

8. *Фащевская Т.Б., Красногорская Н.Н., Rogozina Т.А.* О воздействии предприятия «Уфаводоканал» на качество воды реки Белой // Материалы международной научной конференции «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон». СПб.: РГГМУ, 2006. С.80-82.

ВЛИЯНИЕ ВАНАДИЯ НА ПЕРВИЧНУЮ ПРОДУКЦИЮ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ (теоретический и прикладной аспекты)

Хорошевская В.О.^{1,2}

¹Гидрохимический институт Росгидромета, г. Ростов-на-Дону

²Институт водных проблем РАН, г. Москва

vv.z2@yandex.ru

Исследовано влияние биметалла – ванадия на биологическую продуктивность первичной продукции речной воды и показатели жизнедеятельности фитопланктона в модельном эксперименте. Эксперимент проводился в течение 3-х суток с 29.07.2014 г. по 01.08.2014 г. в лабораторных условиях при естественном освещении в стеклянных аквариумах вместимостью 10 л. Вода для экспериментов отбиралась 28.07. 2014г. в р. Дон на участке, расположенном выше сбросов сточных вод, ниже водосброса гидроузла г. Константиновск. Этот участок реки характеризуется отсутствием значительных содержаний ванадия (согласно данным наблюдений автора в 2012-2014 гг.). Ванадий добавлялся в воду в анионной форме в виде ванадата аммония NH_4VO_3 . В аквариумы вносили NH_4VO_3 в концентрациях 0,5; 5,0; 25,0 и 100 мкг/л в расчете на элемент V, что составляет соответственно 0,5; 5,0; 25,0 и 100 ПДК ванадия в воде рыбохозяйственных водоемов. В один из аквариумов, который служил в качестве контрольного, ванадат аммония не добавлялся. На второй (30.07.2014 г.) и четвертый день (01.08.2014 г.) эксперимента определялось валовое содержание (сумма взвешенных и растворенных форм) и растворенных форм ванадия.

При проведении анализа на определение ванадия было установлено, что валовое содержание металла в каждом из аквариумов превышало количество внесенного в них ванадия. Это свидетельствует о том, что изначально в речной воде, отобранной на эксперимент, присутствовало незначительное (в пределах погрешности прибора) количество ванадия во взвешенной и растворенной фор-

мах. Определение валового и растворенного количества ванадия в последний день эксперимента (1.08.2014 г.) показало, что во втором (5,0 мкг/л) и третьем опыте (20,0 мкг/л) различия между растворенными и валовыми содержаниями находятся в пределах погрешности измерения. В четвертом опыте (100,0 мкг/л) количество растворенного металла на 12 мкг/л (2%) меньше, чем валового, что свидетельствует о процессе абсорбции растворенного ванадия взвешенным фитопланктоном [2].

В речной воде, отобранной в начале и конце эксперимента, в каждом из опытов, включая контрольный, определялись видовой состав, численность и биомасса фитопланктона. Значения общей биомассы и численности фитопланктона представлены на рис. 1, 2.

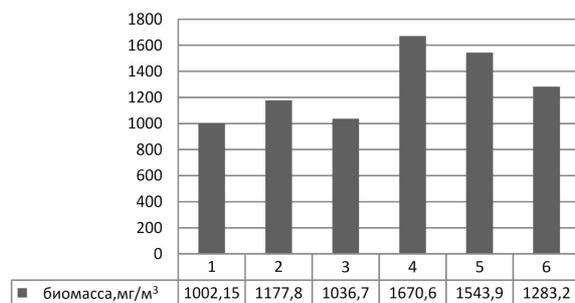


Рис. 1 – Гистограмма суммарной биомассы фитопланктона, мг/м³
(1) – начало опыта (28.07); (2) – контроль; (3-6) – опыты (конец – 01.08)

