

## ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЛЬТЫ И АВАНДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Л. А. БАРСУКОВА

### ВВЕДЕНИЕ

Авандельта и култучная зона дельты Волги являются обширным мелководным пространством, обильно зарастающим летом и играющим значительную роль в воспроизводстве рыбных запасов Волго-Каспийского района. Ввиду того, что этот район мало изучен, перед нами была поставлена задача исследовать его гидрохимический режим.

Цель изучения — выяснить изменения химического состава воды на участке от приверха<sup>1</sup> дельты до устьев рек в период паводка, спада воды и межени. Исследования проводились с 1948 по 1951 г. включительно. Наблюдения начинались выше истока р. Болды у железнодорожного моста и охватывали р. Кизань, завод Стекольный, рыбхоз «Танатарка», р. Камызяк (у села Камызяк), р. Кировскую (рыбозавод имени Кирова, устье реки), култук Архиерейский и авандельту между островами Ближний и Дальний Галкин. Было сделано два разреза (см. рисунок в статье И. К. Воновока «Бентос Кировского банка Волги»): о. Дальний Галкин — бороздина (четыре станции); о. Ближний Галкин — Кулагинская, или Большая Обуховская коса (семь станций).

Анализы выполнялись по инструкции «Стандартные методы химического и бактериологического анализа воды». Пробы воды брали один раз в месяц батометром Рутнера с поверхности и у дна на стрежне реки и с одного-двух горизонтов в авандельте и култучной зоне.

В сборе и обработке материала участвовали Н. А. Ельченко, А. П. Чернецов, М. П. Гудков, В. Я. Горемыкин и П. Н. Хорошко. Сделано 185 станций и произведено около 2500 анализов воды.

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ УЧАСТКОВ

Изменения гидрологического, химического и биологического режимов Северного Каспия в последние годы, с 1935 г., обусловлены сильным уменьшением стока Волги и понижением уровня Каспийского моря [2 и 6].

Характер весеннего паводка Волги, особенно его высота и продолжительность, оказывают чрезвычайно большое влияние на водный режим дельты и авандельты.

Паводок 1948 г. был сравнительно высокий, близкий к среднему многолетнему (рис. 1), паводок 1949 г. — намного ниже паводка 1948 г. с очень медленным спадом воды начиная с шестой пятидневки июля. Паводок 1950 г. начался 25 апреля, он резко отличался от паводка двух предыдущих лет своеобразием спада. Паводок 1951 г. начался в первых числах апреля и характеризовался меньшим стоком, недолгим стоянием вод и быстрым спадом.

<sup>1</sup> Приверх — местное название Волги в районе Астрахани.

В результате паводка, начинающегося на Волге обычно в конце апреля, заливаются все районы авандельты и култушной зоны, причем паводковые воды отличаются большой мутностью. Светлые участки воды наблюдаются лишь там, где она профильтровывается через заросли тростника и рогоза. Малая прозрачность воды наблюдается от приверха до авандельты и не превышает 20—40 см. В 1951 г. прозрачность воды равнялась 8—15 см.

Во время паводка в авандельте в большом количестве встречаются остатки прошлогодней растительности.

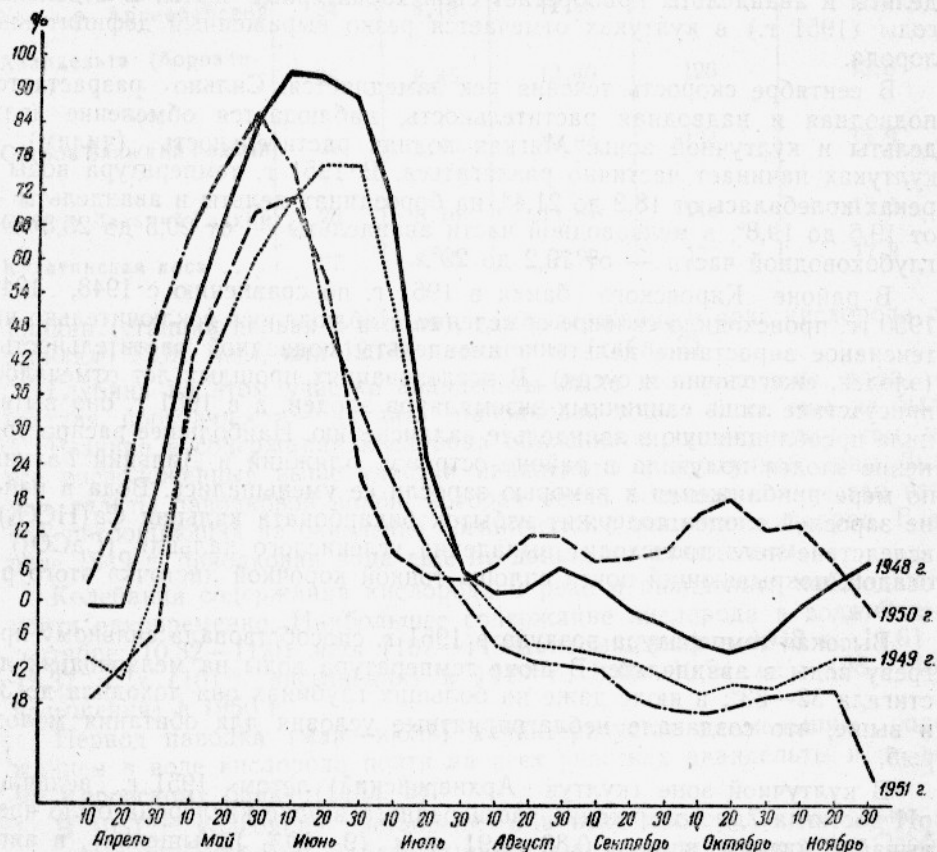


Рис. 1. Колебания уровня воды в Волге у Астрахани за 1948—1951 гг.

В култушной зоне и авандельте большие участки покрыты в это время разрастающейся ежеголовкой, плывущей к взморью. Температура воды в култушной зоне колеблется от 12,9 до 17,1°, на мелких участках авандельты — от 15,6 до 18,4°.

В мае гидрохимический режим всех участков авандельты и култушной зоны сходен с речным. Лишь на островах и косах, залитых местами водой, происходит интенсивный процесс разложения растительных остатков при низком рН (6,95—7,21) и малом содержании в воде кислорода. Прозрачность воды колеблется от 10 до 20 см, а температура ее повышается до 17,1—27,5°. Водная растительность развивается довольно интенсивно, особенно распространена ежеголовка (*Sparganium ramosum*), а на островах и косах — тростник.

В начале июня начинается процесс осветления паводковых вод вследствие уменьшения в них взвесей. В конце июня отмечается убыль воды на всех участках култушной зоны и авандельты, что совпадает с мощным развитием погруженной и надводной растительности. Температура воды в

это время на отмелях высокая, в отдельные годы (1951 г.) доходящая до 29,4°. В авандельте на таких участках происходит богатое развитие фитопланктона, отмечается высокая величина рН (8,69—9,2), перенасыщение воды кислородом (221%), но цветения воды здесь не бывает.

В июле и августе наблюдается весьма интенсивное развитие погруженной и надводной растительности. Температура воды в это время на глубинах 20—50 см в 1951 г. доходила до 39°.

После спада воды гидрохимический режим на различных участках дельты и авандельты приобретает свои характерные черты. В отдельные годы (1951 г.) в култуках отмечается резко выраженный дефицит кислорода.

