

Олег Юрьевич, 43 года, Тольятти, 01.07.2006

«Ежегодно в летний период в Куйбышевском водохранилище происходит размножение сине-зеленых водорослей, которые делают купание опасным для здоровья. Уверен, аналогичная проблема существует по всему каскаду ГЭС. Какие меры принимает государство для борьбы с этим явлением?»

«В настоящее время получены очень хорошие результаты, как на указанных водохранилищах, так и других водоемах.

Метод введения в водоем зеленой водоросли – хлореллы кроме решения основной поставленной задачи – ликвидация «цветения» сине-зелеными водорослями обеспечил:

- значительное улучшение качества воды по концентрации химических элементов;
- существенное снижение бактериальной обсемененности воды патогенной микрофлорой;
- увеличение кормовых ресурсов фауны водоемов.

Метод не имеет экологических проблем, так как все процессы, которые он вызывает в водоеме, направлены на улучшение качества воды, увеличение в ней растворенного кислорода и уничтожение патогенных бактерий. Сама хлорелла является полезным кормом для фауны водоема.

Метод применим для любого пресноводного водоема, и после выполнения своей миссии не нарушает требуемый баланс флоры и фауны.

Метод не имеет экономической альтернативы, так как затраты на его осуществление в десятки раз ниже любого другого способа борьбы с «цветением» водоемов, а получаемые дивиденды значительно увеличиваются за счет дополнительных, положительных результатов».

В. В. Путин

**Ответ В. В. Путина на вопрос,
заданный ему во время прямого эфира в июле 2006 г.**



Предисловие

Ежегодно в летний период во многих водоёмах центра и юга России происходит интенсивное размножение синезеленых водорослей, что вызывает «цветение» воды и приводит к неблагоприятной экологической обстановке.

При массовом отмирании синезеленые водоросли (цианобактерии) выделяют неприятный запах и ядовитые вещества – цианотоксины, снижают качество воды, вызывают гибель рыбы, засоряют агрегаты водо-насосных станций. Насыщенность воды органи-

ческой массой цианобактерий в период «цветения» достигает 500 г/м³.

Интенсивное размножение и широкое распространение цианобактерий, со всеми вытекающими из этого негативными последствиями, свойственно не только водохранилищам южной зоны, но и водоёмам более северных широт. Так, в 1996-2000 годах в г. Пензе сложилась чрезвычайная ситуация с обеспечением питьевой водой населения из-за массового скопления цианобактерий в местах забора воды из Пензенского водохранилища.

В период с 2003 по 2007 год Ижевскому Водоканалу потребовались серьезные финансовые вложения порядка 25-30 млн. рублей в год на доведение качества воды из Ижевского водохранилища до питьевого стандарта. Связано это было с устранением устойчивого запаха дуста, который появился в воде, как это было установлено исследованиями, в результате разложения цианобактерий.

Практически все природные водные объекты, входящие в системы водосбора великих Российских рек Волги и Дона, подвержены «цвете-

нию», и чем южнее – тем интенсивнее. Анализ проведенный, только по 30 водоемам показал, что во всех случаях токсичное «цветение» воды вызывают цианобактерии *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria gomontiana*, *Anabaena constricta* и другие виды из этих родов. Они являются эврибионтными видами и в массе развиваются в водоемах независимо от их размеров, типов или географического положения. Распространение цианобактерий приобретает характер глобальной мировой проблемы.



Для борьбы с «цветением» водоемов применяются различные современные методы, физической, химической и биологической очистки поверхностных вод. Однако наиболее эффективным, на сегодняшний день, является метод биологической борьбы с «цветением».

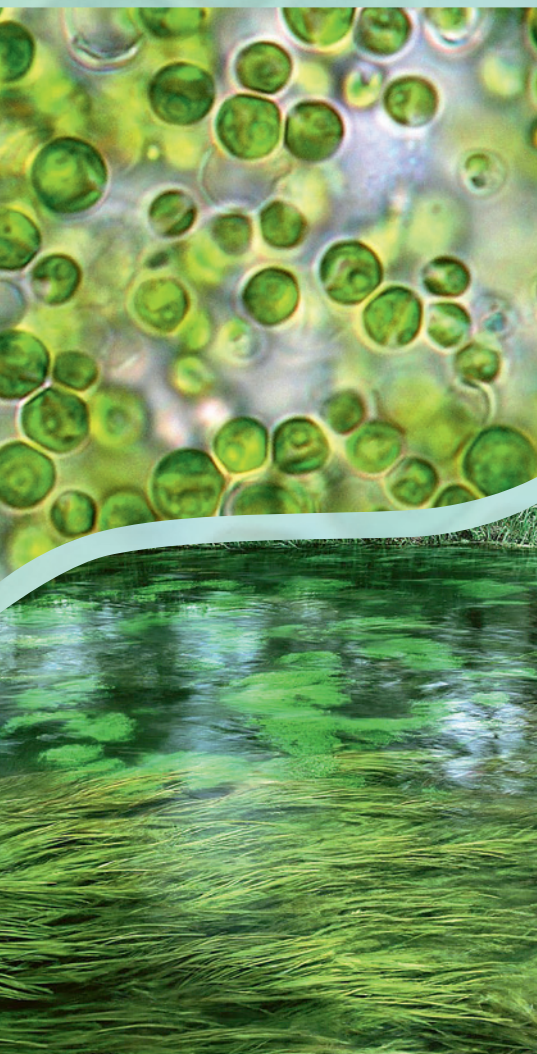
Причина накопления перечисленных видов синезеленых водорослей заключается в том, что они не могут полностью использоваться в водоеме, так как представлены крупными колониальными формами, которые не доступны для потребления беспозвоночными организмами. Рыбы-фитофаги при использовании в пищу цианобактерий кардинально повлиять или хотя бы снизить их биомассу в период «цветения» не в состоянии. Известны случаи, когда применение данного метода даже усиливало «цветение» воды.

Для борьбы с «цветением» водоемов применяются различные со-

временные методы, физической, химической и биологической очистки поверхностных вод. Однако наиболее эффективным, на сегодняшний день, является метод биологической борьбы с «цветением». Проведенные эксперименты и практика показали, что высокую эффективность при решении этой проблемы обеспечивает введение в водоем (альголизация) оригинального штамма с уникальными свойствами одноклеточной зеленой микроводоросли – хлореллы, выведенного российским ученым – Николаем Ивановичем Богдановым. Хлорелла проявляет антагонизм к цианобактериям.



