

УДК 574.52

ВЛИЯНИЕ НЕДЕЛЬНОГО РЕЖИМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДНОГО СТОКА ВОЛГИ НА МАССОВОЕ РАЗВИТИЕ ФИТОПЛАНКТОНА

© 2016 Е.В. Петряхина, В.А. Селезнев

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти (Россия)

Поступила 12.01.2016

Поднимается вопрос о зависимости массового развития фитопланктона («цветении» воды) от недельного регулирования водного стока на Куйбышевском водохранилище. В результате обзора литературных и эмпирических данных по вопросу влияния различных режимов регулирования на процесс «цветения» воды, сделан вывод о том, что все циклы регулирования тем или иным образом влияют на массовое развитие фитопланктона.

Ключевые слова: антропогенное эвтрофирование, природно-техническая система (ПТС), «цветение» воды, регулирование водного стока, хлорофилл «а».

Petryahina E.V., Seleznev V.A. The effect of a one-week regime of water discharge of the volga on the mass development of phytoplankton. – The question is raised about the dependence of mass development of phytoplankton ("blooms" of water) from the weekly water flow regulation at the Kuibyshev reservoir. As a result of literature review and empirical data on the effect of various regimes on the process of water "blooming", it is concluded that all regulatory cycles somehow affect mass development of phytoplankton.

Key words: anthropogenic eutrophication, natural-technical system (PTS), the "bloom" of water, regulation of water flow, chlorophyll "a".

Проблемой эвтрофирования, и его последствием – массовым развитием фитопланктона или так называемым «цветением» воды на водохранилищах реки Волги ученые занимаются не один десяток лет. Для разработки эффективных мер предотвращения последствий антропогенного эвтрофирования необходимо изучать механизмы его развития и факторы, способствующие этому явлению. В качестве главной причины антропогенного эвтрофирования, в основном, рассматривается привнос биогенных элементов в водные объекты (Россолимо, 1975). Но при исследовании следует учитывать особенности того или иного водного объекта. Так как Волга превращена в очень сложную природно-техническую систему (ПТС) с особым гидродинамическим режимом, то фактор регулирования водного стока является, на наш взгляд, одним из главных, влияющих на процесс «цветения» воды. Однако, изучению данного фактора уделено очень мало внимания.

Петряхина Екатерина Валерьевна, аспирант; Селезнев Владимир Анатольевич, доктор технических наук, petryahina.katya@mail.ru

Принято считать, что колебание скорости течения влияют на процессы эвтрофирования опосредованно и наименее значимы по сравнению с биогенной нагрузкой (Даценко, 2007).

Рассмотрим более подробно особенности гидродинамического режима на Куйбышевском водохранилище. Водохранилище осуществляет основное регулирование водного стока на Средней Волге. На водохранилище реализуется сезонное, недельное и суточное регулирование.

Механизм сезонного и недельного регулирования изображен на гидрографе (рис. 1).

