

**ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ЦВЕТЕНИЯ ВОДОИСТОЧНИКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

© 2014

К. Е. Стрелков, магистрант

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

И. А. Лушкин, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

В. М. Филенков, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение», руководитель магистерской программы «Водоснабжение городов и промышленных предприятий»

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

Аннотация. Множество населенных пунктов в Российской Федерации используют поверхностные источники для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения. Интенсивное увеличение количества сине-зеленых водорослей приводит к значительному снижению качества используемой воды, увеличивает денежные затраты на ее очистку, несет опасность для здоровья человека и экологического состояния природы в целом.

Ключевые слова: водохранилище, водоснабжение, цианобактерии, качество воды.

Цветение воды – явление, с которым сталкивался каждый из нас. С началом летнего периода большинство водоемов подвергаются так называемому цветению. Вода в этот период приобретает сине-зеленый, а иногда ржаво-коричневый оттенок. В основе этого явления лежит массовое развитие цианобактерий (сине-зеленых водорослей), динофлагеллятов, диатомовых водорослей. Цветение возможно, как в пресной, так и в морской воде, но в основном наблюдается в пресных стоячих (с медленным течением) водоемах, таких как озера, пруды и водохранилища.

Процесс интенсивного развития цианобактерий скорее является следствием. Причиной же следует считать эвтрофикацию водоема. Эвтрофикация – насыщение водоемов биогенными элементами, сопровождающееся обиль-

ным ростом биологической продуктивности водных бассейнов. Эвтрофикация может быть результатом как естественного (старение водоема), так и антропогенного воздействия. Основными антропогенными источниками являются необработанные сточные воды и смыв удобрений с грунта. Они же и являются главным носителем химических элементов, способствующих эвтрофикации – азота и фосфора. Еще один источник – ортофосфат натрия, компонент стиральных порошков. Во многих странах мира использование этого соединения при производстве запрещено для целей уменьшения эвтрофикации водоемов.

По данным лаборатории мониторинга водных объектов ИЭВБ РАН, количество нитратов и фосфатов в воде находится в зависимости от численности водорослей (рисунок 1, 2) [1].

