

# Доклады Академии Наук СССР

1940. Том XXVI, № 7

## ГИДРОБИОХИМИЯ

Б. А. СКОПИНЦЕВ

### ОДЛЕДНЫЙ ЗИМНИЙ ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ р. ВОЛГИ В СВЯЗИ С ЗАМОРОМ ЗИМОЙ 1939 г.

(Представлено академиком А. А. Рихтером 16 I 1940)

Зимой 1939 г. на р. Волге в районе от г. Горького до г. Саратова имели место заморные явления, выразившиеся в уходе рыбы вниз по течению реки, а также и в частичной гибели ее; гибель рыбы наступала от удушения. Химические анализы воды р. Волги за март 1939 г. приведены в следующей таблице.

Сравнительные данные по химическому составу воды Волги

	Район Костромы		Район Казани		Район Куйбышева и Саратова	
	20 III 1939	4 III 1939	23 III 1934	Куйбышев 2 III 1939	Саратов	
					25 III 1939	2 III 1925
Кислород растворенный в мг/л . . . . .	3,64	0,55	3,6	2,5	0,58	7,7
То же в % от полного насыщения . . . . .	25	4	25	16	4	53
Окисляемость в мг O <sub>2</sub> /л	6,0	5,75	6,1	5,8	8,0	5,8
Сухой остаток в мг/л . . . . .	300,0	418 (123)	339,6	490,4	500,5 (139)	360,2
Жесткость общая в немецких градусах . . . . .	13,6	18,8	—	21,0	16,5 (124)	13,3
Жесткость карбонатная	11,2	12,5 (124)	10,1	10,9	—	9,6
SO <sub>4</sub> в мг/л . . . . .	51,2	102,4 (130)	78,6	147,0	146,9 (162)	91,0
Cl в мг/л . . . . .	5,5	12,0 (126)	9,5	30,6	37,2 (275)	13,5

Примечание. Цифры в скобках дают процентное отношение элементов, характеризующих солевой состав Волги в 1939 г., к таковым для предыдущих лет.

Эти данные указывают на крайне напряженное и даже критическое положение в кислородном режиме Волги зимой 1939 г. на всем участке от Костромы до Саратова. Помимо уменьшения кислорода вода Волги зимой 1939 г. характеризовалась повышенным содержанием солей и, кроме

того, высоким отношением азота аммиака солевого к азоту нитратов. В то же время существенных изменений в содержании органических веществ (судя по окисляемости и по биохимическому потреблению кислорода) не было. Для выяснения причин этих изменений химизма Волги зимой 1939 г. нами был собран и обработан опубликованный и рукописный материал по химическому составу воды Волги в зимние месяцы в предыдущие годы (за период с 1908 по 1937 г.).

Рассмотрение результатов имеющихся наблюдений показывает, что:

а) вода Волги в пределах Верхней, Средней и Нижней Волги в зимние месяцы подо льдом обычно недонасыщена кислородом;

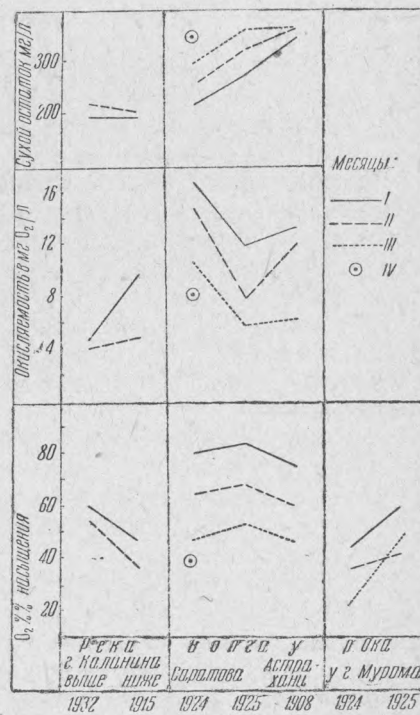
б) дефицит кислорода возрастает в течение всей зимы и достигает максимума перед паводком в марте-апреле; в это время насыщение воды кислородом колебалось в период с 1908—1937 гг. для Верхней Волги от 60 до 18% (8,8—2,6 мг/л), для Средней Волги от 40 до 18% (5,9—2,3 мг/л) и для Нижней Волги от 53 до 41% (7,8—6,0 мг/л);

