

ной по сравнению с зимой можно объяснить обогащением вод более высокоминерализованной осенне-зимней водой водохранилища, которая вытесняется из него паводочными водами.

Таблица 6

Средние сезонные концентрации ионов основного солевого состава Волги (мг/л) до и после зарегулирования водного стока

Сезон	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ +K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼⁼	Cl ⁻	Σ ионов
До зарегулирования стока (1953—1955 гг.)							
Зима	—	—	—	—	—	—	—
Весна	52,9	11,0	10,1	134,3	55,3	23,3	286,9
Лето	41,4	9,1	9,0	104,1	47,4	17,4	228,4
Осень	65,4	18,4	7,5	142,8	82,6	35,7	352,4
Среднее	53,2	12,8	8,9	127,1	61,8	25,5	289,2
После зарегулирования стока (1961—1963 гг.)							
Зима	46,7	8,2	16,6	115,2	52,2	24,1	263,9
Весна	57,1	13,0	18,6	140,2	69,2	32,8	330,9
Лето	38,5	6,6	10,4	95,0	39,6	19,2	209,3
Осень	40,0	7,5	15,3	100,8	41,9	24,9	230,4
Среднее	45,6	8,8	15,2	112,8	50,5	25,2	258,6

Газовый режим и режим биогенных веществ речных вод рассматривается в соответствующих разделах монографии.

Глава III

РЕЖИМ СОЛЕНОСТИ

Систематические исследования режима солёности вод Северного Каспия начались в тридцатых годах экспедиционными работами, которые проводились ВНИРО под руководством С. Е. Бруевича в 1934 г. В дальнейшем режим солёности исследовали ВНИРО, ГОИН, ЦИП и ряд других организаций. Результаты этих исследований были освещены в работах Г. Н. Зайцева (1946), Н. И. Винецкой (1959, 1962), К. И. Иванова (1948, 1955), Н. А. Скриптунова (1958). В этих работах раскрыты основные особенности режима солёности, характерные для вод Северного Каспия в период 1937—1952 гг.

В настоящей работе в основном освещается режим солёности за последующее десятилетие. В ней использованы материалы по солёности, собранные различными организациями: АГМО, ВНИРО, Каспморпроектом, ГОИНОм и др. Наиболее полный материал по солёности относится к 1957—1960 гг.

Методика подсчета средневзвешенных величин солености за 1953—1962 гг.

При расчете средней солености Северного Каспия использованы карты, приведенные к условному уровню 1940 г., соответствующему отметке 126 см бакинского футштока. В результате планиметрирования этих карт вычислен объем Северного Каспия, равный 407 км^3 и весьма близкий к тем значениям, которые даны в работах Иванова и Зайцева. Полученная величина площади Северного Каспия, равная 81 тыс. км^2 , оказалась меньше той величины, которую приводят В. А. Леднев и Г. Н. Зайцев. По-видимому, это можно объяснить тем, что в данном случае не учитывалась площадь заливов Кайдак и Комсомолец, полностью отчленившихся от Северного Каспия в середине сороковых годов и прекративших свое существование в середине пятидесятих годов.

По морфометрическим и гидрологическим особенностям Северный Каспий делится на две части: западную и восточную. В связи с этим рассчитывались не только средняя соленость Северного Каспия в целом, но также и средние солености западной и восточной частей. Граница между Северным и Средним Каспием проходит на линии, пересекающей море от о. Чечень до мыса Тюб-Караган на Мангышлакском полуострове, а границей между западной и восточной частями Северного Каспия — линия, идущая на север между косами Стрижкиной и Верхней и спускающаяся южнее до о. Кулалы и далее — до мыса Тюб-Караган.

Необходимо отметить, что рассчитанные средние годовые величины солености несколько условны из-за отсутствия данных за зимний период. Средние значения солености рассчитаны следующим образом: данные наблюдений сгруппированы по месяцам и по квадратам. По данным наблюдений обнаружено, что соленость воды почти в каждом квадрате изменяется в больших пределах. Так, например, в 1958 г. исключительно большие изменения солености за сравнительно короткие промежутки времени охватывают значительную площадь моря. Эти изменения особенно часто наблюдаются в летнее время и, как правило, характерны для наиболее динамичных районов моря: центрального района западной части моря ($\Delta S = 4 \div 9\text{‰}$), юго-западного района ($\Delta S = 2 \div 7\text{‰}$), района водообмена западной и восточной частей моря ($\Delta S = 2 \div 8\text{‰}$), и в меньшей степени для предустьевого взморья реки Урала ($\Delta S = 2 \div 4\text{‰}$). В связи с этим необходимо было исследовать влияние гидрометеорологических условий (ветров), при которых проводились наблюдения за соленостью. Правда, не всегда наблюдения за соленостью сопровождались наблюдениями за гидрометеороусловиями. С этой целью для западной части моря составлены две группы карт: одна —

со значениями солености, наблюдаемыми при ветрах (от В, ЮВ, Ю, ЮЗ), вызывающих повышение солености, и другая группа карт — при ветрах (от З, СЗ, С, СВ), вызывающих понижение солености. Для восточной части составлены группы карт: одна для значений солености, наблюдаемых при ветрах (от С, СЗ, З, ЮЗ), вызывающих опреснение, другая — при ветрах (от СВ, ЮВ, В, Ю), способствующих осолонению. На всех картах проводили изогалины через 2‰ и измеряли площадь между ними, после чего вычисляли средневзвешенные значения солености за каждый месяц отдельно для западной и восточной частей и для всего Северного Каспия в целом.

Конечной целью было получение средней величины солености за год, которая бы включала поправку за счет влияния ветра. Вычисление средней солености с учетом поправки на повторяемость ветра производилось по формуле

$$\frac{A\% S_1 + B\% S_2}{A\% + B\%} = S_3,$$

где $A\%$ и $B\%$ — повторяемости ветров¹, вызывающих соответственно опреснение и осолонение; S_1 и S_2 — средние солености,

Таблица 7

Средние годовые и средние месячные значения солености (‰) в западной и восточной частях моря, полученные без учета влияния ветра (S) и с введением поправки на повторяемость ветра (S')

Год, месяц	Западная часть			Восточная часть		
	S	S'	$S'-S$	S	S'	$S'-S$
1953	8,33	8,34	+0,01	9,28	9,29	+0,01
1956	9,47	9,45	-0,02	8,60	8,63	+0,03
1957	8,62	8,74	+0,12	7,76	7,83	+0,07
1958	8,09	8,16	+0,07	7,11	7,12	+0,01
1959	8,90	8,94	+0,04	7,35	7,41	+0,06
1960	9,16	9,20	+0,04	7,83	7,84	+0,01
IV	10,04	10,13	+0,09	8,50	8,50	0,00
V	9,19	9,34	+0,15	8,09	8,08	-0,01
VI	8,19	8,30	+0,11	8,38	8,26	-0,12
VII	8,22	8,26	+0,04	7,71	7,63	-0,08
VIII	7,96	8,14	+0,18	7,43	7,41	-0,02
IX	8,94	8,99	+0,05	7,50	7,49	-0,01
X	9,57	9,57	0,00	7,47	7,48	+0,01
XI	9,26	9,32	+0,06	7,87	7,92	+0,05

¹ Данные о повторяемости ветров были взяты из научно-технического отчета АГМО за 1960 г. В отчете обобщены средние месячные и средние годовые повторяемости ветров за 1950—1960 гг. по различным морским гидрометеорологическим постам Северного Каспия. Для характеристики ветровых условий в западной части моря использованы данные о повторяемости ветров в районе о. Тюлений и для восточной части моря — о повторяемости ветров в районе о. Кулалы.

рассчитанные соответственно для условий опреснения и осолонения; S_3 — средняя соленость, полученная с учетом повторяемости ветров.

Оказалось, что средняя годовая соленость, полученная без учета влияния ветра, и соленость с учетом поправки на повторяемость ветра различаются незначительно (табл. 7). Объясняется это тем, что в течение года повторяемости ветров, вызывающих осолонение или опреснение, практически одинаковы.

Таким образом, для подсчета средних годовых и средних месячных значений солености по всему морю в целом нет необходимости учитывать влияние ветра, так как в среднем величина ($S^* - S$) не выходит за пределы точности расчета средних величин.

Многолетние среднегодовые изменения солености за период 1953—1962 гг.

В своей работе Н. И. Винецкая (1959) обобщает полученные данные по солености за период 1931—1955 гг. В течение этого времени средняя годовая соленость Северного Каспия колебалась в широких пределах — от 5 до 13‰. По характеру многолетних межгодовых и сезонных изменений солености Винецкая делит это двадцатилетие на четыре периода:

I — период нормального состояния моря — 1931—1933 гг.;

II — период сильного осолонения — 1934—1940 гг.;

III — период опреснения — 1941—1948 гг.;

IV — период нового осолонения — 1951—1954 гг.

К. И. Иванов (1955) рассчитал несколько отличающиеся от ВНИРО величины средних годовых значений солености воды Северного Каспия за те же годы. По-видимому, это объясняется тем, что Винецкая и Иванов пользовались различными методами вычисления средней солености для всего Северного Каспия и отдельно для каждого его района. Н. И. Винецкая использовала среднеарифметический метод подсчета средней солености, а К. И. Иванов — средневзвешенный. Мы сравнили результаты величин средних годовых значений солености Северного Каспия, вычисленных обоими методами. Во всем Северном Каспии средние квадратические разности составляют $\pm 0,8\text{‰}$, максимальное значение получено в 1948 г. и равно $1,5\text{‰}$; средние квадратические разности для западной части моря составляют $\pm 1,2\text{‰}$, максимальное получено в 1950 г. и равно $2,1\text{‰}$; средние квадратические разности для восточной части моря составляют $\pm 0,5\text{‰}$, максимальное значение получено в 1938 г. и равно $1,1\text{‰}$.

В данной работе средняя соленость Северного Каспия вычислялась тем же методом, каким пользовался и Иванов, поэтому для сравнения привлекались прежде всего значения

солёности, полученные Ивановым. Только в редких случаях приходилось обращаться к данным ВНИРО, но при этом учитывались указанные выше отклонения (табл. 8).

М. В. Федосов (1959) считает, что изменения солёности за 1931—1956 гг. характеризуются шестью основными периодами:

- I — период низкой солёности (1931—1933 гг.);
- II — период повышенной солёности (1934—1937 гг.);
- III — период наибольшей солёности (1938—1940 гг.);
- IV — период средней солёности (1941—1946 гг.);
- V — период наиболее низкой солёности (1947—1949 гг.);
- VI — период средней солёности (1950—1956 гг.);

Начиная с 1931 г. и до наших дней, в северной части Каспийского моря произошли существенные изменения. Объем Северного Каспия при падении уровня моря на 2 м уменьшился почти на одну треть. Резко изменилась также величина стока Волги. По данным М. И. Фокина (1959), сток Волги резко сократился. За 1879—1929 гг. средний сток Волги составлял 268 км³ в год, а за последние 25 лет он упал до 231 км³. По расчетам Фокина, за 25 лет Северный Каспий не получил 925 км³ волжской воды. По сравнению с VI периодом (по Федосову) и с IV периодом (по Винецкой) средняя солёность за 1956—1962 гг. повысилась до 8,6‰. Каждому периоду изменения солёности соответствует определенный режим уровня моря. Так, в I период, характеризующийся низкой солёностью, уровень моря был стабильным; во II период с повышенной солёностью уровень моря упал на 50 см; дальнейшее понижение уровня обусловило появление самой высокой солёности в Северном Каспии (III период). В IV период уровень моря упал на 25 см и солёность была близка к средней. Затем в последующие годы уровень изменялся в незначительных пределах. Понижение солёности вод в Северном Каспии Иванов объяснял тем, что в связи с падением уровня моря уменьшился объем вод моря и воздействие волжского стока стало приходиться на меньший объем.

В результате более детального анализа изменений солёности по периодам в Северном Каспии была найдена линейная связь между солёностью и средним стоком за соответствующие периоды времени (рис. 7). За 1953—1962 гг. максимальное колебание солёности составляло 1,8‰. В течение последнего десятилетия резкое увеличение стока Волги в 1955 (272 км³) и 1958 гг. (281 км³) обусловило понижение солёности в эти годы соответственно до 7,3‰ и до 7,8‰ во всем Северном Каспии, при этом в западной части до 6,5‰ (1955 г.) и до 8,2‰ (1958), а в восточной части до 7,1‰ (1958 г.).

Средняя многолетняя величина солёности для западной части Северного Каспия за 1956—1962 гг. составляет 9,1‰ и близка к солёности, указанной Ивановым (1955). Как по данным Иванова, так и по нашим данным средняя солёность за последние

Таблица 8

Средние годовые значения солености вод Северного Каспия и отдельных его районов (по данным разных авторов)

Год	Северный Каспий			Западный район			Восточный район		
	ВНИРО	ГОИН (Иванов)	ГОИН (Затучная)	ВНИРО	ГОИН (Иванов)	ГОИН (Затучная)	ВНИРО	ГОИН (Иванов)	ГОИН (Затучная)
1934	8,61	8,94	—	8,56	9,75	—	8,67	8,22	—
1935	9,18	8,83	—	9,99	9,14	—	8,37	8,42	—
1936	8,66	9,38	—	7,65	9,19	—	9,68	9,52	—
1937	9,94	10,09	—	9,95	10,48	—	9,93	9,50	—
1938	11,91	10,56	—	11,89	10,32	—	11,94	10,80	—
1939	12,50	11,72	—	12,54	11,27	—	12,46	12,62	—
1940	11,14	10,64	—	9,29	9,71	—	12,99	12,20	—
1941	8,88	8,91	—	7,83	8,30	—	9,92	9,81	—
1943	7,70	7,57	—	(8,45)	8,37	—	6,95	6,50	—
1944	—	—	—	(6,21)	—	—	—	—	—
1945	7,06	—	—	(7,50)	—	—	6,62	—	—
1946	7,98	(8,16)	—	(9,67)	(9,44)	—	6,30	(6,13)	—
1947	4,96	6,44	—	5,85	7,72	—	4,07	4,58	—
1948	5,90	(7,10)	—	6,57	(8,05)	—	5,23	(5,75)	—
1949	6,42	6,86	—	7,44	9,02	—	5,41	4,91	—
1950	7,04	8,28	—	7,69	9,78	—	6,39	6,05	—
1951	8,13	8,33	—	9,61	9,44	—	6,65	6,71	—
1952	7,50	—	—	7,50	—	—	7,50	—	—
1953	7,65	—	8,71	6,53	—	8,34	8,77	—	9,29
1954	8,14	—	—	7,53	—	—	8,75	—	—
1955	7,30	—	—	6,48	—	—	8,13	—	—
1956	—	—	9,13	—	—	9,45	—	—	8,63
1957	—	—	8,39	—	—	8,74	—	—	7,83
1958	—	—	7,76	—	—	8,16	—	—	7,12
1959	—	—	8,35	—	—	8,94	—	—	7,41
1960	—	—	8,67	—	—	9,20	—	—	7,84
1961	—	—	8,66	—	—	9,47	—	—	7,37
1962	—	—	9,03	—	—	9,54	—	—	8,23

Примечание. Здесь и далее в скобках приведены сомнительные данные.