В сентябре скорость течения рек замедляется. Сильно разрастается подводная и надводная растительность, наблюдается обмеление авандельты и култушной зоны. Мягкая водная растительность (чилиим) в култуках начинает частично разлагаться. В 1951 г. температура воды в реках колебалась от 18,2 до 21,4°, на бороздинах дельты и авандельты — от 19,6 до 19,8°, в мелководной части авандельты — от 20,5 до 25,8° и в глубоководной части — от 19,2 до 20°.

В районе Кировского банка в 1951 г. по сравнению с 1948, 1949, 1950 гг. происходило сильное обмеление. Наблюдалось исключительно интенсивное зарастание дельты и авандельты подводной растительностью (элодея, ежеголовка и сусак). В исследованиях прошлых лет отмечалось присутствие лишь единичных экземпляров элодеи, а в 1951 г. она вытеснила преобладавшую в авандельте валлиснерию. Наибольшее распространение элодея получила в районе островов Ближний и Дальний Галкин; по мере приближения к взморью заросли ее уменьшались. Вода в районе зарослей элодеи содержит избыток бикарбоната кальция  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  вследствие чего происходит выпадение углекислого кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) в осадок, покрывающий почти сплошь тонкой корочкой листочки этого растения.

Высокая температура воздуха в 1951 г. способствовала сильному прогреву воды в авандельте. В июне температура воды на мелководьях достигала 32—33°; в июле даже на больших глубинах она доходила до 39° и выше, что создавало неблагоприятные условия для обитания молодежи рыб.

В култушной зоне (култук Архиерейский) летом 1951 г. величина рН достигла 7, а содержание растворенного в воде кислорода было чрезвычайно низким: в июле 0,83—0,91 мг/л (9—10% насыщения), в августе 1,78—1,87 мг/л (20% насыщения) и в сентябре 1,59—3,37 мг/л (15—30% насыщения).

## ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ДЕЛЬТЫ И АВАНДЕЛЬТЫ

### Кислород и активная реакция

В результате трехлетних наблюдений за кислородным режимом и активной реакцией (рН) в реках, авандельте и култушной зоне дельты Волги были выявлены следующие изменения.

В 1949 и 1950 гг. перед паводком (в апреле) на всех участках отмечалось одинаково высокое содержание растворенного в воде кислорода (от 11,87 до 17,28 мг/л, или 102—177% насыщения) и большая величина рН (от 8,16 до 8,90) (табл. 1).

В 1951 г. газовый режим в этот период значительно отличался от газового режима предыдущих лет. Содержание растворенного в воде кислорода было значительно меньше и колебалось во всем исследованном нами районе от 9,4 до 11,08 мг/л (79—104% насыщения); величина рН в это время была 7,69—8,29. Исключение составлял район о. Дальний

Таблица 1

Содержание растворенного в воде кислорода и величина рН в апреле 1949 г.  
(авандельта в районе Кировского банка)

Название участков	Дата	рН	Кислород		Температура воды в °С
			в мг/л	в %	
Култук Архиерейский	24	8,30	12,70	118	12,9
Устье р. Архиерейской	24	8,18	12,58	102	7,0
Авандельта (бороздина) . . . . .	26	8,45	13,40	126	13,6
Остров Ближний Галкин	27	8,40	13,64	134	15,9
Остров Дальний Галкин	26	8,16	11,87	116	15,6
Кулагинская коса . .	27	8,90	17,28	177	17,8

Галкин (станции первая и вторая), где содержание в воде кислорода составляло 12,52 мг/л, или 123% насыщения (табл. 2).

Глубина на этом участке авандельты была незначительна, вода — светлая, прозрачность — до дна; паводковой воды здесь еще не было.

Разница в содержании кислорода объясняется, повидимому, тем, что все расположенные выше участки авандельты и култучной зоны были уже залиты паводковой водой, которая несла большое количество взвешей, поглощающих на окисление органического вещества кислород. В апреле 1949 г. паводковая вода еще не дошла до авандельты.

Колебания содержания кислорода в реке и авандельте наблюдаются почти одновременно. Наибольшее содержание кислорода в воде было в сентябре: 10,32—11,01 мг/л (107—119% насыщения) в 1948 г., 11,61—13,37 мг/л (101% насыщения) в 1949 г., 9,46—10,94 мг/л (98—113% насыщения) в 1950 г.

Период паводка (май—июль) характеризуется наименьшим содержанием в воде кислорода почти на всех участках авандельты и по всему Кировскому банку (табл. 3).

В 1951 г. колебания растворенного в воде кислорода несколько отличались от колебаний, наблюдавшихся в предыдущие три года. Особенно высоким содержанием в воде кислорода и большой величиной рН отличались в весенне-летний и осенний периоды участки авандельты, расположенные в районе о-вов Ближний и Дальний Галкин и Кулагинской косы (15,6—19,48 мг/л, или 168—244% насыщения, при рН 8,29—9,2), что свидетельствует об интенсивном фотосинтезе. Районы авандельты, заросшие элодеей, составляли исключение и отличались сравнительно низкими величинами кислорода и рН. Так, на станциях первой, второй и третьей (о. Ближний Галкин) низкое содержание в воде кислорода наблюдалось в мае — 4,50 мг/л, или 47% насыщения, в июле — 5,14 мг/л, или 60% насыщения, и в августе — 6,27 мг/л, или 80% насыщения. Таким образом, при исключительно высокой температуре воздуха в 1951 г. в зарослях элодеи наблюдался дефицит кислорода от 20 до 53% при одновременном увеличении в воде свободной углекислоты с 2,80 до 14,90 мг/л (см. табл. 3). Такой газовый режим был неблагоприятен для рыб.

Иную картину представляет кислородный режим Архиерейского култучка. По наблюдениям 1948 г., в мае содержание растворенного в воде кислорода составляло здесь 6,39 мг/л (75% насыщения) при рН 7,3.

Таблица 2

Содержание растворенного в воде кислорода и величина рН в реках, дельте и авандельте в районе Кировского банка  
в 1951 г. по месяцам