Про хлореллу и ее свойства



Хлорелла считается долгожительницей нашей планеты, существование которой измеряется более чем тремя миллиардами лет. Зеленые водоросли – самый многочисленный отдел водорослей, эволюция которых в водной среде не привела к образованию сложно устроенных и крупных слоевищ с дифференциацией на ткани. Хлорелла представляет собой мелкую, шаровидную или эллипсоидную клетку размером около 8 мкм. При нормальных условиях количество хлореллы учетверяется в течение суток. Она энергично фотосинтезирует, поглощая углекислый газ и насыщая водоём и воздух кислородом, и при этом обогащается питательными веществами, поглощая их всей поверхностью клетки. В процессе фотосинтеза хлорелла способна использовать до 12% световой энергии, в то время как наземные растения используют только 1–2%.

Процессы, протекающие в водоемах альголизированных штаммом *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111, основаны на его уникальности, т.е. отличии от всех известных и использующихся штаммов:

- планктонность – способность к свободному парению в толще воды;
- равномерное распределение клеток в среде развития;

- отсутствие агглютинации клеток;
- способность создавать условия, препятствующие развитию патогенных микроорганизмов;

- устойчивость к поражению вирусами, риккетсиями и бактериями;

Попадая в водоем, штамм *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 не осаждается на дно и не прилипает к высшей растительности, а парит в верхнем (40 – 160 сантиметров) слое воды, интенсивно фотосинтезируя. За несколько дней хлорелла становится доминирующей микроводорослью в указанном слое воды, насыщая его кислородом и удаляя из него излишки углекислого газа, органических и минеральных веществ. При этом уничтожается вся патогенная микрофлора. Поскольку хлорелла является наилучшим кормом для зоопланктона, то численность его в водоеме увеличивается в разы. При альголизации водоёма в весенние месяцы массового развития цианобактерий не происходит, так как хлорелла успевает поглотить биогены необходимые для их развития. Когда водоем уже заражен цианобактериями, введение нашего штамма позволяет лизировать их скопления и перевести продукты разложения в процессе фотосинтеза в белки, липиды и другие азотсодержащие органические соединения, входящие в структуру хлореллы.

Штамм защищен патентом РФ № 1751981 и принят на депонирование Институтом физиологии растений им. К. А. Тимирязева Российской академии наук.

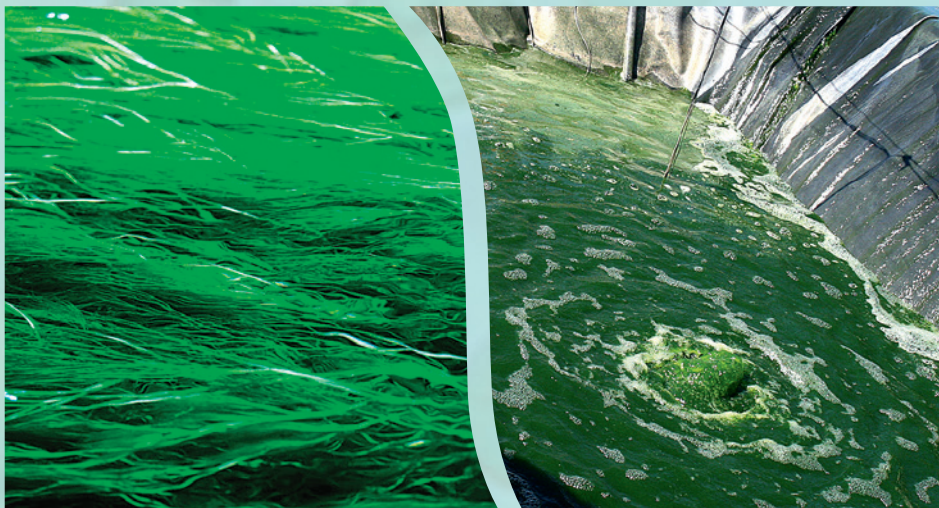
Поскольку хлорелла является наилучшим кормом для зоопланктона, то численность его в водоеме увеличивается в разы.



Польза альголизации

Метод введения в водоем зеленой водоросли – хлореллы, кроме решения основной поставленной задачи – предотвращения «цветения» синезелеными водорослями, – обеспечивает:

- значительное улучшение качества воды по концентрации загрязнителей, таких как тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы, неорганические формы азота и фосфора;
- снижение биохимического и химического потребления кислорода;
- улучшение органолептических показателей;
- существенное снижение бактериальной обсемененности воды патогенной микрофлорой;
- увеличение количества растворенного кислорода в воде в течение всего вегетационного периода;
- увеличение кормовых ресурсов фауны водоёмов;
- интенсивное развитие зеленых водорослей и зоопланктона;
- восстановление рекреационного потенциала.



Метод не имеет экологических проблем, так как все процессы, которые он вызывает в водоёме, направлены на улучшение качества воды, увеличение в ней растворенного кислорода и уничтожение патогенных бактерий. Сама хлорелла является полезным кормом для микрофауны водоёма.

Метод применим для любого водоёма, солёностью до 18‰, как естественного, так и искусственного происхождения. После выполнения своей миссии этот метод не нарушает естественного баланса флоры и фауны.

Метод не имеет экономической альтернативы, так как затраты на его осуществление в десятки раз ниже любого другого способа борьбы с «цветением» водоёмов, а получаемые дивиденды значительно увеличиваются за счет дополнительных положительных результатов.

Чистоте водоемов – государственную заботу

В России огромное количество водоемов самого разного назначения и пользования. Но многие из этих водоемов в той или иной мере подвержены антропогенному загрязнению, а зачастую и «цветению» синезелеными водорослями. В результате ухудшается санитарное состояние, и водоемы становятся непригодными для питьевого водоснабжения городов и населенных пунктов. Многие водоемы в летний период невозможно использовать для отдыха.

Ещё в 50-х годах прошлого века была осознана серьезность этой проблемы, и многие ученые успешно

разрабатывали отдельные вопросы посвященные загрязнению и самоочищению водоемов, проблеме «цветения» водоемов синезелеными водорослями, зарастанию высшей водной растительностью.

В настоящее время все эти проблемы объединены в новое научное направление – биологическая реабилитация водоемов.

Биологическая реабилитация – это восстановление экосистемы водоема до естественного уровня и безопасного состояния для человека и окружающей среды.

Биологическая реабилитация – это восстановление экосистемы водоема до естественного уровня и безопасного состояния для человека и окружающей среды.

