

ИТОГИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии.
2017 – Т. 26 – № 1. – С. 15-20.

УДК 574.5

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТРОФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2017 А.В. Рахуба, Л.Г. Тихонова

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

Поступила 21.08.2016

Приводятся результаты наблюдений за продукцией фитопланктона и содержанием фосфора в Куйбышевском водохранилище. Дается характеристика пространственной изменчивости первичной продукции в водной толще и потоков фосфора на границе вода – донные отложения.

Ключевые слова: первичная продукция, деструкция органического вещества, потоки фосфора, биомасса фитопланктона.

Rakhuba A.V., Tihonova L.G. Spatial assessment of the trophic characteristics of the Kuibyshev reservoir – Presents the results of observations of phytoplankton production and phosphorus content in the Kuibyshev reservoir. The features of the spatial variability of primary production and flows phosphorus at the boundary water-bottom sediments are also under consideration.

Key words: primary production, destruction of organic matter, flows phosphorus, phytoplankton biomass.

Одним из важных и значимых факторов антропогенного эвтрофирования водохранилищ является накопление соединений биогенных элементов. Этот процесс приводит к ухудшению качества воды и опасности возникновения токсических эффектов вследствие массового развития синезеленых водорослей. Известно, что фитопланктон быстро реагирует на изменение экологических условий, его продукция определяет трофический уровень водоемов, а состав и обилие характеризуют санитарное состояние (Приймаченко, 1981).

Установлено, что лимитирующим биогенным элементом, определяющим интенсивность развития фитопланктона на водохранилищах Волги в летний период, являются фосфаты. Более половины всего поступления минерального фосфора, приносимого в водохранилища, приходится на распределенные источники, остальное на коммунально-промышленные стоки и на регенерацию из донных отложений. До сих пор остается дискуссионным вопрос о роли донных отложений в эвтрофировании водо-

хранилищ. Следует отметить, что ранее проведенная оценка количества поступающего фосфора из донных отложений (Винберг, 1960; Варламова, 2001; Куйбышевское водохранилище..., 2008) не в полной мере отражает особенности пространственного распределения этого показателя в целом на всей акватории Куйбышевского водохранилища. В этой связи, в летний период 2015 г. нами были организованы экспедиционные исследования на Куйбышевском водохранилище, которые были направлены на изучение развития фитопланктонного сообщества, оценку пространственного распределения первичной продукции и интенсивность выделения фосфатов из донных отложений.

Наблюдения проводились с 20 августа по 9 сентября 2015 г. на исследовательском судне «Биолог» по 21 вертикалям. Расположение вертикалей на Куйбышевском водохранилище представлено на рис. 1. В состав наблюдений входило измерения гидрохимических и гидробиологических характеристик. Отбор проб воды осуществлялся с поверхностного и донного горизонта батометром. Пробы донных отложений отбирались стратометром. Продукцию и деструкцию органического вещества определяли кислородной модификацией скляночного метода (Винберг, 1960), вынос фосфора со дна – методом стеклянных трубок (Мартынова, Козлова, 1987). Экспозиция проб осуществлялась в течение 24 часов.