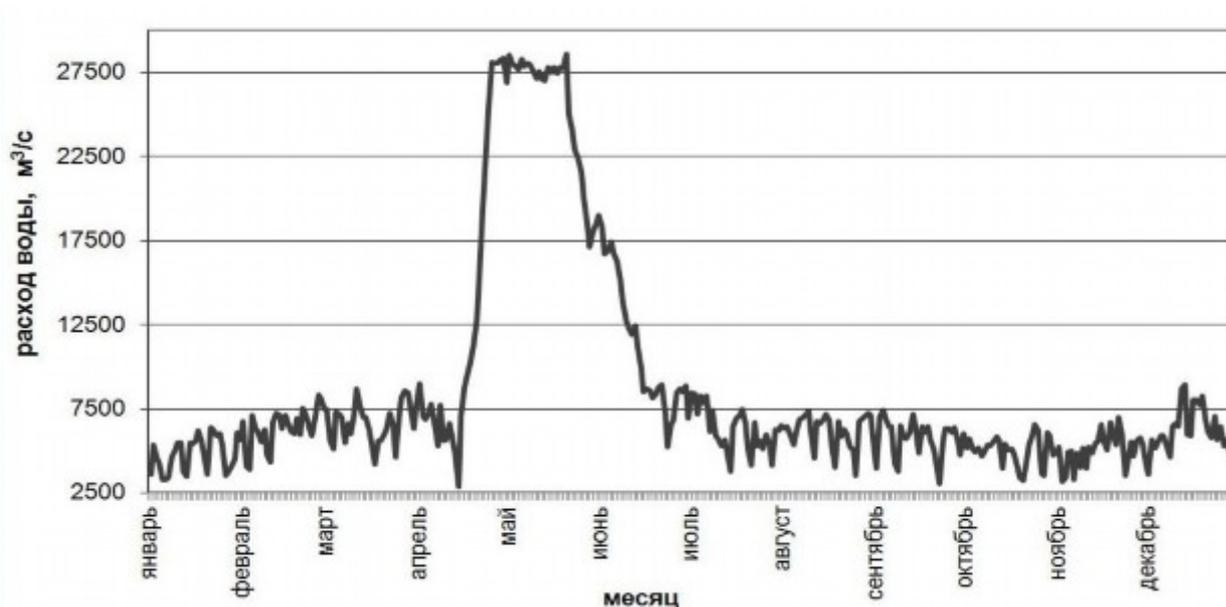


Рис. 1. Сезонное и недельное регулирование водного стока Жигулевской ГЭС в 2002 г.

Максимальные значения расходов приходятся на период весеннего половодья. В остальное время (зимняя и летне-осенняя межень), гидрологический режим формирует недельное регулирование стока реки. Предполагается, что неправильное сезонное регулирование в течение зимних месяцев может привести к дефициту воды в период летне-осенней межени и как следствии вспышке «цветения» воды (Селезнева и др., 2014).

Если рассматривать механизм недельного регулирования, то существуют следующие особенности: минимальные значения расходов наблюдаются в выходные дни, максимальные в будни. Причем амплитуда колебаний величины расходов достигает 4000 м³/с и больше (рис. 2).

Как показали наблюдения Гусевой и Приймаченко, при небольших расходах скорость течения уменьшается до 0,05 м/с. Тогда как в будни, скорость течения увеличивается до 1 м/с. Синезеленые водоросли не выдерживают скоростей течения выше 0,1 м/с (Гусева, Приймаченко, 1971). Таким образом, уменьшение скорости течения менее 0,1 м/с является благоприятным условием для массового развития фитопланктона.