Сущность биологической реабилитации заключается в комплексном решении проблем загрязненных водоемов, которые связаны с использованием приемов с преимущественной ориентацией на биологические методы. Биологическая реабилитация водоемов включает действия, направленные на минимизацию содержания загрязняющих веществ, улучшение санитарного состояния водоемов, предотвращение «цвете-

ния» синезелеными водорослями, использование свойств биологической мелиорации высшей водной растительности и, наконец, вылов рыбы и прочих биологических объектов. Причем, рыба рассматривается не как объект промыслового или любительского лова, а как компонент экосистемы, предназначенный для выноса из водоема первичной продукции, которая трансформируется через пищевые звенья в рыбную продукцию.

Для ускорения процессов и повышения эффективности восстановления загрязненной воды используется способ биологической реабилитации за счет альголизации штаммом *Chlorella vulgaris* №С-111.

Не смотря на принимающиеся за последнее десятилетие меры по улучшению экологического состояния водоемов, проблема «цветения» воды остается актуальной.

Для решения этой проблемы нами предлагается биологический подход, который заключается в структурной перестройке фитопланктонного сообщества, где соотношение синезеленых и зеленых было бы в пользу последних. Известно, что между зелеными и синезелеными водорослями в планктоне складываются антагонистические отношения. Поэтому пре-

обладание в водоеме представителей зеленых водорослей предотвращает массовое развитие синезеленых, предохраняя водоем от «цветения». Для повышения роли зеленых водорослей в предотвращении «цветения» воды синезелеными предложено проведение альголизации водоема штаммом *Chlorella vulgaris* №С-111. Обладая планктонными свойствами, этот штамм проявляет выраженный антагонизм к синезеленым водорослям родов *Aphanizomenon*, *Anabaena*, *Oscillatoria* и *Microcystis*.

На сегодняшний день биологическая реабилитация проводится лишь на десятке водохранилищ. Для такой огромной страны, как Россия этого явно недостаточно. Поэтому чистоте водоемов нужна государственная забота.

На сегодняшний день биологическая реабилитация проводится лишь на десятке водохранилищ. Для такой огромной страны, как Россия этого явно недостаточно. Поэтому чистоте водоемов нужна государственная забота.

Биологическая реабилитация



В настоящее время для очистки сточных вод, в основном, используются аэротенки, которые являются потребителями кислорода и загрязнителями воздуха углекислым газом. Немаловажно, что в санитарном отношении эта система очистки также является порочной, так как она не освобождает сточные воды от микроорганизмов, вызывающих заболевания человека и животных.

Биологическая особенность бактерий заключается в том, что они узкоспециализированы, т.е. необходимо иметь много видов бактерий, чтобы они могли очистить весь спектр веществ, которые находятся в сточных водах. Нет одного универсального вида бактерий, способного справиться со всем комплексом загрязняющих веществ сточных вод.

На сегодняшний день назрела острая необходимость найти иной подход к проблеме оздоровления окружающей среды.

Как показали многочисленные исследования, проводимые с 60-х годов XX века, альтернативой активному илу, может служить применение микроводорослей, а именно суспензии хлореллы.

сточных вод

Следует отметить, что процесс очистки сточных вод с использованием микроскопических водорослей протекает в 1,5-2,0 раза интенсивней, чем при бактериальной очистке. Содержащиеся в сточных водах азотистые компоненты и фосфаты полностью используются водорослями.

Применение водорослей для очистки сточных вод оправдано экологически, так как они используют биогенные вещества и углекислый газ, а в процессе жизнедеятельности выделяют в окружающую среду кислород. Эволюционно водоросли более высокоразвитые организмы, чем бактерии и поэтому многие виды являются универсальными потребителями минеральных и органических веществ.

Традиционные способы очистки предусматривают две ступени: первая – механическая и физико-химическая; вторая – искусственная или естественная биологическая с глубокой доочисткой при сбросе стоков в водоём.

Одним из методов очистки является интенсификация развития фотосинтезирующих водорослей в водоемах-осветлителях.



Использование штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 с заложенными в нем принципиально новыми возможностями биологической реабилитации сточных вод позволяет существенно повысить эффективность и надежность работы сооружений естественной биологической очистки, устранить риски «цветения» водоёма-приёмника сточных вод, осуществить полное обеззараживание очищенных сточных вод, в результате чего создать надежную систему оздоровления окружающей среды.

Предлагаемый нами метод биологической реабилитации подразумевает заселение (альголизацию) сточных вод планктонными штаммами водорослей. В качестве альголизанта используется представитель зеленых водорослей – штамм *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111, обладающий набором уникальных свойств, упомянутых при его характеристике.

Приведем конкретный пример. С 2010 года ООО НПО «Альгобиотехнология» совместно с ОАО ЕВРАЗ «Нижнетагильский металлургический комбинат» проводит альголизацию сточных вод предприятия в прудке-осветлителе с целью его реабилитации и снижения концентрации загрязняющих веществ, сбрасываемых со сточными водами в реку Тагил. Назначение прудка-осветлителя – очистка загрязненных сточных вод предприятия от взвешенных веществ и масел.

Объем акватории прудка-осветлителя обновляется полностью за двое суток. Но даже в этих тяжелых условиях применение нашей технологии позволяет существенно снизить концентрацию загрязняющих веществ.

Эффективность альголизации оценивалась лицензированным аккредитованным экоаналитическим центром ОАО ЕВРАЗ «НТМК».

Среднемесячная эффективность очистки сточных вод в месяцы, с апреля по октябрь, когда проводилась регулярная альголизация прудка-освет-



лителя, по сравнению с месяцами, с января по март, когда альголизация не проводилась, увеличилась по нефтепродуктам на 23,2% и по фенолам на 27,2 %, по железу на 27,2 % и по марганцу на 70,6 %.

В 2014 году работы по биологической реабилитации прудка-осветлителя продолжаются.

Использование штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 с заложенными в нем принципиально новыми возможностями биологической реабилитации сточных вод позволяет существенно повысить эффективность и надежность работы сооружений естественной биологической очистки, устранить риски «цветения» водоёма-приёмника сточных вод, осуществить полное обеззараживание очищенных сточных вод в результате чего, создать надежную систему оздоровления окружающей среды.





ООО НПО «Альгобиотехнология»

ООО НПО «Альгобиотехнология» производит суспензию хлореллы штамма ИФР № С-111 с 2006 года. Производство организовано по соответствующим техническим условиям, с применением последних достижений в биотехнологии, а также сертифицировано по ветеринарной безопасности. Отработаны регламент и технология проведения альголизации.