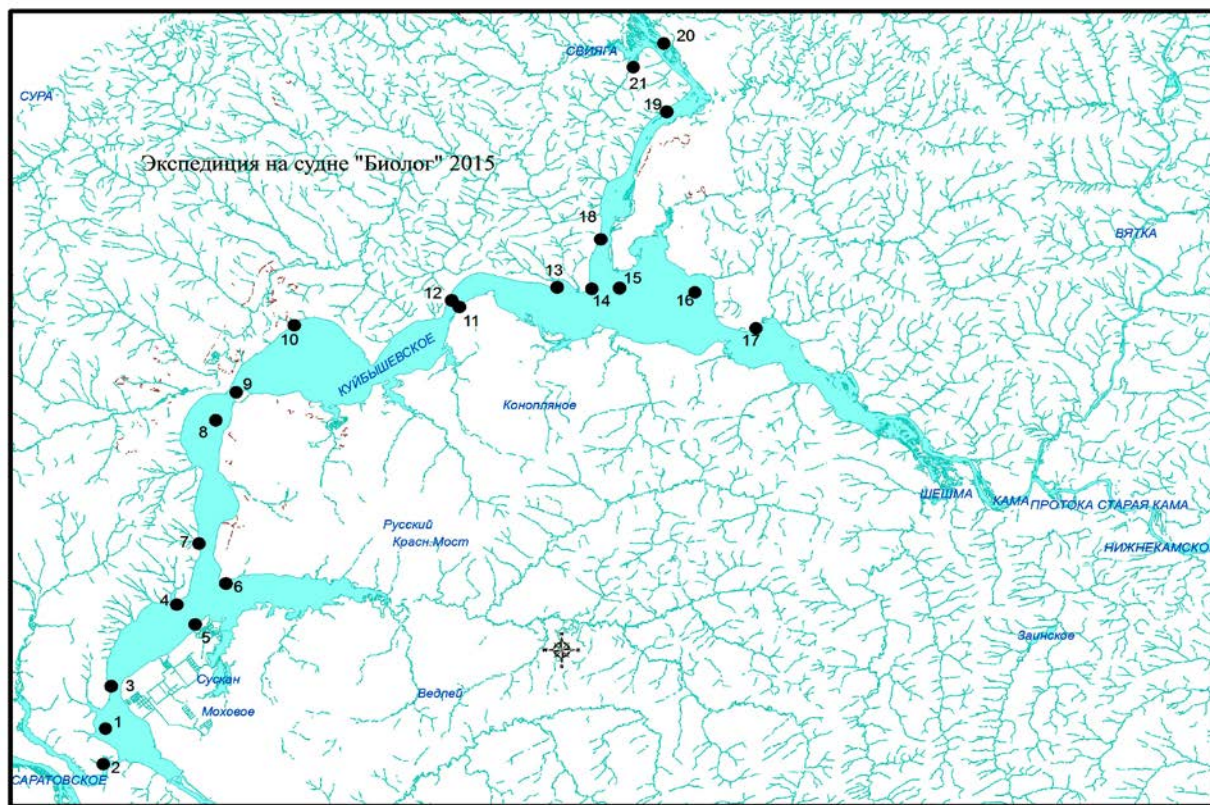


Рис. 1. Расположение пунктов наблюдения на Куйбышевском водохранилище 2015 г.

По данным экспедиционной съемки Куйбышевского водохранилища, представленных в таблице, можно видеть ярко выраженный неоднородный характер пространственного распределения следующих характеристик: биомассы (хлорофилл «А») и продукции фотосинтеза фитопланктона (А), деструкции органического вещества в водной толще (R), потока минерального фосфора со дна.

Таблица

**Гидрохимические и гидробиологические характеристики Куйбышевского водохранилища
на период экспедиционных исследований 2015 г.**

Номер верти- кали	Поверхность		А, гО ₂ /м ² ·сут	R, гО ₂ /м ² ·сут	А/R	Хлорофилл "А", мкг/л		Поток фос- фатов со дна, мг/м ² · сут	Фосфаты, мг/л		Глу- бина
	А, мг/л	R, мг/л				пов-ть	дно		пов-ть	дно	
т.1	1,28	0,09	12,80	18,90	0,68	2,76	1,81	-5,21	0,066	0,063	20
т.2	1,77	1,56	10,58	7,02	1,51	6,94	0,58	-5,58	0,061	0,065	9
т.3	1,34	0,34	23,25	5,10	4,56	3,88	2,08	0,78	0,065	0,074	30
т.4	0,98	0,58	9,80	7,70	1,27	7,70	1,24	-7,35	0,067	0,063	20
т.5	0,89	0,73	6,60	3,65	1,81	7,17	2,06	-7,40	0,060	0,061	10
т.6	0,64	0,00	10,29	-	-	3,53	1,80	-5,26	0,050	0,058	14
т.7	0,94	0,00	11,28	6,60	1,71	7,94	1,58	-3,75	0,050	0,053	24
т.8	0,43	0,09	5,80	0,90	6,44	1,54	0,77	-3,46	0,053	0,057	20
т.9	1,89	0,41	6,62	3,99	1,66	-	8,55	-2,38	0,040	0,041	7
т.10	0,28	1,19	3,08	14,74	0,21	-	1,22	0,27	0,055	0,058	22
т.11	0,27	0,09	0,95	0,42	2,25	2,21	2,04	-1,30	0,052	0,050	7
т.12	0,28	0,25	2,10	2,03	1,04	1,39	1,82	-3,71	0,058	0,057	15
т.13	0,88	0,55	9,68	28,93	0,33	3,44	2,74	-1,98	0,066	0,070	22
т.14	2,16	0,52	27,00	6,50	4,15	6,20	2,28	-	0,079	0,084	25
т.15	1,71	0,74	16,25	8,45	1,92	5,52	0,83	-1,72	0,040	0,042	19
т.16	0,67	0,71	3,35	3,55	0,94	3,90	1,29	-	0,034	0,035	10
т.17	2,01	0,46	8,04	2,20	3,65	4,18	1,10	13,12	0,034	0,042	8
т.18	1,89	0,67	14,18	5,25	2,70	7,54	1,93	11,46	0,083	0,083	15
т.19	-	0,52	-	-	-	9,74	2,92	4,69	0,085	0,088	7
т.20	3,20	1,13	28,80	14,85	1,94	10,40	6,37	1,61	0,093	0,094	18
т.21	2,66	0,98	4,26	2,62	1,62	28,46	28,46	9,05	0,069	0,069	3,2