семь лет в западной части Северного Каспия превышает среднюю многолетнюю величину солености восточной части моря (7,8‰). Это явление, по-видимому, объясняется тем, что большая часть воды Среднего Каспия поступает в западную часть моря.

Абсолютное понижение солености в восточной части моря до

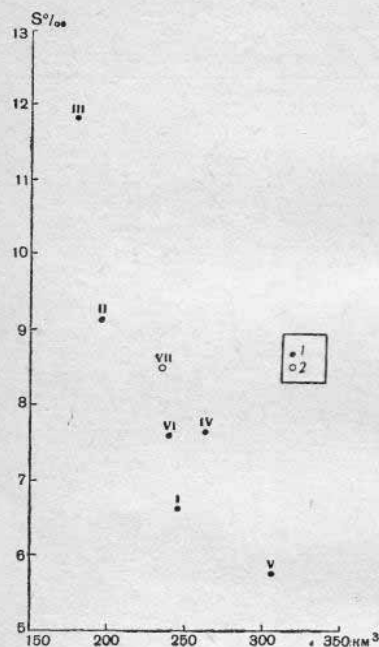


Рис. 7. Связь солености с суммарным стоком Волги и Урала (средние данные) по периодам (римские цифры):

1 — по данным Федосова, 2 — по данным автора за 1956—1962 гг.

7,8‰ по сравнению с данными, приводимыми Ивановым, по-видимому, объясняется отчленением заливов Кайдак и Комсомолец, которые ранее способствовали осолонению этой части моря. Решающая роль в режиме солености вод Северного Каспия принадлежит волжскому стоку, и изменения солености от года к году как в Северном Каспии, так и в каждой части связаны с годовыми изменениями волжского стока. Построенные графики связи средних годовых значений солености со стоком соответствующего года и со стоком, осредненным по скользящим двух- и трехлеткам, указывают на тесную связь между этими величинами. Однако наилучшая связь (с минимальными отклонениями) получена для Северного Каспия и его восточной части по скользящим трехлеткам (средний сток за три года — два предшествующих года и год, соответствующий году наблюдения солености). Для западной части была получена связь средней годовой солености со стоком соответствующего года (рис. 8). Известно, что основной волжский сток направ-

лен в западную часть. Поэтому влияние волжского стока на соленость западной части сказывается непосредственно в том же году. Для полного же обновления всего объема Северного Каспия и его восточной части необходим более длительный период времени (около трех лет). За этот промежуток времени при 50% обеспеченности стока Волги (225 км³) Северный Каспий получает около 675 км³ воды.

Способом наименьших квадратов обработана зависимость солености от стока. В результате получены формулы расчета: для средней годовой солености Северного Каспия

$$S_{0/00} = -0,041Q_{\text{ср. за 2г}} + 17,91;$$

для солёности западной части

$$S^0_{/00} = -0,018Q_{\text{ср. год}} + 13,24;$$

для солёности восточной части

$$S^0_{/00} = -0,062Q_{\text{ср. за 3г}} + 22,409.$$

Средние квадратические отклонения равны для Северного Каспия $\pm 0,8\text{‰}$, для восточной его части $\pm 1\text{‰}$ и для западной $\pm 0,6\text{‰}$. Полученные формулы позволяют рассчитать будущую

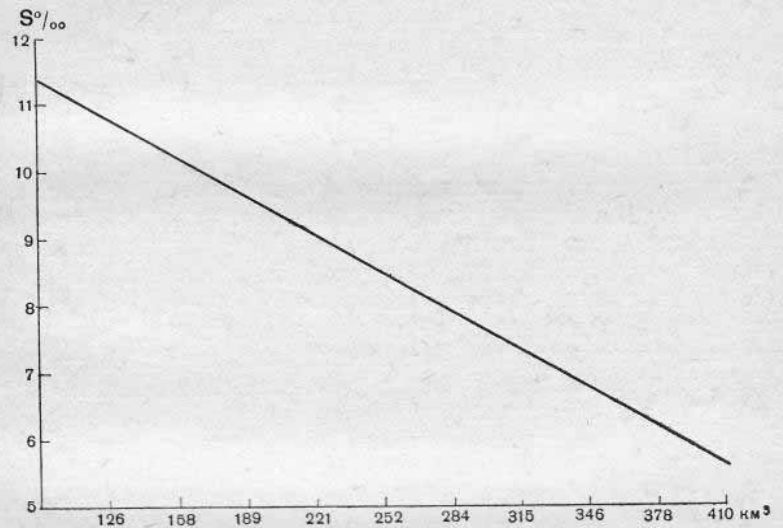


Рис. 8. Связь средней годовой солёности со стоком данного года в Западной части Северного Каспия.

среднюю годовую солёность Северного Каспия с точностью, достаточной для удовлетворения запросов народного хозяйства.¹ Средняя многолетняя величина солёности для всего Северного Каспия ($8,6\text{‰}$), а также средние многолетние величины солёности для отдельных его частей, полученные нами, оказались несколько ниже соответствующих величин, полученных Ивановым (1955). Осолонение в восточной части наблюдалось в 1937—1940 гг. и было вызвано рядом причин: уменьшением речного стока в Северный Каспий, поступлением солёных вод из заливов Комсомолец и Кайдак в восточную часть Северного Каспия, некоторым увеличением испарения за этот период. За

¹ Автор учитывал также в расчетах средней солёности всего Северного Каспия и восточной его части влияние уральского стока. По данным Фокина, средний сток Урала с 1913 по 1954 г. составляет около 10 км^3 .

последнее десятилетие по вопросу об испарении в восточной части моря не имеется никаких опубликованных данных. Поэтому нами в качестве средней величины испарения за этот период принималось то значение, которое рассчитано по многолетним наблюдениям за предшествующие годы. Уменьшение солености за последнее десятилетие можно объяснить, с одной стороны, некоторым увеличением волжского стока по сравнению со стоком за 1937—1940 гг. и, с другой — отчленением заливов Кайдак и Комсомолец от восточной части Северного Каспия.

Сезонные изменения солености

На сезонные изменения солености воды Северного Каспия оказывает влияние ряд факторов, из которых самые существенные: колебание и распределение волжского стока на взморье в течение года и ветровой режим.

Основная часть волжского стока направлена в западную часть и идет вдоль западного берега; восточный поток направляется на юг и юго-восток. Как правило, это разделение вод на два потока отчетливо обнаруживается только осенью и весной. В период прохождения паводочных вод (июнь—июль) они сливаются в один общий поток. Разделение волжских вод на предустьевом пространстве на два потока вызывается в основном распределением стока в рукавах дельты Волги, рельефом дна в западной части и ветровым режимом.

Гидрографическая сеть дельты Волги делится на два веера рукавов. Основные протоки, возникшие в результате разветвления Бахтемира, Старой Волги и Камызяка, направлены на юг и юго-запад и образуют западную часть дельты. Протоки системы Бузана, Рычана и Большой Болды в основном направлены на юго-восток, а отчасти — на восток, образуя восточную часть дельты. При различных уровнях воды в Волге пропускная способность ее рукавов значительно меняется. При средней межени через восточные рукава проходит 37,7% расхода воды, а через западные рукава — 58,4%. Распределение расхода по основным рукавам дельты за 1937—1953 гг. приводится в работе С. С. Байдина (1956), который много занимался исследованием распределения стока в системах рукавов дельты Волги. Средний расход в западной части дельты составил 120 км³, в восточной — 89 км³ при среднем стоке Волги — 233 км³. Распределение волжского стока по рукавам существенно изменяется только при резком уменьшении стока Волги в межень. Уменьшение стока Волги в период половодья не влечет за собой существенных изменений в распределении стока по основным рукавам дельты. Тем не менее сток в восточной части дельты уменьшается, а в западной — увеличивается в первую очередь за счет уменьшения стока Ахтубы и Волго-Ахтубинской поймы. Колебания

стока в течение года оказывают непосредственное влияние на перераспределение его по основным рукавам дельты. С. С. Байдин и др. (1956) обнаруживают тенденцию к перераспределению волжского стока по основным рукавам при снижении уровня Каспийского моря: «...на каждый метр падения уровня моря западная часть дельты увеличивает дополнительно свой сток в среднем до 2% от стока Волги у Верхне-Лебяжьего, сток восточной части соответственно уменьшается». Автор указывает на существование почти прямой связи между стоком в западную и восточную части дельты. В табл. 9 приводятся данные по распределению средних величин расхода воды в различных рукавах дельты в 1960 и 1962 гг. в процентах от стока Волги в Верхне-Лебяжьем (по материалам отчетов АГМО).

Таблица 9

Средние расходы воды в различных рукавах дельты Волги в процентах от стока Волги

Водоток	1960 г.	1962 г.
Восточная часть дельты		
р. Волга	100	100
рук. Бузан	31	32
рук. Прямая Болда и Рычан	8	10
Западная часть дельты		
рук. Камызяк	15	16
рук. Старая Волга	11	12
рук. Бахтемир	30	27

Данные табл. 9 свидетельствуют о том, что распределение стока в последние годы существенно не изменилось по сравнению с предшествующим периодом. К. И. Иванов и А. М. Норуина показали, что волжская вода, вносимая западными рукавами, прижимается к западному берегу, а вносимая восточными рукавами течет на юг и юго-восток. Направление ее совпадает с направлением подводной возвышенности, разделяющей глубоководные районы восточной и западной частей Северного Каспия. Морская вода, поступающая по углублению, расположенному в центральном районе предустьевоего взморья, и ветровые течения от западных до восточных румбов в свою очередь также усиливают разделение волжских вод на два потока.

Изучая изменения солёности в пространстве в различные сезоны, в АГМО составлены карты распределения солёности в Северном Каспии по горизонтам (в основном для поверхности и дна) за каждый месяц с апреля по ноябрь. Методика составления этих карт следующая: на карты по квадратам наносили

значения солености по месяцам, начиная с 1953 по 1962 г. включительно. Затем для каждого квадрата рассчитывали среднее значение солености и по ним проводили изогалины. При построении этих карт не учитывались ни колебания стока каждого года,

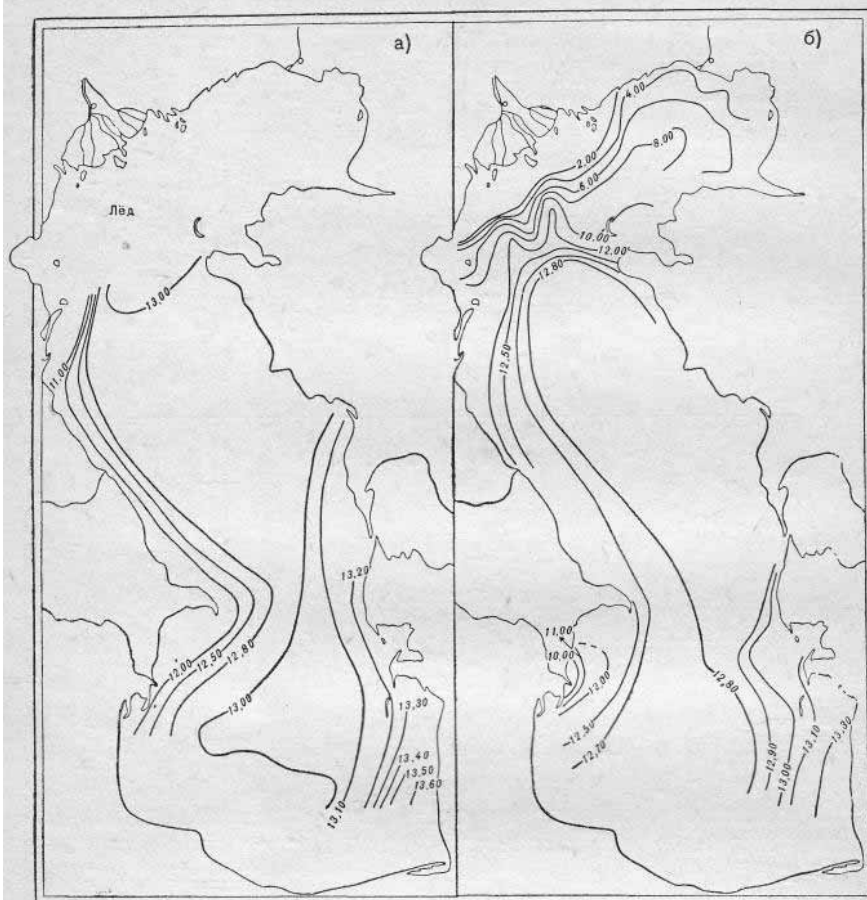


Рис. 9. Распределение солености на поверхности Каспийского моря.
а — зимой, б — весной.

ни ветровые условия, в которых проводились те или иные наблюдения солености. Поэтому эти карты дают лишь приближенное представление о сезонных пространственных изменениях солености в Северном Каспии.

Весной, в начале апреля, при небольшом стоке волжские воды занимают узкую прибрежную полосу предустьевого взморья у западного берега Северного Каспия. В это же время

далеко на север в центральную часть моря проникают морские воды с соленостью 10—12‰ (рис. 9). В мае, как правило, начинается паводок, но влияние его на соленость центральной части

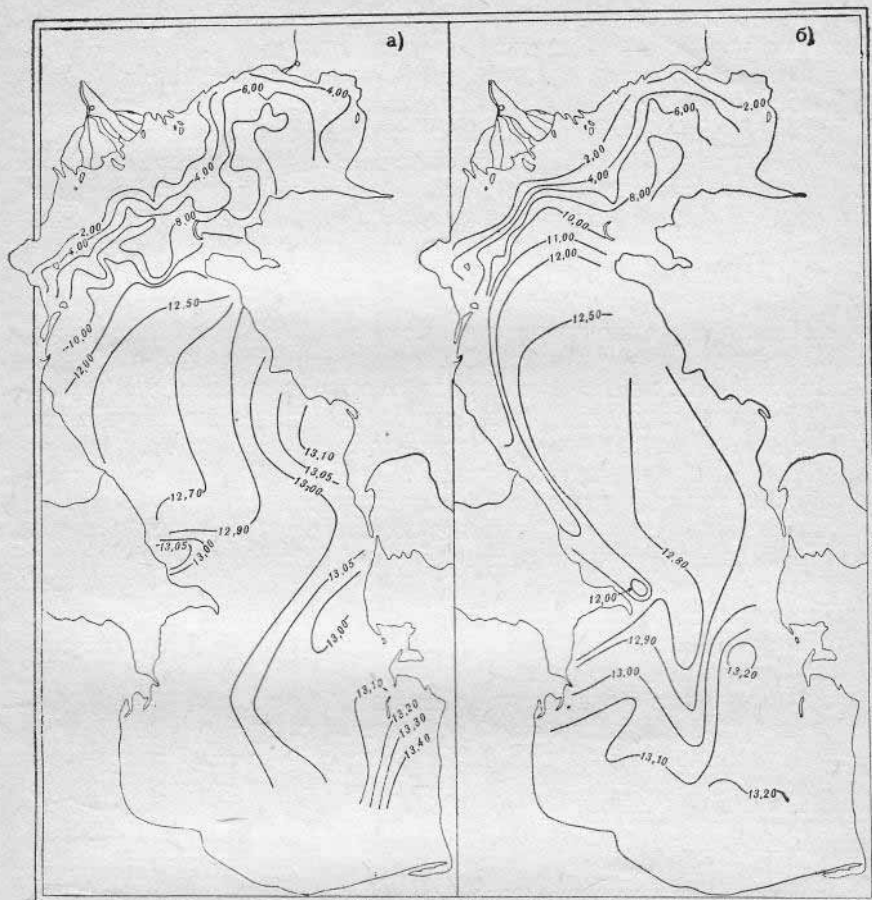


Рис. 10. Распределение солености на поверхности Каспийского моря.
а — летом, б — осенью.