Наше предприятие обладает производственной мощностью, позволяющей ежегодно проводить биологическую реабилитацию водоёмов, используемых даже в качестве источников водоснабжения, общей площадью более 100 000 квадратных километров и может выступить «Ис-

полнителем» заказа в решении проблем, связанных с обеспечением чистой водой населения и производства.

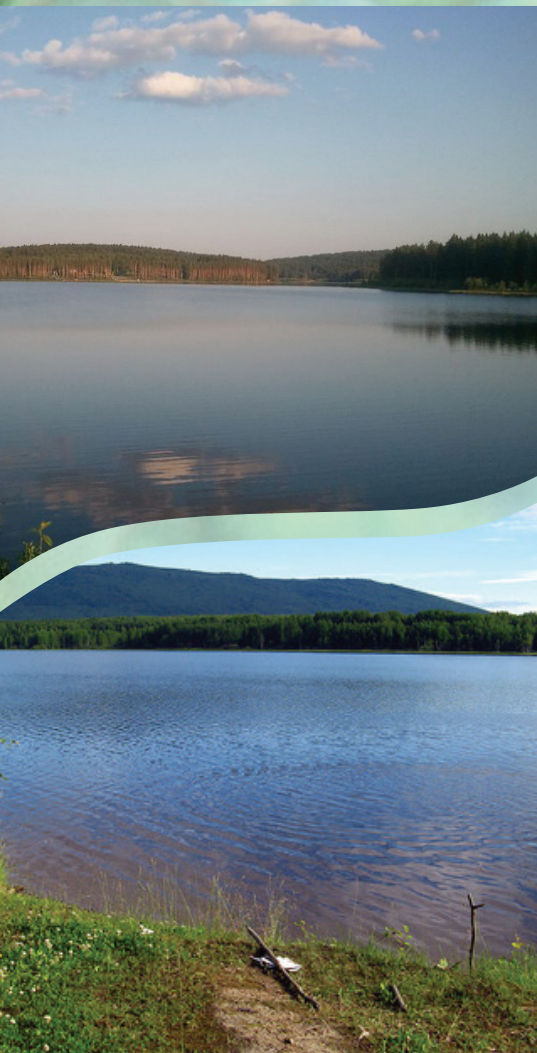
При наличии угрозы «цветения» водоёмов и рыбоводных прудов или обсемененности воды водоема патогенной микрофлорой, ООО НПО «Альгобиотехнология» проводит их альголизацию с целью предотвращения «цветения» синезелеными водорослями и реабилитации водоема в санитарном отношении. Альголизация водоёмов проводится с февраля по август месяц. Незамерзающие пруды Юга России альголизируются в период наименьшей вегетативной активности цианобактерий – декабрь, январь, февраль.

Промышленные и сельскохозяйственные предприятия, имеющие в своем ведении пруды-отстойники, проточность которых, превышает 100 часов, могут решить проблему сточных вод, используя предлагаемый нами метод. Для их биологической реабилитации возможно любое время весенне-летнего периода.

Для достижения и закрепления положительного результата предотвращения «цветения» ООО НПО «Альгобиотехнология» рекомендует проводить альголизацию четыре года

подряд, поскольку за этот срок происходит полное освобождение водоёма от синезеленых водорослей. За этот период наступает очищение водоёма не только от вегетативных форм, но от их спор. Необходимо отметить, что отсутствие «цветения» водоёма после проведенной альголизации не является признаком полного освобождения водоёма от синезеленых водорослей. Для этого необходимо проведение альголизации в течение четырех лет, и при этом ни один год водоём «цвести» синезелеными водорослями не будет.





В последующие четыре года проводится альголизация водоёма однократно в год и только в зимний период. При этом «цветения» воды синезелеными водорослями не должно быть.

Следующие четыре года водоём не альголизуется, но за водоёмом ведётся наблюдение и проводится ежегодная регистрация отсутствия «цветения» воды синезелеными водорослями.

Данная технология проходила апробацию, начиная с 2001 года на Пензенском, Волгоградском и Цимлянском водохранилищах и одобрена Федеральным агентством водных ресурсов Российской Федерации и Росрыбхозом.

Предлагаемый нами метод является самым эффективным в борьбе с «цветением» синезелеными водорослями, но он, конечно, не исключает всех остальных работ по улучшению экологического состояния водоемов.

В 2008 году нами проведена альголизация рыбноводных прудов общей площадью 2100 га, расположенных на территории Липецкой, Тамбовской, Воронежской и Белгородской областях.

Помимо областей Центрально-Черноземного региона, в 2009 году успешно проведена альголизация рыбноводных прудов общей площадью 3500 га в Краснодарском и Ставропольском краях, Московской, Ленинградской и Ростовской областях. Также в 2009 году были начаты работы на Матырском водохранилище (46,0 км²) и Ижевском городском пруду (23,0 км²) – в том же году закончены.

В 2010 году на данных водоемах продолжились работы, и к ним присоединились Нижнетагильский городской пруд (7,8 км²), Белоярское водохранилище (42,0 км²). В 2011 году количество крупных водоемов пополнилось Леновским (23,0 км²), а также Черноисточинским (26,4 км²) и Верхне-Выйским (6,0 км²) питьевыми водохранилищами. Увеличилось и число рыбхозов, которые понимают необходимость применения суспензии хлореллы в своих хозяйствах. Совокупная площадь зеркала водоемов, альголизированных в 2011 году, составила более 21000 га.





В 2012 году суммарная площадь рыбоводных прудов превысила 30000 га. География проводимых работ расширилась за счет альголизации водоемов в Курской и Самарской областях, а в 2013 году проводились работы, в том числе, в Челябинской, Тульской и Тюменской областях, и суммарная площадь водного зеркала превысила 450 км².

28 февраля 2012 года в Институте экологии Волжского бассейна РАН прошло заседание Ученого совета, который был посвящен биологической реабилитации водоемов методом коррекции альгоценоза, где мы доложили о проделанной работе за последние годы. Видные ученые поддержали идею метода биологической реабилитации и рекомендовали его применение на озерах г. Тольятти и в прибрежной части Куйбышевского водохранилища, что еще раз подтвердило состоятельность нашего метода.

В 2011 – 2012 гг. в Федеральном государственном унитарном предприятии Российский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов (ФГУП РосНИИВХ) были проведены исследования по изучению

механизма взаимодействия штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 с сообществами синезеленых водорослей поверхностных водоемов в окрестностях г. Екатеринбурга, в результате которых удалось выявить главные механизмы во взаимодействии хлореллы штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 и синезеленых водорослей. Аналогичные работы были проведены в штаб-квартире Labaqua S.A., расположенной г. Сантьяго-де-Компостела, с пробами воды из водохранилища *Sachamuiña* расположенном в провинции Ориенте, в области Галисия, на северо-западе Испании. И результаты были аналогичными.