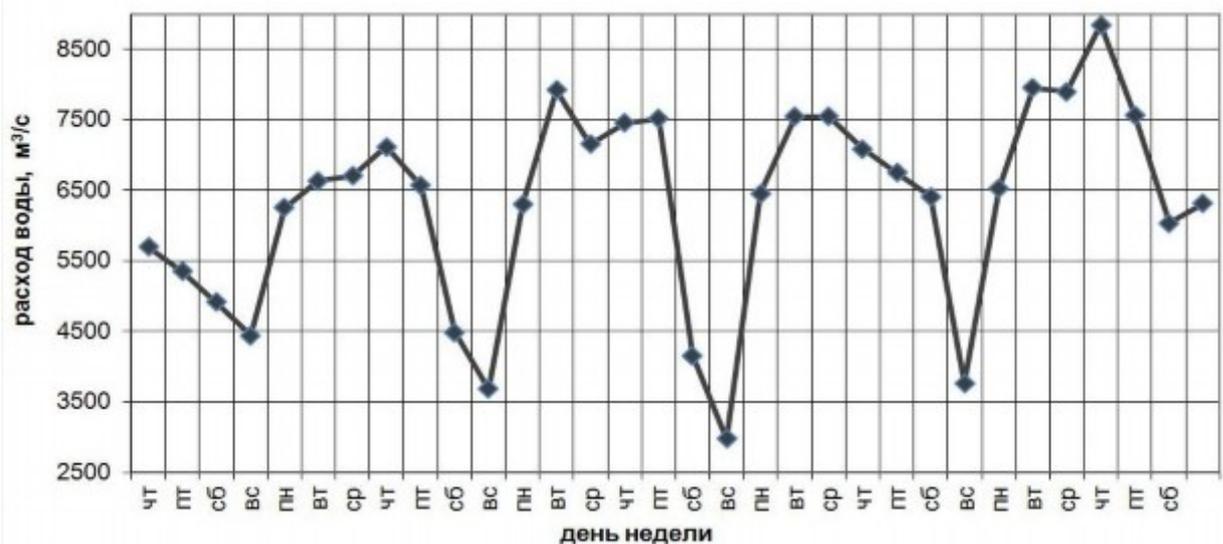


Рис. 2. Характерное колебание расходов воды на ГЭС в зависимости от дня недели (Гидрологические данные предоставлены филиалом «РусГидро» - «Жигулевская ГЭС» за июль 1999 года)

Согласно «Основным правилам...» внутринедельное распределение попусков в нижний бьеф Жигулевского гидроузла подчиняется требованиям энергетической системы. Размеры попусков в нижний бьеф Волгоградского гидроузла устанавливаются в соответствии с диспетчерскими отметками наполнения Куйбышевского водохранилища, приводимыми для характерных календарных дат (Основные правила...). В документе никак не учитывается и не прогнозируется состояние водохранилища при данном режиме регулирования (Попов, 2003).

Пример суточного регулирования представлен на рис. 3.

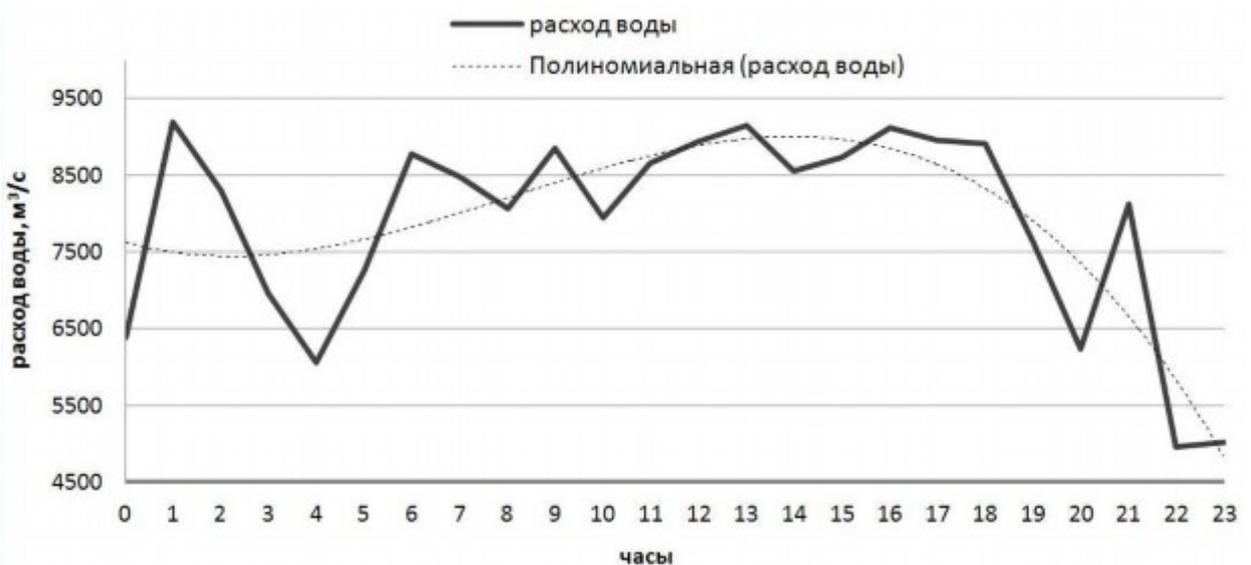


Рис. 3. Суточное регулирование расходов на ГЭС 21.07.2015 (сплошная линия – эмпирические данные, пунктирная – аппроксимация данных)

В ночные часы суток и в выходные дни нагрузка на ГЭС минимальна, а в дневные и вечерние часы она резко увеличивается, порой до максимальной проектной мощности. Вследствие этого, в течение суток, расход воды через

агрегаты Жигулевской ГЭС может меняться от 4000 до 9500 м³/с (Гидрометеорологический режим..., 1978).

