

**ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА
В ОСАДКАХ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ В СВЯЗИ С ПАДЕНИЕМ ЕГО
УРОВНЯ**

Канд. геол. наук М. П. ГУДКОВ и канд. хим. наук Т. И. ГОРШКОВА

ВВЕДЕНИЕ

Исследование органического вещества осадков Северного Каспия и морского края дельт рек Волги и Урала проводилось КаспНИРО в 1948—1950 гг. в связи с изучением кормовой базы этого водоема. В полевых и лабораторных работах принимали участие М. П. Гудков, В. Я. Горемыкин, Л. А. Барсукова, К. В. Зиновьева, А. С. Гайворонская, А. Т. Пономарева и И. К. Воноков.

Изучение органического вещества в осадках Северного Каспия было начато М. В. Кленовой и Л. А. Ястребовой [8] на материале, собранном в 1932—1934 гг. Позднее, в 1939—1940 гг., исследование качественного и количественного состава органического вещества было проведено Т. И. Горшковой [3 и 4]. М. В. Кленовой и Л. А. Ястребовой удалось составить карту [7, 8] распределения органического вещества в осадках Северного Каспия и подтвердить взаимосвязь накопления органического вещества с механическим составом осадков; такая взаимосвязь была установлена и для осадков других морей [5].

Совершенно неисследованными в этом отношении оставались мелко-водные пространства Северного Каспия и култучная зона рек Волги и Урала. В процессе исследований, проводившихся в 1948—1950 гг., надо было:

получить представление о распределении органического вещества в осадках Северного Каспия и морского края дельт рек Волги и Урала;

изучить динамику распределения органического вещества в разные сезоны года (в дельте рек) и при изменении уровня Северного Каспия в период с 1932 по 1950 г.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

По Северному Каспию в 1948—1950 гг. пробы грунта собраны дночерпателем и трубкой на 450 станциях. Из них для 100 проб сделан механический анализ по методу Осборна; в 58 пробах определен органический углерод по методу Кнопа и азот—по методу Кьельдаля. В морском крае дельт рек Волги и Урала сбор осадков произведен по створам-разрезам, заложенным поперек простирания изобат от устья банков в глубь приустьевое пространство до границы надводной растительности. Расстояние между створами равнялось 10—30 км.

Станции по створам располагались в соответствии с рельефом дна, растительным покровом и скоростями течений. Сбор осадков приурочивался к трем периодам—весеннему, летнему и осеннему—в целях определения динамики органического вещества в течение навигационного периода.

Одновременно производились определения органического вещества в воде по окисляемости в кислой среде по методу Кубеля. Скорости течений определялись тахометром — батометром Глушкова.

Материал по морскому краю дельты р. Волги собран на 265 станциях, из них для 89 станций сделан механический анализ, на 116 станциях определен органический углерод и азот и на 102 станциях — скорости течений.

При пересчете органического углерода на органическое вещество принят коэффициент 1,724. Окисляемость, по Кубелю, пересчитана на полное органическое вещество при коэффициенте 2,1.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование органического вещества производилось по всему Северному Каспию, за исключением районов, занятых ракушечными осадками. На морском крае дельты р. Волги исследования велись на Большом Белинском и Иголкинском банках (рис. 1). На р. Урале работы носили рекогносцировочный характер.