В апреле 2014 года положения нашей технологии были доложены на конференции Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, ассоциированной с ДОО ООН. Ведущие специалисты поддержали новую для них технологию и выразили глубокую заинтересованность в «решении проблем улучшения качества природных вод с использованием метода биореабилитации».

Более подробно с данными работами Вы можете ознакомиться на нашем сайте, в разделе Наука.



Послесловие

Главным видом деятельности нашего предприятия является производство суспензии хлореллы. Мы являемся единственным в регионе предприятием, имеющим лицензию на работу с запатентованным штаммом микроводоросли *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111. В течение пяти лет мы проводили опыты на различных видах животных, начиная с птицы и заканчивая крупным рогатым скотом, в результате чего определили нормы, сроки и эффективность применения нашего продукта. В 2005 году мы зарегистрировали технические условия на

производство «Корма суспензия хлореллы», что позволило нам проводить производственные эксперименты на животных. В экспериментах участвовали различные виды сельскохозяйственных животных, ежедневно принимавших наш продукт, что привело к уменьшению падежа, к увеличению среднесуточных привесов и отказу от применения антибиотиков. Работы, проведённые во Всероссийском НИИ комбикормовой промышленности, убедительно показали преимущество комбикорма с добавлением нашего продукта при кормлении животных.



В настоящее время имеется вся нормативная база, технические условия производства, нормы и технология внесения, а также практические рекомендации по применению суспензии хлореллы в комбикормах для различных сельскохозяйственных животных. Нами разработана и апробирована технология концентрации и сушки хлореллы. Результаты лабораторных исследований показали, что наш штамм вырабатывает значительно больше аминокислот и витаминов, чем поставляемые из-за рубежа. Сухая хлорелла применяется во всем мире как БАД, ингредиент к продуктам питания, сырьё для лекарственных препаратов и косметики.

Хлореллу можно использовать для производства биотоплива, поскольку, во-первых, ее производство не зависит от физико-географических и климатических условий, во-вторых, хлореллу можно выращивать даже на сточных водах коксохимического производства, в-третьих, она является одноклеточной микроводорослью, что значительно облегчает процесс извлечения полезных компонентов. Мы готовы к конструктивному сотрудничеству с организациями, которые будут заинтересованы в продвижении нашей продукции в различных областях и регионах.



Некоторые мифы об альголизации

В данном разделе собрана информация о самых распространенных мифах, которыми обросла наша деятельность в области биологической реабилитации водных объектов методом коррекции альгоценоза.

Миф №1

Отсутствие результата при биореабилитации Ижевского городского пруда

Данные работы были начаты в 2009 году, и в том же году закончились, хотя планировался четырехлетний цикл их проведения. Но уже в этот год отсутствовало «цветение» пруда синезелеными водорослями. Это было подтверждено – заведующей лабораторией альгологии Института биологии внутренних вод Российской академии наук, доктором биологических наук Корневой Людмилой Генриховной. Об этом имеется подписанный акт.

Но в последующие годы работы не проводились, и, естественно, пруд «зацвел». Этим не преминули воспользоваться недоброжелатели. Самым ярким их представителем является некто Вадим Основа. Интернет пестрит его «умозаключениями» о неэффективности альголизации. Он инициирует споры, не являясь спе-

циалистом в данном вопросе. Надеемся, что в нашей стране люди будут прислушиваться к мнению видных ученых, а не к дилетантам, которые, прежде чем писать свои сочинения, не утруждают себя ликбезом. Судя по содержанию материалов, ликбез Вадиму Основе надо начинать с учебника природоведения за 5 класс школы.



Хлорелла – «чемодан с вирусами»

Миф №2

Еще одним распространенным заблуждением является положение о том, что наша фитохлорелла – переносчик вирусов. Мы обратились за консультацией в Санкт-Петербургский университет к ведущему специалисту в России в данной области – д.б.н., профессору Квитко К. В. Из его заключения (см. наш сайт, раздел Наука) становится ясно, что авторы этого мифа даже не разобрались в принад-



лежности штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111, да и, по-видимому, и не хотели разбираться.

Миф №3

Даже школьник может культивировать хлореллу

Бытует мнение, что ввиду своего широкого распространения в природе, штамм *Chlorella vulgaris* возможно культивировать даже в домашних условиях, затем полученный суррогат выдавать за суспензию хлореллы, и проводить биологическую реабилитацию водных объектов, дискредитируя наш метод.

Это миф. Культивирование хлореллы, как и любой другой микроводоросли, весьма трудо- и наукоемкий процесс, требующий высокотехнологичного оборудования и глубоких знаний не только в микробиологии, но и в области биофизики и биохимии.



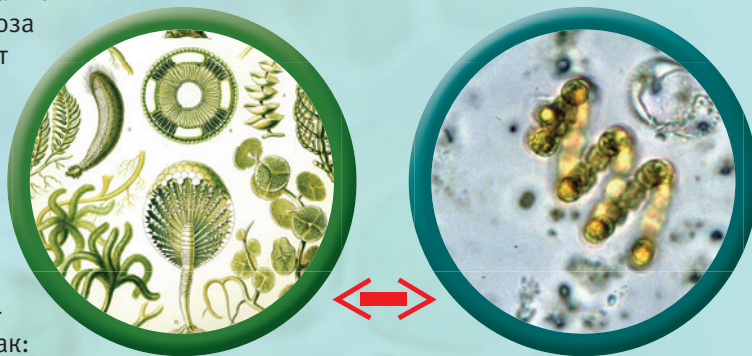
Миф №4

Альголизация дает результат только при ее применении для биологической реабилитации сточных вод и декоративных прудов

На это заблуждение можно сказать, что вне зависимости от площади водного зеркала, процессы, возникающие при выпуске хлореллы, идентичны. Штамм работает вне зависимости от количества воды в водном объекте, более того, как показывает наша практика, увеличение площади водного объекта даже усиливает действие штамма.

«Шило на мыло»

Несведущие люди полагают, что замена одних водорослей другими не дает результата. Якобы меняем «шило на мыло». На самом деле при биологической реабилитации водных объектов путем структурной перестройки фитопланктонного сообщества доминантное положение занимают зеленые водоросли, а синезеленые водоросли занимают акцессорное положение. Доминирование в структуре альгоценоза хлорофитовых не дает бурно развиваться цианобитовым водорослям, предотвращая «цветение» воды и повышая способность водоема к самоочищению. Упрощенно в динамике это выглядит так:



Миф №5

развиваются зеленые водоросли → улучшается качество воды → увеличивается биомасса зоопланктона → зоопланктон поедает зеленые водоросли → биомасса тех и других падает → новый цикл нарастания биомассы зеленых водорослей → и.т.д. – цветения не происходит. Конечно в природе все намного сложнее, но процесс идет в таком направлении.