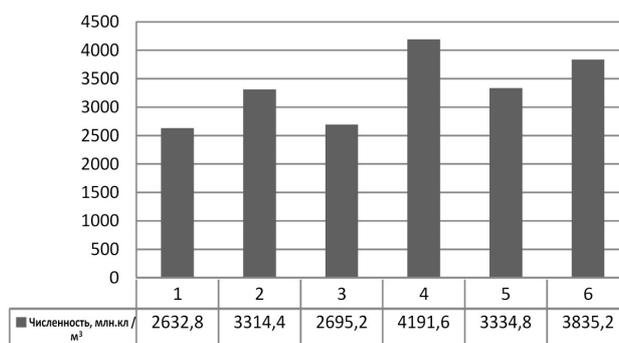


Рис. 2 – Гистограмма суммарной численности фитопланктона, мг/м³
(1) – начало опыта (28.07); (2) – контроль; (3-6) – опыты (конец – 01.08)

Анализ графического материала позволяет сделать вывод, что стимулирующая роль ванадия для развития фитопланктона в целом

подтверждается вторым (5,0 мкг/л), третьим (25,0 мкг/л) и четвертым опытом (100,0 мкг/л). В этих аквариумах биомасса и общая численность фитопланктона превышали аналогичные показатели в контрольном аквариуме [2].

Фитопланктон в воде, отобранной 28.07.2014 г., распределялся в процентном соотношении по видам следующим образом: численность – сине-зелёные (55,8%-70,5%), зеленые (18,3%-33,5%), диатомовые (8,4%-8,8%), криптофитовые (2,0%-2,2%), эвгленовые (0,1%-0,4%), прочие (0%); биомасса – синезелёные (61,1%-77,8%), зеленые (3,5%-7,9%), диатомовые (3,5%-26,0%), криптофитовые (1,9%-3,0%), эвгленовые (2,0%-4%), прочие (0%). По окончании эксперимента 01.08.2014 г. в контрольном аквариуме во втором, третьем и четвертом опытах сине-зеленые водоросли по-прежнему доминировали и составляли по численности 40,2%-69,8%, по биомассе – 69,5%-80,2%. Вторым по численности был зеленый планктон: 18,3%-50,8%, с биомассой 3,3%-9,1%; вторым по биомассе – диатомовый планктон: 9,8%-26,6% с численностью 7,0%-12,6%. В первом, третьем и четвертом опытах стал фиксироваться динофитовый фитопланктон численностью 0,1-3,6%, биомассой 0,1%-8,6% и золотистый фитопланктон численностью 0,2% до-1,4% и биомассой 0,1%-0,3%. Динофитовый фитопланктон фиксировался и в контрольном аквариуме численностью 0,2% и биомассой 1,3%.

Количество различных видов водорослей, присутствующих в воде р. Дон на начало эксперимента (фон) и по его окончании в опытных и контрольном аквариумах, представлено в табл.1.

Таблица 1. Количество видов фитопланктона, определенных экспериментально

Фитопланктон (отдел)	Количество видов					
	Начало эксп-та	Конт- роль	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4
<i>Cyanophyta</i> (Сине-зеленый)	15	12	20	20	19	21
<i>Bacillariophyta</i> (Диатомовый)	13	12	16	15	12	11
<i>Chlorophyta</i> (Зеленый)	17	17	19	16	12	14
<i>Euglenophyta</i> (Эвгленовый)	2	3	3	2	2	2
<i>Dinophyta</i> (Динофитовый)	0	1	2	1	0	1
<i>Cryptophyceae</i> (Криптофитовый)	0	2	1	1	1	1
<i>Chrysophyta</i> (Золотистый)	0	0	1	1	1	1
Всего	47	47	62	56	47	51

Из табл. 1 следует, что разнообразием видов сине-зеленых, диатомовых и зеленых водорослей отмечались первый опыт (0,5 мкг/л); а сине-зеленых, диатомовых – второй опыт (5,0 мкг/л), что свидетельствует о стимулирующей роли ванадия для этих видов фитопланктона.

Общая численность сине-зеленого фитопланктона во втором опыте превышала общую численность в контрольном аквариуме на 21%; биомасса во втором, третьем и четвертом опытах превышала биомассу сине-зеленых водорослей в контрольном аквариуме на 25%-52% (рис.3).