В качестве цели работы выбрано изучение особенностей недельного регулирования стока и оценка его влияния на процессы «цветения» воды. Как показывает анализ приведенных данных, данная тема является актуальной и малоизученной. Недостаток информационной и научной базы сводит попытки изучения и управления состоянием водохранилища практически к нулю. Поэтому задачей исследователя является сбор и анализ данных по гидрологии и гидрохимии, для выявления связи между недельным режимом эксплуатации водохранилища и «цветением» воды.

Учитывая недостаточную изученность вопроса, неоднозначность подходов различных авторов, появилась необходимость провести эксперимент, чтобы более подробно изучить, как процесс регулирования воды в Волге влияет на «цветение» воды на Куйбышевском водохранилище.

Экспериментальное исследование проб воды проводился на Саратовском водохранилище в двух километрах ниже Жигулевской ГЭС. Наблюдение в данной точке в большей степени характеризует экологическое состояние Куйбышевского водохранилища. Такое место отбора было выбрано еще и в связи с тем, что вода в данной точке достаточно хорошо перемешана и нет необходимости проводить измерение на разных глубинах.

Как видно из рис. 1, вегетативный период сине-зеленых водорослей (середина июня – сентябрь) приходится именно на тот отрезок времени, когда график расходов на ГЭС под влиянием недельного регулирования приобретает циклический характер. Исходя из этого был выбран определенный период проведения эксперимента (с 17 по 27 июля 2015 г.). Отбор проб осуществлялся в одно и то же время (12.00).

Для определения интенсивности массового развития фитопланктона определялась концентрация хлорофилла «а». Так как период колебаний расходов равен 1 неделе и их минимумы приходятся на выходные, то целесообразно было проследить изменение концентрации хлорофилла с пятницы по понедельник таким образом, чтобы в период исследования попали 2 воскресенья.

Кроме того, проводилось измерение температуры воды и воздуха.

Экспериментальное исследование данного процесса, а также анализ его результатов сопряжены с большими трудностями, связанными с наличием большого количества факторов, влияющих на «цветение» воды. Необходимость исключить влияние освещенности, температуры и других параметров усложняло задачу. Однако в данном случае, эксперимент проводился примерно при одинаковых условиях. Имело место незначительное увеличение температуры воды (в пределах 0,4°С), однако данный фактор не мог оказать столь значительного влияния на изменение концентрации хлорофилла «а».

Предполагалось, что на графике расходов водного стока будет 2 минимума расходов по числу выходных, однако пуски на ГЭС производятся по запросам водопользователей, и минимум пришелся только на второе воскресенье (рис. 4).