Миф №6

О высоком качестве и своевременности выполнения научных исследований НИИ водного хозяйства Федерального агентства водных ресурсов (о наболевшем)

В 2011–2012 годах сотрудниками ФГУП РосНИИВХ (г. Екатеринбург) была выполнена работа по исследованию нескольких гипотез влияния штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 на синезеленые водоросли, три из которых подтвердились опытным путем (см. наш сайт, раздел Наука). На этом основании мы пригласили их в качестве субподрядчика по проведению мониторинга экологического состояния ряда водохранилищ, срок выполнения которого заканчивался в октябре 2012 г. Мы считали, что такая мощная организация сможет сделать научно-исследовательский отчет

о проделанной работе и полученных результатах за четыре недели, что было отражено в Договоре, а на деле получилось через шесть месяцев, и, судя по его содержанию, над отчетом работал один научный сотрудник и три лаборанта.

Конечно, мы маленькая научно-производственная организация по сравнению с ФГУП РосНИИВХ, но за десять лет нашей деятельности в области охраны природы, мы сделали многократно больше, чем ученые-теоретики, ставящие своей целью написание статей и выступление с ними на научных конференциях.

С уважением
ЛУХТАНОВ Владимир Тимофеевич,
генеральный директор ООО НПО «Альгобиотехнология»

Тел/факс: (4732) 39-04-71; (4732) 39-04-72; +7 (919) 188-01-26.
Email: abt-vrn@yandex.ru

www.algobiotechnologia.com
www.facebook.com/abt.vrn
twitter.com/algobiotechnolog



Примеры полученных результатов



Для специалистов в данной части кратко рассказано о примерах альголизации крупных водоемов. Более подробную информацию можно получить на нашем сайте. Биологическая реабилитация Матырского водохранилища методом коррекции альгоценоза проводилась с 2009 по 2011 гг. В ходе мониторинговых работ фиксировалось отсутствие «цветения» воды, значительное снижение содержания ряда загрязняющих веществ. Анало-

гичные результаты были получены при альголизации Черноисточинского и Верхне-Выйского водохранилищ – питьевых водоемов г. Нижний Тагил и Пригородного района. Приводится подробное описание работ по биореабилитации Белоярского водохранилища и Нижнетагильского городского пруда методом коррекции альгоценоза. На данных водоемах в 2013 году мы завершили четырехлетний цикл применения нашей технологии.

БЕЛОЯРСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ (42 км²)

Белоярское водохранилище территориально расположено на территории Свердловской области. Основным потребителем воды является Белоярская атомная станция, использующая данный водоем в качестве источника воды используемой в системе охлаждения. В тоже время, станция сбрасывает в водоем отработанную, подогретую воду, что приводит к интенсивной эвтрофикации данного водоема. В 2010

году руководство станции выступило с инициативой о проведении биологической реабилитации Белоярского водохранилища методом коррекции альгоценоза, и в марте этого же года начались работы. На следующий год и в 2012 году работы по биологической реабилитации методом коррекции альгоценоза были продолжены (Рисунок 1). В феврале 2013 года был подписан Договор о продолжении данного вида работ.



Рисунок 1.

Альголизация Белоярского водохранилища в 2010 – 2013 гг.

Мониторинговые работы по изучению гидрохимического состава и структуры фитопланктонного сообщества Белоярского водохранилища в 2013 году, как и в предыдущие годы, проводились по всей акватории водоема по шести стационарным точкам мониторинга. Они расположены в верховьях (т.6) и низовьях (т.3) данного водоема, а также в наиболее значимых локациях (заливах, вблизи источников техногенного воздействия) – точки 1,2,4 и 5.

Для сравнительной интегральной помесечной оценки качества воды по гидрохимическим показателям был использован индекс загрязнения воды. Результаты расчетов представлены на гистограммах (Рис. 2–7).

Рисунок 2.
Динамика изменения ИЗВ
Белоярского водохранилища
в мае 2010-2013 гг.

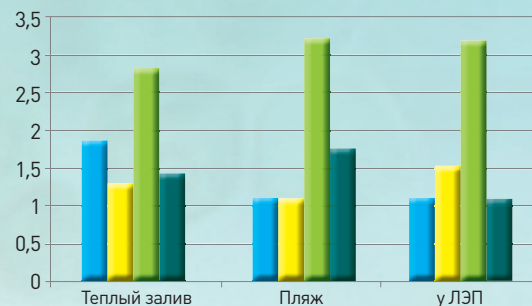


Рисунок 3.
Динамика изменения ИЗВ
Белоярского водохранилища
в июне 2010-2013 гг.

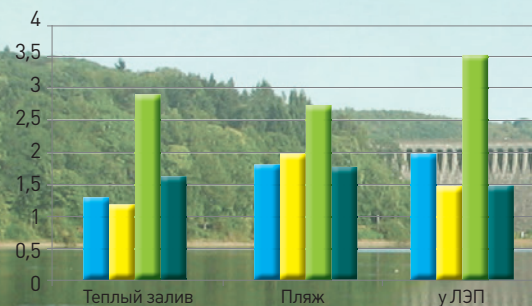
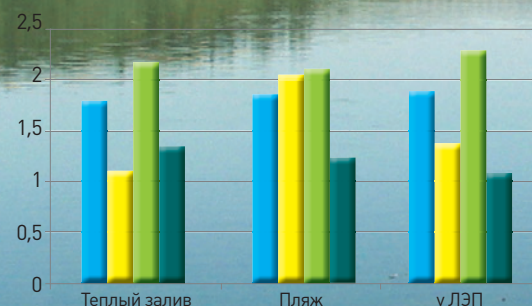


Рисунок 4.
Динамика изменения ИЗВ
Белоярского водохранилища
в июле 2010-2013 гг.



2010 2011 2012 2013

Рисунок 5.
Динамика изменения ИЗВ
Белоярского водохранилища
в августе 2010-2013 гг.