Название участков	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь		
	рН	кислород		рН	кислород		рН	кислород		рН	кислород		рН	кислород		рН	кислород		рН	кислород	
		в мг/л	в %		в мг/л	в %		в мг/л	в %		в мг/л	в %		в мг/л	в %		в мг/л	в %		в мг/л	в %
Река Волга (у Астрахани) . . . . .	7,69	10,52	87	7,65	8,61	84	7,99	9,18	100	7,96	7,76	90	8,18	7,75	88	8,18	8,32	86	8,22	9,67	88
Река Киззя (завод Стекольный) . . . . .	7,69	10,60	89	7,65	9,20	90	7,99	9,15	99	7,96	8,14	94	8,18	8,06	92	8,18	8,25	85	—	—	—
Рыбхоз „Танатарка“	7,69	9,45	79	7,59	8,65	85	7,99	9,33	101	7,96	7,78	91	8,18	8,04	92	8,18	8,47	88	—	—	—
Река Камызяк (с. Камызяк) . . . . .	7,69	10,50	88	7,59	8,81	86	7,99	8,84	96	7,97	8,21	96	8,18	8,15	94	8,18	8,60	91	—	—	—
Река Кировская (рыбозавод имени Кирова) . . . . .	7,69	10,31	86	7,59	8,55	84	7,99	9,11	101	7,95	7,65	90	8,18	8,02	93	8,18	8,76	94	—	—	—
Река Кировская (устье) . . . . .	7,69	10,71	93	7,59	8,49	85	7,81	8,23	91	7,96	7,16	83	7,29	7,85	90	8,18	8,40	87	—	—	—
Култук Архирейский . . . . .	7,75	10,13	104	7,00	5,17	53	7,00	4,49	50	7,00	0,87	10	7,21	1,82	20	7,30	1,59	15	—	—	—
Авандельта (болодина, о. Ближний Галкин) (станция четвертая) . . . . .	7,64	10,13	87	7,59	8,15	83	7,95	8,01	92	7,85	6,19	72	8,18	8,36	98	8,18	9,46	100	—	10,89	94
Авандельта, о. Дальний Галкин (станция четвертая) . . . . .	7,69	10,53	93	7,62	8,84	90	7,99	8,31	95	8,18	7,54	91	8,18	8,72	103	8,18	9,22	98	—	12,66	111
Морские острова ближние (станции первая, вторая) . . . . .	8,18	11,08	88	7,31	4,50	47	8,65	13,44	158	7,82	5,14	60	8,18	6,27	80	8,45	12,75	141	—	14,42	126
Морские острова дальние (станции первая, вторая) . . . . .	8,29	12,52	123	9,20	12,14	132	8,38	10,71	125	8,89	14,64	186	9,20	19,48	249	8,75	19,07	104	—	13,54	116
Кулагинская коса (станции седьмая, шестая) . . . . .	8,29	9,92	94	9,09	15,59	168	9,20	17,79	221	8,69	13,52	159	7,69	4,72	55	8,55	11,87	126	—	14,42	126

## Содержание кислорода и различных форм углекислоты в воде Кировского банка от Астрахани до взморья в 1951 г. (в мг/л)

Места взятия пробы	№ станции	рН	Кислород		Углекислота в мг/л				рН	Кислород		Углекислота в мг/л				рН	Кислород								
			в мг/л	в %	свободная	карбонатная	бикарбонатная	общее количество		в мг/л	в %	свободная	карбонатная	бикарбонатная	общее количество		в мг/л	в %							
																			в мг/л	в %	в мг/л	в %			
Река Архирейская (Кировский банк)	1	7,6	25 мая		5,7	—	65,5	71,2	7,8	25 июня		13,0	—	84,0	97	7,9	22 июля		14,9	—	117,4	132,3	8,3	20 августа	
			8,5	85						8,2	91						7,2	83						7,8	89
Остров Ближний Галкин — Кулагинская коса (первый разрез)	1	7,3	23 мая		11,3	—	97,1	108,4	8,6	23 июня		9,7	—	105,5	115,2	7,8	21 июля		16,8	—	127,1	143,9	8,2	23 августа	
			4,5	47						13,4	158						5,1	60						6,3	80
			8,2	85						8,3	124						6,5	76						6,4	81
			8,2	90						7,6	88						5,7	67						6,5	78
			8,2	83						7,9	92						6,2	72						8,2	82
			8,2	87						7,9	93						6,4	75						8,2	87
			8,3	98						7,5	99						6,4	75						7,5	87
9,1	168	9,4	221	8,6	101	4,7	55																		
Остров Дальный Галкин — Борова (второй разрез)	1	9,2	21 мая		—	—	67,6	67,6	8,4	21 июня		10,2	—	99,1	109,3	8,9	20 июля		11,2	—	109,8	121,0	9,2	22 августа	
			12,1	132						9,3	110						14,7	186						19,5	244
			8,1	104						8,4	125						10,6	131						9,2	156
			7,6	87						8,4	104						8,8	108						8,8	124
7,6	90	3,8	95	11,2	—	101,2	112,4	8,2	7,5	91	14,9	—	93,7	108,6	8,2	8,7	103								
Волга у Астрахани	1	7,6	20 мая		—	—	—	—	8,0	20 июня		9,3	—	105,5	114,8	8,0	22 июля		8,4	—	103,4	111,8	8,2	20 августа	
			8,7	84						9,2	100						7,8	90						7,7	88
Култук Архирейский	1	7,0	25 мая		9,4	—	70,9	80,4	7,0	25 июня		24,2	—	92,6	116,8	7,0	22 июля		32,6	—	155,0	177,6	7,4	20 августа	
			5,2	53						4,5	50						2,6	30						2,6	30
			—	—						—	—						7,0	9						1,9	21
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,9	10	27,9	—	127,1	155,0	7,2	1,8	21								

Резкое уменьшение кислорода наблюдалось в начале июля (2 мг/л, или 30% насыщения). В конце июля содержание кислорода увеличилось до 11,5 мг/л, или 126% насыщения. В мае 1949 г. содержание растворенного в воде кислорода в том же култуке было высоким (13,16 мг/л, или 106% насыщения); резкое снижение произошло в конце июня (до 3,33 мг/л, или до 39% насыщения). Такое явление объясняется, вероятно, активным распадом органических веществ, накопившихся в течение зимы и во время паводка; об этом свидетельствует сравнительно высокая окисляемость воды (23,45 мг/л кислорода).

В 1951 г. в мае и июне в Архиерейском култуке содержание кислорода в воде было низким (5,17—4,49 мг/л), в июле, августе и сентябре оно еще значительно снизилось (0,90—1,80 мг/л); дефицит кислорода достиг 80—

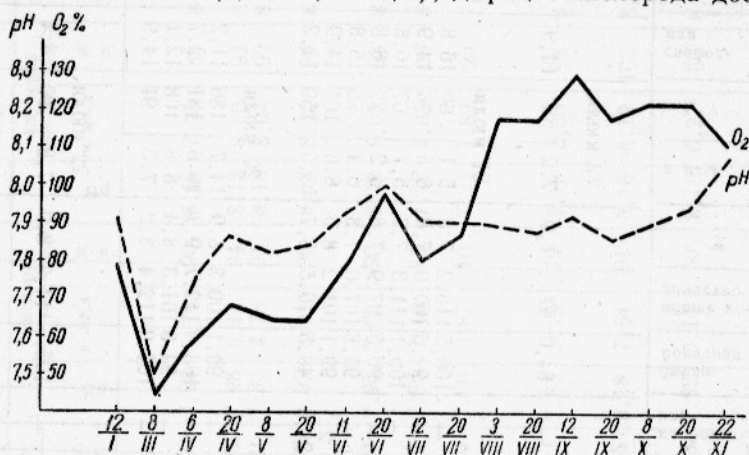


Рис. 2. Изменения рН и процента насыщения кислородом волжской воды (главного русла) в январе—декабре 1951 г.

90% (см. табл. 3), а количество свободной углекислоты возросло с 24,22 до 41,93 мг/л. Такое явление свидетельствует о напряженности протекающих в водоеме окислительных процессов и отрицательно влияет на жизнь обитающих в култуке организмов, в том числе и молоди рыб.

Наблюдения за газовым режимом воды в русле Волги (у Астрахани) показали, что максимальное содержание кислорода в воде бывает перед ледоставом. Зимой вода изолирована от атмосферы ледовым покровом. Кислородный режим подо льдом ухудшается, поэтому насыщение кислородом воды в марте 1951 г. составило всего лишь 50% (рис. 2).

Весной 1952 г. распаление льда происходило в конце первой декады апреля и вследствие затянувшегося ледового периода в низовье Волги наблюдался замор рыбы, достигший больших размеров [20]. О зимнем гидрохимическом режиме Средней и Нижней Волги в связи с заморными явлениями имеются интересные литературные данные [14, 17].

