. Вблизи жилой сектор, вокруг кустарники.

3. Правый берег Енисея в 20 м вверх по течению от Октябрьского моста напротив острова Татышев. Вниз по течению в 100 м – нефтебаза. На поверхности воды сплошное масляное пятно. Прибрежная зона пропитана нефтяными отходами.

4. Внутреннее озеро на острове Татышев. В воде множество водорослей. Вода стоячая, течения нет. На берегу организован платный пляж, берег замусорен. На берегу ржавый металл, коряги.

5. Остров Татышев в 50 м вниз по течению от Октябрьского моста. Дно каменистое, множество водорослей, течение не интенсивное.

6. Остров Татышев в 100 м вниз по течению от Октябрьского моста. Песчаное дно. Вода прозрачная, без маслянистых пятен. Течение сильное.

7. Небольшая заводь на Енисее на Стрелке. Илистое дно засорено, ржавое железо.

8. Микрорайон Северный в районе новых жилых зданий. В домах питьевая вода желтого цвета.

9. Река Кан в черте города Зеленогорска.

10. Левый берег Енисея под пешеходным мостом вблизи Культурно-исторического

центра на Стрелке (протока Татышева). Каменистое дно засорено. Выше по течению рестораны на воде.

11. Водопроводная вода из подземного источника в деревне Терентьево под Сосновоборском.

12. Родник вблизи железнодорожной станции Камас в восточном направлении от Красноярска.

13. Правый берег Енисея за ТЦ «Красноярье» в 100 м вниз по течению от корабля-кафе «Литва». Дно каменистое, имеется мусор, прибрежная зона засорена.

14. Правый берег Енисея вблизи Предмостной площади в 100 м вниз по течению от Коммунального моста. Дно каменистое, очень засорено. На воде пена, небольшие масляные пятна.

15. Правый берег Енисея за ТЦ «Красноярье» в 100 м вверх по течению от корабля-кафе «Литва». Дно каменистое, засорено. Прибрежная зона сильно замусорена.

16. Вода из системы центрального водоснабжения в корпусе А Сибирского государственного аэрокосмического университета. Вода визуальна чистая, прозрачная.

Определение поверхностно-активных веществ (ПАВ)

Сточные воды с ПАВ образуют пену, в которой концентрируются микроорганизмы, в том числе болезнетворные. Полифосфатные связывающие агенты в воде гидролизуются, образуя монофосфаты, т. е. поставляют биогенный элемент фосфор, вызывая тем самым разрастание водных растений с последующим отмиранием, т. е. эвтрофикацию водоема.

Метод определения содержания ПАВ основан на образовании растворимого в хлороформе окрашенного соединения при взаимодействии анионноактивных веществ с метиленовым синим [7]. Чувствительность экспресс метода 0,1 мг/л. Предельно допустимая концентрация большинства анионноактивных веществ в воде водоемов – 0,5 мг/л.

При исследовании проб воды, собранных из разных источников, были получены результаты, представленные в таблице.

Наибольшее количество ПАВ находится в воде, взятой с набережной за ТЦ «Красноярье» (проба 13). Содержание ПАВ в этой пробе превышает ПДК на 0,5 мг/л. В остальных пробах содержание ПАВ не превышает ПДК. Есть такие пробы, в которых вообще не содержится ПАВ, эти пробы взяты из озера на острове Татышева, из Енисея со стороны левого берега, из родника на станции Камас, в деревне Тереньевка, в водопроводной воде.

Определение механических примесей в пробах воды

Количество механических примесей определяли методом выпаривания с последующим взвешиванием по ГОСТ Р 50558-93 [5].

Масса примесей рассчитывается по формуле:

$$m_{np} = \frac{\Delta m \cdot 10^6}{V_{исп}}$$

где Δm – разница массы подготовленной емкости до выпаривания пробы и после;

$V_{исп}$ – объем воды, взятой для анализа (3 мл).

Большое количество механических примесей определено в воде, отобранной в районе станции Камас из родника (400 мг/л), немногим меньше — вблизи нефтебазы и в районе Предмостной площади (таблица).

Измерение рН в водах из разных источников

Измерение проводилось стандартным методом на рН-метре Hanna HI98106 [8].

Все пробы имеют значения соответствующие нейтральной среде (таблица).

Совокупные результаты анализа вод

Проба	Содержание ПАВ, мг/л	Содержание кислорода, мг/л	Механические примеси, мг/л	Кислотность рН	Содержание свинца, мкг/л
1	0,4	14,80	0,0	6,0	2
2	0,4	19,04	166,7	6,0	5
3	0,3	18,72	266,7	6,5	5
4	0,0	14,48	166,7	6,5	0
5	0,3	14,48	100,0	6,0	0
6	0,0	17,60	33,3	6,5	0
7	0,3	17,20	0,0	6,0	2
8	0,3	13,52	66,7	6,0	0
9	0,3	15,76	100,0	6,5	3
10	0,0	15,36	66,7	6,0	3
11	0,0	14,56	0,0	7,0	0
12	0,0	12,80	400,0	7,5	0
13	1,0	16,24	166,7	6,5	3
14	0,0	14,88	333,3	6,5	5
15	0,1	16,96	266,7	6,0	2
16	0,0	15,68	0,0	6,0	0

Определение ионов свинца

Метод определения содержания ионов свинца основан на измерении степени помутнения раствора, обязующегося при взаимодействии иона свинца с хроматом калия по ГОСТ 1367.5-83 [4]. Чувствительность определения – 5 мкг свинца в анализируемом объеме раствора. Предельно допустимая концентрация свинца 0,03 мг/л. Эксперимент был проведен в двух повторениях.