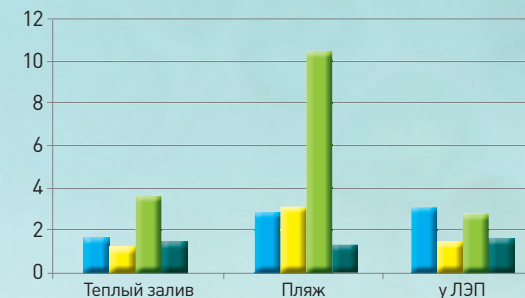


Рисунок 6.
Динамика изменения ИЗВ
Белоярского водохранилища
в сентябре 2010-2013 гг.

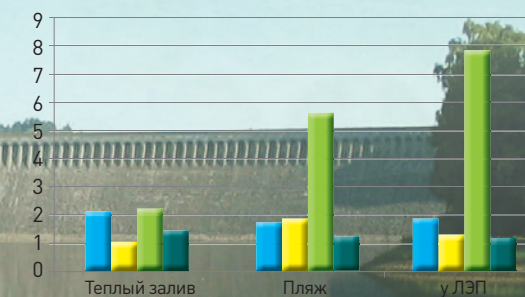
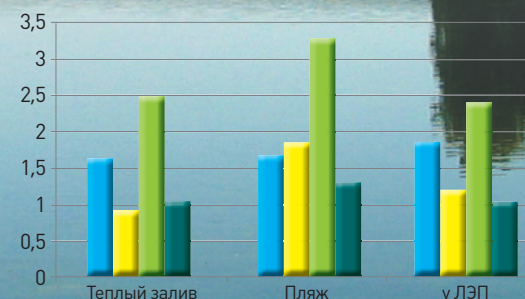


Рисунок 7.
Динамика изменения ИЗВ
Белоярского водохранилища
в октябре 2010-2013 гг.



2010 2011 2012 2013

Для удобства анализа изменения ситуации к рисункам 2–7 данные были сведены в таблицу 1.

Таблица 1.

Значения индекса загрязнения воды Белоярского водохранилища в 2010 – 2013 гг.

Точка	май				июнь				июль			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
2	1,9	1,3	2,8	1,4	1,3	1,2	2,9	1,6	1,8	1,1	2,2	1,4
3	1,1	1,1	3,2	1,8	1,8	2,0	2,7	1,8	1,9	2,0	2,1	1,2
5	1,1	1,5	3,2	1,1	2,0	1,5	3,5	1,5	1,9	1,4	2,3	1,1
Точка	август				сентябрь				октябрь			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
2	1,6	1,3	3,6	1,5	2,1	1,1	2,3	1,5	1,6	0,9	2,5	1,0
3	2,9	3,2	10,5	1,4	1,7	1,9	5,7	1,2	1,7	1,9	3,3	1,3
5	3,2	1,5	2,9	1,6	1,9	1,4	7,8	1,2	1,9	1,2	2,4	1,1

Таблица 1а.

*Средние значения ИЗВ Белоярского водохранилища в 2010 – 2013 гг.
В скобках указан класс качества воды в зависимости от значения ИЗВ.*

Точка	2010	2011	2012	2013
Теплый залив	1,7 (3)	1,2 (3)	2,7 (4)	1,4 (3)
Пляж	1,9 (3)	2,0 (3)	4,6 (5)	1,5 (3)
у ЛЭП	2,0 (3)	1,4 (3)	3,7 (4)	1,3 (3)

В 2010 и 2011 гг. качество воды во всех точках относилось к третьему классу, и оценивалось как «Умеренно-загрязненные» воды. В 2012 году произошло ухудшение ситуации. В Теплом заливе и у ЛЭП воды относились к четвертому классу, и оценивались как «Загрязненные» воды. А на точке «Пляж» – к пятому классу – «Грязные». Такое положение дел обусловило либо загрязнение воды от техногенного источника, либо непрофессиональный отбор и анализ проб ФГУП РосНИИВХ. В 2013 году во всех точках воды относились к третьему классу и оценивались как «Умеренно загрязненные». Анализ данной ситуации показал, что проведение биологической реабилитации Белоярского водохранилища методом

коррекции альгоценоза существенным образом повышает способность водоема к самоочищению.

По визуальным наблюдениям, в 2013 году отсутствовало обильное «цветение» вод синезелеными водорослями, что говорит об относительно экологическом благополучии. Работы по биологической реабилитации Белоярского водохранилища привели к повышению рекреационного потенциала и улучшению качества воды по концентрации загрязняющих веществ. Кроме того, «цветение» воды наблюдалось только в прибрежной зоне приплотинной части водохранилища, – на остальной акватории, площадью более 40 квадратных километров – вода не «цвела», и что немаловажно, отсутствовал неприятный запах.

В результате альголизации значительно уменьшилась биомасса водорослей, в том числе и синезеленых. Если в 2009 году она составляла более 1000 мг/дм³ (по устному заявлению начальника отдела экологии администрации г. Заречный Н.Б. Арефьевой), то в 2012 году по данным ФГУП РосНИИВХ (г. Екатеринбург) – организации, проводившей

мониторинговые работы, она составила всего 35 мг/дм³.

Необходимо отметить положительное влияние альголизации и на представителей ихтиофауны. По словам местных жителей – рыбаков, рыба перестала пахнуть дустом, и, вследствие увеличения кормовой базы, а соответственно и массы особей, поймать их стало под силу только опытному рыболову.



Рисунок 8. Купание в Белоярском водохранилище в июне 2013 года.

НИЖНЕТАГИЛЬСКИЙ ГОРОДСКОЙ ПРУД (7,8 км²) И ЛЕНЕВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ (23,0 км²)



Описываемые водоемы расположены на территории Свердловской области. Основным потребителем воды является ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат, использующий данные водоемы в качестве источника воды. В тоже время, комбинат оказывает техногенное влияние на Нижнетагильский городской пруд, загрязняя его тяжелыми металлами и нефтепродуктами. В этой связи, в 2010 году руководством данной компании было принято решение о проведении биологической реабилитации, и была проведена первая альголизация Нижнетагильского городского пруда. В 2011 и 2012 гг. работы по альголизации были продолжены. В 2011 году проводилась биологическая реабилитация Леневого водохранилища, которое расположено выше по течению реки Та-

гил и является каскадным с городским прудом. В январе 2013 года Договор с ОАО ЕВРАЗ «НТМК» по биологической реабилитации Нижнетагильского городского пруда и Леневого водохранилища пролонгирован на соответствующий год. В 2014 году работы на Ленево водохранилище и Нижнетагильском городском пруду продолжают. Целью биологической реабилитации Нижнетагильского городского пруда и Леневого водохранилища, в отличие от Белоярского водохранилища, является снижение концентрации загрязняющих веществ. Для сравнительной интегральной помесечной оценки качества воды по гидрохимическим показателям был использован индекс загрязнения воды. Результаты расчетов представлены на следующих страницах на гистограммах (Рис. 9 – 14).