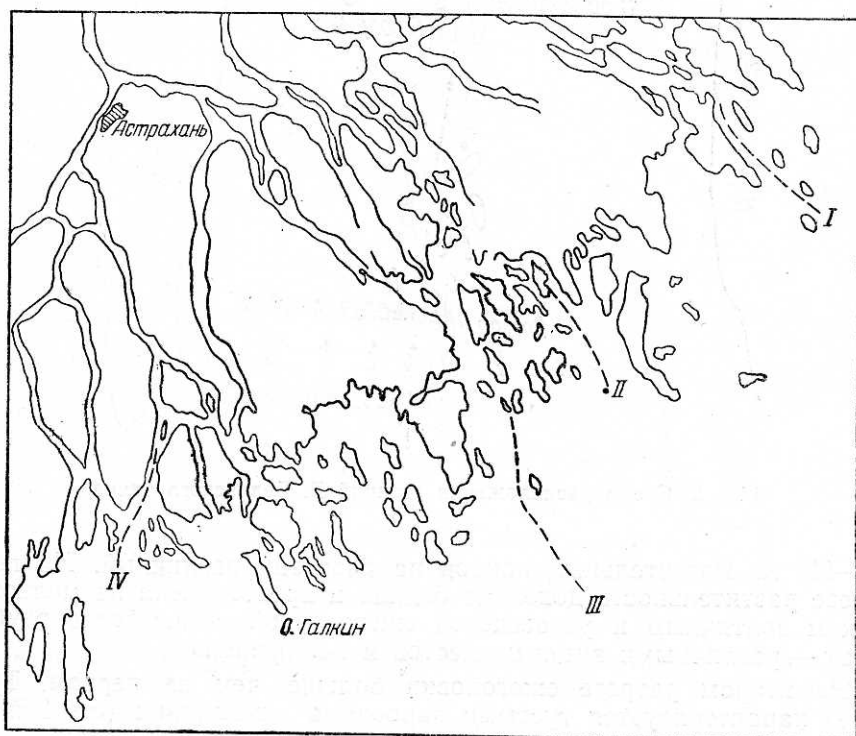


Рис. 1. Схема расположения банков р. Волги:
I—Иголкинский; II—Карайский; III—Б. Белинский; IV—Кировский.

Б. Белинский банк (рис. 2) отличается от Иголкинского (рис. 3) большими мощностью стока и глубиной, повышенной проточностью и небольшой зарастаемостью надводной и подводной растительностью. Характерной особенностью приустьевого пространства Иголкинского банка является наличие в нем серии островов, расположенных от устья банка на протяжении 30—32 км. Расстояние от одного острова до другого равно примерно 2—10 км. По Б. Белинскому банку на морском крае дельты островов нет, за исключением искусственных, образовавшихся вследствие углубления банка.

На Иголкинском банке сделано три створа-разреза. На первом разрезе сделано шесть станций, из которых первые четыре расположены на мелководье, пятая станция—в бороздине, а шестая станция—по левую сторону бороздины. На втором разрезе сделано четыре станции и на третьем—три. Станции двух последних разрезов, занумерованные цифрой 3, характеризуют русло банка. Расстояние между станциями

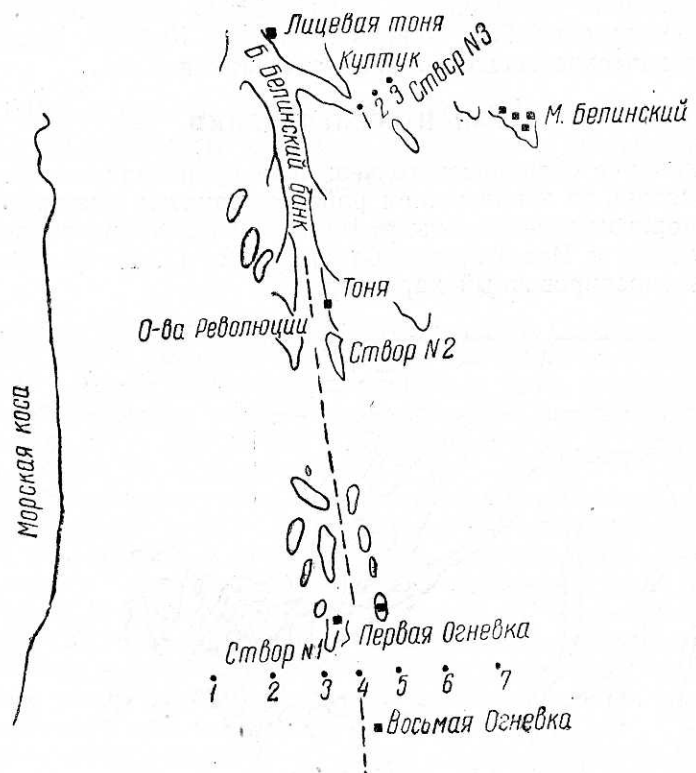


Рис. 2. Схема расположения станций Б. Белинского банка.