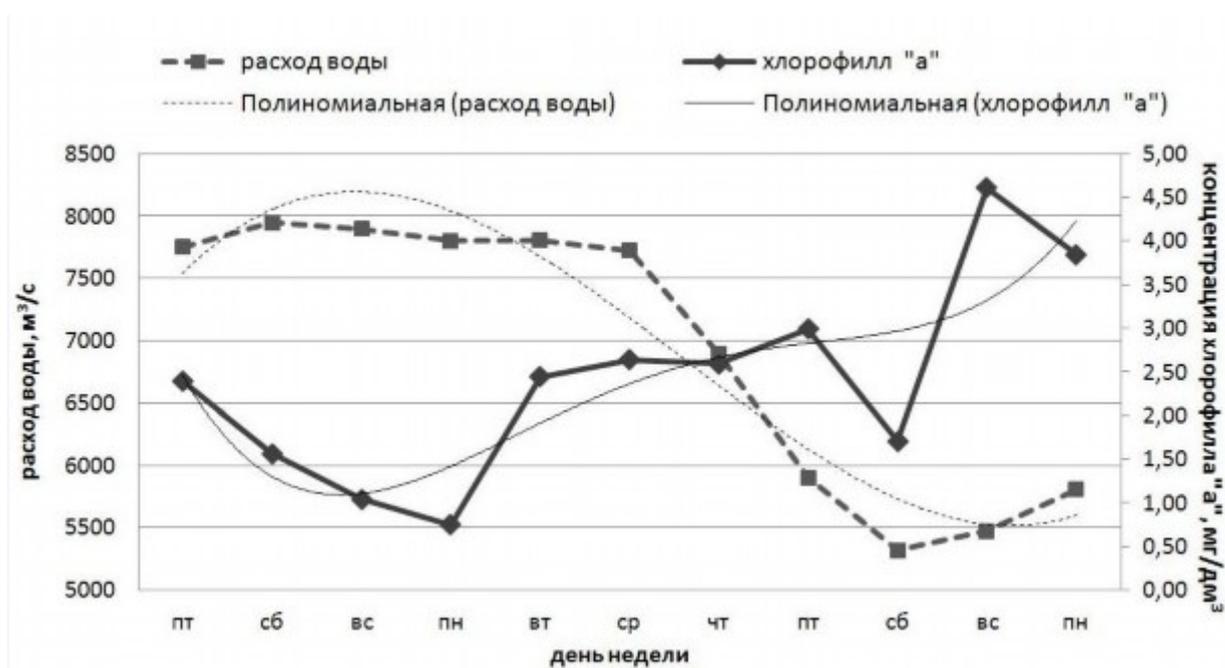


Рис. 4. Обратная связь концентрации хлорофилла (сплошная линия) и величины расходов воды (пунктирная линия) за период с 17 по 27 июля 2015 г. (эмпирические и аппроксимированные данные)

На рис. 4 изображено изменение концентрации хлорофилла «а» и величины средних расходов воды.

Из рисунка видно, что существует обратная связь концентрации хлорофилла «а» и расхода воды. При уменьшении расхода воды концентрация хлорофилла «а» повышается. В период проведения исследований среднесуточные расходы воды через створ Жигулевской ГЭС уменьшались от 7750 до 5807 м³/с. Теснота связи оценивалась величиной коэффициента корреляции, который равен $-0,62$, что характеризует обратную связь.

Все вышеописанное позволяет сделать следующие выводы:

Пробные результаты анализа режима регулирования ГЭС и динамики хлорофилла «а» показывают, что связь между недельным регулированием стока и массовым развитием фитопланктона существует, но количественный показатель нуждается в уточнении в связи с малостью ряда наблюдений.

Исходя из анализа литературных и эмпирических данных можно сделать вывод о том, что все режимы регулирования, от сезонного до суточного оказывают определенное влияние на массовое развитие фитопланктона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / Отв. ред.: Н.И. Коронкевич, И.С. Зайцева. М.: Наука, 2003. 367 с.

Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Куйбышевское и Саратовское водохранилища. Л., 1978. 269 с.

Даценко Ю.С. Эвтрофирование водохранилищ: гидролого-гидрохимические аспекты. М.: ГЕОС, 2007. 232 с.

Методика спектрофотометрического определения хлорофилла «а». ГОСТ 17.1.4.02 – 90.

Попов А.Н. К вопросу об управлении использованием водных ресурсов водохранилищ // Водное хозяйство России. 2010. № 5. С. 21-27.

Россолимо Л.Л. Антропогенное эвтрофирование водоемов / Общая экология. Биоценология. Гидробиология. Т. 2. М.: 1975. 110 с.

Селезнева А.В., Селезнев В.А., Беспалова К.В. Массовое развитие водорослей на водохранилищах р. Волги в условиях маловодья // Поволж. экол. журн. 2014. № 6. С. 88-96. – **Сиренко Л.А., Гавриленко М.Л.** Цветение воды и эвтрофирование. Киев, 1978. 230 с.