

УДК 502/504:577.3

**А. Л. БИРЮКОВ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева»

**С. Л. ЗАХАРОВ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

**Х. Б. ЮНУСОВ**

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный областной университет»

**С. А. АЛЕКСЕЕНКОВ**

Восточная станция водоподготовки АО «Мосводоканал»

**ВОДОПОДГОТОВКА, АНАЛИЗ И РЕКОМЕНДАЦИИ**

*Жизнь на Земле возможна только при наличии воды, но не всякая вода способна поддерживать жизнь. В статье рассмотрены вопросы многоступенчатой обработки воды в хозяйственно-бытовых целях. Проанализировано состояние водоснабжения населения чистой водой в городе Москве. Предложены рекомендации по прогнозированию качества природных вод по совокупности факторов, влияющих на самоочищение и самовосстановление загрязненной воды из природных источников. Установлены основные виды и источники загрязнения водных объектов антропогенного происхождения. Проведены исследования воды в заборах Восточной, Северной, Западной и Рублевской станций по показателям качества: цветность, окисляемость, концентрация аммонийного азота, среднегодовое количество фитопланктона, величина коли-индекса. Анализируется изменение этих показателей. Установлено, что качество воды является основополагающим фактором для определения количества реагента-очистителя (коагулянта, флокулянта, пульпы активированного угля, перманганата калия, гипохлорита натрия, озона). Бактериальное загрязнение воды Рублевской и Западной станций является актуальной проблемой, но Московские станции очистки воды отличаются высоким качеством очистки воды по всем контролируемым параметрам.*

*Водоподготовка, эвтрофикация, бактерия, цветность, запах.*

*Life on the Earth is possible only under the availability of water, but not any water can sustain life. The article examines questions of the multistage water treatment in economic – domestic purposes. The state of clean water supply to the population in Moscow is considered. Recommendations on forecasting a quality of natural waters are proposed according to the factors influencing self-clarification and self-recovery of the contaminated water from natural sources. Main kinds and sources of contamination of water bodies of anthropogenic origin are established. Investigations of water in the intakes of the East, North, West and Rublyevskaya stations were carried out according the quality indicators: chromaticity, biochemical oxygen demand, ammonium nitrogen concentration, annual quantity of phytoplankton, coli-index value. Changing of these values is analyzed. It is established that water quality is the basic factor for determination of the quantity of reagent-cleaner (coagulant, flocculant, activated carbon pulps, potassium permanganate, sodium hypochlorite, ozone). Water bacterial pollution of Rublyevskaya and West stations is an actual problem but the Moscow water treatment plants are characterized by a high quality of water treatment according to all the controlled parameters.*

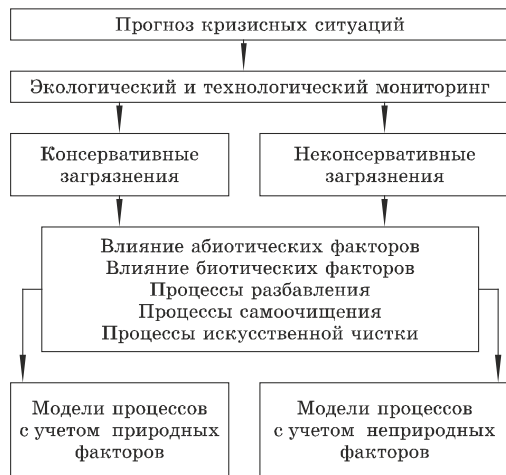
*Water treatment, eutrophication, bacteria, chromaticity, smell.*

Использование воды в хозяйственно-бытовых целях без предварительной подготовки может привести к различным негативным последствиям. Для подготовки воды на очистных станциях проводятся мероприятия по учету факторов, влияющих на формирование вод в водоемах, и долго-

срочное прогнозирование состояния водных источников. Прогнозирование необходимо для настройки регламентного режима наполнения и обработки воды на станциях водоочистки.

Авторами статьи предлагается схема прогнозирования изменений состава

природных вод, разработанная на основе работ [1, 4], посвященных по этому вопросу. Схема содержит рекомендации по прогнозированию качества природных вод по совокупности факторов, влияющих на самоочищение и самовосстановление загрязненной воды из природных источников (рисунок).



**Схема прогнозирования изменений состава природных вод**

Важное место в предложенной схеме имеет экологический мониторинг непрерывного наблюдения за состоянием водоемов, а также и технологический мониторинг приборов и устройств слежения и регистрации изменения параметров источников используемой воды.

Снабжение водой Восточной и Северной станций водоподготовки осуществляется из московских водохранилищ Учинского и Клязьминского водораздельный бьефов, со значительным содержанием бактериальной загрязненности (мутность воды 1,9...2,7 мг/л и до 8,0 мг/л в период паводка). Это объясняется высокой антропогенной нагрузкой на рассматриваемой площади водосбора [1].