моря в этот период еще незначительно. Изогалыны в этой части моря по-прежнему сжаты.

Основной сток речных вод направлен вдоль западного берега. Так, если в апреле в западной части встречается соленость до 11‰, то в мае максимальная соленость здесь не превышает 5‰. После пика половодья (июль), когда за два месяца (май и июнь) на взморье поступает 50% годового стока Волги, зона распресненных вод резко увеличивается и занимает наиболь-

шую площадь, изогалина 12‰ в это время расположена (рис. 10 а) далеко на юге. Этому, как будет видно дальше, способствует также и режим ветра, поскольку повторяемость ветров западных румбов достигает своего наибольшего значения в это же время. В сентябре и особенно в октябре—ноябре сток Волги обычно незначителен. Соленые воды из Среднего Каспия снова продвигаются на север, изогалина 1‰ подходит близко к берегу (рис. 10 б). В сентябре в центральной и юго-западной частях в придонном слое наблюдается большая сжатость изогалин в сравнении с их расположением на поверхности. В октябре расположение изогалин у дна и на поверхности по всему Северному Каспию оказывается одинаковым. Эти карты позволили выявить сезонную изменчивость солености и в восточной части Северного Каспия. Здесь, как правило, наблюдается гораздо большее однообразие расположения изогалин в различные сезоны. Влияние волжского стока сильнее всего сказывается на восточной части в июле. Правда, в то же время в районе Уральской бороздины отмечается повышение солености до 8—9‰. По-видимому, это происходит за счет интенсивного испарения в этот период. Северо-восточная часть в июле сильно распресняется водами Волги. Влияние Урала на соленость обнаруживается только в восточной части моря и в основном в период половодья, на который приходится свыше 70% его годового стока. Половодье Урала, по данным Фокина (1959), бывает в апреле—июле.

По данным Скриптунова (1958), на предустьевом пространстве взморья можно выделить три района по величине солености и амплитуде ее колебания в различные сезоны года. Первый, занимающий все мелководное взморье до морского бара (0,5—2,0 м), — район пресных вод (соленость до 2‰), с очень малой амплитудой колебания (до 0,5‰). Второй — район распресненных вод с соленостью от 2 до 4—5‰; амплитуда изменения солености здесь уже больше (3—4‰). Третий — район стыка пресных и морских вод — расположен на свале глубин и имеет соленость от 4—5 до 12‰. Здесь амплитуда изменения солености наибольшая (5—7‰). Однако границы между районами не постоянны и варьируют по сезонам в зависимости от стока Волги и ветровых условий.

В непосредственной зависимости от стока, как правило, находится сдвиг границ площадей, занимаемых соленостью с крайними значениями (от 0 до 2‰ и от 10 до 12‰). Изменение этих границ свидетельствует о степени влияния волжского стока и вод Среднего Каспия на Северный Каспий. Из рис. 11, 12 показано, как изменяются границы изогалин 2 и 10‰ благодаря сезонным колебаниям стока, а также в маловодные и многоводные годы.

В Северном Каспии, в основном в западной его части, почти

во все сезоны года можно выявить три типа водных масс: с соленостью $0-2\text{‰}$, находящаяся под непосредственным влиянием речных вод; с соленостью $10-12\text{‰}$, которая формируются под

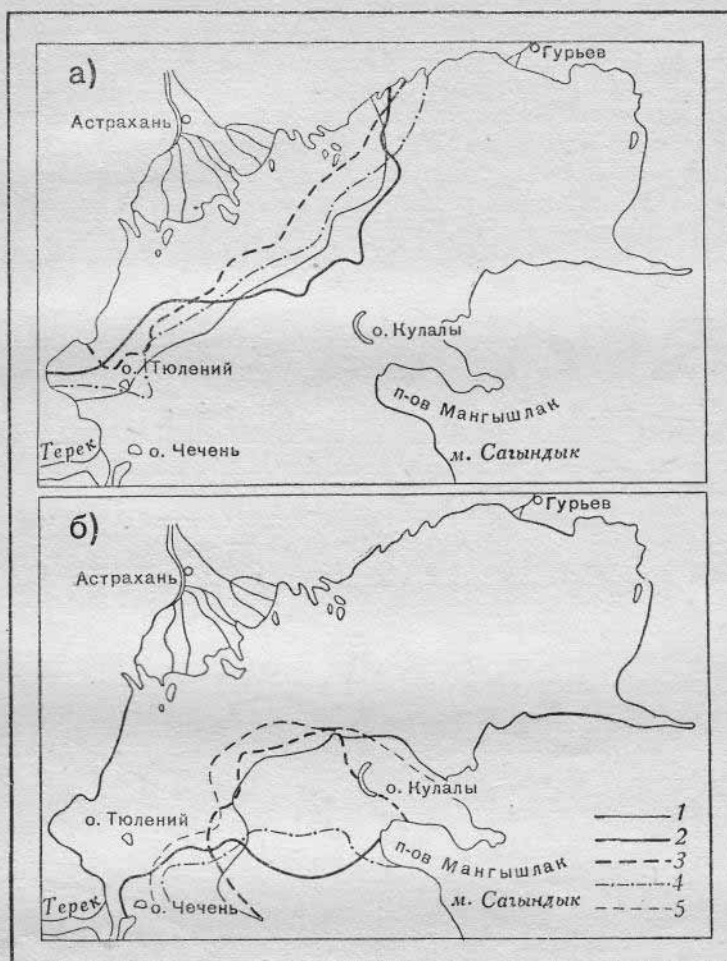


Рис. 11. Положение изогалин 2‰ (а) и 10‰ (б) в разные сезоны в 1957 г. на поверхности.

1 — июнь, 2 — июль, 3 — сентябрь, 4 — август, 5 — октябрь.

влиянием вод Среднего Каспия и, наконец, с соленостью $2-10\text{‰}$ — смешанная. Водные массы влияют друг на друга, каждой из них соответствует определенная гидрохимическая характеристика (особенно это относится к таким элементам как щелочность, кремнекислота и окисляемость).

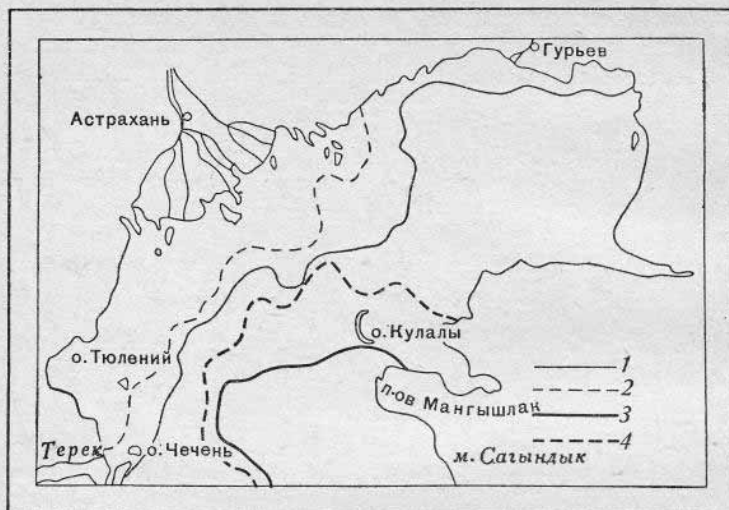


Рис. 12. Положение изогалин 2 и 10‰ на поверхности в июне 1958 г.

Изогалины 2‰: 1 — при западных ветрах, 2 — при восточных ветрах; изогалины 10‰: 3 — при западных ветрах, 4 — при восточных ветрах.

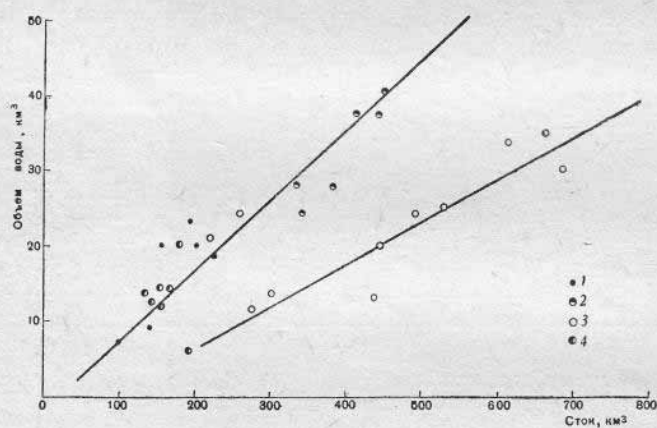


Рис. 13. Связь величин объемов вод с соленостью 0—2‰ со средним стоком по месяцам. 1 — апрель—май, 2 — июнь, 3 — июль—август, 4 — сентябрь—ноябрь.

Как было показано выше, площади и объемы различных водных масс могут сильно варьировать. Поэтому необходимо установить возможные изменения объемов водных масс в отдельные годы и в разные сезоны. Была найдена связь объемов водных масс со стоком. Наиболее хорошая связь получена для объемов вод соленостью 0—2‰ со средним стоком за два предшествующих месяца (рис. 13). Однако эта связь оказалась дискретной: для летних месяцев и для всех остальных месяцев года получились разные зависимости. Это можно объяснить тем, что в летнее время значительно увеличивается объем зоны смешения вод по сравнению с остальными сезонами года. За период 1953—1962 гг. объем водных масс с соленостью 0—2‰ в разные сезоны колебался от 5 до 40 км³, с соленостью 10—12‰ — от 75 до 200 км³, с соленостью 2—10‰ — от 50 до 150 км³. Значительно хуже была получена связь объемов смешанных вод со стоком по скользящим двум месяцам и обратная связь объемов соленостью 10—12‰ со средним стоком за два предшествующих месяца. Это объясняется тем, что изменение объемов этих водных масс в значительной мере определяется не только влиянием речного стока, но и влиянием Среднего Каспия.

В период половодья в Северный Каспий сбрасывается основная масса речной воды. Продолжительность и мощность паводочной волны непосредственно влияет на соленость Северного Каспия. Как правило, в маловодные годы наблюдается медленный подъем и небольшая продолжительность паводка, а в многоводные годы паводок очень растянут во времени. Многоводным был 1957 г. Период паводка оказался растянутым во времени (май—июнь). В мае расход воды достигал уже 20 000 м³/сек. Понижение солености в море с 9 до 8‰ наблюдалось в июне, т. е. через месяц после подъема паводочных вод. Период более низкой солености продолжался вплоть до августа. Маловодным был 1960 г. Максимальный расход воды в мае составлял не более 14 000 м³/сек. Понижение солености в море наблюдалось уже с середины мая, но в последующие месяцы соленость начала быстро повышаться. Влияние паводка на соленость Северного Каспия и отдельно на каждую из его частей весьма существенно. Как правило, паводок оказывает влияние на море через месяц после его начала, а продолжительность периода пониженной солености зависит от высоты подъема паводочной волны и продолжительности паводка. Это характерно для лет с разной водностью. Подробно вопрос о влиянии паводка на соленость моря был рассмотрен Винецкой (1959).

Для всего Северного Каспия режим повышенной солености наблюдается в апреле, мае, октябре и ноябре. В западной части моря наибольшее опреснение обнаруживается в июле и августе, а на востоке — в августе и сентябре. Выше отмечалось, что волжские воды оказывают влияние на формирование солености

в западной части примерно через месяц. Влияние волжских вод на восточную часть сказывается позднее — примерно через два месяца. Колебания средних величин солёности за разные сезоны за период 1956—1962 гг. в западной части составили 1,5‰, в восточной — 0,5‰.

Таблица 10

Солёность зимой 1960—61 г. в районе о. Кулалы

Месяц	XI	XII	I	II
Солёность, ‰	9,51	12,55	13,10	10,83

О распределении солёности в Северном Каспии в зимнее время трудно судить из-за отсутствия систематических наблюдений, так как организация экспедиций в зимнее время затруднена. АГМО были получены данные по солёности в зимнее время в районе о. Кулалы. Здесь зимой наблюдались высокие величины солёности, что обусловлено льдообразованием и слабым притоком волжских вод. (табл. 10). Как показали наблюдения ледовой авиаразведки в этот период, начиная с ноября, лёд нарастал довольно интенсивно. Кромка льда продвинулась к середине ноября до о. Кулалы. Во второй половине ноября и первой половине декабря площадь ледяного покрова моря увеличивалась весьма интенсивно, что обусловило высокие значения солёности в этом районе в декабре 1960 г. Во второй половине декабря произошло значительное разрушение ледяного покрова, но к январю площадь ледяного покрова увеличилась снова, и интенсивный рост льда продолжался в течение всего января, обуславливая возрастание солёности в районе о. Кулалы до 13,1‰. С начала февраля началось интенсивное разрушение ледяного покрова. Кромка льда отодвинулась значительно к северу. В районе о. Кулалы наблюдался плавучий лёд. Вскоре началось интенсивное и повсеместное разрушение ледяного покрова, вызвавшее понижение солёности в феврале по сравнению с январем до 10,83‰. По данным АГМО, ледовитость Северного Каспия в начале и середине зимы 1960-61 г. была в пределах средней многолетней ледовитости, а в конце зимы — несколько ниже ее.

Ветры в Северном Каспии весьма существенно влияют на перераспределение солёности в море. Ржеплинский дал схему течений, возбуждаемых ветровыми потоками, основываясь на том, что для восточной части Северного Каспия ветры восточных направлений наиболее типичны. Эта схема показывает, что в восточной части Северного Каспия существует замкнутая циркуляция и движение вод происходит по ходу часовой стрелки. На схеме полных потоков эта циркуляция включает и часть вод западной половины моря. Ветры разных румбов либо способствуют водообмену между Северным и Средним Каспием и

между восточной и западной частями Северного Каспия, либо затрудняют его. По данным Зайцева (1953), ветры северо-восточных и юго-западных четвертей способствуют установлению умеренного солевого режима в восточной части Северного Каспия. При длительном действии ветров этого направления соленость восточной части моря приближается к солености вод, поступающих с запада. Ветры же юго-восточной четверти вызывают осолонение восточной части. Величина и устойчивость осолонения связаны с продолжительностью действия ветров. Ветры северо-западной четверти вызывают опреснение восточной части Северного Каспия.

В 1955 г. Норина, обобщив распределение солености за период 1935—1951 гг., показала, что при ветрах юго-восточных и южных направлений соленые среднекаспийские воды распространяются от п-ва Мангышлак к северу и западу, а опресненные воды взморья растекаются в западном и восточном направлениях. Ветры восточных направлений создают такую же картину. При ветрах северо-восточных румбов сток пресных вод вдоль западного берега достигает максимального развития. При ветрах западных румбов пресные воды от дельты Волги идут на восток. При северо-западных ветрах обнаруживается картина такая же, как и при западных. Норина сделала вывод о том, что ветры северо-западного и западного направлений способствуют опреснению Северного Каспия, а южные — осолонению.