200—440 м. Растительный покров на разрезах различный. На первом разрезе растительность довольно бедная и представлена на мелководье сусакон зонтичным и развесистой ежеголовкой, а на более глубоких местах—различными видами рдестов и валлиснерией.

На втором разрезе ежеголовки больше, чем на первом. Третий разрез характеризуется густыми зарослями ежеголовки (ст. 1 и 2) и сплошными зарослями рдеста в русле банка (ст. 3).

Глубина в период с 16 апреля до 20 октября 1948 г. изменялась на первом разрезе от 0,20 до 0,85, на втором—от 0,15 до 0,95 и на третьем—от 0,1 до 0,95 м. Скорость течения менялась на первом разрезе от 0,10 до 0,35, на втором—от 0,17 до 0,38, на третьем—от 0,37 до 0,54 м/сек.

По Б. Белинскому банку сделан один основной разрез на морском крае дельты и два дополнительных: в русле канала и култукке. На первом разрезе 7 станций; первые две станции расположены в густых зарослях сусака зонтичного в смеси с ежеголовкой, третья станция—в разреженном сусаке с отдельными экземплярами рдестов и валлиснерии; на четвертой станции растительности нет, а на трех последних растительность такая же, как и на третьей станции.

На втором разрезе растительности нет. На третьем разрезе имеется три станции с разреженной ежеголовкой и сусаком. Подводная растительность довольно обильная и представлена в основном густыми зарослями рдестов.

Глубина колебалась в период с 19 апреля по 12 ноября 1948 г. на первом разрезе от 0,60 до 2,30, на втором — от 1,17 до 3, на третьем —

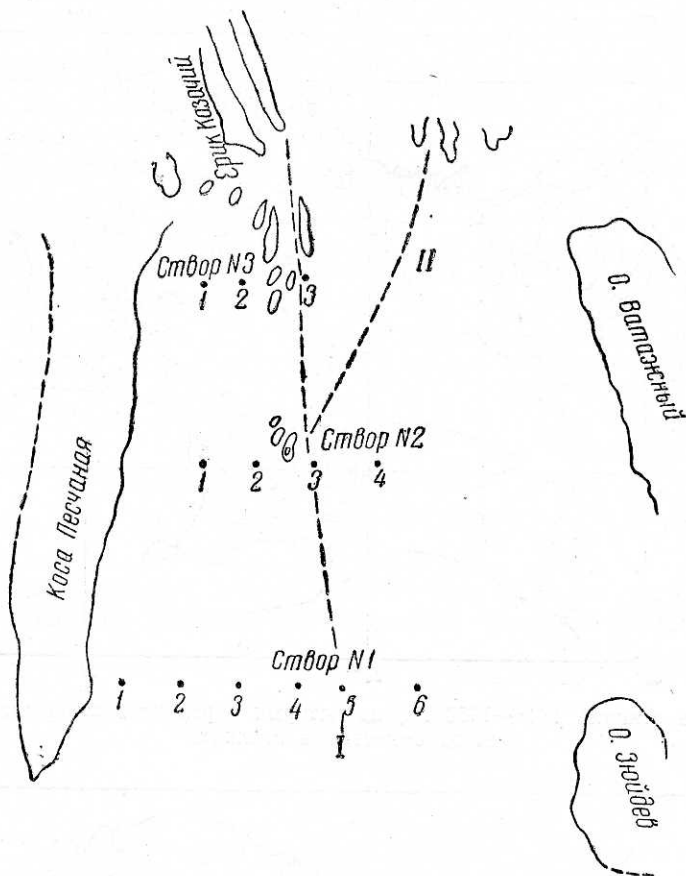


Рис. 3. Схема расположения станций Иголкинского банка:
I—Иголкинский банк; II—вход Мокринского банка.