В результате проведенного мониторинга установлены основные виды и источники загрязнения водных объектов антропогенного происхождения (таблица [1–3]).

#### Основные виды и источники загрязнения водных объектов антропогенного происхождения

Вид загрязнения	Источник загрязнения (отрасль промышленности)
Тепловое, радиоактивное	Энергетическая (АЭС, ТЭЦ, ГРЭС), военная
Минеральные соли, органические растворители, красители, фенолы	Химическая, текстильная
Взвешенные частицы	Коммунально-бытовое хозяйство
Легкоусвояемые биогенные вещества, пестициды, СПАВ	Сельское, городское хозяйство
Нефтепродукты	Нефтедобывающая, нефтеперерабатывающая
Ионы тяжелых металлов	Горнодобывающая, машиностроительная
ВМС (высокомолекулярные соединения), лигнины	Целлюлозно-бумажная

Высокая цветность (66...71°) в заборах Восточной и Северной станций была в 1980, 1981, 1982, 1985, 1991, 1998, 2012, а низкая (27...30°) в 1996 году [1–3]. При этом наблюдалась большая цветность воды весной в период половодья и во время дождя осенью и летом. Вместе с тем, в указанную закономерность не укладываются данные мониторинга за 1996 год, когда цветность составила 27...30°. Такие значения цветности намного отличаются от средних величин цветности, прогнозируемой для этого периода. В том же периоде зафиксирована высокая перманганатная окисляемость исход-

ной воды (используемой на водозаборе) Восточной и Северной станций. Причем окисляемость исходной воды на Северной станции по сравнению с Восточной оказалась выше на 0,6 мг O<sub>2</sub>/л, а наибольшие значения в январе 1999 г. выше на 16 мг O<sub>2</sub>/л. Среднегодовая окисляемость составила 7,7...8,8 O<sub>2</sub>/л. Время, в течение которого изменялась окисляемость и цветность в исходных водах Приволжского района, зависела от количества и длительности осадков. При этом имело значение длительность забора воды из Ивановского, Верхневолжского и Вышневолоцкого водохранилищ.

Вода из реки Волги имела высокую концентрацию аммонийного азота (0,31...0,44 мг/л и до 0,77...0,87 мг/л во время паводка) по сравнению с водой из реки Москвы [1, 5].

Среднегодовое количество фитопланктона в исходных водах Восточной и Северной станций водоподготовки составило 880...1700 клеток/мл [1, 4]. Это объяснимо тем, что соединений биогенного характера в водных источниках реки Волги содержится значительно меньше. Развитие фитопланктона имеет сезонный характер. Диатомные водоросли особенно сильно развиваются в весенний период, сине-зеленые диатомные водоросли – в летний период. В мае месяце концентрация фитопланктона повышается до 33...57 кКл/мл. В августе снижается до 9 кКл/мл и менее. Интенсивность болотных запахов составила 1...2 балла.

Величина коли-индекса в исходных водах Северной и Восточной станций очистки выше, чем в водозаборе Восточной станции очистки. Это объяснимо динамикой потока воды на протяжении 28 км от забора вод в местечке «Уча». При этом среднегодовые значения показателей составили 110...220 клеток на мл. Летом коли-индекс возрастал до 2000 клеток/мл. Подобная зависимость наблюдалась для количественных величин общего микробного числа (ОМЧ), среднегодовые значения которого колебались в интервале 44...60 клеток/мл, а летом достигали 330 клеток/мл.

Следует заметить, что на динамику формирования соотношений концентраций существенное влияние оказывало время нахождения исходной воды в баках-накопителях. В этот период наряду с отстаиванием происходили процессы коагулирования, динамика которых изменялась от температуры, рН среды, природы её компонентов и т. д.

Очистка от примесей органического характера является серьезной проблемой при водоподготовке. К этому относится снижение количественных параметров окисляемости и цветности в соответствии с существующими нормативами [2, 4].

Восточная станция очистки воды

снабжается водой реки Волга. Дезинфекция воды ранее осуществлялась газообразным хлором. В настоящее время хлор заменен на гипохлорит натрия по причинам взрывоопасного характера газообразного хлора. В связи с изменением природы компонентов отстаивание, коагулирование и другие процессы происходят в иной динамике, так как окислитель гипохлорит натрия способствует предотвращению роста бактерий в распределительной системе.

В дальнейшем вода очищается в блоке первичного озонирования (БПО). При этом улучшаются органолептические свойства воды при одновременном снижении цветности и мутности воды.