В работе Скриптунова (1958) вопрос о влиянии ветра на соленость Северного Каспия получил дальнейшее развитие. Скриптунов установил, что под влиянием западного ветра пресные воды дельты Волги движутся в восточном и юго-восточном направлениях, увеличивая зону опреснения. В это же время в юго-западную часть поступают более соленые воды из Среднего Каспия. Затем при длительном действии северо-западных, северных и северо-восточных ветров зона пресной воды увеличивается. Юго-восточные и южные ветры способствуют поступлению морских вод на взморье из восточной части Северного Каспия и из Среднего Каспия.

Указывается, что юго-западная часть предустьевого взморья увеличивает свою соленость за счет вод из Среднего Каспия, а восточная часть Северного Каспия несколько опресняется за счет малосоленых вод взморья, пришедших под воздействием юго-западных ветров.

В отчете АГМО обобщены данные о режиме ветра за последнее десятилетие. Для характеристики режима ветра были выбраны два пункта: о. Тюлений в западной части и о. Кулалы в восточной части Северного Каспия. В этот период в обоих районах преобладают восточные ветры, средняя годовая (10 лет) повторяемость их составляет 26%. Средняя месячная повторяемость (10 лет) ветров различных направлений изменяется по

**Распределение солёности ($S_{\text{‰}}$) в Северном
направлений**

Год	Опресняющие ветры (С, СВ, СЗ, З)								Осоло	
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	IV	V

Западная

1953	10,31	—	6,17	6,56	—	—	—	—	11,26	—
1956	10,29	—	7,76	—	—	9,25	9,53	—	10,85	—
1957	8,75	8,75	7,02	7,24	6,96	8,71	9,23	—	9,79	9,72
1958	—	9,18	7,64	6,04	7,27	7,20	8,49	(7,98)	—	—
1959	9,06	9,06	9,34	8,12	6,21	8,59	9,04	—	—	—
1960	10,22	7,98	7,81	8,90	8,82	8,61	9,72	9,93	—	—
1961	—	8,61	—	9,04	—	—	—	—	9,27	—
1962	10,17	—	—	8,54	—	—	9,84	—	—	9,63
Средняя S . .	9,80	8,72	7,62	7,78	7,31	8,47	9,31	8,95	10,29	9,67
Средняя повторяемость ветра, % . .	30,4	32,4	37,5	41,0	33,4	38,6	43,5	38,8	63,7	62,3

Восточная

1953	8,87	—	9,16	9,46	—	—	—	—	9,30	—
1956	10,43	—	8,42	—	—	7,20	7,62	—	9,46	—
1957	7,03	8,00	7,27	7,31	7,24	7,81	7,27	—	—	8,57
1958	—	—	7,10	6,72	7,34	6,37	6,96	6,96	—	—
1959	6,23	—	7,83	6,21	7,36	7,76	6,23	—	—	—
1960	—	8,00	8,14	7,08	7,41	7,34	8,09	8,44	—	—
1961	—	5,99	—	8,21	—	7,74	—	—	7,56	—
1962	8,61	8,45	—	7,62	—	—	—	—	—	—
Средняя S . .	8,23	7,61	7,99	7,51	7,34	7,37	7,23	7,70	8,77	8,57
Средняя повторяемость ветра, % . .	24,4	46,9	59,1	64,5	52,2	47,9	43,0	34,9	24,3	44,3

Каспии при действии ветров различных

по месяцам

няющие ветры (В, Ю, ЮВ, ЮЗ)						Средняя годовая				
VI	VII	VIII	IX	X	XI	S ‰ при ветрах		повторяемость ветров, %		S ‰ с учетом ветра
						опресняющих	осолоняющих	опресняющих	осолоняющих	

часть

7,48	8,23	—	—	—	—	7,68	8,99	46,0	47,4	8,34
8,38	—	—	9,67	10,03	—	9,21	9,73	48,3	43,9	9,45
8,97	8,78	8,26	9,25	9,57	—	8,09	9,16	36,2	56,3	8,74
8,57	7,98	8,14	7,57	9,77	9,58	7,68	8,60	39,6	50,5	8,16
9,72	8,82	8,99	9,82	10,12	—	8,49	9,49	43,4	51,0	8,94
9,53	9,49	9,11	9,16	9,84	—	9,00	9,43	45,0	55,0	9,20
—	—	—	10,97	—	—	—	—	—	—	(9,47)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(9,54)
8,77	8,66	8,62	9,41	9,83	9,58					
54,4	49,5	58,5	48,4	44,3	54,3					

часть

9,53	9,41	—	—	—	—	9,16	9,41	47,1	48,7	9,29
9,08	—	—	8,59	8,02	—	8,42	8,79	40,7	51,4	8,63
8,90	8,19	7,34	8,00	7,64	—	7,42	8,11	34,2	50,4	7,83
8,31	6,77	7,36	6,39	7,34	7,67	6,91	7,31	42,6	46,4	7,12
8,35	7,67	7,53	8,07	7,20	—	6,94	7,76	37,7	51,7	7,41
8,47	7,55	7,86	7,13	7,90	8,44	7,78	7,89	45,0	55,0	7,84
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(7,37)
—	—	—	—	(8,23)	—	—	—	—	—	(8,23)
8,77	7,92	7,52	7,64	7,72	8,05					
31,1	6,9	37,9	39,8	45,5	5,88					

сезонам. Зимой средняя месячная повторяемость восточных ветров составляет 22—25%, весной, в апреле, она увеличивается до 33%, затем к июлю уменьшается до 17% и вновь увеличивается к ноябрю до 35%.

В районе о. Кулалы повторяемость восточных ветров достигает в ноябре 41% и постепенно уменьшается к июлю до 13%.

Были подсчитаны средние величины солёности для западной и восточной частей Северного Каспия отдельно при ветрах, способствующих опреснению данных районов, и при ветрах, вызывающих осолонение (табл. 11).

При более детальном рассмотрении распределения средней солёности и ее изменения в Северном Каспии под влиянием ветра было установлено, что максимальные колебания солёности в западной части моря наблюдаются преимущественно в летние месяцы и, как правило, в многоводные годы (табл. 12).

Таблица 12

Пределы колебаний солёности воды (‰) в Северном Каспии при действии ветров разных направлений по месяцам

Год	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Западная часть								
1953	0,95	—	1,31	1,67	—	—	—	—
1956	0,56	—	0,62	—	—	0,42	0,50	—
1957	1,04	0,97	1,95	1,54	1,30	0,54	0,34	—
1958	—	—	0,93	1,94	0,87	0,37	1,28	(1,60)
1959	—	—	0,38	0,70	2,78	1,23	1,08	—
1960	—	—	1,72	0,59	0,29	0,55	0,12	—
Восточная часть								
1953	0,43	—	0,37	0,05	—	—	—	—
1956	0,97	—	0,66	—	—	1,39	0,40	—
1957	—	0,57	1,63	0,88	0,10	0,19	0,37	—
1958	—	—	1,21	0,05	0,02	0,02	0,38	0,71
1959	—	—	0,52	1,46	0,17	0,31	0,97	—
1960	—	—	0,33	0,47	0,45	0,21	0,19	0,00

Так, в июне 1957 г. и июле 1958 г. колебания солёности в зависимости от направления ветра в западной части были около 2‰. В маловодные годы под влиянием ветров разных направлений средняя солёность меняется незначительно в течение всего года, например, в 1956 г. максимальное изменение солёности было не более 0,6‰. Изменение солёности в восточной части носит сглаженный характер и связано, как правило, с ветровым воздействием, влияющим на водообмен между западной и восточной частями моря. Таким образом, резкие изменения солёности в западной части моря обусловлены повышенным сто-

ком Волги и синоптической обстановкой в определенный период времени.

Влияние ветров одинаковых направлений на хлорность разных участков моря изучалось по данным синхронных наблюдений многосуточных станций (в апреле и сентябре — на станциях XIV и V, в апреле — на станциях IIIб и VII, в июне — на станциях V и VII (1961 г.), в апреле — на ст. V и VII (1963 г.)

Результаты изменения хлорности на станциях V и VII под влиянием ветров восточных румбов показаны на рис. 14. Так, под действием ветров этого направления хлорность на ст. VII

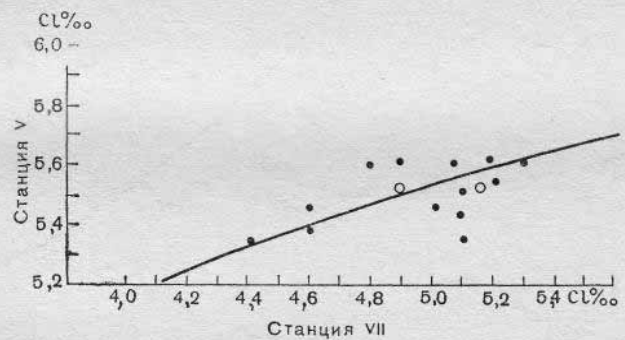


Рис. 14. Изменение хлорности (‰) на станциях V и VII под влиянием ветра восточного направления. Апрель 1963 г.

повысилась на 1‰, а на ст. V — на 0,3‰. По расположению изогалин в апреле можно сделать вывод, что продолжительные ветры восточных и северо-восточных направлений способствовали повышению хлорности как в районе водообмена между западной и восточной частями моря (ст. V), так и в районе свала глубин (ст. VII). В июне в течение всего времени наблюдений направление ветра изменялось несколько раз, при этом наблюдались юго-западные, северные и северо-восточные, а также западные и северо-западные ветры.

Из рис. 15 видно, что ветры юго-западного направления оказывали осолоняющее влияние на район свала глубин, увеличивая хлорность с 2 до 4‰. Это объясняется тем, что ветры юго-западного направления способствовали проникновению вод из Среднего Каспия в район свала глубин. В то же время эти же ветры вызывали понижение хлора на 1‰ на ст. V. По-видимому, здесь ветры юго-западных направлений вызывают компенсационный приток менее соленых вод. Северные и северо-восточные ветры способствовали повышению хлорности в обоих районах моря, но наиболее существенные изменения (в пределах 1—2‰) обнаружены в районе свала глубин. Северо-западные

ветры были нейтральными для района водообмена и не оказывали существенного влияния на изменение хлорности в этом районе. В то же время в районе свала глубин хлорность повысилась на 1‰ .

Наблюдения в апреле 1961 г. показали, что при восточных ветрах хлорность в районе предустьевого взморья (ст. IIIб) снизилась с $1,5$ до $0,4\text{‰}$. В то же время в районе свала глубин она

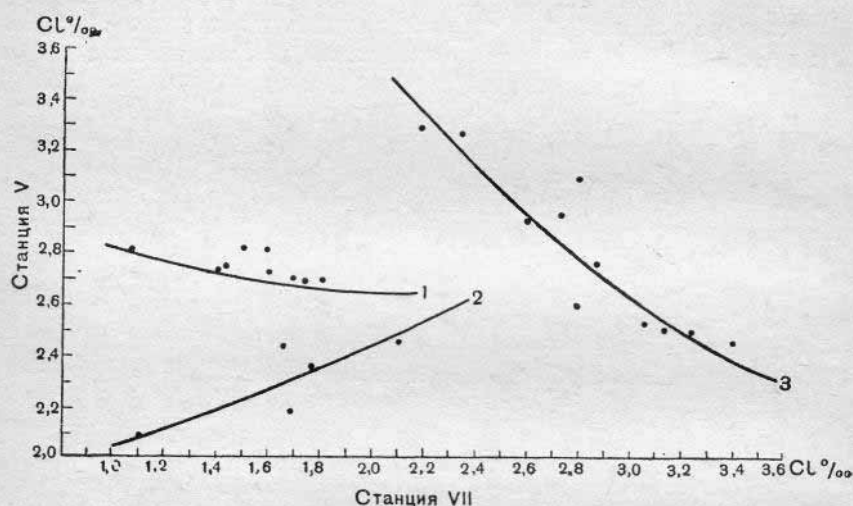


Рис. 15. Изменение хлорности (‰) на станциях V и VII под действием ветров различных направлений. Июнь 1961 г.

1 — северо-западный ветер, 2 — северо-восточный, 3 — юго-западный.

повысилась, правда, незначительно (примерно на $0,4\text{‰}$). Под действием южных ветров хлорность увеличилась в обоих районах на 1‰ .

Представляют некоторый интерес наблюдения, полученные на станциях XIV и V, так как оба пункта находятся в районе водообмена между западной и восточной частями (ст. XIV расположена в северной части водообмена, а ст. V — в южной). В сентябре продолжительные ветры юго-западного направления оказывали опресняющее действие на северный район, снижая хлорность с $3,5$ до $0,5\text{‰}$, так как в этот период водные массы с низкой хлорностью располагаются южнее этого района. В южном районе хлорность сначала увеличилась на 1‰ , а затем оставалась довольно постоянной при неизменяющемся направлении ветра.

В апреле продолжительные ветры восточного направления оказывали противоположное влияние на хлорность обоих районов. На ст. XIV хлорность понижалась с $1,5$ до $0,2\text{‰}$, а на ст. V — повышалась (в пределах $0,5\text{‰}$).

Резюмируя изложенное выше, можно сделать вывод, что изменения хлорности под воздействием различных ветров наиболее существенны для района свала глубин, как одного из самых динамичных районов Северного Каспия.

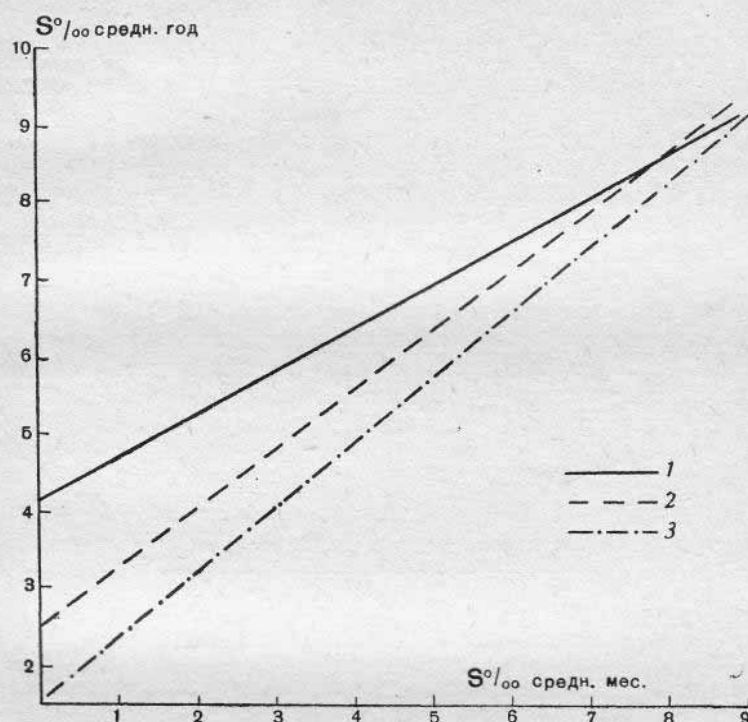


Рис. 16. Связь средней годовой и средней месячной солености (‰) в Западной части моря.
1 — июнь, 2 — июль, 3 — август.