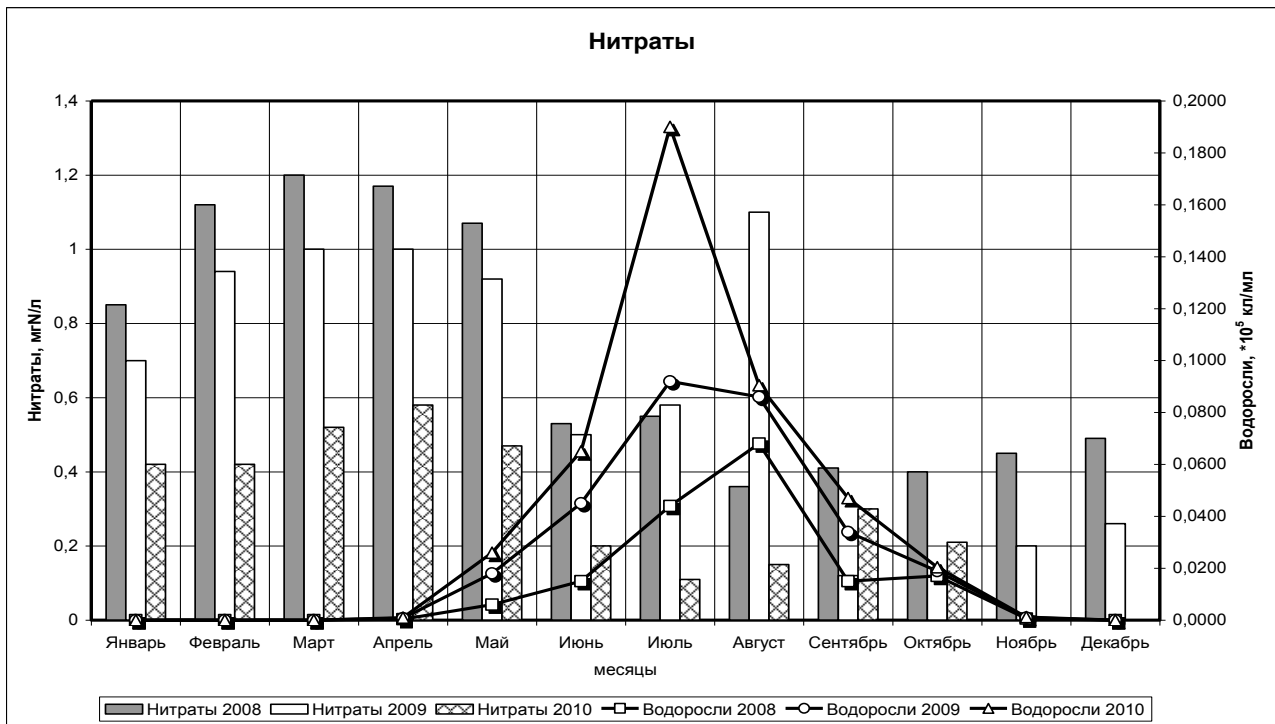


Рисунок 1 – Зависимость количества нитратов от увеличения численности водорослей

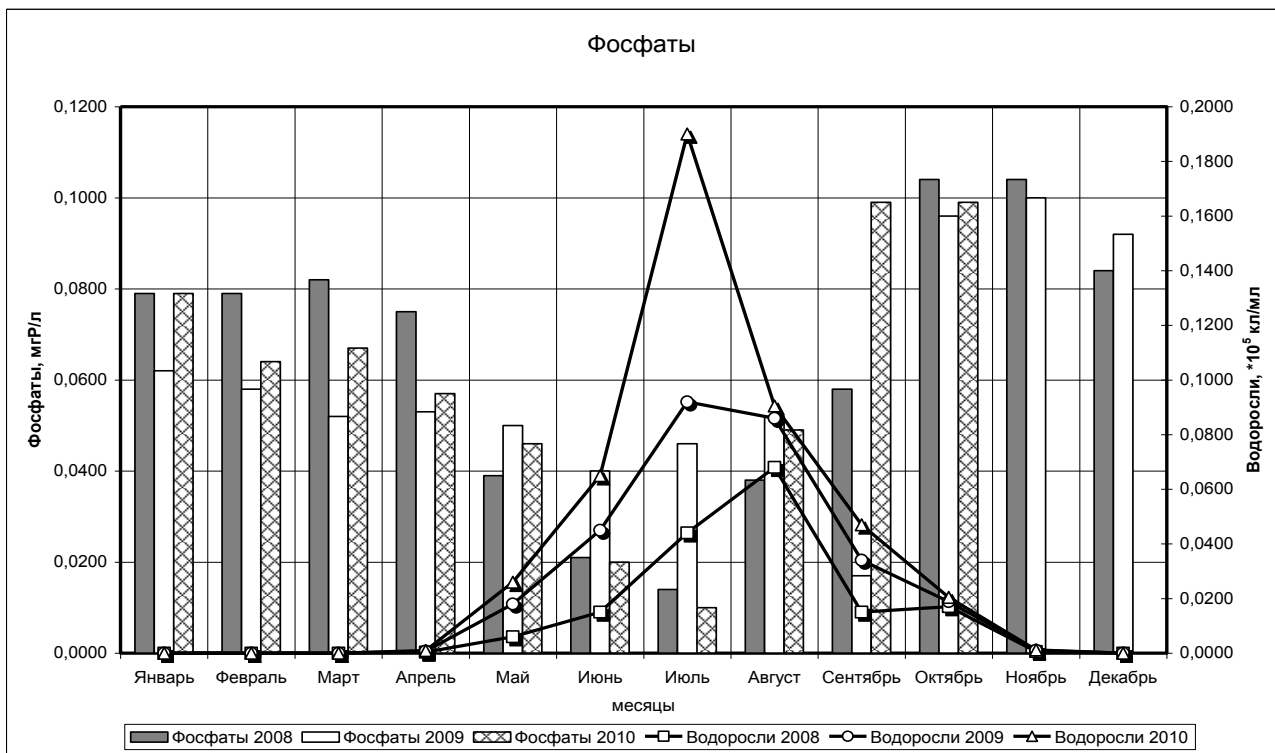


Рисунок 2 – Зависимость количества фосфатов от увеличения численности водорослей

Создание водохранилищ на равнинных реках, повышение среднегодовой температуры, сброс сточных вод с концентрациями загрязняющих веществ значительно выше допустимых параметров и ряд естественных факторов, все это способствует и создает благоприятные условия для развития цианобактерий [2]. Рост цветения воды приводит к дефициту кислорода, пере-

насыщению водоемов углекислым газом, повышению кислотности, затрудняет работу гидротехнических сооружений, понижает органолептические показатели воды (цвет, запах, вкус), увеличивает вязкость вод, ведет к замору рыбы, гибели водоплавающих птиц и оказывает отрицательное воздействие на состояние экосистемы в целом [2, 3].