от 0,55 до 1,70 м. Скорость течения за тот же период менялась на первом разрезе от 0,1 до 0,35, на втором — от 0,60 до 0,71 и на третьем — от 0,28 до 0,53 м/сек.

При рассмотрении глубин и скоростей видно, что в весеннюю межень по Б. Белинскому банку глубина в среднем равна 0,67 м, а по Иголкинскому — 0,26 м. В паводок средняя глубина на Иголкинском банке достигает 0,78 м, а на Б. Белинском — 1,07 м.

В осеннюю межень глубины на обоих банках немного уменьшаются и составляют на Б. Белинском банке 0,96 м, а на Иголкинском — 0,58 м.

Скорости течений в устье Б. Белинского банка (створ № 2) и Иголкинского (Казачий ерик) сильно отличаются от скоростей течений по другим створам. Здесь они колебались за период наблюдений в пределах 0,55—0,90 м/сек. Далее по направлению к морю на первых створах Б. Белинского и Иголкинского банков в максимум паводка скорости течений достигают соответственно 0,36 (ст. 4) и 0,31 м/сек (ст. 5).

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОСАДКОВ

На основании исследования осадков, собранных в 1948—1950 гг. (рис. 4), составлена карта грунтов северной части Каспийского моря (рис. 5).

Преобладающими осадками в Северном Каспии являются пылеватые пески с тем или иным содержанием целой и битой ракушки, за-

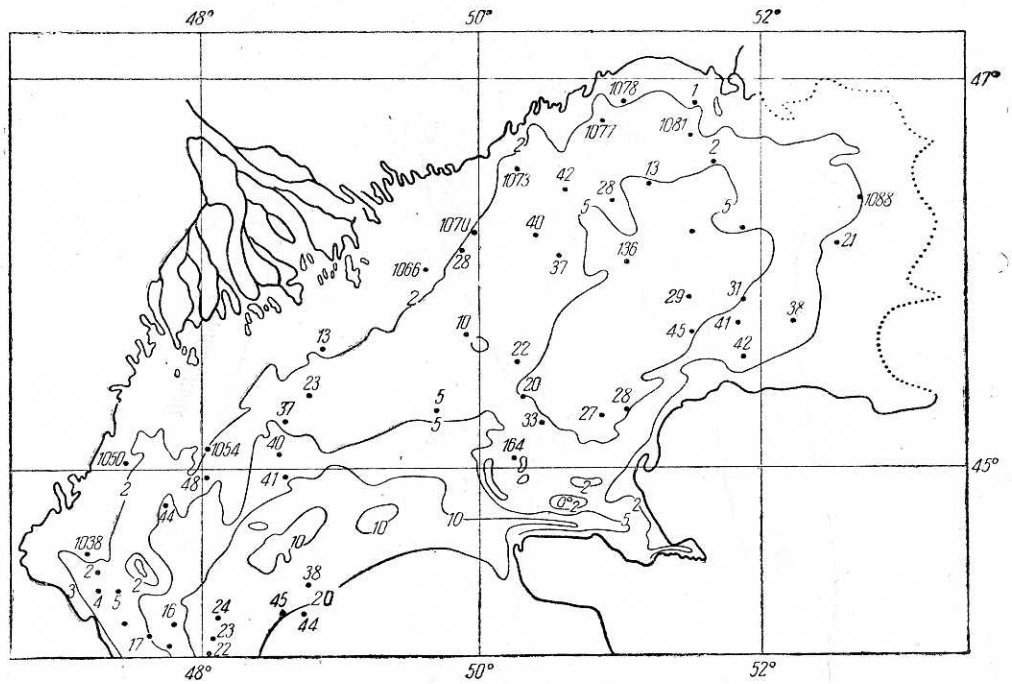


Рис. 4. Карта станций 1948—1950 гг., на которых определено содержание органического вещества в осадках.