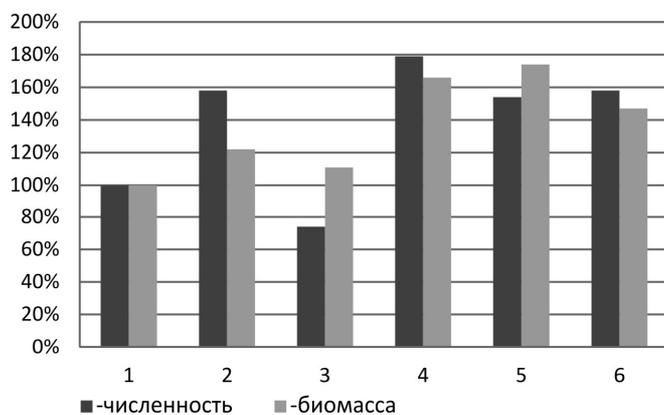


Рис. 3 – Гистограмма численности и биомассы сине-зеленого фитопланктона, %; (1)– начало опыта (28.07); (2) – контроль; (3-6) – опыты (конец – 01.08)

Общая численность диатомового планктона (второго по содержанию биомассы в контрольном и опытных аквариумах) во втором и третьем опытах превышала на 33%-38% общую численность в контрольном аквариуме. Биомасса диатомового планктона во втором опыте превышала на 111% и третьем опыте – на 13% биомассу в контрольном аквариуме (рис.4).

Превышение численности зеленого планктона (второго по общей численности в опытных аквариумах) в конце эксперимента, по сравнению с его началом, составляло: в первом опыте – 55%, втором – 25%, четвертом – 43%. Биомасса зеленого планктона превышала его биомассу в воде на начало эксперимента: в первом опыте на 55%, третьем – на 29%, четвертом – на 43%. При этом в кон-

трольном аквариуме численность и биомасса зеленого фитопланктона снизилась на 28%-4%, соответственно (рис.5).

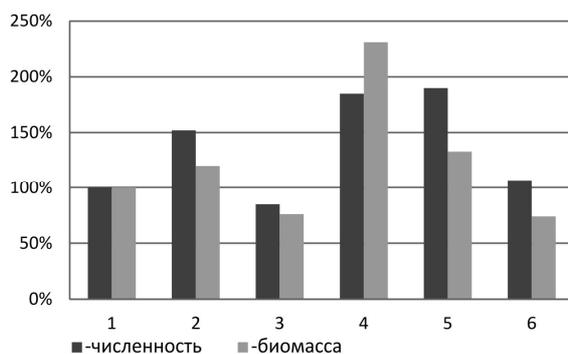


Рис. 4 – Гистограмма численности и биомассы диатомного фитопланктона, %; (1)– начало опыта (28.07); (2) – контроль; (3-6) – опыты (конец – 01.08)

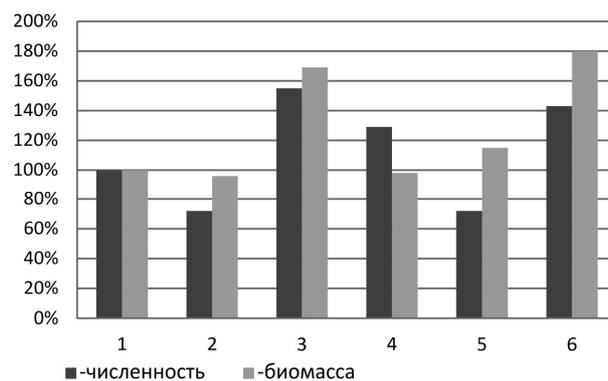


Рис. 5 – Гистограмма численности и биомассы зеленого фитопланктона, % (1)– начало опыта (28.07); (2) – контроль; (3-6) – опыты (конец – 01.08)

Золотистый фитопланктон в отобранной речной воде и контрольном аквариуме в ходе эксперимента не фиксировался, а был определен в разных количествах во всех опытных аквариумах (кроме второго), что может свидетельствовать о стимулирующей роли ванадия для развития этого вида планктона.

Во всех опытных и контрольном аквариумах определялись динофитовый, эвгленовый, криптофитовый виды фитопланктона; их общая численность и биомасса в опытных аквариумах была значи-

тельно ниже, чем в контрольном. Для этих видов фитопланктона ванадий был скорее токсичным и угнетал их развитие.