По сути, цветение воды – это совершенно обычное природное явление. Но в современных условиях главной его опасностью является гипертрофизированное увеличение численности цианобактерий и деградация биотического комплекса самоочищения водоемов. Большинство городов в России используют водохранилища для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения. Загрязнение водных объектов приводит к снижению качества потребляемой воды и отрицательно сказывается на здоровье жителей [3].

В первую очередь цветение воды негативно сказывается на обитателях водной экосистемы. Рыбы, бентосные, планктонные животные, водоплавающие птицы, а также млекопитающие – первые кто чувствует на себе последствия чрезмерного увеличения количества цианобактерий в воде. В период массового развития сине-зеленых водорослей на поверхности водоемов образуется пленка, экранирующая проникновение солнечных лучей в толщу воды, тем самым вызывая своеобразное «голодание» эукариотических водорослей. Последние, в свою очередь, являются главными конкурентами цианобактерий и составляют основу питания организмов зоопланктона.

Во-вторых, бурное развитие численности сине-зеленых водорослей изменяет окраску воды, придает ей своеобразный специфический запах и вкус, приводит к затруднениям в техническом и питьевом водоснабжении, создает помехи нормальной работе гидротехнических сооружений [3, 4].

Одним из факторов ухудшения состояния воды в реках Российской Федерации, как ни странно, является строительство большого количества водохранилищ. Один из таких примеров – Волжско-Камский каскад ГЭС. В мире создание водохранилищ на равнинных реках считается не целесообразным, но в России, имеющей обширные территории, подобная практика существует. Во время строительства огромные территории подверглись затоплению и подтоплению. Создание этих объектов привело к необратимым изменениям экологической и гидрологической ситуации в водоемах. Значительно снизилась скорость движения воды в Волге и, как следствие, степень перемешивания. Волга в районе Куйбышевского водохранилища (береговая линия г. Тольятти) на момент летнего периода больше похожа на озеро, нежели на реку [3]. Являясь источником водоснабжения, вода Куй-

бышевского водохранилища представляет для города стратегическую важность и ценность. С каждым годом качество воды становится все хуже, процесс эвтрофикации все сильнее ощущается в повседневной жизни. Вода в водохранилище начинает цвести уже в апреле-мае. Для того чтобы привести воду в соответствие с требованиями качества, предъявляемыми к питьевой воде, требуются огромные средства. В нашем городе, да и в нашей стране вопросу развития системы водоподготовки уделяют недостаточное внимание. С ростом ухудшения качества воды требуются все большие вливания средств на развитие и реконструирование систем доочистки. Но, как и во всех случаях, решению проблемы необходимо уделять комплексное внимание, одновременно стараясь бороться и с последствиями, и с причинами роста эвтрофикации водных объектов.

Антропогенное воздействие на водоемы в ходе производственной и сельскохозяйственной деятельности в совокупности с естественным созданием комфортных условий (увеличение температуры окружающей среды, глобальное потепление) для развития популяции сине-зеленых водорослей дает эффект прогрессирующего ухудшения качества воды. Как правило, сброс ливневых вод с территорий городов осуществляется напрямую в близлежащие водоемы, попросту минуя систему предварительной очистки, позиционируясь как условно чистый сток. Подобная ситуация сложилась и в г. Тольятти. Ливневые стоки с территории Автозаводского, Комсомольского районов сбрасываются в водохранилище без какой-либо очистки. В городе есть очистные сооружения, но они требуют реконструкции и на данный момент не функционируют. Из Центрального района ливневый сток сбрасывается в искусственное озеро, расположенное в лесу на ул. Банькина. Сброс стоков в водохранилище ведется непосредственно на территории зоны отдыха и рядом с п. о. Капылово. Эти места всегда являлись любимым местом для отдыха горожан в жаркие летние дни, но в последние годы купание в этих зонах затруднено и даже опасно для здоровья. Цветение воды вызывает заболевания кожи у купальщиков, влечет за собой болезни органов пищеварения.

В истории неоднократно фиксировались смертельные случаи отравления цианобактериальными токсинами. Первые свидетельства по-

явились в 1793 году [5], в момент высадки в Британской Колумбии капитана Георга Ванкувера и его команды. Они заметили, что у индейских племен существует табу на употребление моллюсков, выловленных из водоемов, когда она начинала зацветать. Как оказалось, в моллюсках накапливался токсичный яд, количества которого вполне хватало для отравления человека и влекло за собой летальный исход. Первая официальная информация относится к 1878 году, когда согласно статье в журнале «Nature» были зафиксированы случаи гибели свиней, лошадей и собак после употребления воды из цветущего водоема. Прямой контакт с такой водой или употребление в пищу рыбы из водоема, который подвержен интенсивному развитию в нем цианобактерий, может стать причиной развития тяжёлых заболеваний. На сегодняшний день известно, что влияние цианобактерий и их токсинов оказывает более обширное отрицательное влияние на здоровье человека и животных. Подвергается серьезному влиянию деятельность сердечно-сосудистой и иммунной системы, печени и других жизненно важных органов [5, 7].