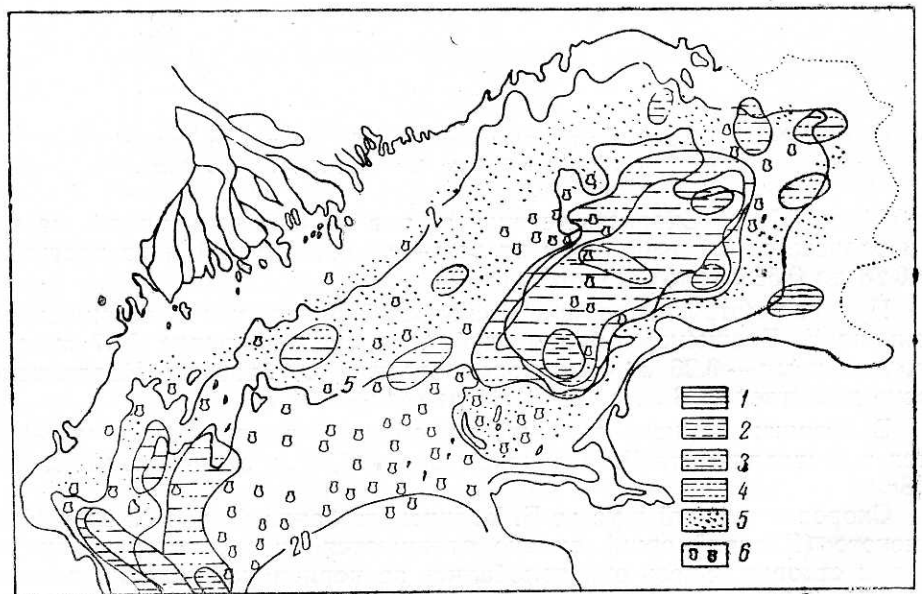


Рис. 5. Схема распределения осадков Северного Каспия по данным 1948—1950 гг. 1—глинистый ил; 2—ил; 3—песчаный ил; 4—илстый песок; 5—пылеватый песок; 6—ракушечник с иском.

тем ракуша с песком и реже всего встречаются мягкие грунты — песчанистые илы, илы и глинистые илы. Для всех осадков моря характерна илистая поверхностная окисленная пленка, наблюдаемая довольно хорошо в штилевую погоду. При дрейфовых течениях она взбалтывается и легко переносится из одной части моря в другую.

Приблизительный расчет площадей, занятых различными грунтами в северной части Каспийского моря, приведен в табл. 1.

Таблица 1

Приблизительный подсчет площадей, занятых различными грунтами в северной части Каспийского моря

Тип грунта	Площадь		Примечание
	в тыс. км ²	% к общей площади	
Ракуша с пылеватым песком . . .	14,4	16,0	Общая площадь Северного Каспия на 1952 г. принята равной 90 тыс. км ² . Карта составлена от 1-метровой изобаты; неиспользованная часть составляет 29,9 тыс. км ² , или 22,2%.
Пылеватый песок с ракушей . . .	15,6	17,3	
Пылеватый песок	26,3	29,2	
Илистый песок	6,3	7,0	
Песчанистый ил	6,8	7,6	
Ил	0,3	0,3	
Глинистый ил	0,4	0,4	
Итого	70,1	77,8	

На основании проб, взятых в 1932—1934 гг, была составлена карта грунтов Северного Каспия (рис. 6). При сравнении нашей карты с