в) одновременно отмечается постепенное уменьшение в течение зимы содержания органических веществ—по окисляемости и увеличению количества солей—по сухому остатку; рост нитратов к концу зимы прекращается и даже наступает уменьшение их. Для иллюстрации приводим некоторые данные для Волги, а также и для Оки (см. фигуру).

Подобное недонасыщение воды кислородом обычно объясняют большим содержанием органических веществ в Волге (вследствие ее озерно-болотного питания); окисление этих веществ и должно приводить к убыли растворенного кислорода, доступ которого из атмосферы затруднен благодаря наличию ледового покрова. Однако подобное толкование не увязывается с данными известных явлений. Действительно, если бы дело обстояло таким образом, то:

а) содержание растворенного в воде кислорода и органических веществ в нижнем течении Волги заметно уменьшалось бы по сравнению с вышележащими пунктами; б) реки, содержащие меньшее количество органического вещества, должны были иметь зимой и меньший кислородный дефицит; в) и, наоборот, реки с большим содержанием органического вещества должны иметь больший дефицит.

Что же мы имеем в действительности? а) Сопоставление аналитических данных по всей Волге (с учетом времени ее течения) не указывает на заметное снижение в содержании растворенного кислорода и органических веществ в Нижней Волге (Саратов, Сталинград) по сравнению с вышележащими пунктами; б) в других реках Волжского бассейна (Шоша, Ока, Москва, Истра, Яхрома и т. д.) с малым содержанием органических веществ (окисляемость 1,0—3,0 мг  $O_2$  в 1 л) зимой также имеет место малое содержание растворенного кислорода (45—65% от полного насыщения); в) в то же время исследование Оби в дозаморном участке ее (выше р. Высюган) указы-



вают на наличие растворенного кислорода в течение всей зимы (в 1928 г.: январь—5,2, февраль—2,9 и март—2,4 мг/л), несмотря на очень высокое содержание органических веществ, окисляемость соответственно равна 19,7—20,8 и 18,8 мг  $O_2$  в 1 л.

Эти факты полностью согласуются с известным представлением о малой мобильности (о большей устойчивости) растворенных в воде органических гуминовых веществ.

Конечно, эти факты не опровергают вполне определенного значения в убыли растворенного кислорода естественных окислительных процессов, протекающих в реке; однако, повторяем, они не могут полностью объяснить наблюдающийся кислородный дефицит зимой. Также относительно невелика еще для Волги и роль тех загрязнений, которые попадают в реку в результате культурно-хозяйственной деятельности человека. Из упомянутого выше материала следует, что максимальное, констатированное зимой 1937 г. загрязнение р. Волги (на участке Балахна—Горький) привело к уменьшению в реке растворенного кислорода после прохождения ею указанных пунктов на 2,0 мг/л. В других пунктах и в предыдущие годы убыль кислорода за счет загрязнения была значительно меньше или даже практически отсутствовала.

Поэтому основной причиной рассматриваемого здесь недосыщения р. Волги кислородом надо считать характер питания реки зимой. Известно, что в это время реки полностью лишены поверхностного стока и питаются исключительно запасами грунтовых вод своего бассейна. Эти запасы постепенно уменьшаются к концу зимы, что и обуславливает непрерывный спад уровней и расходов воды в реках. Вполне естественно, что физико-химический состав воды в реках зимой в течение их подледного периода (и при отсутствии вегетации) должен быть близок к составу грунтовых вод их бассейна.

И именно в этом обстоятельстве и лежит основная причина кислородного дефицита зимой в реках с мощным ледовым покровом. Действительно, просмотр химических анализов грунтовых вод показывает, что последние содержат пониженное количество растворенного кислорода и нередко полностью лишены его.

Эти факты полностью увязываются с априорными представлениями о режиме грунтовых вод; последние при своем образовании проходят через слои почвы, теряют растворенный кислород в большей или меньшей степени, в зависимости от богатства почвы органическими веществами и от продолжительности контакта с ними. Кислород идет на окислительные процессы, а вода обогащается углекислотой и минеральными солями.

Постепенное уменьшение к концу зимы в реке, покрытой льдом, растворенного кислорода и органических веществ и увеличение в ней содержания солей идет параллельно с понижением высоты стояния воды в реке (а также и дебита ее). Это может быть объяснено тем, что поступающие в реку в начале зимы грунтовые воды верховодки еще мало обеднены кислородом и содержат относительно небольшое количество солей вследствие их недавнего происхождения. К концу зимы в реку стекают грунтовые воды более глубокого залегания и, следовательно, более «старые», а потому и более засоленные и в то же время содержащие меньшее количество органических веществ и растворенного кислорода (а также и нитратов)\*.

\* Ледообразование также будет оказывать влияние на увеличение концентрации солей зимой в реках, но только в начале зимы—в период наиболее быстрого нарастания ледового покрова.

Что же касается замора на Волге зимой 1939 г., то наблюдавшееся в реке малое количество кислорода и значительное увеличение солей безусловно говорят о связанности данного явления с общим характером зимнего подледного гидрохимического режима Волги.

Действительно, засушливые лето и осень 1936 и 1938 гг. должны были привести к резкому понижению уровня грунтовых вод и высоты стояния воды в Волге зимой 1939 г.; последнее иллюстрируется приведенными ниже данными:

Минимальные месячные уровни Волги у г. Саратова зимой 1931—39 гг. в см над нулем графика

Г о д ы	Январь	Февраль	Март
1931 . . . . .	137	62	25
1932 . . . . .	179	94	23
1933 . . . . .	218	71	24
1934 . . . . .	67	10	-12
1935 . . . . .	111	29	-3
1936 . . . . .	189	164	96
1937 . . . . .	78	19	-9
1938 . . . . .	32	6	-28
1939 . . . . .	-54	-86	-86

Это и привело к тому, что зимой 1939 г. питание рек уже в начале зимы должно было идти за счет более старых глубинных грунтовых вод—вод с их пониженным содержанием растворенного кислорода и повышенным содержанием солей.

И на этом фоне особенно отрицательное влияние в отношении кислородного режима оказали: во-первых, два подледных паводка, прошедших в феврале-марте, и, во-вторых, постоянное загрязняющее действие городов и промышленных центров, стоящих на р. Волге. Влияние их, относительно мало заметное в предыдущие годы, резко проявилось зимой 1939 г. как в силу более низкого содержания растворенного кислорода в воде реки, так и в результате уменьшившегося разбавления загрязненных стоков водой Волги.

Всесоюзный институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
Москва

Поступило  
14 I 1940

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. И. Вернадский, История минералов земной коры, II, ч. 1, вып. II (1934). <sup>2</sup> С. А. Зернов, Общая гидробиология (1934). <sup>3</sup> С. А. Зворыкин, Кислородный режим р. Оки у г. Муром в 1924/25 г., Работы Окской биостанции, IV (1926). <sup>4</sup> Мытищинская вода и причины увеличения ее жесткости, Труды Комиссии, вып. II (1915). <sup>5</sup> В. П. Радищев, Работы Волжской биостанции, 8, № 4/5 (1926). <sup>6</sup> Справочник по водным ресурсам СССР, III, IV, V (1936, 1935, 1934). <sup>7</sup> И. Г. Юданов, Труды Сибирской научной рыбохоз. станции, IV, вып. 3 (1929).