Соотношение между средними годовыми и средними месячными значениями солености. Для западной и восточной частей моря найдены (рис. 16) следующие соотношения между средними годовыми и месячными значениями солености (‰).¹

Для западной части:

$$S_{\text{ср. год}} = 0,778S_{\text{ср. VI}} + 2,550, \quad r = \pm 0,60;$$

$$S_{\text{ср. год}} = 0,591S_{\text{ср. VII}} + 4,090, \quad r = \pm 0,30;$$

$$S_{\text{ср. год}} = 0,849S_{\text{ср. VIII}} + 1,540, \quad r = \pm 0,64.$$

¹ При составлении связей использованы данные по солености, начиная с 1937 г.

Для восточной части:

$$S_{\text{ср. год}} = 0,939S_{\text{ср. VI}} + 0,209, \quad r = \pm 0,48;$$

$$S_{\text{ср. год}} = 0,834S_{\text{ср. VII}} + 1,406, \quad r = \pm 0,55;$$

$$S_{\text{ср. год}} = 0,973S_{\text{ср. VIII}} + 0,752, \quad r = \pm 0,67.$$

Здесь r — среднее квадратическое отклонение в ‰.

Подобные соотношения найдены только для трех летних месяцев; отсутствие достаточного числа материалов наблюдений не позволило построить и оценить эти соотношения для других месяцев. Полученные формулы позволяют рассчитать среднюю годовую соленость отдельных частей моря с известной точностью и заблаговременностью в полгода. Сравнительно хорошие связи между значениями солености летних месяцев и средней годовой величиной солености обусловлены тем, что именно в летние месяцы под влиянием паводочных вод наиболее сильно изменяется режим солености, и эти изменения самым существенным образом отражаются на величине средней годовой солености. Весной и осенью режим солености значительно более ровный, а ветровая обстановка, которая могла бы повлиять на распределение и абсолютную величину солености, примерно одинакова (табл. 13).

Таблица 13
Повторяемость ветра в разные сезоны (%)

Сезон	Опресняющий ветер	Осолоняющий ветер
Весна . . .	37	57
Лето . . .	37	52
Осень . . .	40	50

Кратковременные изменения солености

Кратковременные изменения солености воды, которые вызываются перераспределением водных масс с различной соленостью ветровыми и стоковыми течениями, наиболее отчетливо прослеживаются по данным наблюдений четырех стандартных многосуточных станций. Станция IIIб (глубина 2—2,5 м) расположена у выхода из Белинского канала в мелководном районе предустьевого взморья Волги; станции XIV (2,5 м) и V (3,5 м) расположены в районе водообмена между западной и восточной частями; ст. VII (6—6,5 м) и юго-западнее от нее станция на Астраханском приемном маяке (13 м) расположены в районе свала глубин.

Для сравнения кратковременных изменений солености северных станций (опресненных) с южными (морскими) использо-

ваны данные по хлору. Это объясняется низкими величинами (0,5‰) хлорности, отмеченными на станциях IIIб и XIV.

В районе мелководного взморья, находящегося под непосредственным влиянием речного стока, не наблюдаются существенные суточные колебания хлорности (табл. 14).

Так, в апреле 1961 г. хлорность изменялась от 0,15 до 1,45‰. Наиболее высокие значения хлорности (около 1,5‰) обусловлены притоком более соленых вод при длительном воздействии ветров восточного и северо-восточного направлений. При ветрах северного и северо-западного направлений хлорность понижается до 0,2‰. В разделе сезонных изменений солености показано, что в апреле более соленые воды подходят довольно близко к мелководному взморью. Поэтому восточные ветры оказывают осолоняющее влияние на мелководный район предустьевого взморья, а северные и северо-западные усиливают влияние волжского стока.

В июне—июле влияние волжского стока на данный район оказывается наиболее сильным. Максимальные колебания хлорности в летнее время не превышают 0,05‰. Только изредка при продолжительном действии ветров южного направления хлорность повышается до 0,2—0,3‰. В осенний период кратковременные изменения хлорности также незначительны и ее максимальные изменения составляют около 0,7‰. Длительное воздействие ветров северного и западного направлений вызывает опреснение до 0,1‰, влияние ветров восточного направления обуславливает повышение хлорности до 0,8‰.

Из изложенного следует, что в мелководном пространстве предустьевого взморья максимальные кратковременные изменения хлора колеблются в пределах нескольких десятых промилле и зависят от действия ветров разных направлений.

В мелководном районе водообмена между западной и восточной частями Северного Каспия (табл. 15) происходит полное перемешивание вод по вертикали благодаря ветровому перемешиванию. Наиболее существенные кратковременные колебания хлорности наблюдаются ранней весной и в сентябре. Так, максимальные колебания хлорности составляют в апреле 1,1, а в сентябре 1,7‰. В указанном районе ветры южных и восточных направлений вызывают увеличение хлорности, а западные, северные и северо-восточные ветры способствуют ее уменьшению. Изменение направления ветра средней скорости здесь вызывает быстрое изменение солености. Приведенные данные о течениях объясняют причины изменения солености в этом районе. Ветры южного, юго-западного и юго-восточного направлений обуславливают возникновение течения, направленного на север. Благодаря этому в район водообмена из восточной части и центрального района Северного Каспия поступают воды с повышенной соленостью. Ветры северного и западного направлений

Таблица 14

Суточные изменения $Cl \text{ ‰}$ на ст. IIIб в поверхностных водах в 1961 г.

Время, час.	$Cl \text{ ‰}$	$S \text{ ‰}$	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.	Время, час.	$Cl \text{ ‰}$	$S \text{ ‰}$	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.
12/IV					31/V				
10	1,45	3,56	BCB	251	10	0,06	—	Ю	276
14	1,13	2,81	BCB	256	14	0,07	—	Ю	336
18	0,97	2,43	BCB	251	18	0,04	—	ЮЮЗ	51
22	0,63	1,63	BCB	251	22	0,06	—	Ю	36
13/IV					1/VI				
2	0,70	1,79	BCB	246	2	0,04	—	ЮЗ	86
6	0,77	1,96	CB	231	6	0,04	—	З	81
10	0,82	2,08	CB	213	10	0,04	—	ЮЗ	51
14	0,56	1,46	C	201	14	0,04	—	ЮЗ	58
18	0,47	—	CЗ	71	18	0,04	—	ЮЗ	66
22	0,40	—	C	224	22	0,04	—	ЮЗ	66
14/IV					2/VI				
6	0,44	—	ЗСЗ	106	2	0,04	—	ЮЗ	86
10	0,51	1,34	ЗЮЗ	51	6	0,04	—	ЮЗ	51
14	0,40	—	ЗЮЗ	73	10	0,04	—	ЗЮЗ	116
18	0,44	—	ЗЮЗ	106	14	0,04	—	З	201
22	0,52	1,37	З	101	18	0,04	—	ЮЗ	236
15/IV					22	0,04	—	ЮЗ	36
2	0,63	1,63	ЮЗ	46	3/VI				
6	0,54	1,41	ЗЮЗ	86	2	0,04	—	ЮЗ	16
10	0,28	—	З	101	6	0,04	—	З	46
14	0,22	—	C	210	10	0,04	—	ЗЮЗ	86
18	0,39	—	C	206	14	0,04	—	ЗЮЗ	71
22	0,32	—	C	186	18	0,04	—	ЮЗ	46
16/IV					22	0,04	—	ЮЗ	56
2	0,29	—	ССЗ	176	4/VI				
6	0,36	—	CЗ	136	2	0,04	—	ЮЗ	64
10	0,23	—	ЗСЗ	111	6	0,04	—	З	66
14	0,28	—	ЗЮЗ	66	10	0,04	—	ССЗ	226
18	0,15	—	ЮЗ	52	14	0,04	—	Штиль	248
22	0,31	—	ЮЗ	54	18	0,04	—	Штиль	251
17/IV					22	0,06	—	З	186
2	0,51	1,34	ЮЗ	56					
6	0,76	1,93	ЮЮЗ	51					
10	0,96	2,41	ЗЮЗ	41					

Время, час.	Cl °/∞	S °/∞	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.	Время, час.	Cl °/∞	S °/∞	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.
11/VII					25/IX				
2	0,04	—	С	146	2	0,23	—	ЮЗ	46
10	0,03	—	Штиль	—	18	0,73	1,86	СВ	257
14	0,03	—	ЮЮЗ	—	22	0,81	2,05	СВ	252
18	0,03	—	СЗ	176					
22	0,03	—	С	206					
12/VII					26/IX				
2	0,03	—	ЗСЗ	136	2	0,71	1,82	З	257
6	0,03	—	ССЗ	106	6	0,76	1,93	З	256
10	0,04	—	З	46	10	0,76	1,93	В	282
14	0,03	—	ЗЮЗ	84	14	0,68	1,74	ВЮВ	267
18	0,03	—	ЮЗ	41	18	0,51	1,34	СВ	239
22	0,03	—	ЮЗ	56	22	0,77	1,96	СВ	247
13/VII					27/IX				
2	0,03	—	З	66	2	0,80	2,03	ВСВ	242
6	0,03	—	ЗЮЗ	86	6	0,77	1,96	СВ	123
10	0,03	—	ЮЮЗ	36	14	0,70	1,79	СВ	—
14	0,17	—	ЮЗ	56	18	0,53	1,39	Штиль	67
18	0,36	—	ЮЮЗ	46	22	0,13	—	Штиль	97
22	0,14	—	ЮЗ	42					
14/VII					28/IX				
2	0,03	—	ЮЗ	36	2	0,14	—	З	72
6	0,03	—	ЮЮЗ	66	6	0,23	—	Штиль	105
10	0,03	—	З	76	10	0,39	—	Штиль	127
14	0,03	—	ЮЗ	66	14	0,33	—	ЮВ	207
18	0,12	—	ЮЗ	76	18	0,32	—	ВСВ	307
22	0,09	—	ЮЗ	56	22	0,48	—	ВСВ	272
15/VII					29/IX				
2	0,03	—	З	96	2	0,17	—	ВСВ	267
6	0,03	—	ЗЮЗ	76	6	0,53	1,39	ВСВ	282
10	0,03	—	ЮЮЗ	61	10	0,55	1,44	ВСВ	57
14	0,03	—	ЮЗ	56					
18	0,04	—	ЮЮЗ	47					
22	0,04	—	ЮЗ	46					

Таблица 15

Суточные изменения $Cl \text{ ‰}$ на ст. XIV в поверхностных водах в 1961 г.

Время, час.	$Cl \text{ ‰}$	$S \text{ ‰}$	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.	Время, час.	$Cl \text{ ‰}$	$S \text{ ‰}$	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.
18/IV					31/V				
10	0,48	—	ЮЮВ	43	10	0,04	—	ЮЗ	77
14	0,48	—	ЮЮВ	28	14	0,05	—	ЮЗ	77
18	0,41	—	ЮЮЗ	6	18	0,04	—	ЮЗ	—
22	0,60	1,56	ЮЮЗ	37	22	0,04	—	ЮЗ	97
19/IV					1/VI				
2	0,79	2,00	ЮЗ	67	2	0,05	—	ЮЗ	72
6	0,72	1,84	СВ	216	6	0,04	—	ЮЗ	85
10	0,48	—	СВ	237	10	0,05	—	ЮЗ	60
14	0,71	1,82	СВ	235	14	0,04	—	ЮЗ	53
18	0,30	—	ВСВ	258	18	0,05	—	ЮЗ	47
22	0,28	—	Штиль	267	22	0,05	—	ЮЗ	44
20/IV					2/VI				
2	0,46	—	Штиль	262	2	0,08	—	ЮЗ	62
6	0,59	1,53	В	257	6	0,10	—	ЮЮЗ	42
10	0,82	2,08	ВЮВ	297	10	0,12	—	ЮЗ	97
14	1,04	2,59	ЮЮВ	337	14	0,12	—	СЗ	207
18	1,11	2,76	Ю	350	18	0,15	—	ЗЮЗ	87
22	1,42	3,49	Ю	12	22	0,15	—	ЮЗ	117
21/IV					3/VI				
2	1,10	2,74	Ю	25	2	0,12	—	ЮЗ	72
6	1,37	3,37	Ю	11	6	0,09	—	ЮЗ	62
10	1,39	3,42	Ю	34	10	0,11	—	ЮЗ	65
14	1,39	3,42	ЮЮЗ	22	14	0,10	—	ЮЗ	57
18	1,35	3,33	ЮЗ	27	18	0,12	—	ЮЗ	47
22	1,05	2,62	Штиль	62	22	0,16	—	ЮЗ	52
22/IV					4/VI				
2	1,13	2,81	С	202	2	0,24	—	ЮЗ	67
6	1,22	3,02	С	197	6	0,24	—	З	307
10	1,20	2,97	С	215	10	0,19	—	З	267
14	0,83	2,10	ССВ	202	14	0,18	—	ЗСЗ	177
18	0,98	2,45	ССВ	217	18	0,19	—	ЗЮЗ	77
22	1,14	2,83	СВ	250	22	0,21	—	З	97
23/IV					5/VI				
2	1,06	2,64	СВ	227	2	0,36	—	СЗ	167
6	1,38	3,40	СВ	237	6	0,36	—	СВ	232
10	1,37	3,37	ВСВ	238	—	—	—	—	—

Время, час.	Cl °/∞	S °/∞	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.	Время, час.	Cl °/∞	S °/∞	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.
18/VII					19/IX				
2	0,04	—	ЗЮЗ	329	2	0,63	1,63	ЗЮЗ	82
6	0,04	—	СЗ	187	10	1,61	3,94	СЗ	166
10	0,04	—	ЗСЗ	287	14	1,61	3,94	ЗСЗ	107
14	0,04	—	ЮЮЗ	51	18	3,25	7,81	ЗСЗ	89
18	0,04	—	ЮЮЗ	32	22	3,35	8,05	ЮЮЗ	37
22	0,05	—	ЮЮЗ	27					
19/VII					20/IX				
2	0,04	—	ЮЮЗ	61	2	3,24	7,79	ЮЗ	42
6	0,05	—	ЮЗ	357	6	3,08	7,41	ЗЮЗ	59
10	0,04	—	Штиль	347	10	2,97	7,15	ЗЮЗ	87
14	0,04	—	ЮЮЗ	13	14	3,00	7,22	ЗЮЗ	36
18	0,04	—	Штиль	7	18	2,91	7,01	З	92
22	0,05	—	ВСВ	257	22	2,73	6,58	ЗЮЗ	67
20/VII					21/IX				
2	0,30	—	СЗ	277	2	2,53	6,11	З	67
6	0,37	—	З	275	6	2,25	5,45	З	84
10	0,56	1,46	В	277	10	2,00	4,86	ЗЮЗ	27
14	0,65	1,67	В	261	14	1,88	4,58	ЗЮЗ	67
18	0,95	2,38	ВСВ	257	18	1,82	4,44	ЗЮЗ	69
22	0,95	2,38	СВ	227	22	1,46	3,59	З	87
21/VII					22/IX				
2	0,99	2,48	СВ	233	2	1,32	3,26	З	57
6	0,90	2,26	С	187	6	1,36	3,35	З	75
10	0,88	2,22	СЗ	227	10	1,49	3,66	З	37
14	0,80	2,03	ЗСЗ	232	14	0,47	—	З	67
18	0,85	2,15	ЗЮЗ	67	18	0,51	1,34	З	27
22	0,83	2,10	ЮЗ	47	22	0,59	1,53	ЗСЗ	147
22/VII					23/IX				
2	0,79	2,00	ЮЗ	52	2	0,59	1,53	З	77
6	0,82	2,08	ЗСЗ	90	6	0,61	1,58	ЗСЗ	111
10	0,87	2,19	ЗЮЗ	47	10	0,61	1,58	З	57
14	0,72	1,84	ЗЮЗ	79	14	0,66	1,70	З	17
18	0,80	2,03	ЗЮЗ	105	18	0,71	1,82	З	117
22	0,57	1,49	ЮЗ	57					

способствуют развитию течений, направленных на юг и восток; с ними приходят воды более низкой солености из районов, находящихся под непосредственным влиянием волжского стока.