Печально известные события, связанные с отравлениями цианобактериями, происходят по всему миру. Например, в Бразилии 1997 году после употребления местными жителями воды из цветущего водохранилища пострадало более ста человек, часть из которых погибла от отравлений. Особенную опасность несут гепатотоксины, оказывающие разрушительный эффект на печень человека и животных и способные в короткие сроки привести к циррозам и раковым новообразованиям. К сожалению, токсины цианобактерий весьма устойчивы и не разрушаются при стандартных схемах водоподготовки, таких как хлорирование и ультрафиолетовое обеззараживание. Попадая в организм животных, отдельные токсины фактически не разрушаются и далее могут попасть в организм человека при употреблении им в пищу мяса или молока скотины, оказывая отрицательный эффект на общее состояние здоровья и подвергая его серьезной опасности [5].

Еще одним важным фактором, влияющим на распространение сине-зеленых водорослей, является температурный режим. Климатические изменения, в том числе увеличение температуры воды, способствует распространению эвтрофикации водоемов по всему миру. Американские климатологи установили, что увеличение цвете-

ния воды может вызвать не только насыщение углекислым газом вод мирового океана, повышение их кислотности, но и повысить уязвимость приповерхностных вод. К такому выводу ученые пришли в ходе наблюдений за развитием цианобактерий на побережьях Китая и США. Две крупнейшие реки в мире – Янцзы и Миссисипи выносят в больших количествах азотистые удобрения на мелководья Восточно-Китайского моря и Мексиканского залива, а они являются пищей для цианобактерий. Выбросы нитратов, составляющие основную часть используемых удобрений, за вторую половину прошлого столетия выросли в Китае в четыре, в США в три раза [5, 7]. Как видно из проделанных исследований, уже ранней весной начинается падение уровня кислорода, увеличение содержания концентрации углекислого газа и повышение кислотности. Подобная ситуация продолжалась на протяжении всего лета и начала осени. Взаимосвязь между уменьшением содержания кислорода и снижения кислотности указывает на то, что кислород уходил на окисление органики, количество которой возрастало из-за цветения воды. Ученые также сопоставили повышение концентрации углекислого газа в прибрежных водах и в атмосфере с изменениями водородного показателя. Считается, что в основном кислотность вод зависит от количества поглощаемого ими углекислого газа, поэтому повышение концентрации углекислоты в атмосфере должно сопровождаться таким же увеличением кислотности. Однако эти цифры не сходятся. Несовпадение объясняется ростом содержания углекислого газа, способность воды к его поглощению снижается. Тем самым увеличивается постоянная концентрация углекислоты в атмосфере, что неизбежно ведет к климатическим изменениям на нашей планете [5].

При использовании воды, богатой фито- и зоопланктоном, традиционные технологии и сооружения забора и очистки не могут обеспечить надлежащего качества водоподготовки. Поэтому все более актуальной становится проблема совершенствования технологий водоприема и обработки воды из поверхностных источников, содержащих планктон (водоросли), являющихся, по сути, комплексным выражением антропогенного загрязнения. Основные направления борьбы с водорослями при заборе и обработке воды [6]:

1) максимальное извлечение водорослей (планктона) из воды источников на водозаборах и начальных стадиях водоподготовки до поступления на блоки очистки;

2) уменьшение количества водорослей в акватории водоотбора, устранение причин их развития; создание условий, препятствующих их росту и распространению и др.;

3) модернизация традиционных методов забора и очистки воды внедрением новых технологических решений.

