

Глава VII
ХИМИЧЕСКИЙ СТОК
РЕЧНЫЕ ВОДЫ

Солевой состав вод Нижней Волги окончательно формируется после впадения в нее р. Камы. Кама, впадая в Волгу, увеличивает общую минерализацию и изменяет солевой состав ее воды (рис. 94). Поскольку ниже впадения Камы Волга имеет незначительную приточность, то далее, на

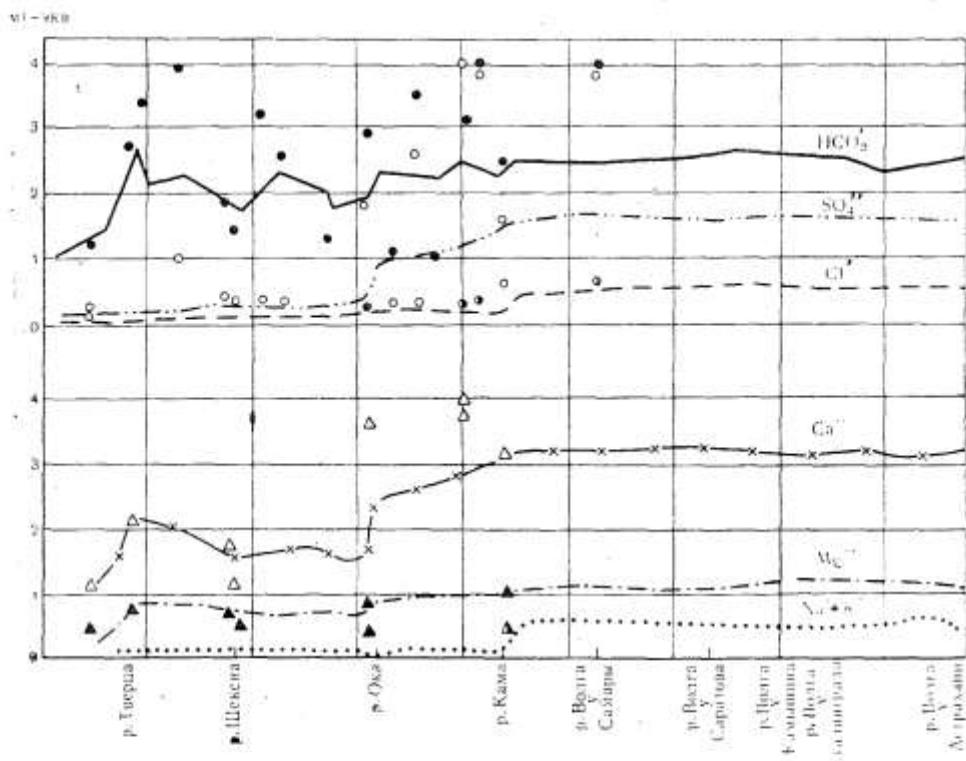


Рис. 94. Изменение содержания главнейших ионов (мг-экв.) в воде Волги от истока до устья в период с 25 VI по 27 VII 1934 г.

всем протяжении нижнего течения, вплоть до самого устья, гидрохимический облик волжских вод практически одинаков.

Гидрохимия вод дельты Волги имеет свои особенности по сравнению с гидрохимией нижнего течения. Солевой состав вод собственно дельты связан с особенностями дельты как географического объекта. К этим осо-

бенностям относятся близость к морю и наличие ветров, обуславливающих большое влияние ветрового выноса морских солей на солевой состав вод дельты; дренаж многочисленными протоками и ериками пород, бывших в недалеком прошлом дном моря и обогащенных типичными морскими компонентами. Эти обстоятельства должны приводить к относительному увеличению хлоридов, щелочей и сульфатов и к относительному уменьшению карбонатов в солевом составе дельтовых вод.

Сравнение кривых содержания ионов хлора (Cl') и $\text{Na}^+ + \text{K}'$ (рис. 95) показывает их увеличение у Астрахани. Так, относительное содержание хлора у Саратова изменяется в течение года от 2,6 до 4,0% мг-экв., и составляет в среднем за год 3,3% мг-экв. У Астрахани содержание иона хлора увеличивается, колеблясь в течение года от 2,9 до 6,0% мг-экв., и составляет в среднем в год 4,4% мг-экв. Изменения содержания ионов $\text{Na}^+ + \text{K}'$ и их средние величины за год будут соответственно у Саратова 0,9—6,1 и 3,5% мг-экв., и у Астрахани 6,5—9,5 и 7,8% мг-экв.

Содержание иона SO_4^{2-} в течение года колеблется у Астрахани от 11,5 до 20,6% мг-экв. и составляет в среднем в год 14,9% мг-экв. У Саратова оно колеблется от 10,3 до 17,4% мг-экв. при среднем значении 15,2% мг-экв. Содержание иона HCO_3' в водах дельты несколько уменьшается. Если у Саратова оно составляет в среднем за год 31,5% мг-экв., то у Астрахани 30,7% мг-экв. Таким образом, в дельте Волги, по сравнению с нижним течением реки, действительно увеличивается относительное содержание хлоридов, щелочей сульфатов и несколько снижается относительное содержание карбонатов.