После вскрытия реки содержание кислорода в воде повышается. Освобождение водной поверхности от ледового покрова обуславливает удаление избыточного количества углекислоты, накопившейся зимой подо льдом. Образовавшийся в течение зимы дефицит кислорода начинает быстро ликвидироваться, и насыщение достигает 70—85%.

#### Суточные колебания рН и растворенных в воде кислорода и углекислоты

Наблюдения за суточными колебаниями кислорода, углекислоты и рН велись ежемесячно на прибрежной станции № 2 разреза о. Ближний Галкин — Кулагинская коса. Полученные данные приведены в табл. 4—8.

В различные сезоны года максимальное и минимальное содержание

кислорода в воде наблюдалось в разное время суток. Так, в апреле наибольшее содержание растворенного в воде кислорода отмечено в 16—18 часов, наименьшее — в 6 часов (см. табл. 4). В мае максимум наблюдался в 18—21 час, минимум — в 15 часов (табл. 5). В июне максимум был отмечен в 15 часов, минимум — в 3—6 часов (табл. 6). В июле максимум был в 12 часов, минимум — в 3—6 часов (табл. 7). В сентябре максимум отмечен в 15—18 часов, минимум — в 6 часов (табл. 8).

Таблица 4

Суточные колебания температуры, pH, содержания кислорода и биогенных элементов в воде авандельты в апреле 1951 г.

Дата наблюдения	Часы наблюдения	Температура воды в °C	pH	Кислород		Окисляемость в мг/л кислорода		P в мг/м³	Si в мг/м³	Азот в мг/м³	
				в мг/л	в %	филтрованной воды	нефилтрованной воды			NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
24 апреля	14	16,5	8,78	11,08	124	7,48	14,32	33	3500	10	184
	16	17,4	8,29	12,28	125	—	—	—	—	—	—
	18	18,4	8,29	12,37	128	—	—	—	—	—	—
	20	17,8	8,29	11,49	118	8,12	8,80	28	5000	7	140
	22	16,8	Темно	9,66	97	—	—	—	—	—	—
	24	15,8	"	9,08	89	—	—	—	—	—	—
25 апреля	2	14,8	"	7,43	72	—	—	—	—	—	—
	4	14,8	"	6,91	67	—	—	—	—	—	—
	6	13,4	8,13	6,28	59	7,88	10,40	26	3500	11	286
	8	12,0	8,18	6,57	60	—	—	—	—	—	—
	10	13,6	8,18	7,78	75	—	—	—	—	—	—
	12	14,2	8,18	7,94	76	—	—	—	—	—	—
	14	15,0	8,18	9,18	89	—	—	—	—	—	—

Таблица 5

Суточные колебания температуры, pH, содержания кислорода, углекислоты и биогенных элементов в воде авандельты Кировского банка в мае 1951 г.

Дата наблюдения	Часы наблюдения	Температура воды в °C	pH	Кислород		Углекислота в мг/л				Окисляемость в мг/л кислорода		Азот в мг/м³			
				в мг/л	в %	свободная	карбонатная	бикарбонатная	общее количество	филтрованной воды	нефилтрованной воды	P в мг/м³	Si в мг/м³	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
25 мая	15	20,6	8,08	9,81	106	3,78	—	80,75	84,53	8,28	9,76	13	1250	0	74
	18	21,8	8,38	11,52	127	0,57	—	74,20	74,77	—	—	—	—	—	—
	21	21,4	8,60	11,60	127	—	2,18	79,66	81,84	8,64	9,08	16	1250	0	48
	24	19,2	Темно	10,71	112	—	2,18	68,65	70,93	—	—	—	—	—	—
26 мая	3	18,0	"	9,59	98	3,78	—	69,84	73,62	8,28	9,00	16	1250	1	48
	6	17,4	8,18	8,25	84	3,78	—	80,75	84,53	—	—	—	—	—	—
	9	17,4	7,65	7,36	75	3,40	—	76,38	79,78	8,64	9,36	17	1250	1	50
	12	17,6	7,59	7,22	74	4,72	—	76,38	81,10	—	—	—	—	—	—
	15	17,8	7,62	7,16	73	3,35	—	76,38	79,73	8,28	10,48	17	1200	1	55



Таблица 6

Суточные колебания температуры, pH, содержания кислорода, углекислоты и биогенных элементов в воде авандельты Кировского банка в июне 1951 г.

Дата наблюдения	Часы наблюдения	Температура воды в °С	pH	Кислород		Углекислота в мг/л				Окисляемость в мг/л кислорода		P в мг/м³	Si в мг/м³	Азот в мг/м³	
				в мг/л	в %	свободная	карбонатная	бикарбонатная	общее количество	фильтрованной воды	нефильтрованной воды			NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
25 июня	15	25,9	8,85	14,40	169	—	2,15	79,69	81,84	9,36	9,36	8	1390	0	70
	18	25,4	9,09	12,45	146	—	4,31	90,45	94,76	—	—	—	—	—	—
	21	24,4	9,09	10,95	126	—	4,31	71,07	75,38	8,72	8,72	10	2500	0	78
	24	22,2	Темно	7,99	88	2,24	—	75,38	77,62	—	—	—	—	—	—
26 июня	3	20,3	Темно	6,78	73	6,62	—	81,84	88,46	8,40	9,04	14	2450	0	70
	6	19,0	8,38	6,27	66	9,32	—	89,37	98,69	—	—	—	—	—	—
	9	19,0	8,40	9,88	102	7,45	—	91,54	98,99	8,40	9,04	10	2075	0	76
	12	20,4	8,89	12,09	139	3,73	—	99,07	102,80	—	—	—	—	—	—
	15	22,4	9,15	13,87	154	—	3,88	91,54	95,42	9,04	9,04	9	1560	0	85

Таблица 7

Суточные колебания температуры, pH, содержания кислорода, углекислоты и биогенных элементов в воде авандельты Кировского банка в июле 1951 г.

Дата наблюдения	Часы наблюдения	Температура воды в °С	pH	Кислород		Углекислота в мг/л				Окисляемость в мг/л кислорода		P в мг/м³	Si в мг/м³	Азот в мг/м³	
				в мг/л	в %	свободная	карбонатная	бикарбонатная	общее количество	фильтрованной воды	нефильтрованной воды			NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
23 июля	9	26,0	8,18	9,17	108	14,91	—	126,0	140,91	9,08	9,08	6	2500	0	192
	12	27,8	8,72	14,65	178	11,18	—	100,15	111,33	—	—	—	—	—	—
	15	28,0	9,05	11,96	146	1,18	—	115,23	117,09	10,68	10,68	8	4300	0	200
	18	26,4	8,92	9,15	109	2,24	—	107,69	109,93	—	—	—	—	—	—
	21	24,6	8,69	6,50	75	9,32	—	106,61	115,93	11,64	11,64	6	3050	0	128
27 июля	24	23,2	Темно	6,63	75	14,91	—	112,0	126,91	—	—	—	—	—	—
	3	22,0	Темно	5,89	65	20,50	—	114,15	134,65	8,76	9,08	8	2500	0	123
	6	21,0	7,82	6,07	66	21,43	—	110,92	132,25	—	—	—	—	—	—
	9	21,2	8,29	10,15	110	13,04	—	103,38	116,42	9,08	9,08	8	2150	0	125

Таблица 8

Суточные колебания температуры, pH, содержания кислорода и биогенных элементов в воде авандельты Кировского банка в сентябре 1951 г.