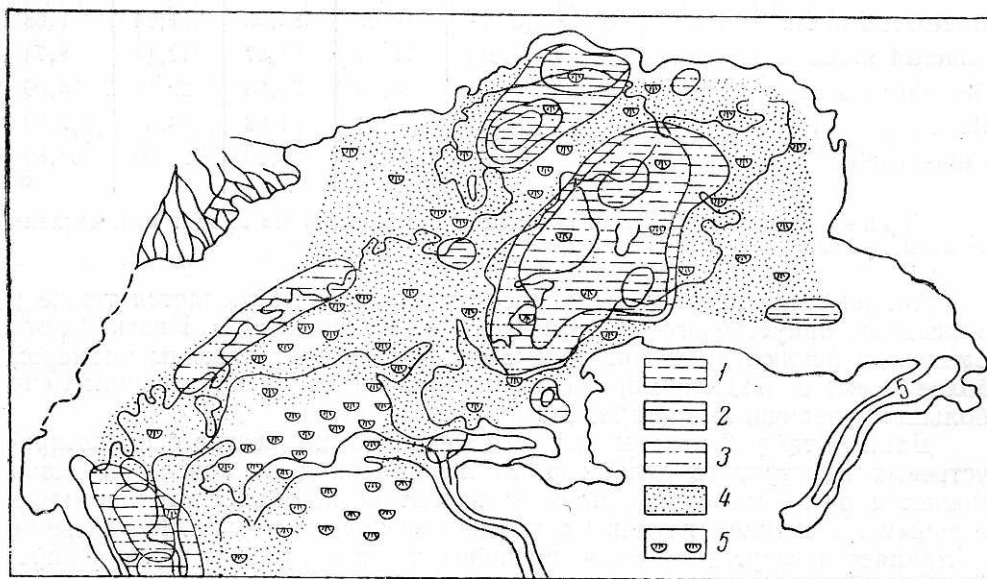


Рис. 6. Схема распределения осадков Северного Каспия в 1932—1934 гг. (по М. В. Кленовой и Л. А. Ястребовой):

1—ил; 2—песчанистый ил; 3—илистый песок; 4—пылеватый песок; 5—ракушечник с песком.

картой 1934 г. ясно видно, что за период с 1932 по 1950 г. вследствие понижения уровня Каспийского моря произошло перераспределение осадков.

Площадь морского дна, занятая пылеватými песками, за исследуемый период сильно увеличилась: пылеватые пески с большим или меньшим содержанием битой ракуши обнаружены на местах, занятых в прошлом илистым песком, песчаным илом и илом. Аналогичное явление наблюдается и на морском крае дельт рек Урала и Волги, где существовавшие ранее довольно большие площади илистых осадков ныне также заняты пылеватым песком, а в Уральской бороздине в отдельных местах появились песчаные осадки с большим содержанием ракуши. В центральной части Северного Каспия площадь, занятая пылеватым песком, сокращается, а площадь ракушечных грунтов увеличивается.

Площадь, занятая илистыми песками, сократилась главным образом в восточной части Северного Каспия, и ареалы этих песков приняли другое очертание. В северо-восточной части моря и близ устья р. Урала песчаные илы ныне в большинстве случаев отсутствуют. На их месте появились пылеватые пески и ракуша.

Площадь чистых песчаных илов без примеси ракуши в Уральской бороздине за 10 лет несколько сократилась. Накопление песчаных илов идет сейчас в районе о-ва Тюлений. Песчанисто-ракушечные осадки в 1934—1940 гг. в Северном Каспии составляли около 60%, в 1950 г. — больше 78%.

В табл. 2 приведены средние данные механического анализа 100 проб осадков Северного Каспия.

Таблица 2

Средний механический состав осадков Северного Каспия (в %)

Тип осадков	Размер частиц в мм				
	>1	1—0.1	0.1—0.05	0.05—0.01	<0.01
Пылеватый песок	(6,33)	10,05	86,53	1,74	1,68
Илистый песок	(4,25)	11,55	67,57	12,14	8,74
Песчаный ил	(3,48)	5,89	53,83	22,19	18,09
Ил	(3,18)	4,54	34,08	24,08	37,30
Глинистый ил	—	0,20	8,30	26,70	64,80

Примечание. Цифры в скобках в состав 100% не входят и вычислены от всей пробы.