Таблица 112
Внутригодовое изменение суммы ионов в водах дельты Волги

Месяц	Астрахань 1901—1911 гг.	Верхне-Лебяжье 1938, 1944—1946, 1949, 1951 гг.
I	436,2	493,4
II	441,0	494,6
III	450,6	444,4
IV	313,1	389,8
V	214,4	211,8
VI	190,9	180,4
VII	204,4	255,1
VIII	341,7	325,5
IX	286,2	370,6
X	326,0	408,9
XI	371,1	396,3
XII	346,4	405,6
Год . . .	269,1	364,7

Режим гидрохимических элементов тесно связан с гидрологическими условиями. Так, общая минерализация вод дельты находится в обратной зависимости от расходов воды и поэтому испытывает значительные колебания от года к году и внутри года по сезонам (табл. 112). В отдельные годы сумма ионов может падать до 150 мг/л весной и увеличиваться до 530 мг/л зимой. Средние данные за 1901—1911 гг. по Астрахани и за 1938, 1944—1946, 1949, 1951 гг. по Верхне-Лебяжьюму показывают, что сумма

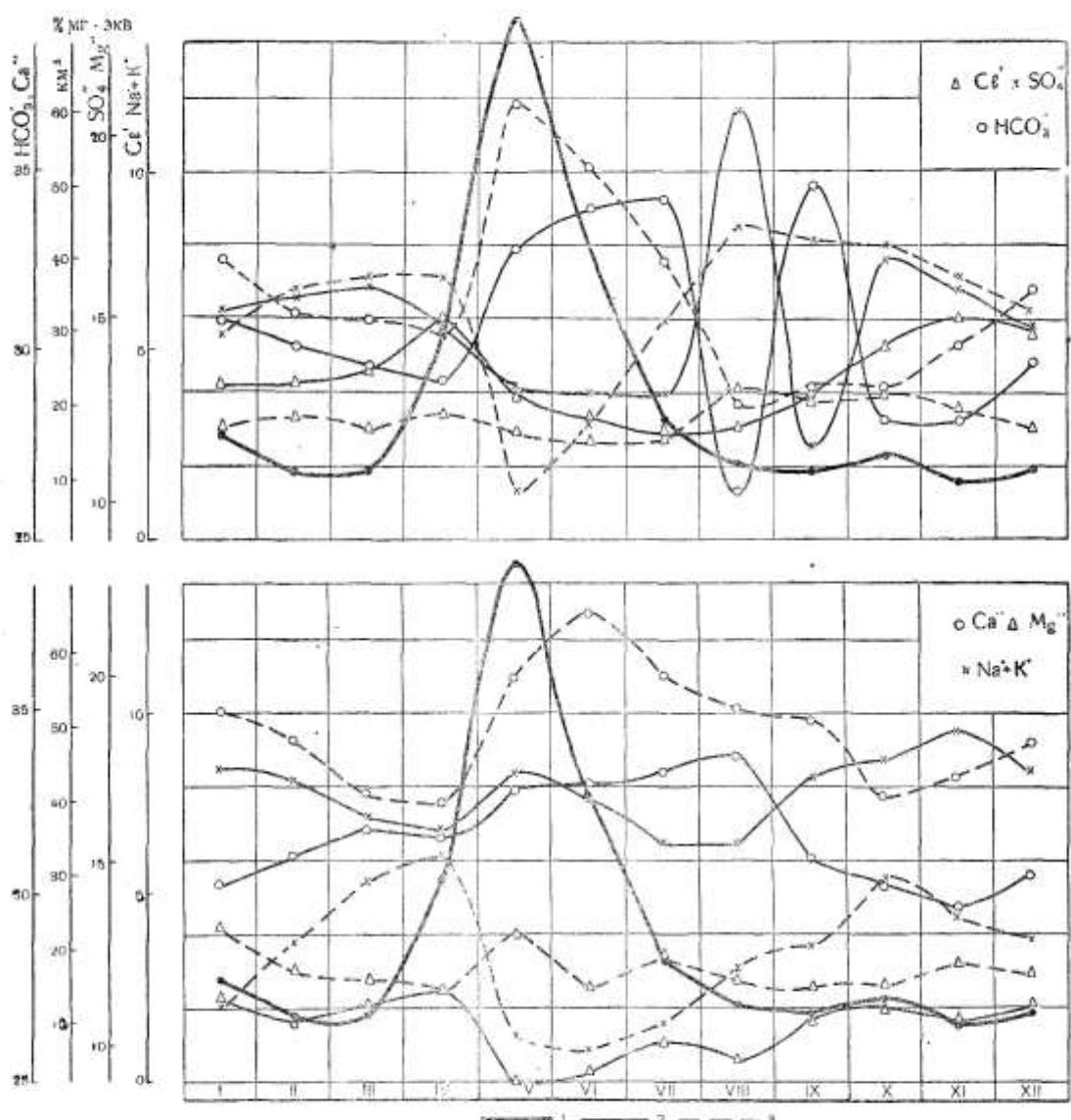


Рис. 95. Внутригодовое изменение относительного содержания главных ионов в воде Волги у Астрахани за 1901—1911 гг., у Саратова за 1924—1925 гг. и среднее многолетнее распределение водного стока у Сталинграда.
Водный сток: 1 — у Сталинграда, 2 — у Астрахани, 3 — у Саратова.

Зак. 550.

ионов в течение года колеблется в пределах от 180 до 500 мг/л. Из рис. 96 хорошо видна обратная зависимость между суммой ионов и расходом Волги у Стalingрада. В зимний период, при наименьших расходах воды, наблюдаются наибольшие за год величины суммы ионов, достигающие 350—500 мг/л.

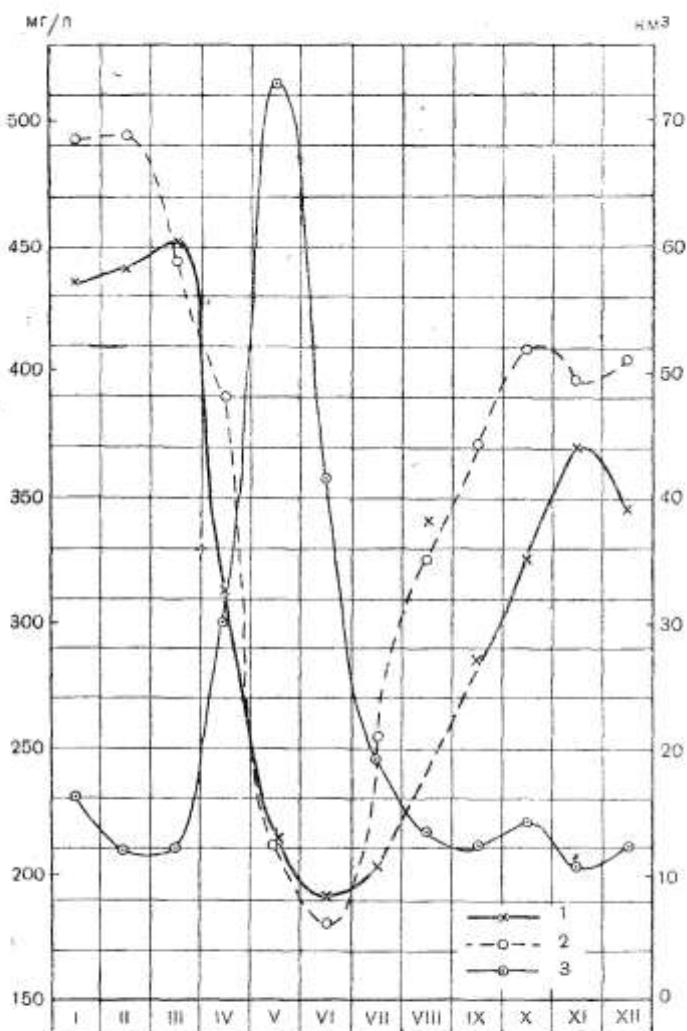


Рис. 96. Внутригодовое изменение суммы ионов в воде Волги у Астрахани за 1901—1911 гг., у Верхне-Лебяжьего за 1938, 1944—1946 гг., 1949, 1951 гг. и водного стока у Стalingрада.

1 — Астрахань, 2 — В. Лебяжье, 3 — средний многолетний сток у Стalingрада.

В это время питание реки идет преимущественно за счет грунтовых и аллювиально-верховодных вод речной долины. Запас аллювиально-верховодных вод истощается в начале зимы, поэтому основная роль в питании реки в зимний период принадлежит более минерализованным грунтовым водам. Благодаря такому характеру питания минерализация речной воды возрастает и достигает своего максимума к началу снеготаяния. Весной речная вода разбавляется маломинерализованными талыми водами, вследствие чего сумма ионов падает, достигая минимума в период около

пика паводка, когда сумма ионов равна 180—190 мг/л. После весеннего половодья минерализация возрастает вновь и в летне-осенний период достигает суммы ионов 200—400 мг/л. Это связано главным образом с тем, что река в этот период питается грутовыми водами.