Выходом из сложившейся ситуации с качеством поверхностных водоисточников в РФ и мире является комплексный подход к решению проблемы, требующий вливания огромных денежных средств как государственных, так и частных. Он должен включать в себя борьбу с уже сложившейся обстановкой состояния водных объектов, предотвращение развития и ухудшения ситуации. Реальное снижение фосфорной и нитратной нагрузки на водохранилища позволит значительно ограничить развитие фитопланктона и уменьшить негативные последствия, связанные с цветением воды и ухудшением ее качества [7]. Для этого необходимо решить существующие правовые и финансовые проблемы в области нормирования антропогенного воздействия на водоемы, разработав современные научно обоснованные нормативы и комплекс мероприятий по контролю за выполнением предложенных мероприятий. Как минимум, следует установить контроль за соблюдением действующего в настоящее время законодательства – Водного кодекса РФ и Федерального закона «Об охране окружающей среды». Реконструкция и модернизация водозаборных и очистных сооружений, внедрение и разработка новых технологий с учетом современных тенденций и опыта, полученного за рубежом, в вопросах решения проблемы эвтрофикации водоемов, позволят нам сохранить природные и жизненно важные ресурсы, сохранить здоровье ны-

нешнему и будущим поколениям, сохранить экосистему нашей страны и планеты в целом. Инновационные подходы, касающиеся мер борьбы с цианобактериями, должны сочетать и учитывать в себе теоретический и практический факторы, направленные на борьбу с глобальной проблемой современности – эвтрофикацией водоемов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селезнева А. В., Селезнев В. А. Проблемы восстановления экологического состояния водных объектов Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2010. № 2. С. 28–44.

2. Селезнев В. А., Селезнева А. В. Влияние плотин на создание благоприятных условий для цветения воды на крупных водохранилищах.

3. Селезнева А. В., Селезнев В. А. От локального мониторинга к регулированию сброса загрязняющих веществ в водные объекты // Водное хозяйство России, № 2, Екатеринбург. 2008. С. 4–21.

4. Громов Б. В. Цианобактерии в биосфере // Соросовский образовательный журнал. 1996. № 9. С. 33–39.

5. Колмаков В. И. Токсичное цветение воды континентальных водоемов: глобальная опасность и методы ликвидации // http://studopedia.net/5_58014_toksichnoe-tsvetenie-vodi-kontinentalnih-vodoemov-globalnaya-opasnost-i-metodi-likvidatsii.html.

6. Лушкин И. А., Стрелков Д. А., Немнонова М. А. Проблемы забора и очистки воды для водоснабжения из источников с обильной водной растительностью. Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2012. № 1. С. 50–54.

7. Новая газета в Поволжье. Когда сольют Волгу?01/02/2012. // <http://www.novayasamara.ru/content/когда-сольют-волгу>

CAUSES AND CONSEQUENCES OF FLOWERING WATER SOURCES USED FOR DRINKING WATER SUPPLY

© 2014

K. E. Strelkov, master

Togliatti state University, Togliatti (Russia)

I. A. Lushkin, candidate of technical sciences, associate professor of the chair

«Heat, ventilation, water supply and sanitation»

Togliatti state University, Togliatti (Russia)

V. M. Filenkov, candidate of technical sciences, associate professor of the department
«Heat and gas supply, ventilation, water supply and Sewerage», the head of the master's
programme in «Urban water Supply and industrial enterprises»

Togliatti state University, Togliatti (Russia)

Annotation. Many settlements in the Russian Federation using surface sources of water for domestic water supply. Intensive increase in the number of blue-green algae leads to a significant reduction in the quality of water used, increases the monetary costs of its cleanup, is a danger to human health and the ecological state of nature as a whole.

Keywords: reservoir, water, cyanobacteria, water quality.

УДК 621.396.6

РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ КОНДУКТИВНОМ ТЕПЛООБМЕНЕ

© 2014

А. И. Туищев, доктор технических наук, доцент, профессор-консультант кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств»

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

И. О. Губанов, кандидат технических наук, старший преподаватель

Тольяттинский колледж дизайна и управления, Тольятти (Россия)

В. М. Плеханов, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств»

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

Д. Г. Токарев, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств»

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

Аннотация. Микроминиатюризация конструкций радиоэлектронных устройств приводит к тепловой нагруженности. Печатная плата рассматривается в качестве теплового источника, в котором электрическая энергия преобразуется в тепловую. Ее элементы в нагруженном состоянии представляют источники, стоки и приемники тепловой энергии. Представлен расчет тепловых режимов и характеристик печатных плат при кондуктивном теплообмене.

Ключевые слова: печатная плата, тепловая энергия, кондуктивный теплообмен, теплопроводность, расчет теплового потока, радиатор.

Микроминиатюризация конструкций радиоэлектронных устройств приводит к тепловой нагруженности, связанной с перегревом элементов и самого печатного узла. В этом случае печатную плату можно рассматривать в качестве теплового источника, в котором электрическая

энергия преобразуется в тепловую. Элементы на печатной плате в нагруженном состоянии, таким образом, представляют источники, стоки и приемники тепловой энергии. По известным данным К. П. Д. преобразования полезного электрического сигнала составляет единицы процен-