Дата наблюдения	Часы наблюдения	Температура воды в °С	pH	Кислород		Окисляемость в мг/л кислорода		P в мг/м³	Si в мг/м³	Азот в мг/м³	
				в мг/л	в %	фильтрованной воды	нефильтрованной воды			NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
20 сентября	15	20,5	8,45	14,46	155	—	—	—	—	—	—
	18	20,3	8,79	14,52	181	—	—	—	—	—	—
	21	21,4	Темно	11,41	125	—	—	—	—	—	—
	24	20,6	.	9,41	101	6,00	6,64	4	850	0	44
21 сентября	3	19,2	.	7,18	75	—	—	—	—	—	—
	6	18,8	.	5,49	57	—	—	—	—	—	—
	9	19,8	.	7,85	6,48	68	—	—	—	—	—
	12	20,6	.	8,32	11,15	120	—	—	—	—	—
	15	21,4	8,55	14,75	161	9,24	9,88	3	1600	0	71

Сезонные наблюдения на суточной станции № 2 в районе Кировского банка выявили исключительно большую величину суточных колебаний рН и содержания кислорода. Это зависит, по нашему мнению, от ряда характерных для волжской аванделты особенностей, из которых большое значение имеют зарастаемость водной растительностью, приток паводковых вод, направление и сила ветра, течение и колебание качественного и количественного состава планктона.

Изменение содержания растворенного в воде кислорода вызывает изменение содержания в воде свободной углекислоты и наоборот.

### Гидрохимический расчет продукции органического вещества

Суточные колебания рН и растворенного в воде кислорода дают представление об интенсивности процесса фотосинтеза. Они обусловлены разностью двух величин: продукции кислорода в результате фотосинтеза и расхода кислорода на дыхание организмов и окисление органического вещества.

С. В. Бруевичем [4, 5] предложен метод приближенного подсчета первичной продукции органического вещества в процессе фотосинтеза.

Из реакции фотосинтеза  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$  следует, что 1 мг продуцированного кислорода соответствует 0,938 мг синтезированной глюкозы.

Подсчет продукции фитопланктона на основе химических данных произведен по следующей формуле:

$$P_{\text{O}_2} = \Delta \text{O}_{2_{\text{макс}}} + 0,85 \times \Delta \text{O}_{2_{\text{н}}} \cdot \frac{n}{24-n},$$

где:

- $P_{\text{O}_2}$  — продукция кислорода за день;
- $\Delta \text{O}_{2_{\text{макс}}}$  — максимальная разница между дневным максимумом и ночным минимумом;
- $\Delta \text{O}_{2_{\text{н}}}$  — убыль кислорода за ночь (от захода до восхода солнца);
- $n$  — продолжительность дня в часах;
- 0,85 — коэффициент, равный отношению продолжительности времени от восхода солнца до послеполуденного максимума к продолжительности дня в часах.

Результаты вычислений приводятся в табл. 9.

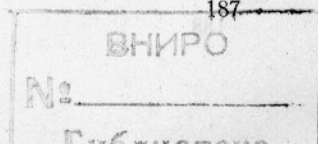
Таблица 9

#### Фотосинтетическая продукция, выраженная в кислороде и глюкозе

Дата	Глубина станции в м	Горизонт	Продолжительность дня в часах	$\Delta \text{O}_{2_{\text{макс}}}$ в мг/л	$\Delta \text{O}_{2_{\text{н}}}$ в мг/л	Продукция за день	
						кислород в мг/л	глюкоза в мг/л
24-25/IV	0,50	0,30	14,50	6,09	5,21	12,82	12,15
25-26/V	0,80	0,40	16,50	4,44	—	—	—
25-26/VI	0,65	0,40	17,33	8,13	4,19	17,35	16,31
23-24/VII	0,70	0,40	16,35	8,76	0,52	9,70	9,12
20-21/IX	0,65	0,40	12,24	9,26	7,66	15,97	15,01

Вследствие пасмурной погоды и дождя в период майских наблюдений мы не смогли вычислить величину  $\Delta \text{O}_{2_{\text{н}}}$ .

Как уже отмечалось, в апреле, июне и сентябре максимум кислорода наблюдается в 15—18 часов, а в июле — в 12 часов. Таким образом, пос-



ле 18 часов потребление кислорода преобладает над продукцией его. Вычисление, произведенное на основе наблюдений за суточным изменением содержания растворенного в воде кислорода, показало исключительно высокие величины суточной продукции живого вещества, образующейся в результате деятельности всей водной растительности.

В июне и августе 1949 г. наблюдения над суточными колебаниями рН и содержания кислорода проводились на этой же станции в зарослях валлиснерии и также показали высокую продукцию органического вещества в течение дня: в июне — 20,31 мг/л, в августе—7,10 мг/л глюкозы.

### Окисляемость

Окисляемость, косвенно отражающая количество органических веществ в воде, подвержена в течение года значительным колебаниям.

Данные, приведенные в табл. 10, указывают на зимний максимум окисляемости (январь—март) в главном русле Волги, который, повидимому, отражает поступление осенних богатых органическими веществами вод из Верхней и Средней Волги.

В конце апреля окисляемость нефilterованной воды резко возрастает на всем протяжении реки, дельты и авандельты. В 1951 г. в отличие от предыдущих трех лет в конце августа наблюдался летний максимум окисляемости как в самой реке, так и в дельте и различных частях авандельты.

Таблица 10

Окисляемость воды (в мг/л кислорода) рек, дельты и авандельты Волги за период январь—октябрь 1951 г.

Дата	Волга у Астрахани		Г. Кизань, завод Стекольный		Река Кизань, село „Танатарка“		Река Камызяк, село Камызяк	
	филт- рованная вода	нефилт- рованная вода	филт- рованная вода	нефилт- рованная вода	филт- рованная вода	нефилт- рованная вода	филт- рованная вода	нефилт- рованная вода
12/I	13,12	14,12	—	—	—	—	—	—
8/III	9,32	10,40	—	—	—	—	—	—
6/IV	7,76	8,08	—	—	—	—	—	—
20/IV	8,44	13,00	5,20	12,68	8,44	13,00	13,68	14,32
8/V	8,44	9,12	—	—	—	—	—	—
19/V	6,88	7,88	6,88	9,20	7,24	7,56	6,88	8,88
20/VI	6,00	7,36	7,88	8,48	7,00	7,36	6,84	7,36
12/VII	8,08	8,72	—	—	—	—	—	—
18/VII	6,84	8,04	8,04	8,64	8,04	8,04	8,72	8,72
3/VIII	7,48	7,80	—	—	—	—	—	—
20/VIII	16,04	17,80	17,00	17,00	17,64	18,28	14,44	15,72
12/IX	7,00	7,32	—	—	—	—	—	—
18/IX	5,36	5,68	6,00	6,64	5,36	5,36	5,36	5,36
8/X	6,64	7,60	—	—	—	—	—	—
23/X	7,44	8,56	—	—	—	—	—	—