В июне 1961 г. на ст. XIV максимальные кратковременные колебания хлорности не превышают $0,3\text{‰}$, а в июле они составляют около $0,9\text{‰}$. Подобные изменения наблюдались и в июне—июле 1962 г. Смена направления и скорости ветра не вызывала резких кратковременных изменений хлорности, что, по всей вероятности, объясняется преобладанием в это время стоковых течений в данном районе (табл. 15).

Таким образом, на кратковременную изменчивость хлорности в рассматриваемом районе влияют режим ветра и течений. Ветровые течения наиболее существенную роль играют в весенний и осенний периоды, когда соленые воды распространяются далеко на север.

В южном районе водообмена между западной и восточной частями моря (ст. V) кратковременная изменчивость хлорности отмечается во все сезоны года. Так, в 1961 г. (табл. 16) максимальные колебания хлорности составили в апреле около $0,9\text{‰}$, в июне 1,2, в июле $0,95$ и в сентябре $1,8\text{‰}$. В апреле при продолжительном действии (8 часов) южного ветра со средней скоростью 10 м/сек. развиваются течения, направленные с юга (юго-запада) на север (северо-восток). Действие этих течений обусловило повышение хлорности до $4,3\text{‰}$. Затем с изменением направления течения происходил перенос водных масс с севера на юг, благодаря чему хлорность воды понизилась до $3,4\text{‰}$. Дальнейшему повышению хлорности до $3,8\text{‰}$ предшествовал южный ветер и течения, направленные на север. В июне резкое повышение хлорности с $2,5$ до $3,3\text{‰}$ было обусловлено действием ветра юго-западного направления (средняя скорость 5 м/сек.) и развившимся течением, направленным на северо-восток.

Несколько необычная картина в кратковременных колебаниях хлорности наблюдалась в июле 1961 г. 21/VII хлорность повысилась за 12 часов с $2,1$ до $2,7\text{‰}$. Во время повышения хлорности ветер имел северное направление и максимальную скорость 15 м/сек., течение (максимальная скорость 60 см/сек.) было направлено на юго-запад. На повышение хлорности, по-видимому, повлияло предшествующее продолжительное по времени действия течение, направленное с востока на запад. Действие же течения, направленного на юго-запад, по-видимому, вызвало последующее понижение хлорности до $2,1\text{‰}$ (22/VII), хотя в это время уже изменилось направление течения при действии юго-западного ветра на северо-восточное.

В сентябре в течение пяти суток хлорность почти не менялась. Этому способствовал постоянный ветер юго-западного направления и течение, направленное на северо-восток. Однако

Таблица 16

Суточные изменения $Cl_{\text{‰}}$ на ст. V в поверхностных водах в 1961 г.

Время, час.	$Cl_{\text{‰}}$	$S_{\text{‰}}$	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.	Время, час.	$Cl_{\text{‰}}$	$S_{\text{‰}}$	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.
18/IV					5/VI				
10	3,95	9,46	Ю	27	10	2,09	5,07	CB	227
14	3,98	9,53	Ю	27	14	2,10	5,10	CCB	222
18	4,14	9,91	Ю	42	18	2,36	5,71	CCB	212
22	4,18	10,00	Ю	42	22	2,46	5,95	CCB	222
19/IV					6/VI				
2	4,31	10,31	Ю	67	2	2,44	5,90	CCB	232
6	4,30	10,29	С	232	6	2,47	5,97	CCB	187
10	4,15	9,93	CB	245	10	2,74	6,61	СЗ	157
14	4,08	9,77	CB	232	14	2,79	6,72	CCЗ	177
18	3,93	9,41	CB	227	18	2,74	6,61	З	107
22	3,78	9,06	CB	235	22	2,74	6,61	CCB	97
20/IV					7/VI				
2	3,76	9,01	CB	223	2	2,73	6,58	С	87
6	3,72	8,92	В	247	6	2,73	6,58	CCЗ	97
14	3,47	8,33	ЮЮВ	307	10	2,72	6,56	CCЗ	17
18	3,46	8,31	ЮЮЗ	307	14	2,82	6,80	CCЗ	67
22	3,45	8,28	Ю	262	18	2,81	6,77	З	64
21/IV					22	2,71	6,54	ЮЗ	57
2	3,46	8,31	Ю	294	8/VI				
6	3,48	8,35	ЮЮВ	37	2	2,58	6,23	ЮЗ	57
10	3,51	8,42	Ю	357	6	2,48	5,99	ЗЮЗ	62
14	3,46	8,31	Ю	17	10	3,28	7,88	ЮЗ	67
18	3,44	8,26	Ю	357	14	3,29	7,90	ЮЗ	47
22	3,53	8,47	ЮЗ	—	18	3,12	7,50	ЮЗ	45
22/IV					22	2,95	7,10	ЮЗ	47
2	3,52	8,45	CCЗ	216	9/VI				
6	3,52	8,45	С	197	2	2,94	7,08	ЮЗ	52
10	3,53	8,47	С	219	6	2,76	6,65	ЮЗ	62
14	3,57	8,57	С	237	10	2,66	6,42	ЗЮЗ	57
18	3,67	8,80	CCB	237					
22	3,77	9,04	CB	191					
23/IV									
2	3,67	8,80	CB	207					
6	3,67	8,80	CB	347					
10	3,51	8,42	CB	227					

Время, час.	Cl ‰	S ‰	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.	Время, час.	Cl ‰	S ‰	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.
18/VII					20/IX				
2	1,78	4,34	ЮЗ	67					
6	1,76	4,29	З	сл. т. 247	0	2,93	7,05	ЮЗ	67
10	2,10	5,10	Штиль		4	3,22	7,74	ЮЮЗ	39
14	2,07	5,03	ЮЮЗ	сл. т.	8	3,43	8,23	ЮЗ	67
18	2,11	5,12	ЮЗ	сл. т.	12	3,55	8,52	ЗЮЗ	87
22	2,11	5,12	Ю	277	16	3,77	9,04	З	57
					20	3,82	9,16	З	117
19/VII					21/IX				
2	2,04	4,95	ЮЗ	302					
6	2,00	4,86	З	207	0	3,85	9,23	ЮЗ	97
10	2,39	5,78	Ю	167	4	3,97	9,51	З	112
14	2,70	6,51	В	87	8	3,91	9,37	З	72
18	2,71	6,54	СВ	267	12	3,87	9,27	ЗЮЗ	67
22	2,55	6,16	СВВ	247	16	3,92	9,39	ЮЗ	36
					20	4,06	9,72	З	77
20/VII					22/IX				
2	2,34	5,66	В	297					
6	2,29	5,54	В	317	0	4,08	9,77	ЗЮЗ	67
10	2,39	5,78	В	287	4	4,58	10,95	ЗЮЗ	97
14	2,58	6,23	СВВ	247	8	4,02	9,63	З	87
18	2,64	6,37	СВ	257	12	3,99	9,56	З	79
22	2,49	6,02	СВ	257	16	3,88	9,30	З	127
					20	3,93	9,41	З	127
21/VII					23/IX				
2	2,22	5,38	СВВ	269					
6	2,13	5,17	С	183	0	3,97	9,51	З	127
10	2,40	5,80	С	197	4	3,75	8,99	ЗСЗ	182
14	2,51	6,06	ЗСЗ	150	8	3,86	9,25	ЗСЗ	197
18	2,60	6,28	З	105	12	4,15	9,93	ЗСЗ	197
22	2,52	6,09	ЮЗ	37	16	3,76	9,01	З	167
					20	3,38	8,12	СВ	192
22/VII					24/IX				
2	2,37	5,73	ЮЗ	51					
6	2,26	5,47	З	98	0	3,62	8,68	С	197
10	2,30	5,57	ЮЗ	59	4	3,37	8,09	ССЗ	207
14	2,15	5,21	ЮЗ	59	8	2,77	6,68	С	207
18	2,15	5,21	З	77					
22	2,09	5,07	ЮЗ	67					
23/VII									
2	2,11	5,12	З	124					

23/IX наблюдалось довольно резкое падение хлорности с 4,2 до 2,7‰. При анализе гидрометеорологической обстановки выяснилось, что это падение хлорности может быть объяснено сменой направления течения с северо-восточного на юго-западное, что обеспечило перенос распресненной воды с севера в район водообмена.

Таким образом, на кратковременную изменчивость хлорности в южном районе водообмена западной и восточной частей в первую очередь оказывает влияние ветер. Изменяя направление течения воды, ветер способствует перемещению водных масс в район водообмена из различных районов Северного Каспия. Во все сезоны года в районе водообмена между западной и восточной частями моря под действием ветра южного направления появляются течения, имеющие северное или северо-восточное направление. Они обуславливают приток вод из южных, а также юго-западных и юго-восточных районов Северного Каспия и, как правило, вызывают повышение хлорности в районе водообмена. Понижение хлорности вызывается обычно течениями противоположного направления: при южном, юго-западном и юго-восточном течениях хлорность падает.¹

Наибольшие кратковременные изменения хлорности отмечаются в районе свала глубин (ст. VII), где происходит конвергенция опресненных вод Северного Каспия с более солеными водами Среднего Каспия. Максимальные колебания хлорности в поверхностном слое (табл. 17) составили в апреле 1,2, июне 2,3, июле 1,4 и сентябре 1‰. В апреле дважды наблюдалось повышение хлорности в течение пяти суток, обусловленное действием юго-западного течения, максимальная скорость которого была 67 см/сек.; в сентябре повышение хлорности объясняется длительным действием течения, направленного на запад, благодаря которому из восточных и юго-восточных районов приходят воды более соленые.

Как указывает Скриптунов (1958), в районе свала глубин в поверхностном слое направление течения в зависимости от направления ветра сильно меняется. При установившемся ветре направление течения в поверхностных слоях моря чаще всего совпадает с направлением ветра. Обычно скорость течения в поверхностном слое почти в два раза больше, чем в районе взморья с малыми глубинами (3 м), где нет резкого изменения плотности воды по вертикали. Все эти положения вполне подтверждаются данными о течении и ветре, полученными в июле 1959 г. и в июне—июле 1961 г. Так, 7/VI начиная с 18 часов хлорность в течение последующих двух суток повысилась

¹ Данные, полученные автором в 1959 г. и опубликованные в Трудах ГОИН, вып. 72, 1964, также подтверждают эти выводы о влиянии направления течения на соленость на станциях V и VII.

Таблица 17

Суточные изменения $Cl \text{ ‰}$ на ст. VII в поверхностных водах в 1961 г.

Время, час.	$Cl \text{ ‰}$	$S \text{ ‰}$	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.	Время, час.	$Cl \text{ ‰}$	$S \text{ ‰}$	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.
12/IV					5/VI				
10	4,48	10,71	BCB	258	10	1,10	2,74	CB	246
14	4,73	11,30	CB	254	14	1,67	4,08	CB	256
18	4,77	11,40	BCB	231	18	1,75	4,27	CB	231
22	4,73	11,30	BCB	251	22	2,10	5,10	CCB	256
13/IV					6/VI				
2	4,58	10,95	CB	231	2	1,67	4,08	CCB	166
6	4,56	10,90	CB	231	6	1,61	3,94	CCB	216
10	4,43	10,59	CB	241	10	1,39	3,42	CC3	206
14	4,22	10,10	CC3	246	14	1,06	2,64	C3	151
18	4,03	9,65	C3	126	18	1,43	3,51	C3	171
22	3,97	9,51	C3	121	22	1,63	3,99	3	126
14/IV					7/VI				
2	4,09	9,79	C3	166	2	1,71	4,18	CB	148
6	4,08	9,77	C3	106	6	1,74	4,25	CCB	191
10	4,15	9,93	C3	101	10	1,76	4,29	C	186
14	4,14	9,91	3C3	96	14	1,53	3,75	C	238
18	4,02	9,63	3	96	18	1,57	3,85	Штиль	320
22	4,09	9,79	3Ю3	96	22	1,77	4,32	Ю3	66
15/IV					8/VI				
2	4,01	9,60	ЮЮ3	51	2	1,69	4,13	Ю3	88
6	3,64	8,73	ЮЮ3	54	6	2,18	5,28	3	101
10	3,60	8,64	3	66	10	2,35	5,69	3	121
14	3,68	8,82	C	171	14	2,19	5,31	Ю3	121
18	3,70	8,87	C	231	18	2,83	6,82	Ю3	86
22	3,67	8,80	C	226	22	2,63	6,35	Ю3	66
16/IV					9/VI				
2	3,74	8,94	CC3	196	2	2,74	6,61	Ю3	113
6	3,67	8,80	CC3	136	6	2,86	6,89	Ю3	136
10	3,57	8,57	C3	186	10	2,78	6,70	Ю3	96
14	3,58	8,59	3	66	14	3,06	7,36	Ю	62
18	3,82	9,16	ЮЮ3	66	18	3,40	8,16	ЮЮ3	86
22	4,15	9,93	ЮЮ3	96	22	3,15	7,57	Ю3	106
17/IV					10/VI				
2	4,31	10,31	ЮЮ3	91	2	3,22	7,74	Ю3	116
6	4,49	10,74	Ю	66	6	3,23	7,76	В	151
10	4,51	10,78	ЮЮ3	61					

Время, час.	Cl °/∞	S °/∞	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.	Время, час.	Cl °/∞	S °/∞	Направ- ление ветра	Направ- ление течения, град.
11/VI					25/IX				
10	3,73	8,94	СВ	258	8	4,17	9,98	В	277
14	3,73	8,94	СВ	т. с.	12	4,04	9,67	В	273
18	3,51	8,42	Штиль	167	16	4,07	9,75	ВСВ	247
22	3,62	8,68	СЗ	187	20	3,79	9,08	ВСВ	246
12/VII					26/IX				
2	4,13	9,89	ССЗ	193	0	3,75	8,99	В	261
6	3,69	8,85	СЗ	179	4	3,62	8,68	В	249
10	3,99	9,56	З	167	8	3,62	8,68	В	257
14	3,68	8,82	З	120	12	3,49	8,38	В	273
18	4,01	9,60	З	97	16	3,43	8,23	В	247
22	4,4	10,62	ЮЗ	72	20	3,66	8,78	В	253
13/VII					27/IX				
2	4,35	10,41	ЗЮЗ	122	0	3,70	8,87	ВСВ	257
6	4,63	11,07	З	113	4	3,71	8,90	ВСВ	242
10	4,61	11,02	ЗЮЗ	72	8	3,52	8,45	С	217
14	4,31	10,31	ЗЮЗ	77	12	3,37	8,09	В	302
18	4,26	10,19	ЮЗ	97	16	3,61	8,66	С	255
22	4,24	10,15	ЮЗ	77	20	3,21	7,72	Штиль	254
14/VII					28/IX				
2	3,88	9,30	ЗЮЗ	87	0	3,23	7,76	Штиль	35
6	3,34	8,02	ЗЮЗ	85	4	3,17	7,62	СЗ	41
10	3,83	9,18	ЮЗ	67	8	3,82	9,16	СВ	187
14	3,25	7,81	ЮЗ	97	12	3,29	7,90	ВСВ	257
18	3,21	7,72	З	112	16	3,14	7,55	ВСВ	253
22	3,25	7,81	ЗЮЗ	87	20	3,22	7,74	ВСВ	254
15/VII					29/IX				
2	3,39	8,14	З	110	0	3,44	8,26	ВСВ	273
6	3,52	8,45	ЗЮЗ	87	4	3,55	8,52	В	257
10	3,60	8,64	ЗЮЗ	87	8	3,60	8,64	В	277
14	3,60	8,64	З	109	12	3,51	8,42	В	253
18	3,56	8,54	ЮЗ	97	16	3,63	8,71	ВСВ	263
22	3,73	8,94	ЮЗ	67	20	3,58	8,59	ВСВ	251
16/VII					30/IX				
2	4,08	9,77	ЮЗ	73	0	3,70	8,87	ВСВ	281
6	4,11	9,84	ЗЮЗ	81	4	3,68	8,82	СВ	296
10	4,30	10,29	З	127					

в поверхностном слое с 1,6 до 3,3‰, причем этому явлению, как оказалось, способствовало продолжительное по времени восточное направление течения в поверхностном слое. Карта распределения солёности в мае—июне 1961 г. показывает, что воды с хлорностью 2—3‰ распространялись далеко на запад и северо-запад. По-видимому, это и явилось причиной повышения хлорности на ст. VII за счет притока вод с запада. В июле 1961 г. продолжительное юго-восточное направление течения вызвало понижение хлорности с 4 до 3‰, так как вся северо-западная часть Северного Каспия занята водами более низкой солёности.