Концентрация ионов свинца во всех пробах крайне низкая, в некоторых пробах свинец отсутствует (таблица).

Определение содержания растворенного кислорода

Содержание растворенного кислорода в воде характеризует кислородный режим водоема и имеет важнейшее значение для оценки его экологического и санитарного состояния. Кислород должен содержаться в воде в достаточном количестве, обеспечивая условия для дыхания гидробионтов. Он также необходим для самоочищения водоемов, поскольку участвует в процессах окисления органических и других примесей, разложения отмерших организмов.

Снижение концентрации кислорода свидетельствует об изменении биологических процессов в водоеме, о его загрязнении биохимически интенсивно окисляющимися веществами (в первую очередь – органическими).

В поверхностных водах содержание растворенного кислорода может колебаться от 0 до 14 мг/л и подвержено значительным сезонным и суточным колебаниям. В эвтрофированных и сильно загрязненных органическими соединениями водных объектах может иметь место значительный дефицит кислорода. Уменьшение концентрации РК до 2 мг/л вызывает массовую гибель рыб и других гидробионтов.

В воде водоемов в любой период года до 12 ч дня концентрация кислорода должна быть не менее 4 мг/л. ПДК растворенного в воде кислорода для рыбохозяйственных водоемов установлена в 6 мг/л (для ценных пород рыбы) и 4 мг/л (для остальных пород).

Определение проводили методом Винклера [8].

Данные представлены в таблице.

По содержанию растворенного кислорода все пробы анализируемой воды имеют довольно однородные показатели ($16 \pm 2,5$ мг O_2 /л). Самое низкое значение (13,52 мг/л) обнаружено в пробе 8 (водопроводная вода микрорайона Северный), а самое высокое содержание (19,04 и 18,72 мг/л) показывают пробы 2 и 3 в районе Октябрьского моста на правом берегу Енисея.

Биологическая активность вод

Биологическая активность вод определялась по скорости разложения растительного биоматериала [3,10]. Были использованы листья традесканции (*Tradescantia*) диаметром примерно 1 см, площадью поверхности 1,57 см² и массой 4,5–5 г. Анализы проб воды из каждого источника дублировались 10 раз. Комнатная температура воздуха, где находились пробы воды с листьями, во время закладки эксперимента в среднем составила 20,5⁰С.

Анализ вод на биологическую активность показывает, что наиболее загрязненной оказалась проба воды из Зеленогорска (проба 9), в которой наблюдается разложение листьев традесканции с образованием хлопьев уже через неделю; полное разложение произошло через 2 недели, что свидетельствует о сильном загрязнении пробы.

Менее загрязненными пробами оказались пробы 1, 3 и 4. Наиболее чистой оказалась вода из родника (проба 11) и водопроводная вода (проба 8).

Выводы

Анализ вод по всем изученным параметрам показал весьма разнородные результаты (таблица). Из таблицы видно, что ни в одной пробе нет угрожающих значений по всем или нескольким параметрам.

Самая качественная вода получена из подземного источника у деревни Терентьево (проба 11). Вода из родника у станции Камас (проба 12) сильно минерализована, но по другим параметрам не вызывает никаких опасений.

Настораживает, что в водопроводной воде микрорайона Северный (проба 8) обнаружены механические примеси и поверхностно-активные вещества, что нежелательно для питьевой воды.

В целом, ситуация в исследуемых водоемах вполне благополучна. Все проанализированные точки природных водоемов на данный момент времени справляются с антропогенной нагрузкой, и лишь на некоторых показателях отражается влияние прилегающего жилого массива.

Отклонения по отдельным показателям также могут свидетельствовать о пограничном нестабильном состоянии водоемов, при котором в случае усиления антропогенного давления может произойти резкое ухудшение экологической ситуации данной водной экосистемы.

Так, стоит привлечь внимание к состоянию систем водоснабжения отдаленных городских микрорайонов (таких как Северный и некоторые другие) и ужесточить контроль за водосбросом в районе ТЦ «Красноярье».

Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 14-16-24001.

Список литературы

1. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 343 с.
2. Герасимова Л.А., Бразговка О.В. Оценка экологического состояния атмосферы в зимнее время методами биотестирования. — Решетневские чтения: Мат. XVIII Межд. научной конференции. — Красноярск, 2014, ч. 2, с. 349–351.
3. Герасимова Л.А., Сугак Е.В. Оценка биотоксичности осадков в промышленном регионе. — Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности. Сборник научн. тр. по мат. Межд. научно-практ. конф. — Тамбов, 2014, ч. 8, с. 29–31.

4. ГОСТ 1367.5-83. Сурьма. Методы определения свинца.
5. ГОСТ Р 50558-93. Промышленная чистота. Жидкости смазочно-охлаждающие. Общие технические требования.
6. Матвеев А.В. Управление охраной окружающей среды. — СПб.: ГУАП, 2003. — 112 с.
7. Мирошниченко Ю.Ю., Юрмазова Т.А. Химические загрязнения в биосфере и их определение. — Томск: Изд-во Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2010. — 86 с.
8. Пименова Е.В. Химические методы анализа в мониторинге водных объектов. — Пермь: Изд-во Перм. ГСХА, 2011. — 138 с.
9. Сугак Е.В., Войнов Н.А., Николаев Н.А. Очистка газовых выбросов в аппаратах с интенсивными гидродинамическими режимами. — Казань: Отечество, 2009. — 224 с.
10. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. — 288 с.

Рецензенты:

Мучкина Е.Я., д.б.н., профессор, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск;

Хижняк С.В., д.б.н., профессор, Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск.