

ФОРМИРОВАНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ЮМАГУЗИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И «ЦВЕТЕНИЕ» В ПЕРВЫЕ ГОДЫ ПОСЛЕ ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ

В.Ф. Мухутдинов

Российский НИИ комплексного использования и охраны водных ресурсов,

г. Екатеринбург

muhutdinov1@rambler.ru

Юмагузинское водохранилище протяженностью до 66 км при НПУ расположено в горной части Южного Урала на широтном отрезке р. Белой, являющейся притоком Волги второго порядка. По типизации водохранилище имеет горные черты и характеризуется сравнительно небольшой площадью акватории (18 км²) и небольшим затоплением земель. Согласно классификации водохранилищ по конфигурации водоем относится к русловому типу. Максимальная ширина – 900 м. Отметки средних глубин, в зависимости от этапа заполнения, варьировали от 12 до 16 м, а в приплотинной части – до 30-40 м и выше. Водоохранилище создано для срезки уровня весенних паводков, а также в целях энергетики и водоснабжения, имеет сезонный характер регулирования уровня. Диапазон изменения уровня воды в разные годы составлял 15-32 м.

Зарегулирование реки привело к трансформации всей экосистемы на участке водохранилища и ниже плотины. Ниже приведены некоторые результаты наблюдений за формированием сообщества фитопланктона в верхнем бьефе в первые годы существования водохранилища.

Материал и методы. С 2002 по 2003 г. исследования проводились на отрезке от г. Белорецка до створа плотины (300 км), а с 2004 по 2007 г. – непосредственно на акватории водохранилища. Пробы отбирались в конце паводка и в меженный период. Количество станций наблюдения варьировало от 5 до 15. Все работы проводились согласно общепринятым методикам (Руководство по методам..., 1983).

Фитопланктон. В составе фитопланктона р. Белой и Юмагузинского водохранилища с 2002 по 2007 г. были обнаружены водоросли из 9 систематических отделов: представители из 7 отделов найдены в реке, а из 8 отделов – в водохранилище (таблица).

Таблица

**Таксономическая структура фитопланктона реки Белой
и Юмагузинского водохранилища в 2002-2007 гг.**

Отдел	Число видов, разновидностей и форм водорослей					
	2002 год	2003 год	2004 год	2005 год	2006 год	2007 год
Cyanophyta	1(1,3%)	3(3,1%)	2 (2,2%)	8 (7,4%)	12 (11,3%)	8 (7,83%)
Euglenophyta	-	5(5,1%)	7 (7,7%)	8 (7,4%)	3 (2,8%)	4 (3,92%)
Dinophyta	1(1,3%)	1(1,0%)	4 (4,4%)	4 (3,7%)	4 (3,8%)	2 (1,96%)
Chrysophyta	2(2,5%)	2(2,0%)	2 (2,2%)	4 (3,7%)	6 (5,6%)	4 (3,92%)
Bacillariophyta	49(62,8%)	59(60,8%)	28 (30,8%)	31 (28,7%)	32 (30,3%)	40 (39,2%)
Chlorophyta	25(32%)	26(26,8%)	48 (52,7%)	53 (49,1%)	47 (44,4%)	43 (42,2%)
Cryptophyta	-	-	-	-	1 (0,9%)	1 (0,97 %)
Xanthophyta	-	-	-	-	1 (0,9%)	-
Rhodophyta	-	1(1,0%)	-	-	-	-
Всего	78	97	91	108	106	102

Количество видов и разновидностей водорослей во все годы различалось: наименьшее число видов водорослей было обнаружено в 2002 г., а наибольшее – в 2005 г.

Усреднение данных таксономической структуры речного и водохранилищного периода позволяют сделать приближенный вывод о том, что видовое богатство водорослей после зарегулирования возросло в среднем с 87 до 101 вида.

Наиболее значительная перестройка водорослевого сообщества произошла в первый год после заполнения водохранилища (в 2004 г.), когда видовое разнообразие снизилось, а ведущая роль от диатомовых водорослей перешла к зеленым (таблица), среди которых наиболее многочисленны были виды из порядка хлорококковых. Приоритет зеленых водорослей в таксономической структуре сохранялся все последующие годы существования водохранилища. Уже в первый год после зарегулирования из состава фитопланктона исчезли красные водоросли.

В 2005 г., видовое разнообразие фитопланктона водохранилища возросло (таблица). В пределах отдельных групп число видов увеличилось, но таксономическая структура фитопланктона изменилась незначительно: зеленые и диатомовые водоросли занимали свое доминирующее положение. При этом резко увеличилась доля, от общего видового списка синезеленых и эвгленовых водорослей, что, возможно, было связано с формированием потамофильных условий в водохранилище и неизбежным его эвтрофированием.

На третий и четвертый год после заполнения (2006 и 2007 гг.) видовое разнообразие фитопланктона Юмагузинского водохранилища оставалось примерно на одном уровне с 2005 г., а состав отделов повторял состав фитопланктона предшествующих лет (таблица). Доля синезеленых водорослей в общем списке видов изменялась, но оставалась выше, чем до и в первый год после заполнения водохранилища. Можно сказать, что вселение новых видов синезеленых водорослей продолжалось, что, в свою очередь, служило показателем продолжающегося эвтрофирования водохранилища. Число таксонов золотистых водорослей в течение этого периода было выше, чем в предыдущий, тогда как число таксонов эвгленовых в 2006 и 2007 гг. было ниже, чем в 2004 и 2005 гг. В 2006 г. впервые были встречены представители отделов Xanthophyta (желтозеленые водоросли) и Cryptophyta (криптофитовые водоросли). При этом в 2007 г. желтозеленые водоросли встречены не были.

К концу четвертого года существования Юмагузинского водохранилища облик фитопланктонного сообщества в целом определился. Для него характерно относительно высокое видовое разнообразие, преобладание в таксономической структуре видов зеленых и диатомовых водорослей, постоянное присутствие нескольких видов синезеленых. Кроме того, определились 6 основных отделов водорослей, представители которых стабильно присутствуют в составе фитопланктона, а также 2 отдела, за счет представителей которых таксономический состав может пополняться. Соотношение видового разнообразия различных отделов может меняться из года в год, что связано с изменениями конкретного видового состава, обусловленного непостоянством экологических условий существования фитопланктонного сообщества, а также годовыми циклами развития отдельных планктонных водорослей.

Динамика изменений биомассы фитопланктона по длине водохранилища в каждый отдельный период изучения показана на рисунке, где наглядно отражается и вклад в общую биомассу каждого отдела водорослей.

В начальный период заполнения высокие биомассы в верховьях водохранилища объясняются тем, что в составе фитопланктона значительное развитие получили диатомовые водоросли с крупным панцирем. На остальных участках, где в массе развивались мелкоклеточные хлорококковые водоросли.

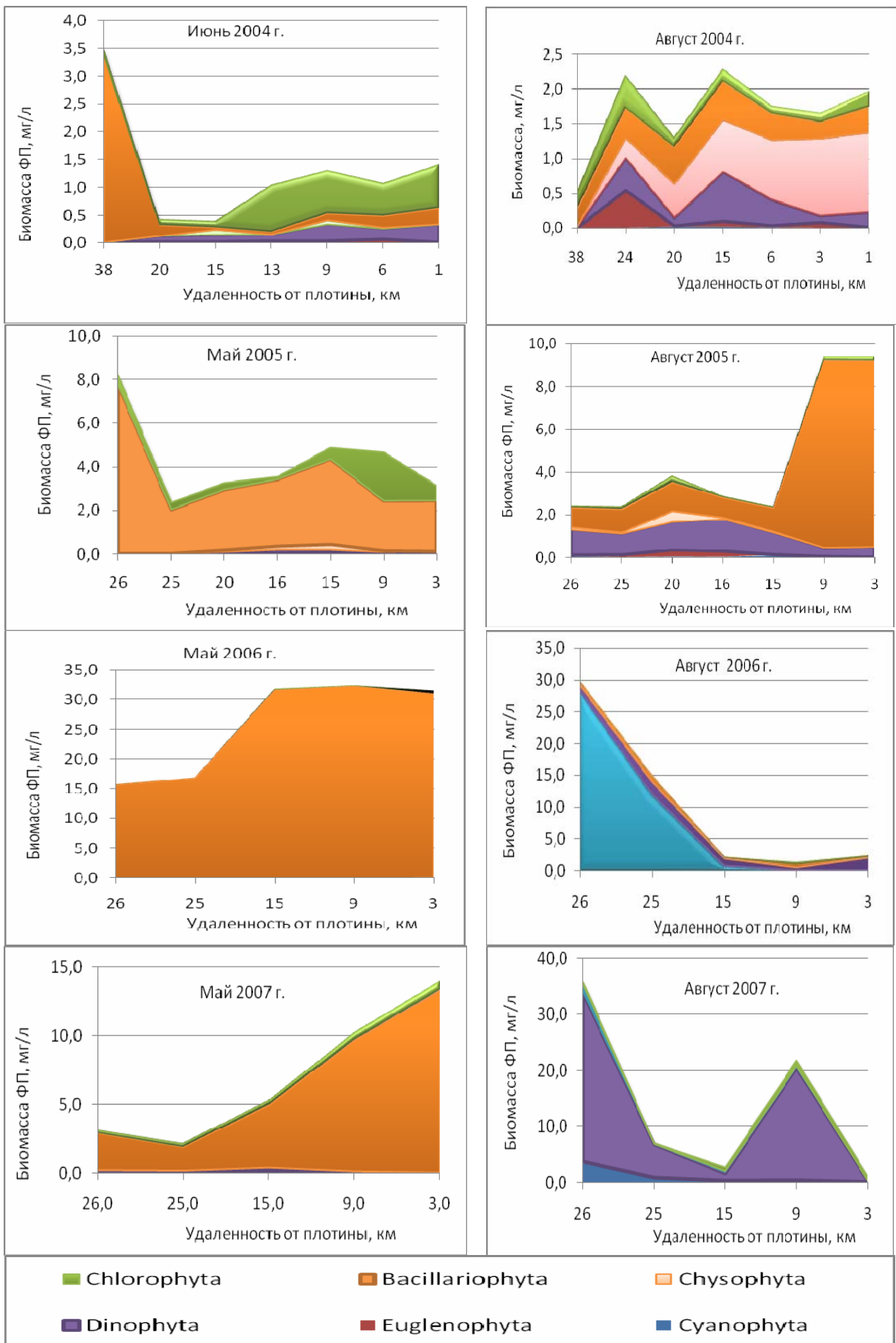


Рис. Динамика биомассы фитопланктона Юмагузинского водохранилища в 2004-2007 гг.

Минимум биомассы отмечен на участке от 20 до 15 км. Далее к плотине происходит увеличение биомассы за счет представителей 3 отделов: зеленых, диатомовых и динофитовых. Заметную роль играли и золотистые.

В августе того же года картина меняется: от верховьев к плотине виден рост биомассы, хотя и не равномерный. На разных участках вклад в биомассу представителей разных отделов отличался. Так, между 24 и 15 км отмечена полидоминантность в создании биомассы. В приплотинной части господствовали золотистые водоросли.

На второй год отмечается та же неравномерность развития водорослей по длине водохранилища, но, как и в первый год, повторяется тенденция снижения биомассы от верховья к плотине весной и увеличение – в августе. Число доминирующих отделов снижается до 2: в мае – диатомовые и зеленые, в августе – диатомовые и динофитовые. Следует отметить, что уже на второй год существования водохранилища степень развития водорослей на отдельных акваториях переходит грань самоочистительного потенциала. По оценке (Сиренко и др., 1978), биомасса водорослей свыше 5 г/м³ характеризует явление «цветения». Из рисунка видно, что в мае «цветение» происходило в верховье, а в августе – в нижней части водохранилища. В оба периода высокую биомассу давали диатомовые водоросли (в мае: *Cyclotella kuetzigiana*, *Synedra ulna*, *Stephanodiskus hantzschii*; в августе – *Fragilaria crotonensis*).

В период весенней срезки паводка 2006 г. экосистема водохранилища находилась в особых условиях: уровень воды в испытательных целях был поднят на 9 м выше проектной отметки.

В результате этого в течение месяца под водой находились совершенно новые, не подготовленные к затоплению земли с лугами и лесами. Водная масса водохранилища получила возможность значительно обогатить потенциал минеральных, биогенных и органических веществ. И это явилось следствием дополнительной эвтрофикации. Весь водоем в конце мая «цвел» диатомовыми водорослями (*Synedra ulna*, *Stephanodiskus hantzschii*).

В августе, после снижения уровня на 9 м, на водоеме между урочищами Сакаска (26 км) и Акавас (15 км) наблюдалось «цветение», но уже синезелеными водорослями, в состав которых входили *Anabaena scheremetievi* и *Aphanizomenon flos-aquae*. Как описано в литературе (Колмаков, 2006), это одни из самых вредоносных токсикантов. Впервые в водохранилище эти синезеленые в небольших количествах были обнаружены в мае 2005 г. в районе 26-16 км, а в августе – по всему водоему.

Не обошлось без «цветения» и в 2007 г. Тенденция интенсивного развития водорослей в мае наблюдалась на участке, протяженностью 15 км (от плотины до плеса у р. Акавас). «Цветение» здесь было вызвано диатомовыми водорослями, такими как: *Cyclotella meneghiniana*, *Synedra ulna*, *Stephanodiskus hantzschii*, *Fragilaria crotonensis*. В августе проявился очаговый характер «цветения». Особенно этому были подвержены уже отмеченные ранее участки между Сакасской и Акавас (26 и 15 км), а также акватория близ 9 км. В биомассе водорослей доминировали представители отдела динофитовых: *Peridinium* sp., споры *Dinophyta*. Существенный вклад в биомассу водорослей на участке 26-25 км вносили представители синезеленых: *Coelosphaerium kuetzingianum* Nag., *Anabaena* sp., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs.

Таким образом, почти во все годы наблюдений на водоеме проявлялось «цветение». Исключением явился первый год вследствие несформированности водорослевого сообщества и, вероятно, из-за присутствия в теплый период мощной сероводородной зоны в гипolimнионе (ниже 13 м) на протяжении 19 км (а возможно, и выше).

В 2008-2009 гг. массовое развитие синезеленых отмечалось сотрудниками национального парка «Башкирия» и группой мониторинговых наблюдений гидроузла «Юмагузинский» все на том же отрезке водохранилища, между урочищами Акавас и Сакаска.

Для вновь образованного водохранилища «цветение» – не редкое явление. Эта так называемая вспышка трофии характерна для водохранилищ в первые 3-4 года сущест-

вования и становления, особенно при слабом водообмене (Топачевский и др., 1974). Выщелачивание биогенных элементов из затопленных почв и перегнивающей растительности ложа водохранилища (Драчев и др., 1939; Майстенко и др., 1972) обуславливает в этот период наиболее бурное «цветение» воды за счет массового размножения синезеленых водорослей. В последующие годы интенсивность «цветения» несколько снижается. В условиях слабого влияния антропогенных факторов «цветение» воды по мере становления водохранилища может ослабевать.

«Цветению» подвержены водохранилища различных географических зон, независимо от их величины. Так, в России подобные явления наблюдаются на многих волжских, ангарских и енисейских водохранилищах.

В целом, как пишет В.И. Колмаков (2006), распространение токсического цветения воды в пресных водах приобретает характер глобальной проблемы. В Норвегии, Финляндии, Англии, Швеции и некоторых других странах токсичные цветения рассматриваются в качестве национальной проблемы: созданы специальные центры по их изучению и государственная служба мониторинга цветения цианобактерий. Ответы на вопросы, как и почему цветение происходит, а также как с ним бороться, актуальны не только для гидроэкологов, но и для государственных органов, занимающихся охраной здоровья населения. Этот же автор приводит примеры различных способов борьбы с синезелеными водорослями, описанными в литературе последних лет, которые можно условно разделить на четыре категории: физико-химические, химические, биохимические и биологические.

Для каждого конкретного водоема выбор метода должен производиться на основе тщательного изучения комплекса факторов и внутриводоемных процессов. Так, например, для Юмагузинского водохранилища предварительно можно рекомендовать манипуляцию с уровнем режимом, а именно плавно сдвинуть время сработки. В этом случае в августе в период теплой, солнечной и штилевой погоды на проблемной акватории (15-26 км и несколько выше) будут сохраняться относительно большие средние глубины, которые воспрепятствуют синезеленым реализовать их физиологические особенности суточной миграции «поверхность-дно» для пополнения питательных веществ. Следует отметить, что нижележащая акватория водохранилища с меньшей шириной, но большими глубинами вследствие каньонообразности долины, менее благоприятна для массового развития синезеленых.

Ежегодно проблемная акватория, по мнению автора, обогащается донными отложениями, скопившимися за сезон на вышележащем участке, за счет переотложения. Это происходит в силу того, что перед очередным паводком водохранилище сбрасывается и к апрелю месяцу его подпор сдвигается к устью р. Акавас.

Шестилетний возраст Юмагузинского водохранилища и продолжение интенсивного «цветения» указывают на две причины происходящего: во-первых, это поступление биогенных веществ с водосбора; во-вторых, поступление биогенных веществ из донных отложений. Такое утверждение вполне может быть основано на заключении Ю.Г. Майстенко и А.И. Денисовой (1972), где говорится, что извлечение органических и биогенных веществ из затопленной древесины и почв полностью осуществляется в течение одного года, и, как правило, доминирующее количество компонентов извлекается из затопленной древесины и почв в течение 3 месяцев от момента затопления.

На основании представленного материала можно проследить динамику становления новой экосистемы. Безусловно, процесс этот сложный, а отрицательные моменты выражены в избыточной биомассе водорослей, которая приводит к ухудшению качества воды и вторичному загрязнению.

ЛИТЕРАТУРА

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 240 с.

Сиренко Л.А., Гавриленко М.Я. «Цветение» воды и евтрофирование. Киев: Наук. думка, 1978. 232 с.

Колмаков В.И. Токсичное «цветение» воды континентальных водоемов: глобальная опасность и методы ликвидации. Электронные курсы СФУ. <http://edu.krasu.ru>. 2006.

Топачевский А.В., Цеб Я.Я., Сиренко Л.А. Техничко-биологические условия проектирования, реконструкции и режима эксплуатации водохранилищ ГЭС. Киев: Наук. думка, 1974. С. 370-372.

Драчев С.М., Карельская Т.К., Брук Е.С. Влияние затопленных почв на гидрохимический режим водохранилищ // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1939. Т. 38, № 4. С. 43-49.

Майстренко Ю.Г., Денисова А.И. К методике прогнозирования органических и биогенных веществ в существующих и прогнозируемых водоемах // Гидрохимические материалы. 1972. Т. 53. С. 86-115.