Эксперимент, проведенный с использованием воды р. Дон показал, что ванадий (NH_4VO_3) в концентрациях от 5,0 мкг/л до 25,0 мкг/л существенно влияет на развитие основных видов фитопланктона, представленных в донской воде в августе месяце. К ним относятся сине-зеленые, диатомовые, зеленые и золотистые водоросли. На динофитовый, эвгленовый, криптофитовый фитопланктон ванадий оказывает угнетающее действие.

Физиологическая роль металлов для живых организмов многогранна и ещё недостаточно изучена. Имеющиеся сведения о функциях ванадия в организмах говорят о том, что он, наряду с железом, участвует в процессах фотосинтеза фитопланктона. Ванадий входит в металлопорфириновые комплексы хлорофилла сине-зеленого фитопланктона (цианобактерий) [2]. На основе изучения различных видов гидробионтов, изначально содержащих большое количество металла, установлено, что ванадий в большей степени поглощается из воды водными растениями, в частности водорослями [1]. Исследования, проведенные в 80-годах прошлого века в Таганрогском заливе, выявили почти полное потребление ванадия фитопланктоном (137,5 тонн/год при выносе этого металла из р. Дон 140,0 тонн/год) [4]. В реки Дон и Миус, впадающих в Таганрогский залив, ванадий попадает с водосбора со стоком рек, истоки и верхние течения которых расположены в угленосном районе Восточного Донбасса [3]. Основное содержание растворенных форм металла фиксируется в меженный период, что позволяет говорить о поступлении ванадия с подземным стоком из контактов с ванадий содержащими породами. Геохимическая судьба этого металла связана с их участием в биохимических процессах [1]; степень его от + 2 до +5. В осадочных породах и поверхностных водах наиболее часто встречаются устойчивые соединения четырехвалентного ванадия, который может мигрировать в природных водах в виде анионов ванадия. Указанные анионы восстанавливаются растворёнными гуминовыми кислотами (почвенного генезиса) и связываются в катионные формы VO^{2+} . Гуминовая кислота, аккумулирующая ванадий, может образовывать как водно-растворимые, так и нерастворимые комплексы с ионами и гидратированными оксидами металлов [3].

Литература

1. *Хорошевская В.О.* Геохимическая роль сине-зелёных водорослей в формировании ванадиево – никелевого комплекса органического вещества эпиконтинентальных водоёмов // «Известия вузов. Северо-Кавказский регион», 2012, №1. С.98-101.

2. *Хорошевская В.О., Предеина Л.М., Кожевников В.А., Коренева К.О.* Особенности влияния ванадия на показатели развития фитопланктона в эксперименте на модельных экосистемах // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сборник статей Международной научно-практической конференции МНИЦ ПГСХА. Пенза: РИО ПГСХА, 2014. С.120-124.

3. *Хорошевская В.О.* Формы содержания ванадия, никеля и молибдена в реках Приазовья //«Вода химия и экология», 2015, №2. С.11-16.

4. *Хрусталёв Ю.П.* Закономерности осадконакопления во внутриконтинентальных морях аридной зоны. Л.: Наука, 1989. 267 с.

ПРОЯВЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЕДСТВИЯ НА КРУПНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ ЮГА РОССИИ

Хоружая Т.А.¹, Минина Л.И.²

¹Институт водных проблем РАН, Гидрохимический отдел,
г. Ростов-на-Дону

²Гидрохимический институт, г. Ростов-на-Дону

Задача выявления экологического бедствия на водных объектах не нова: она была поставлена еще в 90-е годы прошлого столетия [1]. В настоящее время анализ экологического благополучия и выявление признаков неблагополучия и его крайней степени – экологического бедствия (глубоких необратимых изменений в экосистеме согласно [1]) не утратили актуальности и, очевидно, останутся важными в будущем в связи с ростом антропогенных нагрузок, в том числе на водохранилищах. Этой задаче уделено особое внимание в действующем законодательстве РФ (ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями 29.12 2014 г.); Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 №74-ФЗ (ред. от 14.10.2014).

Цель исследования – разработать методический подход и алгоритм выявления состояний экологического неблагополучия водохранилищ на примере крупных водохранилищ юга России: Цим-