## Продолжение

Дата	Река Кировская, рыбозавод Кировский		Река Кировская (устье)		Авандельта Киров- ского банка (ближняя)		Авандельта Киров- ского банка (дальняя)	
	филт- рованная вода	нефилт- рованная вода	филт- рованная вода	нефилт- рованная вода	филт- рованная вода	нефилт- рованная вода	филт- рованная вода	нефилт- рованная вода
12/I	—	—	—	—	—	—	—	—
8/III	—	—	—	—	—	—	—	—
6/IV	—	—	—	—	—	—	—	—
20/IV	6,80	12,36	8,12	14,00	6,80	10,76	7,48	12,68
8/V	—	—	—	—	—	—	—	—
19/V	6,76	7,88	7,88	10,12	6,24	7,88	7,56	8,24
20/VI	6,00	6,32	8,56	9,20	5,52	5,84	5,68	6,68
12/VII	—	—	—	—	—	—	—	—
18/VII	9,56	9,56	7,84	9,40	8,16	10,36	8,16	9,08
3/VIII	—	—	—	—	—	—	—	—
20/VIII	15,08	16,20	14,44	16,36	14,34	16,50	14,44	16,36
12/IX	—	—	—	—	—	—	—	—
18/IX	5,36	5,68	5,36	6,32	6,00	6,00	6,00	6,00
8/X	—	—	—	—	—	—	—	—
23/X	—	—	—	—	6,96	7,60	7,26	7,92

Такое явление свидетельствует о богатстве органическими веществами вод ильменей (вод поверхностного стока) и грунтовых вод, питающих в это время водоемы Волжской дельты.

Окисляемость воды Волги значительно выше окисляемости воды дельты и авандельты.

### Биогенные элементы

Первичная продукция водоема обусловлена наличием в нем биогенных элементов (солей фосфора, азота и кремния) в количествах, необходимых для развития органической жизни.

Концентрация биогенных элементов в воде Волги и сток их в море в различные годы значительно колеблются, что безусловно отражается на химико-биологическом облике Северного Каспия. Наименьшим колебаниям подвержено содержание кремния, наибольшим — содержание соединений азота и фосфора.

В формировании биогенного и солевого состава речных вод, поступающих в море, дельта и авандельта являются последним завершающим этапом. Чем больше акватория и изрезанность реками, ериками, протоками, тем больше роль дельты в формировании химического состава речной воды.

Дельта и авандельта Волги отличаются мощными зарослями водной растительности, в результате отмирания и распада которой образуются растворенные органические и минеральные соединения. Кроме того, биогенные элементы могут переходить в растворенное состояние из громадного количества поступающих взвешенных веществ стока.

При прохождении через полой дельты Волги и тростниковые заросли речная вода обогащается кремниевой кислотой, фосфатами, аммонийным азотом (табл. 11). Такой характер обогащения наблюдался как во время паводка, так и в период межени.

Таблица 11  
Роль дельты и авандельты в формировании химического состава речной воды

Дата и место взятия пробы	P в мг/м <sup>3</sup>	Si в мг/м <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> в мг/м <sup>3</sup>	NH <sub>3</sub> в мг/м <sup>3</sup>	pH	O <sub>2</sub> в мг/л
М а й 1948 г.						
Речная вода . . . . .	26	2940	1	160	7,59	7,62
Дельта Кировского банка . . . . .	25	1620	6	100	7,50	7,59
Заросли тростника . . . . .	33	2290	0	44	7,23	6,39
Заросли тростника . . . . .	54	4500	0	141	7,30	3,30
И ю н ь 1948 г.						
Речная вода . . . . .	14	2940	0	35	7,60	7,28
Дельта Кировского банка . . . . .	25	2000	0	37	7,50	7,03
Заросли тростника . . . . .	29	3850	0	45	7,30	2,22
М а й 1949 г.						
Речная вода . . . . .	20	2000	2	120	7,60	7,50
Дельта Кировского банка . . . . .	21	2500	7	143	7,60	9,93
Заросли тростника . . . . .	33	5500	0	150	7,85	5,68
Заросли тростника . . . . .	125	10000	0	200	7,30	4,45
А в г у с т 1949 г.						
Речная вода . . . . .	10	1250	0	35	8,78	7,85
Дельта Кировского банка . . . . .	25	1250	0	35	8,18	9,25
Заросли тростника . . . . .	58	5000	0	50	7,40	5,48
М а й 1951 г.						
Речная вода . . . . .	7	1800	6	53	7,65	8,61
Дельта Кировского банка . . . . .	6	2250	4	50	7,59	8,49
Полой . . . . .	29	2000	Следы	61	—	—
И ю н ь 1951 г.						
Речная вода . . . . .	6	750	0	90	7,99	9,18
Дельта Кировского банка . . . . .	6	1250	0	84	7,81	8,23
Заросли тростника . . . . .	15	1160	0	84	7,79	3,85
А в г у с т 1951 г.						
Речная вода . . . . .	7	1750	0	50	8,18	7,75
Дельта Кировского банка . . . . .	8	2625	0	131	8,18	7,85
Заросли тростника . . . . .	166	6950	0	200	7,30	3,58

В 1948, 1949 и 1951 гг. нами были собраны материалы, характеризующие роль дельты в формировании химического состава проходящих через нее водоемы речных вод. Установлено, что в прибрежных зарослях морских островов и кос происходят значительные изменения химического состава воды вследствие затрудненного водообмена и биохимических процессов, протекающих при наличии большого количества растительности. В этих зарослях происходит обогащение речной воды как свободной, так и связанной углекислотой, смещается рН воды в сторону кислой реакции и наблюдается острый дефицит кислорода при увеличении органических соединений (продуктов распада растительности).

В результате микробиологических исследований водоемов Волжской дельты К. В. Горбунов [11] обнаружил, что в период наиболее интенсивного распада органических остатков параллельно со значительным сдвигом в химическом составе воды во время весеннего паводка наблюдается максимальное возрастание количества целлюлозных бактерий. Таким образом, участок трофической цепи, начинающийся органическим веществом, образовавшимся преимущественно вследствие деятельности высших водных растений после их отмирания, продолжается бактериями. Последние, в свою очередь, и составляют пищевую основу для ряда водных животных.

Изменения содержания биогенных элементов в отдельные годы бывают весьма различны и зависят в первую очередь от количества поступающих паводковых вод. Наибольшее содержание минерального растворенного фосфора, кремния и азота аммиака в реках, дельте и авандельте наблюдается до пика паводка (апрель—июнь) (табл. 12).

Таблица 12

Сезонное распределение биогенных элементов (в мг/м<sup>3</sup>) в Волге и водоемах дельты за период 1949—1951 гг.