Расчеты осредненных значений первичной продукции и деструкции под 1 м^2 дают неоднородную картину распределения величин в глубоководной и мелководной частях Куйбышевского водохранилища. На мелководьях средние величины первичной продукции изменялись $0,95 - 10,6 \text{ гО}_2/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$, в то же время в глубоководных районах они достигали $2,10 - 28,8 \text{ гО}_2/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$. Деструкция в этих районах была соответственно $0,42 - 7,02 \text{ гО}_2/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$ и $0,90 - 28,9 \text{ гО}_2/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$ (табл. 1).

В среднем первичная продукция в глубоководной зоне выше, чем на мелководьях примерно в 2,2 раза, деструкция – в 3 раза. Такая разница в первичной продукции глубоководной и мелководной зон существенно зависит от глубины фотосинтезирующего слоя воды, который обычно меньше в мелководных, чем в глубоководных районах акватории водохранилища. Деструкция так же, как и первичная продукция зависит от глубины станции и от верховья к плотине водохранилища увеличивается. При этом, если сравнивать слой воды глубоководной зоны, равный слою мелководья, то деструкция на мелководье окажется выше и будет в немалой степени зависеть от наличия и вида прибрежной растительности.

Наблюдения показывают, что распределение первичной продукции в поверхностном слое воды водохранилища имеет положительную связь ($r=0,7$) с распределением биомассы фитопланктона (рис. 2). Однако, в период интенсивного «цветения» воды, при высокой концентрации синезеленых водорослей ($100-190 \text{ мкг/л}$ по Хл «А») могут наблюдаться низкие значения первичной продукции.

Значения A/R , больше единицы, свидетельствует о положительном кислородном балансе водоема, которое в среднем по Куйбышевскому водохранилищу в период наблюдений составляет 2,15. Эта величина по отдельным районам колеблется от 0,21 до 6,44. В распределении величины A/R по акватории водохранилища прослеживается слабая тенденция к снижению от верховья к приплотинному плесу.

Результаты расчетов поступления фосфора из донных отложений показывают, что в верхней части (Волжская ветка) Куйбышевского водохранилища наблюдается десорбция фосфатов в пределах $1,61-13,12 \text{ мгPO}_4/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$, а в средней и приплотинной части водохранилища происходит сорбция из водной толщи илами донных отложений в пределах $1,30 - 7,40 \text{ мгPO}_4/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$. Имеющаяся тенденция к снижению фосфатов в воде от верховий водохранилища к приплотинному плесу, можно объяснить и частичным поглощением илами фосфатов в центральных и нижних озеровидных плесах водохранилища (рис. 3).

По нашим оценкам, для Куйбышевского водохранилища при обычной, сложившейся внешней фосфатной нагрузке $4,1 \text{ г/м}^2 \cdot \text{год}$ (поступление из Чебоксарского и Нижнекамского водохранилищ, атмосферные осадки, абразия берегов, поступление со сбросом сточных вод), вклад потока фосфатов выделяемых донными отложениями составляет 17% ($0,69 \text{ г/м}^2 \cdot \text{год}$). Величина поглощенных фосфатов донными отложениями, рассчитанная относительно внешней нагрузки составляет 24% ($0,98 \text{ г/м}^2 \cdot \text{год}$), поглощенных фитопланктоном – 21% ($0,86 \text{ г/м}^2 \cdot \text{год}$), а остальная часть – 55% ($2,26 \text{ г/м}^2 \cdot \text{год}$) в балансе фосфатов в водохранилище приходится на сброс через Жигулевский гидроузел.