В качестве исходной воды для Северной станции используются воды реки Уча и Клязьминского водохранилища. Вода для Западной и Рублевской станций снабжается через водозаборы, которые установлены на реке Москве. Эта вода имеет гидрокарбонатный характер. Количественные величины гидрокарбоната колеблются в среднем в течение года от 3,1 до 5,1 мг/л эквивалента. Во время весеннего половодья наблюдался рост этих величин в десятки раз по сравнению с периодом, когда мутность составляла 3...4 мг/л. В 1998 году показатель мутности вод Рублевской плотины достигал 120 мг/л [5].

Сравнительный анализ вод на Западной и Рублевской станциях показал их гидрокарбонатный характер (2,7...4,7 мг/л эквивалента). Среднегодовая мутность исходной воды забора составила 3,9...11,7 мг/л. Весной показатели возрастали в десятки раз. Цветность также возрастала во время сильных дождей, а зимой снижалась до 4...5°. Цветность исходной воды для Рублевской и Западной станций изменялась в пределах 17...22°, а летом 1998 г. и весной 1999 г. – 60...70°. Среднегодовое значение перманганатной окисляемости составило 7...9 мг O<sub>2</sub>/л, зимой – 6...8 мг O<sub>2</sub>/л [4].

За последние годы концентрация нитратных солей уменьшалась в исходной воде из-за невозделанности полей и составила 3...3,5 мг/л. Аналогичные изменения характерны для концентрации

аммонийного азота (0,13...0,27 мг/л). Содержание хлоридов в исходной воде Москворецкого района оказалось стабильным и составило 17...19 мг/л. Концентрация фосфатных солей в течение года была в среднем 0,2 мг/л, а летом возрастала до 0,4 мг/л.

Количество фитопланктона в источниках Западной и Рублевской станций очистки составило 9...12 кКл/мл. Диатомные водоросли наблюдались в планктоне весной. Сине-зеленые водоросли доминировали по численности в последние дни лета и в первые дни осени. В этот период в 1992 г. зарегистрировано до 200 кКл/мл водорослей. Неприятные запахи («землистый», «дуственный», «гнилостный», «огуречный» и другие) сопровождают процессы цветения.

Снижение коли-индекса зафиксировано в источниках воды Рублевской и Западной станций до 8 кКл/л в 1996 г. Максимальное загрязнение зафиксировано зимой и весной (110 кКл/л).

Определение общего числа микробов (включая колиформные бактерии) в настоящее время дополнено анализом на количество термотартных колиформных бактерий, а также анализами на количество колифагов и спор сульфитредуцирующих клостридий.

Очистка от загрязнений органического характера в виде нефтепродуктов представляет большую проблему для очистки поверхностных вод. Только в период лето-осень их концентрация (0,05...0,06 мг/л) ниже в 6...7 раз показателей предельно допустимой концентрации (ПДК).

#### Выводы

Качество исходной воды является основополагающим фактором для определения количества реагента-очистителя (коагулянта, флокулянта, пульпы активированного угля, перманганата калия, гипохлорита натрия, озона).

Бактериальное загрязнение исходной воды Рублевской и Запад-

ной станций является актуальной проблемой. Вместе с этим Московские станции очистки воды отличаются высоким качеством очистки воды по всем контролируемым параметрам [5].

1. Гогина Е. С. Удаление биогенных элементов из сточных вод: монография. – М.: МГСУ, 2010. – 120 с.

2. Захаров С. Л., Юнусов Х. Б., Алексеенков С. А. Интенсификация процесса предочистки // Естественные и технические науки. – 2014. – № 6. – С. 123–124.

3. Захаров С. Л., Юнусов Х. Б., Смирнов В. С., Телюк А. Ю. Модернизация водообеспечения в городах с малым населением // Естественные и технические науки. – 2014. – № 7. – С. 75–77.

4. Попкович Г. С., Кузьмин А. А. Автоматизация и диспетчеризация систем водоснабжения и канализации. – М.: Стройиздат, 1983. – 152 с.

5. Эдельштейн К. К. Водохранилища России: экологические проблемы и пути их решения. – М.: ГЕОС, 1998. – 277 с.

Материал поступил в редакцию 18.08.14.

*Бирюков Алексей Леонидович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Защита в чрезвычайных ситуациях»*

*Тел. 8-915-334-20-34*

*Захаров Станислав Леонидович, доктор технических наук, профессор кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики*

*Тел. 8-915-080-80-15*

*Юнусов Худайназар Бекназарович, доктор технических наук, декан биолого-химического факультета*

*Тел. 8-916-443-83-60*

*Алексеенков Сергей Анатольевич, директор Восточной станции очистки воды Мосводоканала*

*Тел. 8-903-968-35-69*