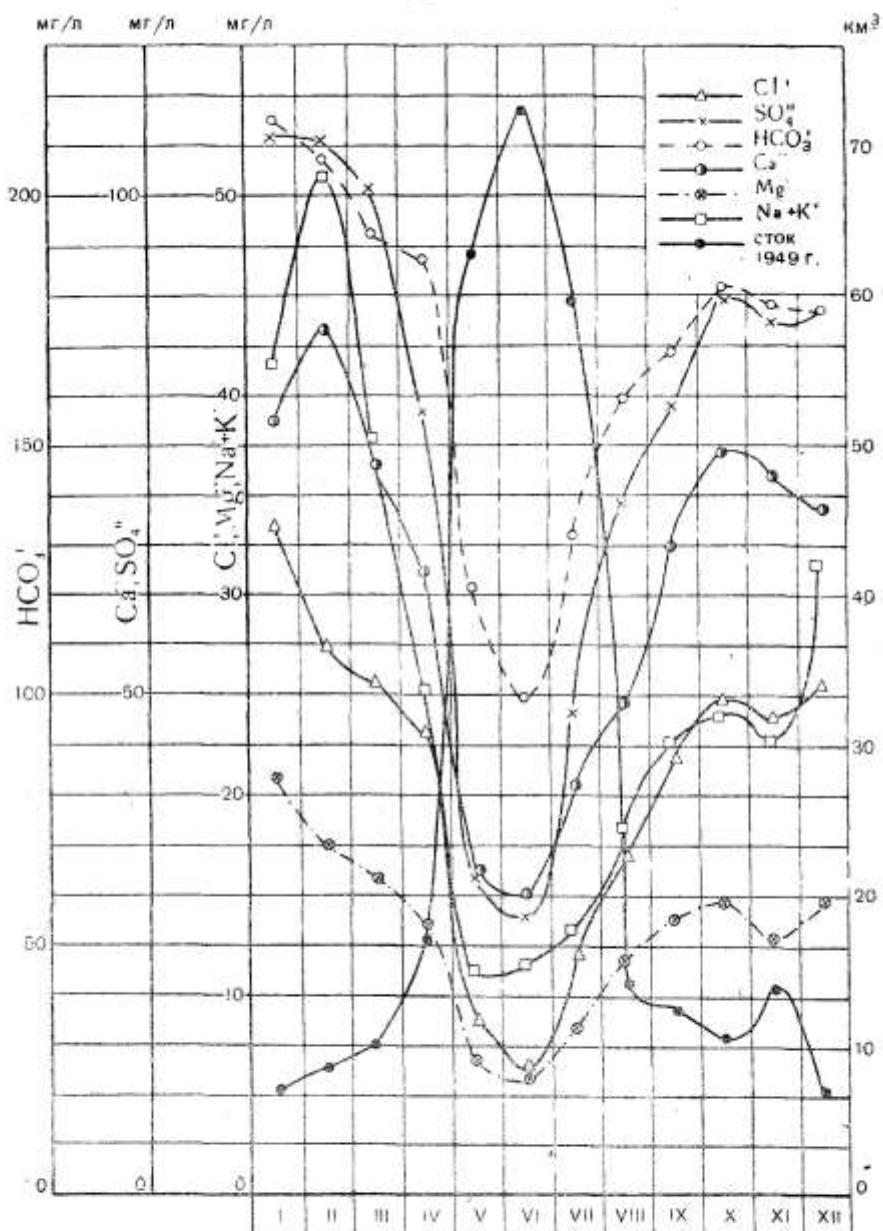


Рис. 97. Внутригодовое изменение главнейших ионов в воде Волги у Верхнелебяжьего (средние величины по данным 1938, 1944—46, 1949, 1951 гг.).

Величина общей жесткости имеет такой же характер изменений, как и сумма ионов (минерализация) (табл. 113). Общая жесткость достигает максимума зимой (4,0—5,0 мг-экв.), а минимума — в половодье, когда ее значения около 2 мг-экв.

Величины среднего содержания ионов в мг/л по месяцам приведены в табл. 114 и на рис. 97, из которых видно, что ход изменения величины

Таблица II3

Сезонное изменение общей жесткости вод Волги
у Астрахани за 1901—1911 гг.

Месяц	Общая жесткость		Расход ¹ м ³ /сек.
	нем. град.	мг-экв.	
I	13,0	4,6	6 079
II	13,6	4,8	4 926
III	11,9	4,2	4 485
IV	9,9	3,5	11 652
V	6,5	2,3	27 213
VI	6,1	2,2	16 089
VII	6,0	2,1	7 939
VIII	10,1	3,6	4 985
IX	8,7	3,1	4 745
X	10,4	3,7	5 246
XI	11,3	4,0	4 100
XII	11,2	4,0	4 586
Среднегодовая	9,9	3,5	8 464

Таблица II4

Внутригодовое распределение ионов в воде Волги у Астрахани за 1901—1911 гг.

Месяц	Cl'		SO ₄ '		HCO ₃ '		Ca ⁺⁺		Mg'		Na ⁺ + K ⁺		Сумма
	Mг/л	% MГ-ЭКВ.	Mг/л	% MГ-ЭКВ.	Mг/л	% MГ-ЭКВ.	Mг/л	% MГ-ЭКВ.	Mг/л	% MГ-ЭКВ.	Mг/л	% MГ-ЭКВ.	
I	16,8	4,1	84,8	15,0	224,5	30,9	71,2	30,3	16,0	11,3	22,9	8,4	436,2 100,0
II	17,9	4,2	89,1	15,5	221,3	30,3	74,4	31,1	15,7	10,7	22,6	8,2	441,0 100,0
III	18,8	4,5	92,5	15,8	224,1	29,7	79,0	31,8	16,7	11,1	19,5	7,1	450,6 100,0
IV	20,0	5,9	65,2	14,8	145,3	29,3	56,0	31,6	10,4	11,4	16,2	7,0	313,1 100,0
V	8,0	4,0	37,6	13,1	114,3	32,9	37,5	32,8	6,2	8,9	10,8	8,3	214,4 100,0
VI	5,9	3,3	31,8	12,8	104,7	33,9	33,8	33,1	5,8	9,2	8,9	7,7	190,9 100,0
VII	5,6	2,9	34,1	12,9	113,3	34,2	36,3	33,4	6,8	10,1	8,3	6,5	204,4 100,0
VIII	9,7	3,1	90,7	20,6	160,4	26,3	57,9	33,9	10,3	9,6	12,7	6,5	341,7 100,0
IX	10,5	3,9	42,5	11,5	161,4	34,6	47,4	31,0	9,9	10,7	14,5	8,3	286,2 100,0
X	17,0	5,2	66,1	16,6	157,1	28,2	55,4	30,3	12,2	11,0	18,2	8,7	326,0 100,0
XI	21,6	6,0	77,8	15,8	175,2	28,2	61,0	29,8	13,3	10,7	22,2	9,5	371,1 100,0
XII	18,3	5,6	64,8	14,7	174,2	29,7	57,5	30,6	12,9	11,0	18,7	8,4	346,4 100,0
Сред- негодо- вое	14,2	4,4	64,8	14,9	165,5	30,7	55,6	31,6	11,4	10,6	16,3	7,8	327,8 100,0

¹ В таблице приведены средние многолетние расходы за период 1877—1929 гг по пункту Сталинград.

каждого иона в основном обратен изменениям объема водного стока: максимум — зимой, минимум — в пик половодья. Среднемесячные данные за 1901—1911 гг. по Астрахани показывают, что содержание иона хлора в течение года колеблется в пределах 6—22 мг/л, иона $\text{SO}_4^{''}$ — 32—93 мг/л, иона HCO_3' — 105—225 мг/л, иона $\text{Ca}^{''}$ — 34—80 мг/л, иона $\text{Mg}^{''}$ — 6,17 мг/л, иона $\text{Na}' + \text{K}'$ — 8—23 мг/л. По среднемесячным данным за 1938, 1944—1946, 1949 и 1951 гг. по Верхне-Лебяжьему величины содержания ионов в воде несколько большие, особенно ионов Cl' , $\text{Na}' + \text{K}'$ в зимний период (табл. 115). Содержание ионов в течение года распределяется следующим образом: Cl' — 6—34 мг/л; $\text{SO}_4^{''}$ — 28—105 мг/л; HCO_3' — 100—215 мг/л; $\text{Ca}^{''}$ — 30—90 мг/л; $\text{Mg}^{''}$ — 6—21 мг/л; $\text{Na}' + \text{K}'$ — 11—50 мг/л.

Следует отметить, что увеличение содержания ионов у Верхне-Лебяжьего по сравнению с Астраханью не противоречит предположению, что в пределах дельты Волги минерализация речных вод увеличивается с приближением к морю. Дело в том, что при сравнении содержания ионов у Верхне-Лебяжьего и Астрахани не учитывалась различная водность сравниваемых периодов. Сток Волги у Стalingрада в среднем за период 1901—1911 гг., принятый при подсчете содержания ионов у Астрахани, равен 243 км³/год, а за годы, принятые для подсчета у Верхне-Лебяжьего, равнялся 217 км³/год. Это различие в стоке, вероятно, и привело к обратному положению: содержание ионов у Верхне-Лебяжьего больше, чем у Астрахани.

Соотношение ионов менее подвержено колебаниям, чем общая минерализация речной воды. Из приведенных таблиц видно, что в речных водах дельты преобладают ионы HCO_3' и $\text{Ca}^{''}$, содержание которых по сезонам колеблется соответственно от 26 до 35% мг-экв. и от 29 до 34% мг-экв. Внутригодовые изменения иона $\text{SO}_4^{''}$ от 11 до 20% мг-экв., хлора

Таблица 115

Солевой состав воды Волги у Верхне-Лебяжьего
(по данным 1938, 1944—1946, 1949, 1951 гг.)

Месяц	Ионы, мг/л						Сумма ионов
	Cl'	$\text{SO}_4^{''}$	HCO_3'	$\text{Ca}^{''}$	$\text{Mg}^{''}$	$\text{Na}' + \text{K}'$	
I	33,4	105,6	214,8	77,1	20,7	41,8	493,4
II	27,3	105,3	207,0	86,6	17,4	51,0	494,6
III	25,6	100,3	192,0	73,0	15,9	37,6	444,4
IV	23,2	78,3	187,2	62,4	13,6	25,1	389,8
V	8,7	31,5	121,8	31,9	6,7	11,2	211,8
VI	6,2	27,5	99,3	30,0	5,9	11,5	180,4
VII	12,0	48,2	132,4	40,9	8,4	13,2	255,1
VIII	17,0	69,3	159,8	49,3	11,8	18,3	325,5
IX	22,1	78,8	168,6	64,8	13,8	22,5	370,6
X	24,7	89,9	181,4	74,2	14,5	24,2	408,9
XI	23,8	87,1	178,0	72,0	12,7	22,7	396,3
XII	25,6	88,3	176,8	68,7	14,6	31,6	405,6
Среднегодовое	20,8	75,8	168,3	60,9	13,0	25,9	364,7

3—5% мг-экв. Величина химического стока Волги для главнейших ионов по Астрахани приведена в табл. 116 и считается О. А. Алекиным несколько завышенной.

По нашим подсчетам суммарный химический сток у Стalingрада, исходя из средней многолетней величины минерализации волжской воды, равной приблизительно 0,2% (0,19856. Бруевич, 1937 г.), составляет:

Для среднемноголетнего стока	255 км ³ —51 млн. т.
максимального	(1926 г.) 390 — 78
•	(1947 г.) 328 — 65
минимального	(1921 г.) 168 — 33
•	(1937 г.) 160 — 32

Таким образом, химический сток Волги у Стalingрада колеблется в зависимости от водности года в пределах 30—80 млн. тонн.

Наиболее вероятной средней многолетней величиной химического стока Волги в Каспийское море является 35—50 млн. тонн растворенных солей.

Содержание биогенных элементов (P, N, Si) и органического вещества в водах дельты Волги представлено в табл. 117—120, составленных по данным Волго-Каспийской рыбохозяйственной станции ВНИРО за 1935—1938 гг.

Абсолютное содержание кислорода (O_2) в водах дельты также испытывает сезонные колебания. Обычно годовой максимум абсолютного содержания O_2 наблюдается перед наступлением ледостава вследствие понижения температуры, ослабления интенсивности окислительных процессов в воде и поступления кислорода из атмосферы (до ледостава). Относительное же содержание кислорода ($O_2\%$) в это время не является наибольшим вследствие прекращения фотосинтеза.

С наступлением ледостава абсолютное и относительное содержание кислорода уменьшается и достигает минимума в конце зимы. Этому способствует прекращение аэрации, увеличение роли подземного питания, продолжающиеся окислительные процессы. Все это может привести к кислородному дефициту, который увеличивается и достигает максимума в феврале—марте. Так, в дельте Волги (рукав Болда), в районе Астрахани, в 1942 г. кислородный дефицит достиг максимума 73% (относительное содержание O_2 27%). Обеднение кислородом речной воды в предледственный период происходит не в самой дельте, а еще в среднем или верхнем течении р. Волги. В дельте реки кислородный дефицит смягчается. Этому способствуют следующие обстоятельства: 1) наличие многочисленных речек и протоков, которые в местах разветвления и слияния образуют круговороты, завихрения, способствующие перемешиванию вод и усилению их аэрации; 2) развитие подо льдом нитчатых водорослей, обогащающих кислородом речные воды, и, наконец, 3) обилие жесткой надводной растительности (тростника, чакана и т. д.), стебли которой, включенные в ледяной покров, действуют как воздухопроводные трубочки, что облегчает атмосферную аэрацию.

С разрушением ледяного покрова весной в режиме вод дельты наступает так называемый «оздоровительный» период (табл. 121, 122). Благодаря освобождению водной поверхности от льда появляется возможность удаления избытка углекислоты, которая накапливается зимой подо льдом вследствие дыхания организмов и окислительных процессов. Кислородный же дефицит, образовавшийся за зиму, начинает понижаться, и к лету относительное содержание кислорода в связи с процессами фотосинтеза достигает максимума. Так, в июле 1948 г. в Архиерейском банке насыщение кислородом составляло 113%, т. е. происходит пересыщение воды кисло-

Таблица 116

Средний гидрохимический сток Волги у Астрахани (тыс. т) и водный сток у Сталинграда (км³)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Сток, км ³	6,62	7,22	7,64	9,76	46,10	75,37	36,18	16,08	12,96	13,56	14,43	9,81	255,72
Cl ⁻	133	139	157	233	392	422	250	175	174	266	349	196	2 886
SO ₄ ²⁻	567	660	736	819	1 670	2 240	1 450	1 370	699	1 000	1 230	689	13 138
CO ₃ ²⁻	673	755	849	1 400	3 550	4 850	2 020	1 060	1 040	1 140	1 300	870	19 507
Ca ²⁺	481	549	619	680	1 740	2 490	1 390	941	708	853	978	591	12 020
Mg ²⁺	107	115	131	125	290	422	242	164	135	174	201	130	2 236
Na ⁺ + K ⁺	154	163	149	158	498	671	297	193	188	247	320	183	3 221
Сумма ионов	2 115	2 381	2 641	3 415	8 140	11 095	5 649	3 903	2 944	3 680	4 378	2 659	53 000

Таблица 117

Средние концентрации биогенных элементов (мг/м³) в Волге по наблюдениям в Верхне-Лебяжьем Волго-Каспийской рыбохозяйственной станции ВНИРО

Год	Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1935	P фосфатный растворенный N нитратный Si	—	—	—	—	28	27	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	201	500	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	500	—	—	—	—	—	—	—
1936	P фосфатный растворенный N нитратный N аммонийный N альбуминидный Si	—	—	28	—	45	57	32	33	30	32	18	—	37,5
		—	—	58	—	155	38	28	31	34	21	16	—	58
		—	—	—	—	—	—	110	320	180	120	—	—	120
		3 640	6 630	5 130	5 420	—	—	190	400	260	240	—	—	230
		—	—	—	—	—	—	—	—	2 050	1 770	1 490	—	3 060
1937	P фосфатный растворенный N нитратный N аммонийный N альбуминидный Si	—	—	—	—	31	35	46	37	46	52	38	—	43
		—	—	—	—	59	112	36	43	39	19	25	24	71
		—	—	—	—	94	105	75	91	56	67	51	69	79
		—	—	—	—	150	—	150	200	315	142	136	126	174
		—	—	—	—	5 790	—	3 450	2 280	2 580	2 740	2 470	2 690	4 040

1938	P фосфатный растворенный	23	20	18	22	20	18	18	29	31	34	32	28	21	²⁴
	P фосфатный взвешенный	—	—	—	58	99	58	58	35	28	24	25	26	30	62
	N нитратный	83	257	207	154	300	67	32	30	32	24	25	48	130	
	N аммонийный	236	225	136	150	84	79	135	41	176	100	100	41	121	
	N альбуминогенный	176	198	187	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*
	Si	2 650	1 630	4 070	4 500	3 620	3 030	2 320	2 550	2 470	2 340	2 340	2 880	2 050	1 870

Таблица II.8
Количество биогенных элементов (¹), вносимых Волгой в Каспийское море, по месяцам и годам, по наблюдениям в Верхне-Лебяжьем Волго-Каспийской рыбохозяйственной станции ВНИРО

Год	Месяц	Истинная годовая концентрация, мг/м ³												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Головной сброс, т	
1938	Волжский сток, км ³	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	P минеральный растворенный	376	376	13,44	11,02	10,16	34,35	54,16	14,32	8,97	7,25	7,50	9,68	—
	N нитратный	779	779	779	376	376	1,546	3,087	458	296	217	242	174	205,5
	N аммонийный	—	—	—	—	—	5,324	2,058	401	278	246	159	154	7 700
	N альбуминогенный	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37,5
	Si	48 925	48 925	73 076	52 207	176 188	93 000	43 000	32 000	14 854	13 385	14 422	14 422	12 000
1941	Волжский сток, км ³	—	—	15,78	38,29	24,85	16,18	10,89	8,38	6,97	5,33	3,00	148,5	—
	P минеральный растворенный	489	489	489	1 340	869	774	403	385	362	293	87	6 400	43
	N нитратный	931	931	931	4 288	894	696	425	159	174	128	78	10 600	71
	N аммонийный	800	800	800	1 480	4 020	1 860	1 470	610	560	360	366	111	12 000
	N альбуминогенный	1 400	1 400	1 400	2 460	5 750	3 730	3 240	3 440	1 185	950	670	315	79
	Si	42 000	42 000	62 000	91 366	151 628	85 729	36 890	28 104	22 961	17 213	14 348	6 124	26 000
1948	Волжский сток, км ³	4,23	6,16	5,94	11,18	48,64	54,15	16,00	10,02	6,04	5,03	6,61	4,02	173,0
	P минеральный растворенный	95	120	105	241	948	980	459	311	205	160	186	84	3 900
	N нитратный	—	—	—	646	4 820	3 120	363	283	145	128	170	122	22
	N аммонийный	350	1 580	1 230	1 730	14 540	3 630	505	300	293	120	165	10 000 ^a	624
	N альбуминогенный	170	1 480	1 340	1 520	7 320	4 550	1 260	1 350	855	660	165	24 600	138
	Si	11 270	22 260	24 170	50 300	176 100	164 180	37 100	25 550	14 930	11 760	13 750	11 830	21 509
														3 160

¹ За 10 месяцев.

Таблица 119

Среднее годовое содержание органического вещества, азота и фосфора во взвешенных наносах

Компоненты	1937 г.	1938 г.
Общее содержание взвешенных веществ (среднегодовая концентрация)	—	97 мг/л
Среднее содержание взвешенных веществ за период анализов: IV—XI 1937 г., IV—XII 1938 г.	69 мг/л	100 мг/л
Содержание органического вещества за период анализов	11,6 мг/л	18,2 мг/л
Органическое вещество во взвешенных веществах	16,8%	18,2%
Азот взвешенных веществ	0,94 мг/л	1,21 мг/л
Азот взвешенных веществ от всего количества взвешенных веществ	1,4%	1,2%
Азот взвешенных веществ от органического вещества	8,1%	6,6%
Фосфатный фосфор взвешенных веществ	—	0,062 мг/л
Фосфатный фосфор взвешенных веществ от всех взвешенных веществ	—	0,06%
Органический фосфор взвешенных веществ	—	(0,034 мг/л)
Органический фосфор от всех взвешенных веществ	—	0,034%
Общий фосфор взвешенных веществ	—	(0,10 мг/л)
Общий фосфор взвешенных веществ от всего количества взвешенных веществ	—	0,10%

Таблица 120

Сброс биогенных элементов в Каспийское море Волгой по наблюдениям в Верхне-Лебяжьем (тыс. т.)

Компоненты	1936 г.	1937 г.	1938 г.
Фосфор растворенный минеральный	7,7	6,4	3,9
органический	—	—	(3,7)
взвешенных веществ, минеральный	—	—	(11,0)
органический	—	—	(6,0)
валовой (сумма)	—	—	24,6
Азот нитратов	12	10,6	24,5
аммиачный	(25)	12	21,5
альбуминоидный	(47)	26	—
органический вычислен (органический альбуминоидный)	(94)	52	—
Азот взвешенных веществ	—	(118)	197
валовой (сумма нитратного, аммиачного, органического и азота взвешенных веществ)	—	192,6	—
Кремний	630	600	563
Взвешенные вещества, общее количество абсолютно сухих	—	8 860	17 300
Органическое вещество взвешенных веществ	—	1 500	2 960
растворенное	—	(5 600)	(6 700)
Водный сток, км ³	205,5	155,3	181,1

родом. Абсолютное содержание кислорода летом в связи с сильным прогревом воды ниже, чем осенью. В противоположность этому для свободной углекислоты характерно наибольшее содержание зимой, причем максимум бывает перед вскрытием. В 1942 г. этот максимум у Астрахани составлял 21 мг/л (табл. 123).

Таблица 121

Содержание, процент насыщения кислородом и величина pH в водах Архипелагского банка в 1948 г.

Месяц	Содержание O_2 , мг/л	% O_2	pH
V	7,68	83	7,60
VI	7,68	84	7,55
VII	9,97	113	7,96
VIII	8,89	101	8,10
IX	10,32	107	8,18
X	12,67	105	8,16
XI	13,25	100	7,99

Таблица 122

Величины дефицита кислорода в рукаве дельты Волги (рукав Болда) в районе Астрахани весною 1942 г.

Дата	Состояние ледяного покрова	Кислород			Глубина выятия пробы, м	Изменение содержания O_2 в сутки, мг/л	CO_2 (свободная), мг/л	Изменение содержания CO_2 в сутки, мг/л
		мг/л	насыщение, %	дефицит, %				
12 III	Сплошной лед	2,75	27	73	ниже нуля	4,5	-0,03	21,0
24 III	*	2,30	22	78 -0,2	6,0	+0,11	—	—
27 III	:	2,62	25	75 +0,1	4,8	—	—	—
2 IV	*	—	—	—	—	—	—	-0,05
5 IV	Ломка льда пароходом	—	—	—	—	—	0,00	—
8 IV	Сплошной битый лед	—	—	—	—	—	—	—
9 IV	Разводья, лед частично разогнан ветром	2,65	26	74 +0,2	3,5	—	19,4	—
10 IV	Лед местами еще есть	3,02	29	71 +0,2	0,0	—	19,5	—
13 IV	Свободная от льда поверхность воды	4,22	42	58 +0,6	3,5	+0,46	21,6	-0,92
15 IV	То же	5,37	54	46 +1,2	3,5	—	14,6	—
16 IV	*	5,65	58	42 +2,05	3,5	—	14,2	—
18 IV	*	6,82	69	31 +1,6	3,5	-0,024	11,1	-0,19
29 IV	*	6,56	76	24 +6,6	3,5	—	9,0	—

На протяжении вегетационного периода, по мере развития растительности, содержание свободной углекислоты в водах дельты уменьшается, и летом, в период бурного роста растений, количество свободной углекислоты достигает минимума. К осени, по мере затухания фотосинтеза, содержание свободной углекислоты увеличивается.

pH наибольшей величины достигает летом (8,2—8,5) и снижается зимой до 7,3—7,6. Таким образом, наибольшие величины pH соответствуют наибольшей величине относительного содержания кислорода. Окисляемость в водах дельты изменяется в пределах 6,7—8,5 мг/л. Наибольшие вели-

Таблица 123

Зимний дефицит O_2 и избыточное содержание CO_2 в нижнем течении Волги

Место взятия пробы воды	Дата	Температура воды, град.	pH	$Cl^-, мг/л$	Дефицит $O_2, \%$	Щелочность, мг-экв./л	Биологическая потребляемость кислорода (пятисуточная проба при 20°)	CO_2 (свободная), мг/л
Волга, главное русло у Астрахани	11 III 1942	ниже нуля	7,4	22,0	—	2,95	—	17,0
Рукав Волги у Астрахани	12 III 1943	то же	7,3	23,0	73	2,90	—	21,0
Рукав Волги у Астрахани	23 III 1943	—	—	—	—	—	0,47	—
Низовые дельты Волги, восточный сектор	26 III 1943	-0,2	7,3	21,0	64	2,88	0,74	21,0
Волга, главное русло вблизи Астрахани	2 III 1940	0,5	7,65	29,3	46	—	—	14,3

чины окисляемости соответствуют наименьшему значению относительного содержания кислорода (табл. 124).

Таблица 124

Среднемесячные значения окисляемости вод дельты Волги в районе Астрахани за 1943—1951 гг.

Месяц I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII
Окисляемость, мг/л 8,44 8,18 8,15 7,43 6,78 7,25 6,74 6,78 6,67 7,01 7,25 7,66

ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ

Грунтовые воды в дельте Волги являются аллювиальными. Главный запас и источник питания их создается инфильтрацией вод из открытых водоемов в период высокого стояния уровня. После спада полых вод происходит постепенная отдача поглощенных вод путем обратной фильтрации в водоем и испарения в атмосферу. Питание грунтовых вод атмосферными осадками ничтожно, так как в условиях дельты испаряемость в 3—4 раза превышает количество осадков. Режим и глубина залегания грунтовых вод зависят от режима вод открытых водоемов и условий рельефа местности. В период паводка уклон уровня грунтовых вод направлен от окраин к центру дельтовых островов, а при спаде — обратно. Лишь в отдельных крупных повышенных островах дельты, редко заливаемых полыми водами, уровень грунтовых вод находится в продолжение всего года ниже меженного уровня протоков, так как подток от водоемов целиком не компенсирует потерю влаги через капиллярное поднятие и испарение. Глубина верхнего горизонта грунтовых вод в дельте меняется от места к месту и во многом зависит от глубины врезания русел рек, от литологического состава пород и условий их залегания. Так, в заливаемых центральной и северо-западной частях дельты грунтовые воды залегают на глубине от 2 до 4 м, в приморской зоне — на глубине 1—2 м и в зоне подступных ильменей — 1,7 м. В песчаных отложениях руслового типа благо-

Благодаря хорошему стоку грунтовые воды залегают наиболее глубоко, в глинистых же осадках полойно-ильменного типа они могут удерживаться близко от поверхности земли (табл. 125).

Таблица 125

Средняя глубина залегания и степень засоленности грунтовых вод в различных типах осадков дельты Волги

Примечание. Обозначения индексов пород: 1 — послехвальныхские отложения, слагающие бугры Бэра; 4₂ — породы мелкогравистого рельефа делювиальных отложений; 4₈ — породы мелкогравистого рельефа русловой впадины; 5 — културные отложения равнины; 6 — културно-ильменные отложения; 7 — межбуровые ильменные отложения; 8 — русловые отложения; 9_{5—8} — прирусловые отложения; 5₈ — руслово-полойные отложения; 6₈ — руслово-ильменнополойные отложения.

Грунтовые воды в прирусовой зоне — пресные или слабо засоленные, но по мере удаления к центру отдельных массивов они сильно минерализуются. Наибольшее засоление типично для склонов бугров Бэра вследствие оседания солей, вынесенных обратными токами грунтовых вод из центральной части бугровых массивов, и для центральных частей ильменных понижений. Степень минерализации вод в ильменях находится в прямой зависимости от степени проточности ильменей. Так, восточные ильмени, заливаемые ежегодно полыми водами, содержат хлора в среднем 184 мг/л, заливаемые лишь в наиболее высокие паводки (один раз в 4—5 лет) содержат хлора 1210 мг, а ильмени, изолированные от речных вод, накапливают хлора до 127 000 мг/л, становясь солеными озерами, в которых происходит с накоплением солей и отложение их на дне.

Минерализация грунтовых вод объясняется засоленностью каспийских отложений дельты и высокой испаряемостью. На годовой ход изменения минерализации грунтовых вод влияют внутригодовые колебания стока Волги и испаряемости. Эти колебания приводят к тому, что к концу лета минерализация возрастает в 1,5—5,6 раз по сравнению с минерализацией в весеннее время. Отсутствие поступления аллювиальных вод и высокая испаряемость в летнее время приводят к тому, что верхний горизонт грунтовых вод опускается в верхней дельте, например, на 0,5 м. Средняя глубина верхнего горизонта и химический состав грунтовых вод иллюстрируются табл. 126.

В процессе падения уровня моря произойдет углубление русел рукавов, а следовательно, и понижение верхнего горизонта грунтовых вод. В этом же направлении скажется и зарегулированность стока Волги в связи с постройкой гидростанций.

Таблица 126

Химический состав грунтовых и поверхностных вод

Водоисточники	Cl, мг/л	SO ₄ , мг/л	Общая жесткость, нем. град.	Глубина горизонта, м.
Северная часть Волго-Ахтубинской поймы				
Реки	23	57,5	9,2	
Родники	120	140	29,0	
Скважины (буровые)	55	138	23,0	2,98
Колодцы	58	52	13,2	4,75
Дельта и южная часть поймы, прилегающая к дельте				
Колодцы поймы	118	431	18	2,65
Колодцы дельты при русло-вой зоне	188	504	22	2,3
Колодцы на склонах бугров Бэра	2 983	3 333	18,5	2,82
Скважины (буровые)	527	735	31,8	2,53
Дельта в пределах обвалованных участков				
Воды подмочек	27	2 325	94	—
Смотровые колодцы по профилям	4 906	2 664	78	2,3
Скважины буровые	9 542	2 353	119,38	1,84
Средние данные по подстепенным ильменям				
Открытые водоемы	172	133	18,6	—
По скважинам	10 411	1 781	273,4	1,68