Вертикальное распределение солёности

Н. А. Скриптунов (1958) показал, что «условием вертикальной стратификации солёности на взморье является приток пресных волжских вод и ветер, вызывающий волнение и дрейфовое течение». Сильный ветер в зоне до свала глубин создает однородность воды по вертикали, а на свале глубин, наоборот, — резко выраженную стратификацию солёности.

По характеру вертикального распределения солёности Скриптунов выделяет три района: первый — от морского края дельты до склона морского бара (изобата 2 м) с однородным распределением солёности по глубине; второй — от изобаты 2 м до свала глубин с незначительным изменением солёности по вертикали; третий — свал глубин, где обнаруживается существенная вертикальная стратификация солёности воды. По материалам наблюдений, собранным на вековом разрезе III в разные годы, можно проследить вертикальное распределение солёности в каждом из указанных выше районов.

Начиная с 1960 г. вертикальное распределение солёности изучалось АГМО по материалам наблюдений на многосуточных станциях и разрезах четыре раза в сезон. Было установлено, что в районе свала глубин изменчивость солёности по вертикали отсутствовала в апреле, так как в это время волжский сток еще был столь незначителен, что не мог существенно влиять на центральную область Северного Каспия, занятую водами более высокой солёности (11—12‰). В мае—июле здесь обнаруживается резкая вертикальная стратификация солёности: различие в солёности между поверхностью и дном равно в мае 3, а в июне—июле 5‰. Южнее свала глубин резкого изменения солёности по вертикали, как правило, не обнаруживается.

Наличие противотечений в районе свала глубин создает резкую вертикальную стратификацию с весьма существенной кратковременной изменчивостью солёности у дна, но это наблюдается в основном только в летнее время. Так, например, начиная с 13/VII 1961 г. на поверхности было отмечено юго-восточное течение, а у дна — северо-западное, что обусловило уве-

личение солёности у дна по сравнению с поверхностью на 2—2,5‰. Особенно резкая кратковременная изменчивость солёности у дна (4,5‰) и по вертикали была найдена в июне 1962 г. Повышение солёности до 11‰ у дна было обусловлено продолжительным действием северо-восточного течения. В это же время на поверхности отмечалась более низкая солёность по сравнению с придонной, вызванная юго-восточным направлением течения (рис. 17).

Наиболее резкая вертикальная стратификация солёности наблюдалась в юго-западном районе. Об этом свидетельствуют данные о солёности, полученные на Астраханском плавмаяке, а также на дополнительных разрезах XIII и III. Так, в районе Астраханского плавмаяка располагается зона наибольших вертикальных градиентов солёности (до 10‰). По данным Скриптунова (1962), «влияние ветра на изменение солёности в этом районе зависит от пространственного расположения и величины градиентов солёности в прилегающих районах моря».

Наибольшая вертикальная изменчивость солёности была обнаружена на дополнительных разрезах XIII и III в июле 1961 г. и октябре 1962 г., о чем свидетельствуют данные табл. 18 и рис. 18. Данные табл. 18 подтверждают вывод Скриптунова о том, что наибольшая неоднородность вод в районе свала глубин создается при сильных сгонных ветрах. Здесь также обнаружены течения, направление которых резко меняется с глубиной.

Таблица 18

Изменение солёности по вертикали на разрезе XIII

Станция	Глубина, м	Октябрь 1962 г.		Июль 1961 г.					
		S‰				Направление течения, град.		Ветер	
		пов.	дно	пов.	дно	пов.	дно	направление	скорость, м/сек.
11а	8	—	—	6,25	11,85	142	333	СЗ	11,2
12	8	8,57	8,99	6,06	12,01	128	21	СЗ	10,2
13	13	8,31	12,20	6,51	12,08	136	32	СЗ	10,2
14	10	4,36	11,87	—	—	—	—	—	—
15	10	3,23	11,02	—	11,63	72	8	СЗ	6,0
16	8	5,00	8,68	4,18	6,84	46	329	ЮЗ	5,0
17	6	0,42	2,50	—	—	—	—	—	—

Восточная часть представляет собой в основном район мелководный. Во все сезоны года ветры, перемешивая толщу воды, создают здесь однородную по вертикали картину распределения солёности. Правда, в районе Уральской бороздины была отмечена некоторая неоднородность солёности по вер-

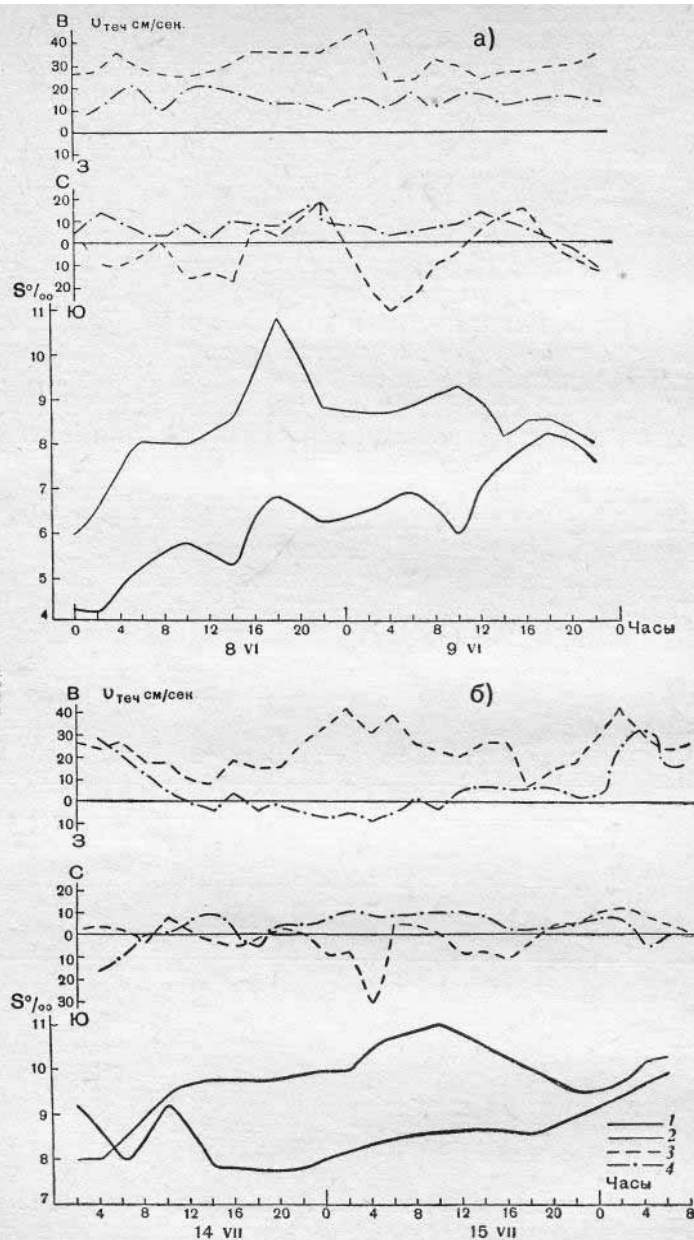


Рис. 17. Кратковременная изменчивость солености на поверхности и у дна на ст. VII в июне 1962 г. (а) и июле 1961 г. (б).
 1 — S^0_{06} на поверхности, 2 — S^0_{00} у дна, 3 — течение на поверхности, 4 — течение у дна.

тикали. Изменение солёности по вертикали составило в июле 1961 г. $0,8\text{‰}$, а в апреле 1962 г. $1,3\text{‰}$.

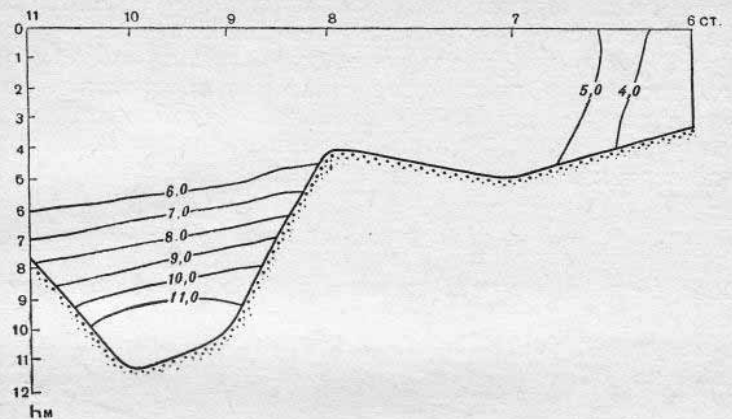


Рис. 18. Изменение солёности по вертикали на дополнительном разрезе III. Июль 1961.

Таким образом, в восточной части Северного Каспия вертикальная стратификация отсутствует (за редким исключением, относящимся к Уральской бороздине).

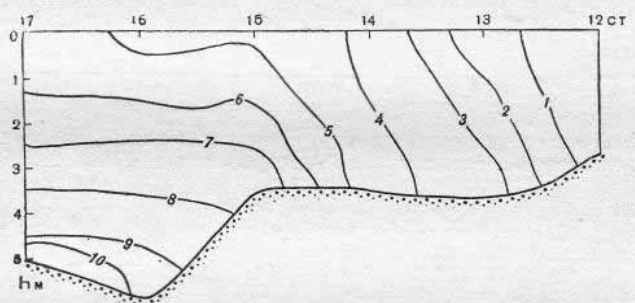


Рис. 19. Изменение солёности по вертикали на вековом разрезе II. Май 1962 г.

К. И. Иванов, Н. И. Винецкая, Н. А. Скриптунов и др. также указывали на однородность солёности по вертикали в этом районе. Отсутствие здесь вертикальной стратификации объясняется мелководностью района, удаленностью его от Среднего Каспия и от устья Волги и интенсивным перемешиванием под воздействием ветров различных направлений.

В районе водообмена между западной и восточной частями Северного Каспия были обнаружены довольно существенные изменения солёности по вертикали, которые в апреле 1961 г.

в штилевую погоду составляли около 2‰ при глубине 3 м, что вполне согласовывалось с характером течения, которое на поверхности имело юго-западное направление, а у дна северо-восточное. Еще более резкое изменение солености по вертикали (от 3 до 5‰ в южной части водообмена) было отмечено в мае 1962 г. (рис. 19). Однако вследствие мелководности района и под воздействием ветра вертикальная стратификация здесь весьма неустойчива и быстро сменяется однородностью солености по вертикали.

Расчет будущей солености

Перед исследователями ставится задача определить возможные изменения в режиме солености вод Северного Каспия, которые могут произойти в связи с предстоящим водозабором

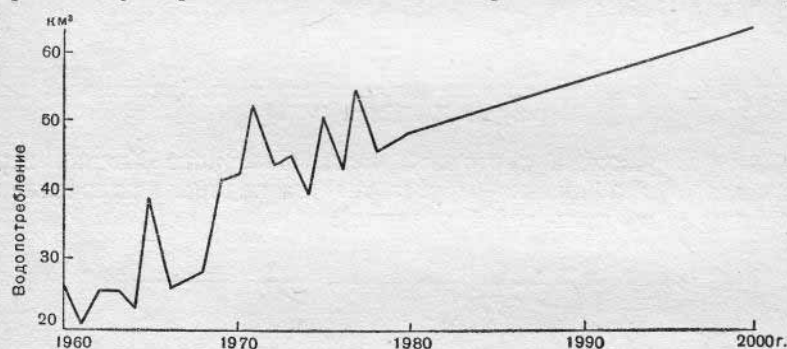


Рис. 20. Предполагаемые безвозвратные изъятия воды из рек Каспийского бассейна (по данным Гидропроекта на I/XII 1963 г.).

в бассейне Волги и переброской в Волгу части стока Печоры и Вычегды. В ближайшем будущем, по данным Гидропроекта, предполагаются безвозвратные ежегодные изъятия стока из рек Каспийского бассейна в целях орошения засушливых земель (рис. 20).

В основу расчета будущей солености вод Северного Каспия были положены формулы, выражающие зависимость средних величин солености вод западной части Северного Каспия от стока Волги (Q км³), а также зависимость солености вод всего Северного Каспия и его восточной части от суммированного стока (км³) Волги и Урала:

$$S_{с.к}^{0/00} = -0,041 (Q_{ср. В. за 3 г} + Q_{ср. многол. Ур}) + 18,30,$$

$$S_{в. ч}^{0/00} = -0,062 (Q_{ср. В. за 3 г} + Q_{ср. многол. Ур}) + 23,03.$$

Средний сток Волги в Верхне-Лебяжье за последние 25 лет составляет 235 км³, средний многолетний сток Урала в поселке

Тополи за 1935—1954 гг. — около 10 км^3 . Сток других малых рек (Терек, Сулак), впадающих в Северный Каспий, в сравнении с волжским стоком оказывается столь незначительным, что им в данной работе можно пренебречь.