Участки	Январь		Март			Апрель			Май		
	1951	1950	1951	1949	1950	1951	1949	1950	1951		

Фосфор минеральный (растворенный)

Волга (у Астрахани) . . . . .	23	—	17	—	7	18	—	18	12
Дельта Кировского банка . . . . .	—	—	—	13	—	10	21	5	6
Начало авандельты . . . . .	—	—	—	15	—	21	19	9	24
Авандельта . . . . .	—	—	—	0	—	7	21	10	13

Кремний

Волга (у Астрахани) . . . . .	5000	—	3700	—	3325	3500	—	3900	2200
Дельта Кировского банка . . . . .	—	—	—	5000	—	5000	2500	2925	2250
Начало авандельты . . . . .	—	—	—	3750	—	5000	2250	5150	2125
Авандельта . . . . .	—	—	—	3000	—	4000	2500	—	2000

Азот аммиачных солей

Волга (у Астрахани) . . . . .	196	—	570	—	50	200	—	416	150
Дельта Кировского банка . . . . .	—	125	—	125	—	200	150	110	50
Начало авандельты . . . . .	—	—	—	154	—	216	115	125	42
Авандельта . . . . .	—	—	—	65	—	200	141	120	40

Азот нитритов

Волга (у Астрахани) . . . . .	2	—	1	—	2	2	—	12	13
Дельта Кировского банка . . . . .	—	—	—	0	—	3	14	10	4
Начало авандельты . . . . .	—	—	—	4	—	5	18	8	4
Авандельта . . . . .	—	—	—	3	—	2	20	13	5

Участки	Июнь			Июль			Август		
	1949	1950	1951	1949	1950	1951	1949	1950	1951

## Фосфор минеральный (растворенный)

Волга (у Астрахани) . . . . .	—	8	7	—	21	7	—	20	6
Дельта Кировского банка . . . . .	15	16	6	—	5	13	20	8	8
Начало авандельты . . . . .	20	14	10	—	6	6	5	5	11
Авандельта . . . . .	25	12	20	—	7	5	10	6	10

## Кремний

Волга (у Астрахани) . . . . .	—	2625	1925	—	1500	1560	—	2600	1250
Дельта Кировского банка . . . . .	2500	3150	1250	5000	1925	1250	1375	938	2800
Начало авандельты . . . . .	2500	2518	765	—	1513	1500	1450	825	2250
Авандельта . . . . .	3475	—	1100	—	—	1825	1625	—	1875

## Азот аммиачных солей

Волга (у Астрахани) . . . . .	—	182	151	—	95	182	—	80	42
Дельта Кировского банка . . . . .	84	100	83	29	80	131	50	75	37
Начало авандельты . . . . .	82	125	117	—	95	88	50	80	32
Авандельта . . . . .	65	148	120	—	137	122	25	95	35

## Азот нитригов

Волга (у Астрахани) . . . . .	—	4	1	—	1	0	—	2	0
Дельта Кировского банка . . . . .	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Начало авандельты . . . . .	1	2	0	—	0	0	0	0	0
Авандельта . . . . .	0	1	0	—	0	0	0	0	0

## Продолжение

Участки	Сентябрь			Октябрь			Ноябрь		
	1949	1950	1951	1949	1950	1951	1949	1950	1951

## Фосфор минеральный (растворенный)

Волга (у Астрахани) . . . . .	—	10	6	—	6	13	—	5	8
Дельта Кировского банка . . . . .	7	—	7	5	—	10	8	—	—
Начало авандельты . . . . .	6	—	8	6	—	7	9	—	—
Авандельта . . . . .	7	—	9	6	—	7	5	—	—

## Кремний

Волга (у Астрахани) . . . . .	—	1925	1800	—	2375	2012	—	1900	2450
Дельта Кировского банка . . . . .	—	—	1690	—	—	1000	1413	—	—
Начало авандельты . . . . .	—	—	2713	—	—	1540	1413	—	—
Авандельта . . . . .	—	—	1790	—	—	1660	—	—	—

## Азот аммиачных солей

Волга (у Астрахани) . . . . .	—	110	55	—	71	51	—	62	52
Дельта Кировского банка . . . . .	—	—	40	—	—	50	80	—	—
Начало авандельты . . . . .	—	—	85	—	—	46	60	—	—
Авандельта . . . . .	—	—	64	—	—	50	50	—	—

## Азот нитригов

Волга (у Астрахани) . . . . .	—	1	0	—	0	0	—	0	0
Дельта Кировского банка . . . . .	—	0	1	—	0	0	0	—	—
Начало авандельты . . . . .	—	1	2	—	0	0	0	—	—
Авандельта . . . . .	—	0	0	—	0	0	0	—	—

Авандельта по сравнению с приверхом и устьями реки в апреле, мае, июле обогащалась фосфатами за счет регенерации прошлогодних отмерших растений.

Наблюдалось значительное увеличение азота нитритов по мере нарастания паводковой воды в основном русле до наступления пика паводка и почти полная минерализация его при прохождении через водоемы Кировского банка.

Содержание хлора с поступлением паводковой воды резко снижалось и достигало минимума в июне. С конца июля концентрация хлора начинает возрастать.

Солевой состав волжской воды от Астрахани до взморья остается почти неизменным. Это видно по данным содержания плотного остатка (табл. 13). В межень содержание солей составляет в среднем 300 мг/л. По мере увеличения весеннего паводкового стока в основном русле степень минерализации речной воды резко уменьшается, минимум наблюдается обычно до наступления пика паводка. В верхнем и нижнем течении волжская вода характеризуется [12, 19, 20] высокой минерализацией (см. табл. 13). По мере продвижения к низовью вода Волги претерпевает значительные изменения. Вследствие уменьшения концентрации солей в реке, в районе дельты, вода в весенний период становится агалинной до конца июня — начала августа.

Таблица 13

Содержание плотного остатка (в мг/л) при 180° в воде Волги и различных участков волжской дельты по месяцам

Участки и год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
<b>1950 г.</b>												
Волга (у Астрахани) . . . . .	—	—	—	328	223	142	212	213	195	225	203	—
Дельта Белинского банка . . . . .	—	—	—	—	160	175	225	218	177	—	—	—
Авандельта . . . . .	—	—	—	—	158	163	209	193	211	—	—	—
<b>1951 г.</b>												
Волга (у Астрахани) . . . . .	300	—	329	321	132	162	200	250	317	310	291	—
Дельта Кировского банка . . . . .	—	—	—	—	128	188	232	281	305	317	—	—
Авандельта . . . . .	—	—	—	—	132	175	221	243	302	321	—	—
<b>1949 г.</b>												
Волга (у Саратова) . . . . .	326	326	344	322	202	236	283	350	375	340	340	330

Этим обстоятельством до некоторой степени объясняется то, что нерестилища основных полупроходных рыб Волго-Каспийского района расположены выше по реке, хотя при таком расположении нерестилищ миграционные пути рыб удлиняются.

Паводковые воды Волги несут громадное количество твердых взвешенных веществ, которые играют большую роль в химическом балансе моря. Содержание твердого стока начинает уменьшаться приблизительно в середине периода подъема воды при весеннем паводке как у приверха (Астрахань), так и по мере продвижения к взморью (табл. 14).



Количество взвешенных веществ (в мг/л воздушно-сухого веса) в воде Волги и различных участков волжской дельты

Участки	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
1950 г.											
Волга (у Астрахани) . . . . .	—	—	—	16	231	58	30	31	38	61	36
Дельта Белинского банка . . . . .	—	—	—	—	191	54	28	31	23	—	—
Авандельта . . . . .	—	—	—	—	172	47	43	37	24	—	—
1951 г.											
Волга (у Астрахани) . . . . .	8	—	7	292	114	43	24	15	15	9	15
Дельта Кировского банка . . . . .	—	—	—	278	113	53	33	28	25	—	—
Авандельта . . . . .	—	—	—	201	109	23	13	17	18	—	—

С приближением пика паводка скорость течения в районе дельты Волги уменьшается и большое количество взвешенных веществ оседает в авандельте и предустьевом пространстве Северного Каспия.

Взвешенный сток имеет большое значение в балансе биогенных элементов в море. Установлено, что содержание биогенов во взвешенных веществах, сбрасываемых реками в море, превышает количество этих элементов, вносимых в растворенном состоянии [3 и 20].