Поступление фосфатов из донных отложений в основном осуществляется в Волжской и Камской ветках водохранилища с площади 2150 км^2 в количестве 4522 т/год , а сорбция фосфатов донными илами происходит в озеровидных расширениях (плесах) с площади 4300 км^2 в количестве 6435 т/год . В результате, на всей акватории Куйбышевского водохранилища, количество поглощенного минерального фосфора

превышает его выделение в водную толщу на 1913 т/год, а суммарная аккумуляция в водохранилище с учетом потребления его фитопланктоном составляет 11800 т/год.

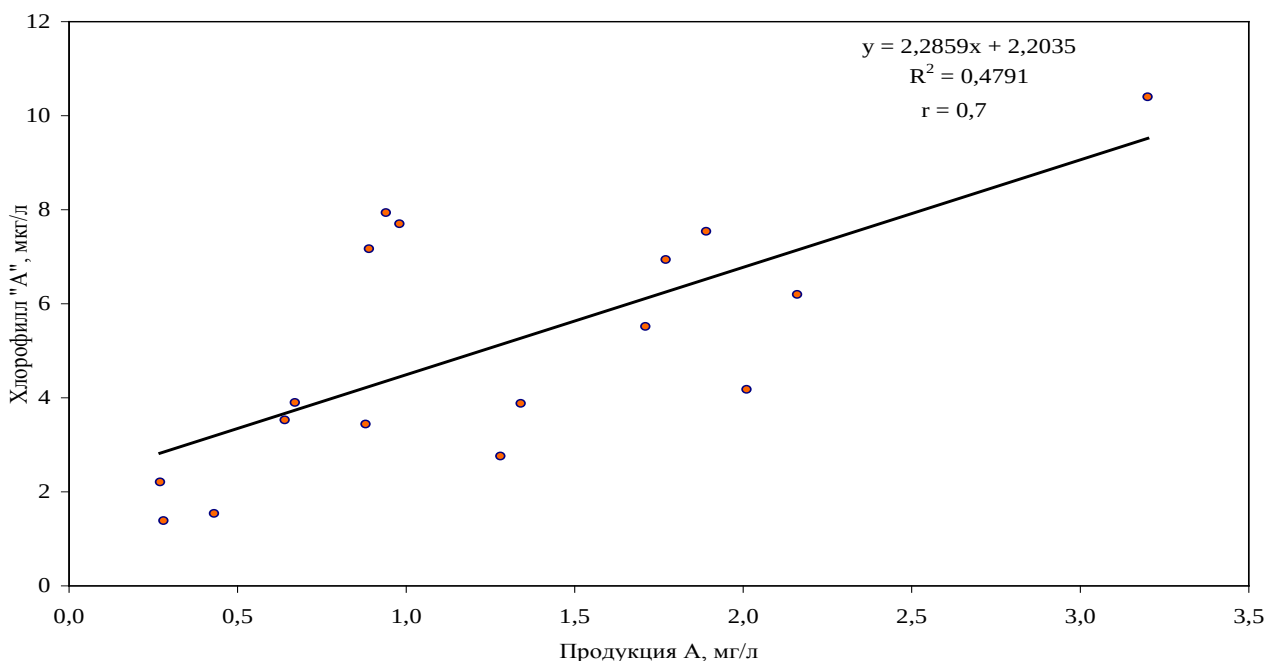


Рис. 2. Соотношение между хлорофиллом «А» и первичной продукцией фитопланктона (А) в поверхностном слое Куйбышевского водохранилища