Аналогичная картина механического состава наблюдается также и в осадках приустьевоего пространства Б. Белинского и Иголкинского банков за исключением фракции, в которую входят частицы размером более 1 мм; в осадках моря эта фракция представлена сравнительно большими величинами (табл. 3).

Данные табл. 3 показывают, что механический состав осадков приустьевых пространств дельты р. Волги в период от апреля до июня меняется очень мало, что, по всей вероятности, объясняется незначительным изменением глубины и течений за тот же период. Исключение составляет четвертая станция, расположенная в русле канала: в апреле на этой станции был ил, а в июле — илистый песок. Можно думать, что отложившийся в течение зимы ил с наступлением паводка был размыв и большинство илистых частиц вынесено в открытое море.

Подобное изменение осадков было обнаружено нами в 1939 г. при исследовании осадков ильменей дельты р. Волги [3], где также в период с апреля по октябрь наблюдалось значительное укрупнение осадков в связи с уменьшением глубины. Наиболее мелкозернистые осадки обнаружены на морском крае дельты р. Урала (табл. 4).

Таблица 3

Механический состав осадков морского края дельты р. Волги (в %) (1948 г.)

Номер створ-ра	Номер станции	Дата	Глубина в м	Размер частиц в мм				
				>1	1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	<0,01
Б. Белинский банк								
1	3	19/IV	0,66	—	1,0	88,3	4,2	6,5
	4	19/IV	0,75	—	0,7	31,0	33,7	34,6
	5	19/IV	0,60	(1,3)*	4,2	85,8	4,9	5,1
	2	8/V	0,90	(0,1)	3,8	90,7	3,9	1,6
	4	8/V	1,40	—	0,5	88,0	6,0	5,5
	5	8/V	0,94	(0,7)	1,3	—	4,5	2,4
	1	1/VI	0,95	(3,5)	5,6	—	7,7	8,1
	2	1/VI	1,05	—	2,2	—	9,0	11,0
	4	1/VI	1,48	(0,6)	0,3	85,2	7,3	7,2
	5	1/VI	1,28	(8,8)	4,0	86,3	5,7	4,0
6	1/VI	0,85	(8,8)	1,0	82,6	5,6	10,8	
7	1/VI	0,85	(0,1)	6,5	88,8	2,9	1,8	
Иголкинский банк								
1	2-5	16/IV	0,25-0,32	(1,3)	14,9	82,6	1,6	0,9
	1-6	11/V	0,45-0,70	(1,0)	10,5	85,4	1,8	2,3
	1-6	29/V	0,65-0,85	(1,1)	10,8	83,4	3,2	2,6
	1-6	29/VI	0,4-0,7	(3,4)	8,7	86,1	2,1	3,1
2	1-4	17/IV	0,15-0,45	(0,8)	7,7	86,9	2,2	3,2
	1-4	29/VI	0,55-0,75	(0,2)	7,4	87,6	3,0	2,0

* См. примечание к табл. 2.

Таблица 4

Механический состав осадков морского края дельты р. Урала (в %)

Местоположение станций	Номера стан-ций	Дата	Размер частиц в мм				
			>1	1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	<0,01
Еркен-Кала	14	17/V	—	0,3	79,0	15,2	5,5
Правый Яицкий проток ниже поста	16	18/V	—	0,4	72,3	20,7	6,6
Тас-Узек	17	18/V	—	0,3	20,0	35,1	44,6
Широкий проток по Золотому . .	20	6/VI	(0,6)	2,1	94,0	2,7	1,2
По Яицкому центральному выходу в море	43а	5/VI	—	0,2	72,8	21,9	5,1
Правый Яицкий проток	44	6/VI	—	—	37,4	36,8	25,8
Правый Яицкий проток Сухой . .	45	6/VI	—	0,2	33,9	34,5	31,4
Правый Яицкий проток Главный	46	6/VI	—	—	45,2	36,3	18,5
Проток Каз-Аткан	48	6/VI	—	—	86,1	10,1	3,8
Проток Яицкий Кол-Узек	49	7/VI	(0,2)*	0,2	84,7	9,3	5,8
Широкий проток по Золотому . .	53	9/VI	—	0,2	58,8	32,2	8,8
Ковш по Золотому	54	9/VI	—	0,3	11,2	35,4	53,1
Развилка Золотой-Яицкий	66	22/VI	—	—	51,6	27,6	20,8