Средние годовые величины стока на будущие годы, начиная с 1964 г., рассчитаны путем вычитания из различных значений

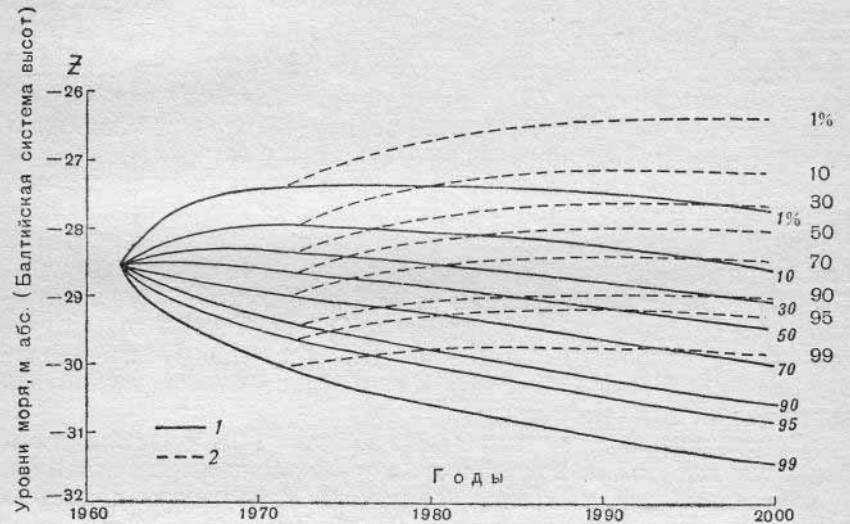


Рис. 21. Ожидаемые изменения уровня (обеспеченность в %) Каспийского моря при современных естественных водных ресурсах (1) и при переброске части стока рек Печоры и Вычегды (2).

обеспеченности стока величин, запроектированных на безвозвратное изъятие. Из рис. 20 видно, что начиная с 1965 г. величина водозабора будет возрастать от года к году и к 2000 г. достигнет 70 км^3 . В связи с этим Гидропроект провел работу по вычислению ожидаемых уровней Каспийского моря при современных естественных водных ресурсах моря и свободном оттоке воды в Кара-Богаз-Гол. Оказалось, что к 2000 г. уровень понизится на 1 м по сравнению с уровнем 1962 г. (рис. 21). Авторами рассчитана будущая соленость Северного Каспия и отдельно каждой его части для различных значений обеспеченности стока, приведенных в табл. 19. Исходя из 50%-ной обеспеченности стока¹, в результате постоянного водозабора соленость

¹ Мы считали возможным пользоваться этой кривой обеспеченности стока для дальнейших расчетов будущей солености Северного Каспия, так как по данным Гидропроекта, исходя из 50%-ной обеспеченности уровня, к 2000 г. ожидается понижение уровня на 1 м, что соответствует его колебаниям за 1937—1962 гг., т. е. за тот период, для которого составлялся график обеспеченности.

Таблица 19

**Обеспеченность волжского стока за 1937—1962 гг. в Верхне-Лебяжье
(по данным Байдина и АГМО)**

Обеспеченность, ‰ . . .	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99
Сток Волги, км ³	330	285	270	255	240	225	220	215	210	190	155

Северного Каспия возрастет к 2000 г. до 11,3‰, западной его части — до 10,3, восточной — до 12,4‰. Таким образом, по сравнению со средней многолетней величиной солёности за предшествующее десятилетие солёность к 2000 г. в Северном Каспии повысится на 2,7‰, в его западной части — на 1,3‰ и в восточной — на 4,4‰. Подобные величины солёности наблюдались в Северном Каспии в 1938—1940 гг. и были связаны с резким падением уровня Каспийского моря и резким уменьшением волжского стока до 150—180 км³. В связи с этим начиная с 1972 г. Гидропроект предполагает компенсировать ежегодные безвозвратные изъятия стока переброской в Волгу части стока Печоры и Вычегды (в среднем от 17,6 до 37,6 км³ в год) и ограничением оттока в залив Кара-Богаз-Гол до 5 км³ в год. С учетом всех предполагаемых мероприятий был произведен расчет будущей солёности Северного Каспия и отдельно каждой его части (табл. 20).

По сравнению с данными Б. Д. Зайкова (1947) о количестве вод, поступающих из Каспийского моря в залив Кара-Богаз-Гол, в настоящее время приток этих вод сократился примерно вдвое — с 20 до 10 км³, по данным Х. К. Уланова и А. И. Дзенс-Литовского (1963).

Исходя из разной обеспеченности речного стока, авторы рассчитали будущую солёность Северного Каспия с учетом тех мероприятий, которые планируется здесь проводить. В этом случае средняя годовая солёность Северного Каспия до 1986 г. не будет превышать среднюю величину солёности за 1954—1962 гг. Однако к 2000 г. солёность моря снова повысится до 9,5—9,7‰ (табл. 20).

С целью контроля полученных результатов произведен подсчет средних величин солёности по уравнению солевого баланса, взятому из работы А. И. Симонова (1964),

$$S_i V_i - S_{i-1} V_{i-1} = S'_{i-1} Q'_{i-1} - S_{i-1} Q_{i-1},$$

где S_i — искомая солёность определенного года; S_{i-1} — известная солёность предшествующего года; V_i и V_{i-1} — объемы Северного Каспия с учетом поправки на изменение уровня моря; S'_{i-1} — средняя солёность Среднего Каспия, принятая автором за постоянную величину, равную 13‰; Q'_{i-1} — объем вод, поступивших из Среднего Каспия в предшествующий год; Q_{i-1} — объем вод, вытекших из Северного Каспия в предшествующий год.

Наибольшую сложность в данном вопросе представлял расчет водообмена между Средним и Северным Каспием. Величины водообмена рассчитывались по способу В. С. Самойленко (1947), который производил расчет для Керченского пролива.

Пресный баланс Северного Каспия

$$h = F + P - E,$$

где h — избыток пресных вод в балансе Северного Каспия, F — величина речного стока, P — количество атмосферных осадков, E — испарение.

Уравнение водного баланса можно написать в таком виде: $F + P - E = \vec{f} - \bar{f}$ или $h = \vec{f} - \bar{f}$, где \vec{f} — количество вод, вытекающих из Северного Каспия, \bar{f} — приток вод из Среднего Каспия. Уравнение солевого баланса

$$S_0 \vec{f} = S_{00} F + S \bar{f},$$

где S_0 — соленость Северного Каспия, S_{00} — соленость речных вод, S — соленость Среднего Каспия.

Совместное решение двух уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \vec{f} &= h + \bar{f} \\ \vec{f} &= \frac{S}{S_0} \bar{f} + \frac{S_{00}}{S_0} F \end{aligned} \right\}$$

позволяет найти величины водообмена (табл. 21).

В связи с тем, что в литературе отсутствуют новые данные по испарению и атмосферным осадкам, автор счел возможным принять во всех расчетах годовые их величины постоянными, равными средним годовым величинам атмосферных осадков (11 км^3) и средним годовым значениям испарения (88 км^3) за период 1946—1952 гг. Эти данные были использованы в работе Зайцева и Леднева (1955).

Ввиду того, что уровень Каспийского моря в дальнейшем не будет оставаться постоянным, для прогноза будущей солености Северного Каспия по уравнению солевого баланса были рассчитаны ежегодные изменения объема Северного Каспия до 2000 г. для уровней 50%-ной обеспеченности, представленных Бакинской ГМО и Гидропроектом имени С. Я. Жука (табл. 22). Данные табл. 23 дают возможность сравнить соленость, полученную обоими расчетными методами, с соленостью наблюдаемой. Сопоставление величин солености, полученных разными методами, показало, что оба расчетных метода оказались вполне применимыми для расчета будущей солености.

Начиная с 1958 г. Бакинская ГМО проводила работы на разрезе Чечень—Мангышлак. Этот разрез является пограничным между Северным и Средним Каспием. Поэтому изменения

Таблица 20

Будущая соленость (‰) Северного Каспия с учетом всех предполагаемых мероприятий (безвозвратный водозабор и переброска части стока северных рек) при 50 %-ной обеспеченности волжского стока и при постоянном стоке Урала 10 км³

Год	Северный Каспий				Западная часть				Восточная часть						
	с учетом водозабора	с учетом водозабора и пере- броски стока рек, км³			с учетом водозабора	с учетом водозабора и пере- броски стока рек, км³			с учетом водозабора	с учетом водозабора и пере- броски стока рек, км³					
		37,6	27,6	17,6		7,6	37,6	27,6		17,6	7,6	37,6	27,6	17,6	7,6
1964															
1965					9,60					10,26					
1966	9,85				9,89					10,38					
1967	9,94				9,66					10,13					
1968	9,78				9,68					10,44					
1969	9,98				9,69					10,75					
1970	10,19				10,45					11,25					
1971	10,52				10,13					11,31					
1972	10,56	9,98	10,11	10,24	10,38	9,98	9,21	9,40	9,58	9,76	10,43	10,64	10,85	11,05	
1973	10,60	9,44	9,70	9,97	10,25	10,00	9,23	9,41	9,59	9,77	9,61	10,03	10,44	10,85	
1974	10,43	8,69	9,10	9,50	9,91	9,91	9,14	9,32	9,50	9,68	8,49	9,11	9,73	10,35	
1975	10,52	8,78	9,19	9,60	10,01	10,11	9,34	9,52	9,70	9,89	8,63	9,25	9,87	10,49	
1976	10,52	8,82	9,18	9,58	9,99	9,98	9,22	9,40	9,58	9,76	8,61	9,24	9,85	10,47	

1977	10,72	9,02	9,38	9,79	10,20	10,18	9,23	9,59	9,77	9,96	11,56	8,92	9,54	10,16	10,78
1978	10,64	8,90	9,31	9,71	10,13	10,02	9,25	9,43	9,61	9,79	11,44	8,61	9,43	10,05	10,67
1979	10,68	8,94	9,35	9,76	10,17	10,04	9,27	9,45	9,63	9,81	11,50	8,86	9,50	10,12	10,74
1980	10,60	8,86	9,26	9,67	10,08	10,05	9,29	9,47	9,65	9,83	11,37	8,73	9,35	9,97	10,59
1981	10,64	8,90	9,30	9,71	10,12	10,07	9,31	9,49	9,67	9,85	11,44	8,80	9,42	10,04	10,66
1982	10,68	8,94	9,34	9,75	10,16	10,09	9,32	9,51	9,68	9,86	11,50	8,86	9,48	10,10	10,72
1983	10,72	8,98	9,38	9,79	10,20	10,11	9,34	9,52	9,70	9,88	11,56	8,92	9,54	10,16	10,78
1984	10,76	9,02	9,42	9,83	10,24	10,13	9,36	9,54	9,72	9,90	11,62	8,98	9,60	10,22	10,84
1985	10,80	9,06	9,46	9,87	10,28	10,14	9,38	9,56	9,74	9,92	11,68	9,03	9,66	10,28	10,90
1986	10,84	9,08	9,50	9,90	10,31	10,14	9,38	9,56	9,74	9,92	11,75	9,09	9,73	10,33	10,95
1987	10,84	9,10	9,50	9,92	10,33	10,16	9,40	9,58	9,76	9,94	11,75	9,11	9,73	10,36	10,98
1988	10,89	9,14	9,54	9,95	10,36	10,18	9,41	9,59	9,77	9,95	11,81	9,17	9,79	10,41	11,03
1989	10,93	9,18	9,58	9,99	10,41	10,41	9,41	9,61	9,79	9,97	11,87	9,23	9,85	10,47	11,09
1990	10,97	9,23	9,63	10,04	10,45	10,22	9,45	9,63	9,81	9,99	11,93	9,29	9,91	10,53	11,15
1991	11,01	9,24	9,67	10,06	10,47	10,22	9,45	9,63	9,81	9,99	11,99	9,34	9,97	10,58	11,19
1992	11,01	9,27	9,68	10,09	10,50	10,23	9,47	9,65	9,83	10,01	11,99	9,35	9,99	10,61	11,23
1993	11,05	9,31	9,71	10,12	10,53	10,25	9,49	9,67	9,85	10,03	12,06	9,42	10,04	10,67	11,28
1994	11,09	9,31	9,74	10,17	10,56	10,25	9,49	9,67	9,85	10,03	12,12	9,42	10,08	10,74	11,32
1995	11,09	9,35	9,76	10,17	10,57	10,27	9,50	9,68	9,86	10,04	12,12	9,48	10,12	10,74	11,36
1996	11,13	9,39	9,79	10,20	10,61	10,29	9,54	9,70	9,88	10,06	12,18	9,54	10,16	10,78	11,40
1997	11,17	9,43	9,83	10,24	10,65	10,31	9,54	9,72	9,90	10,08	12,24	9,60	10,22	10,84	11,46
1998	11,21	9,47	9,87	10,28	10,70	10,32	9,56	9,74	9,92	10,10	12,30	9,66	10,28	10,90	11,52
1999	11,25	9,51	9,91	10,32	10,73	10,34	9,58	9,76	9,94	10,12	12,37	9,73	10,35	10,97	11,59
2000	11,30	9,53	9,94	10,35	10,76	10,34	9,58	9,76	9,94	10,12	12,43	9,77	10,39	11,01	11,63

Таблица 21

**Расчет водообмена между Средним и Северным Каспием по методу
Самойленко**

Год	S_{00} Волги	S_0 Север- ного Каспия	Сток Волги F	$\frac{S_{00}}{S_0}$	$\frac{S_{00}}{S_0} F$	$\frac{h}{F+P-E} = -77$	$\frac{S_{\text{Ср. Касп.}}}{S_0}$	\overleftarrow{f} км³ из Среднего Каспия	\overrightarrow{f} км³ из Северного Каспия
1953	0,20	7,65	261	0,026	6,79	184	1,70	253	436
1954	0,20	8,14	215	0,024	5,16	138	1,60	221	359
1955	0,20	8,71	272	0,023	6,26	195	1,49	385	580
1956	0,20	9,13	216	0,022	4,75	138	1,42	316	454
1957	0,20	8,39	259	0,024	6,22	182	1,55	320	502
1958	0,20	7,76	281	0,026	7,31	204	1,67	294	498
1959	0,20	8,35	216	0,024	5,18	139	1,56	239	378
1960	0,20	8,67	209	0,023	4,81	132	1,50	254	386
1961	0,20	8,66	233	0,023	5,36	156	1,50	301	457
1962	0,20	9,03	236	0,022	5,19	159	1,44	350	509
1976	0,20	8,79	223,6	0,023	5,14	146,6	1,48	295	441
1977	0,20	8,84	222,6	0,023	5,12	145,6	1,47	298	444
1978	0,20	8,77	221,6	0,023	5,10	144,6	1,48	291	436
1990	0,20	9,23	210,6	0,022	4,63	133,6	1,33	391	525
1991	0,20	9,23	210,6	0,022	4,63	133,6	1,33	391	525
1992	0,20	9,27	209,6	0,022	4,61	132,6	1,40	320	453
1998	0,20	9,47	205,6	0,021	4,32	128,6	1,37	336	460
1999	0,20	9,51	204,6	0,021	4,30	127,6	1,37	333	461
2000	0,20	9,51	204,6	0,021	4,30	127,6	1,37	333	461

Таблица 22

**Изменение уровня и объема Северного Каспия в 1953—1962, 1976—1978,
1990—1992 и 1998—2000 гг. по сравнению с 1940 г.**

Год	Изменение уровня, см	Изменение объема, км³	Год	Изменение уровня, см	Изменение объема, км³
1953	—50	367	1976	—60	360
1954	—55	364	1977	—50	368
1955	—60	360	1978	—40	376
1956	—65	354	1990	—20	392
1957	—60	359	1991	—20	392
1958	—45	371	1992	—20	392
1959	—45	371	1998	—20	392
1960	—50	368	1999	—20	392
1961	—70	352	2000	—20	392
1962	—70	352			