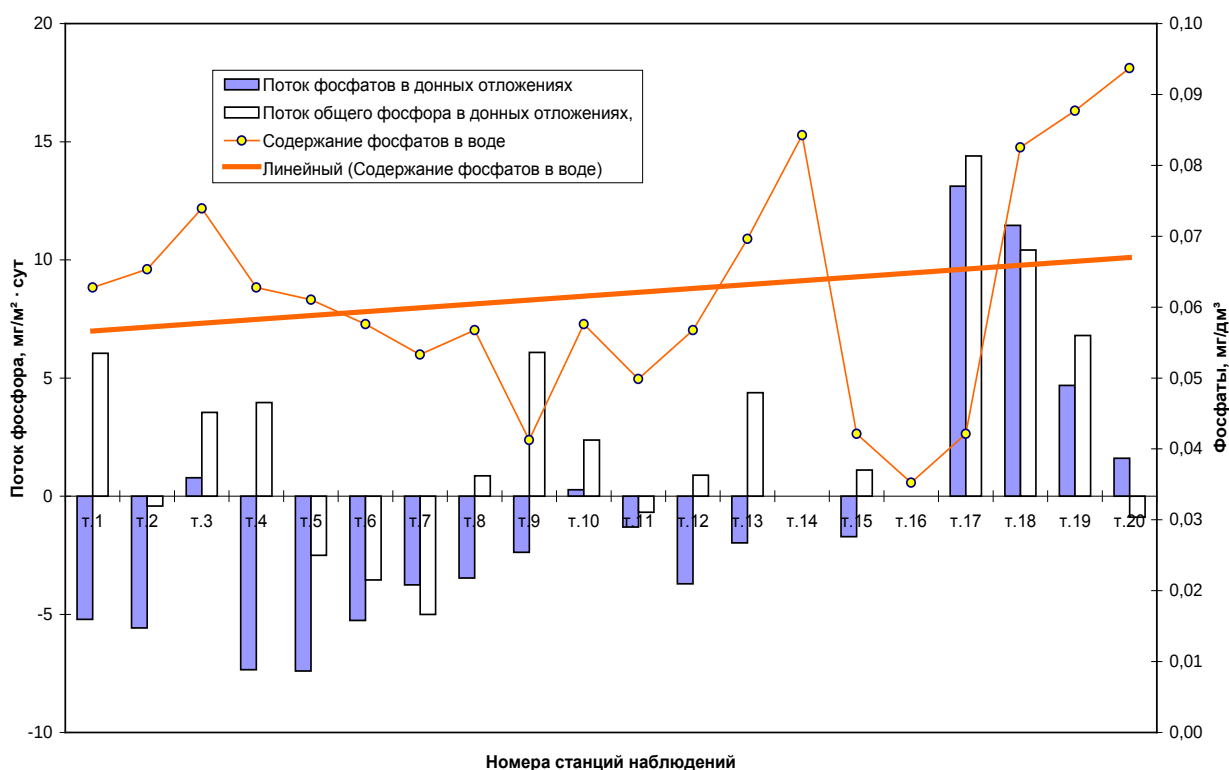


Рис. 3. Пространственное распределение фосфатов в водной толще и поток фосфора (Р) на границе вода-дно (Р>0 – десорбция из илов, Р<0 – сорбция илами) в Куйбышевском водохранилище

Таким образом, в условиях сложного гидрологического режима водохранилища формируются зоны с различной биологической продуктивностью. Интегральные по глубине значения первичной продукции и деструкции органического вещества в глубоководной зоне выше, чем на мелководье, что указывает на активное развитие фитопланктона в озеровидных плесах Куйбышевского водохранилища. В распределение потоков минерального фосфора на границе вода-дно так же наблюдается неоднородность. В верхней части водохранилища отмечается поступление, тогда как в средней и приплотинной части водохранилища прослеживается поглощение фосфатов илами из водной толщи, причем количество поглощаемого фосфора в целом для всего водохранилища в 1,4 раза выше, чем его выделение в водоем. В этой связи, можно обоснованно утверждать, что влияние вторичного загрязнения вод фосфатами на процессы эвтрофирования водохранилища носит локальный характер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Варламова О.Е.** Роль донных отложений в эвтрофировании Куйбышевского водохранилища // Изв. Самар. НЦ РАН. 2001. Т. 3, № 2. С. 351-357.
- Винберг Г.Г.** Первичная продукция водоемов. Минск: Изд-во АН БССР, 1960. 328 с.
- Куйбышевское водохранилище** (научно-информационный справочник) / Г.С. Розенберг, Л.А. Выхристюк. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2008. 123 с.
- Мартынова М.В., Козлова Е.И.** Фосфор в отложениях двух высокотрофных озер // Водные ресурсы. 1987. № 2. С. 103-112.
- Приймаченко А.Д.** Фитопланктон и первичная продукция Днепра и днепровских водохранилищ. Киев: Наук. думка, 1981. 278 с.