Количество взвешенных веществ в низовье (дельта и авандельта) во время весеннего паводка (апрель—май) мало отличается от количества их у приверха (см. табл. 14). Некоторое увеличение содержания взвешенных веществ в русле реки в эти месяцы объясняется тем, что седиментация основного количества взвешенного вещества (крупные частицы) идет сравнительно быстро; по мере продвижения паводковых вод оседание более мелких фракций происходит менее интенсивно. По мере увеличения солености в районе предустья количество взвешенных веществ уменьшается, чему способствует и смешивание речных вод с морскими прозрачными водами.

С июня по сентябрь количество взвеси в дельте Кировского банка было больше, чем у приверха, что указывает на смыл из ильменей дельты. В авандельте в это время взвешенных веществ имелось мало.

Наши наблюдения в 1951 г., а также исследования прошлых лет [2] показывают, что наибольшее содержание взвеси в дельте в июле — октябре наблюдалось в водоемах Белинского банка. Распределение выноса взвеси по месяцам показывает, что наибольшее количество взвешенных веществ выносится Волгой до наступления максимума паводка. Количество взвесей в русле реки в мае — ноябре 1951 г. было меньше, чем в 1950 г., максимум был отмечен в апреле. В 1950 г. максимум наблюдался в мае.

#### ВЫВОДЫ

1. Кислородный режим и активная реакция (рН) в реках, дельте, авандельте и култушной зоне изменяются по отдельным годам и сезонам. Колебания содержания кислорода в реках и авандельте происходят почти параллельно (с максимумом в сентябре и минимумом в марте и апреле — июне) в связи с нарастанием паводковых вод. В 1951 г. колебания

содержания растворенного в воде кислорода несколько отличались от колебаний предыдущих 3 лет. Исключительно высокая температура воздуха в этом году обусловила дефицит кислорода на участках, заросших элодеей. В культурной зоне дефицит кислорода достиг 80—90% в июне—сентябре.

В результате недостатка кислорода и высокого содержания углекислоты ухудшались условия от обитания молоди рыб, наблюдались даже отдельные случаи ее гибели.

2. Исследования на суточной станции в районе авандельты за период апрель — сентябрь показали, что максимум кислорода в апреле, июне и сентябре наблюдается в 15—18 часов, а в июле — в 12 часов. Таким образом, начиная с 18 часов потребление кислорода преобладает над его продукцией. Наблюдения за суточным изменением содержания растворенного в воде кислорода показали, что авандельта в районе Кировского банка характеризуется исключительно высокими величинами суточной продукции органического вещества вследствие интенсивной деятельности различной водной растительности.

3. Изменения в содержании биогенных элементов в отдельные годы бывают весьма различны и зависят в первую очередь от количества поступающих паводковых вод.

4. Солевой состав волжской воды от Астрахани до взморья остается почти неизменным при сравнительно высокой минерализации. По мере увеличения весеннего паводкового стока в основном русле степень минерализации воды резко уменьшается, и минимум наблюдается обычно до наступления пика паводка. Паводковые воды Волги несут громадное количество твердых взвешенных веществ, которые играют большую роль в химическом балансе моря.

5. Твердый сток начинает уменьшаться приблизительно в середине периода подъема воды при весеннем паводке как у приверха (Астрахань), так и по мере продвижения к взморью. С июня по сентябрь количество взвеси в дельте Кировского банка больше, чем у приверха, что указывает на смыв из ильменей дельты. В авандельте в это время взвешенных веществ мало. Распределение выноса взвеси по месяцам показывает, что наибольшее количество взвешенных веществ выносятся Волгой до наступления максимума паводка.

6. Характер весеннего паводка Волги, т. е. его высота и продолжительность, оказывает большое влияние на водный режим дельты и авандельты. При снижении пика паводка значительно уменьшится количество выносимого материала, содержащего много органического вещества, не говоря уже о том количестве взвеси, которое осядет в водохранилищах. Поэтому намеченные мелиоративные мероприятия в ильменах дельты Волги будут способствовать обеспечению первичной кормности Северного Каспия.

Зарегулирование стока Волги сократит паводки, в связи с чем сократится и естественное вымывание солей; при этом в дельте установится новый гидрологический и гидрохимический режим.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Барсукова Л. А., Гидрохимический режим волжской авандельты в районе Кировского банка, «Труды Каспийского филиала ВНИРО», т. XII, 1952.
2. Бруевич С. В., Химия волжского стока в Каспийское море, Гидрохимические материалы, т. XVI, 1949.
3. Бруевич С. В. и Аничкова Н. И., Элементы химического баланса Каспийского моря, изд. АН СССР, 1941.
4. Бруевич С. В., Гидрохимия Среднего и Южного Каспия, изд. АН СССР, 1937.
5. Бруевич С. В., Определение продукции органического вещества в море. Сборник, посвященный пятидесятилетию научной и педагогической деятельности академика В. И. Вернадского, изд. АН СССР, 1936.

6. Винецкая Н. И., О годовых и сезонных колебаниях фосфора и кремния в Северном Каспии, «Труды Каспийского филиала ВНИРО», т. XI, 1950.
7. Винецкая Н. И., Продукция и редуция органического вещества в нересто-вырастном хозяйстве дельты Волги, «Труды ВНИРО», т. XXIV, Пищепромиздат, 1953.
8. Вонокон И. К., Бентос авандельты Кировского банка (напечатано в этом сборнике).
9. Верещагин Г. Ю., Суточный ход некоторых гидрологических элементов на Байкале и его лимнологическое значение, «Труды Байкальской лимнологической станции», т. II, 1932.
10. Винберг Г. Г., Опыт изучения фотосинтеза и дыхания в водной массе озера. К вопросу о балансе органического вещества, «Труды Лимнологической станции в Косино», т. XVIII, 1934.
11. Горбунов К. В., Распад остатков высших водных растений и его экологическая роль в водоемах нижней зоны дельты Волги, «Труды Всесоюзного гидро-биологического общества», т. V, 1953.
12. Додонова Е. В., Гидрохимическая характеристика Волги в районе Саратова за 1924—1949 гг., «Труды Саратовского отделения Каспийского филиала ВНИРО», 1951.
13. Жданов С. П., Зимний гидрохимический режим Волги и волжские заморы 1939 и 1940 гг., «Труды Зоологического института АН СССР», т. VIII, вып. 3, 1948.
14. Иванов К. И., Основные черты гидрохимического режима предустьевоего пространства Волги и северной части Каспийского моря, «Труды ГОИН», вып. 4, 1948.
15. Небольсина Т. К., Материалы по питанию мальков карповых в авандельте Кировского банка, «Труды Каспийского филиала ВНИРО», т. XII, 1952.
16. Скопинцев Б. А., Подледный зимний гидрохимический режим Волги в связи с замором зимой 1939 г., ДАН, т. XXV, № 7, 1940.
17. Танасийчук В. С., Скот молоди воблы, леща и сазана из пойменных водоемов дельты Волги, «Труды ВНИРО», т. XVI, Пищепромиздат, 1941.
18. Танасийчук В. С., Миграция мальков воблы и леща через култучную зону и авандельту Волги, «Труды Каспийского филиала ВНИРО», т. XI, 1950.
19. Федосов М. В., Особенности гидрохимического режима в низовье Волги, «Труды ГОИН», вып. 15 (27), 1950.
20. Федосов М. В., Детали гидрохимии Северного Каспия и дельты Волги, «Доклады ВНИРО», вып. 1, Пищепромиздат, 1952.