Рисунок 9.

Динамика изменения ИЗВ
Нижнетагильского городского пруда
в мае 2010-2013 гг.



Рисунок 10.

Динамика изменения ИЗВ
Нижнетагильского городского пруда
в июне 2010-2013 гг.



Рисунок 12.

Динамика изменения ИЗВ
Нижнетагильского городского пруда
в августе 2010-2013 гг.



Рисунок 13.

Динамика изменения ИЗВ
Нижнетагильского городского пруда
в сентябре 2010-2013 гг.



Рисунок 11.

Динамика изменения ИЗВ Нижнетагильского городского
пруда в июле 2010-2013 гг.



Рисунок 14.

Динамика изменения ИЗВ Нижнетагильского городского
пруда в октябре 2010-2013 гг.

2010 2011 2012 2013

2010 2011 2012 2013

В 2010 и 2011 гг. качество воды во всех точках относилось к третьему классу, и оценивалось как «Умеренно-загрязненные» воды. В 2012 году произошло ухудшение ситуации. В точке «Монзино» воды относились к четвертому классу, и оценивались как «Загрязненные» воды. А на точках «Старатель» и «Фотеево» – к пятому классу – «Грязные». Такое положение дел обусловило либо загрязнение воды от техногенного источника, либо непрофессиональный отбор и анализ проб, которые осуществлялись ФГУП РосНИИВХ (г. Екатеринбург). В 2013 году во всех точках воды относились к третьему классу и оценивались как «Умеренно загрязненные» (табл. 2).

Экологическая ситуация по гидрохимическим показателям стабильно держится, за исключением данных 2012 года, предоставленных ФГУП РосНИИВХ (г. Екатеринбург), на уровне третьего класса качества вод. Тогда как, техногенное загрязнение имеет перманентный характер. Следовательно, научно-обоснованная, длительная (четыре года) биологическая реабилитация Нижнетагильского городского пруда методом коррекции альгоценоза сдерживает уровень загрязнения. В связи с тем, что интенсивность работы промпредприятий города не снижается, то для поддержания стабильной относительно благоприятной экологической ситуации требуется продолжение проведения работ по альголизации городского пруда.

Точка	2010	2011	2012	2013
Монзино	1,77 (3)	1,14 (3)	2,66 (4)	1,41 (3)
Старатель	1,83 (3)	2 (3)	4,74 (5)	1,41 (3)
Фотеево	1,99 (3)	1,41 (3)	4,27 (5)	1,26 (3)

Таблица 2.

*Средние значения ИЗВ Нижнетагильского городского пруда в 2010 – 2013 гг.
В скобках указан класс качества воды в зависимости от значения ИЗВ.*

В составе фитопланктона Нижнетагильского городского пруда по результатам исследований 2010-2013 гг. зарегистрировано 456 таксонов рангом ниже рода (видов, подвидов, вариаций и форм), относящихся к девяти отделам. В целом, преобладающими группами по числу видов являются диатомовые (37,06% от суммарного количества видов) и зеленые водоросли (33,11%), что типично для водоемов умеренной зоны. Ощутимый вклад в видовое разнообразие вносят эвгленовые водоросли (10,09 %) и цианобактерии (7,46 %). Ведущее положение зеленых водорослей, как на уровне отделов, так и в родовом спектре свидетельствует о невысокой степени эвтрофикации. Это подчёркивает срединное положение в спектре таких родов эвгленовых как *Trachelomonas* и

Euglena, ранговое положение которых прямо пропорционально отражает степень загрязнения биогенными элементами.

В видовом разнообразии двух последних лет наибольшую роль играют также зеленые водоросли, причем, их доля больше показателей по итогам исследований четырехлетней давности. Это, вероятно, является результатом стимулирующего действия микроводоросли хлореллы, эффект которого усиливается при многократном и длительном вселении её в водоем. В 2012 и 2013 гг. появляются ряд новых за период исследований видов, среди которых наиболее часто встречаются, в большинстве своем, β -мезотрофные индифферентные к солености и pH виды. В течение 2010–2013 гг. зарегистрирована тенденция

к увеличению числа одновременно живущих видов фитопланктона, что опровергает заявление некоторых авторов о том, что вселение штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 влечет обеднение видового состава аборигенной альгофлоры.

Структуры отделов альгофлоры по биомассе двух последних годов исследования значительно отличаются. Если в 2012 году более $\frac{3}{4}$ биомассы занимали представители одного отдела – диатомовых, то в 2013 году эти же $\frac{3}{4}$ приходятся уже на три отдела: зеленые, диатомовые и криптофитовые. Высокие показатели биомассы водорослей в 2012 году обусловлены, в основном, высокой численностью небольшого количества видов, индифферентных или предпочитающих щелочную реакцию, а также умеренное

загрязнение. Показатели биомассы ведущих отделов альгофлоры 2013 г. формируются за счет большого числа малочисленных видов.

Суммарные показатели биомассы в течение вегетационных сезонов 2010-2013 гг. испытывают значительные колебания в промежутке значений от 0,355 до 71,056 мг/л. Наибольшие показатели биомассы, наблюдавшиеся в 2012 году, на порядок превышают подобные показатели других годов. Так как цветения водорослей в данный год не наблюдалось ни местными жителями, ни сотрудниками предприятия-заказчика, ни сотрудниками ООО НПО «Альгобиотехнология», то увеличение значений биомассы, возможно, определялось особенностями пробоотбора и определения показателей сотрудниками РосНИИВХ.

Значительная доля (в среднем 59,08%) от суммарной биомассы приходится на диатомовые водоросли. Синезеленые водоросли играют незначительную роль (в среднем 2,28%), что обусловлено, с одной стороны, угнетением видами ведущих отделов альгоценоза, а с другой стороны, превышением ПДК по тяжелым металлам, к которым цианобактерии весьма чувствительны.

К концу четырехлетней биологической реабилитации водохранилища Среди водорослей возрастает число видов, чувствительных к мутности воды, а также увеличиваются доли

бентосных и планктонно-бентосных видов фитопланктона. Все это обусловлено снижением показателей по параметрам «взвешенные частицы» и «цветность».

Приведенные результаты могут быть получены на водохранилищах и других крупных пресноводных объектах, подверженных «цветению» воды цианобактериями родов *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Microcystis*. Учитывая высокую токсичность и патогенность цианобактерий, экологическая значимость этой работы очень высокая.