* См. примечание к табл. 2.

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В ОСАДКАХ

В работах М. В. Кленовой и Л. А. Ястребовой [8, 11] приведена карта распределения органического вещества в осадках Северного Каспия, составленная по материалам 1932—1934 гг.

Органический углерод был определен в 52 образцах, азот—в 12 образцах.

На приведенной карте (рис. 7) ясно видно, что наибольшее количество органического вещества содержится в мягких осадках Уральской бороздины и района о-ва Тюлений.

Собранные в 1948—1950 гг. осадки Северного Каспия также подвергнуты анализу на содержание органического углерода и азота. Полученные К. В. Зиновьевой результаты приведены в табл. 5 и на рис. 8.

Среднее содержание органического вещества в различных осадках Каспийского моря приведено в табл. 6.

Из табл. 5 и 6 и рис. 8 видно, что наименьшее количество органического вещества содержится в пылеватом песке, а наибольшее—в глинистом иле. Отношение C/N в большей части осадков близко к 7 и сходно с отношением C/N в осадках других морей [5]. Если сравнить карту органического вещества (рис. 8) с картой механического состава (рис. 5), то видно, что наибольшее количество органического вещества найдено в более мягких грунтах к югу от о-ва Тюлений и в районе Уральской бороздины. Исключением является станция у о-ва Кулалы, где в песчаных осадках обнаружено повышенное количество органического вещества (1,01%), что объясняется наличием зарослей донной растительности [9]; о последнем ярко свидетельствует и отношение C/N, равное 10,5 и характерное для органического вещества растительного происхождения.

При сравнении карты органического вещества 1950 г. (рис. 8) с картой 1934 г. (рис. 7) можно легко заметить, что в период с 1932 по 1950 г. произошли значительные изменения. Резко уменьшилось количество органического вещества в северо-восточной части, в Уральской бороздине и северо-западной части. Увеличение органического вещества произошло к югу от о-ва Тюлений; таким образом, за укрупнением осадков (что видно на карте механического состава) последовало уменьшение органического вещества, а там, где стали отлагаться более мягкие осадки, количество органического вещества увеличилось.

Как отмечалось выше, органическое вещество в морском крае дельт рек Волги и Урала было определено более чем для 100 станций. Результаты анализов приведены в табл. 7, 8 и 9.

На Иголкинском банке, помимо проб, взятых на створах, исследовались еще пробы осадков из култуков. Все они в геоморфологическом отношении более или менее одинаковы и с одинаковым механическим составом. Сортировка же осадков довольно пестра, что указывает на различные скорости течений в култуках, обусловленные в основном густотой растительного покрова. Полученные данные приведены в табл. 8.

Рассматривая данные по органическому веществу в осадках морского края дельт рек Волги и Урала, можно отметить следующее.

Общее количество органического вещества колеблется от 0,21 до 2,62%. На Б. Белинском банке на первом створе органическое вещество колеблется от 0,38 до 0,67%, на третьем составляет 1,76%. Отношение C/N на первом створе 7,5—8,6, а на третьем—10,4. Биомасса бентоса по первому разрезу в среднем равна 13,6 г/м². Следовательно, на первом створе, покрытом пылеватым песком, с незначительной биомассой бентоса органическое вещество слабо концентрируется, так как растительные остатки здесь слабо задерживаются в осадках и уносятся

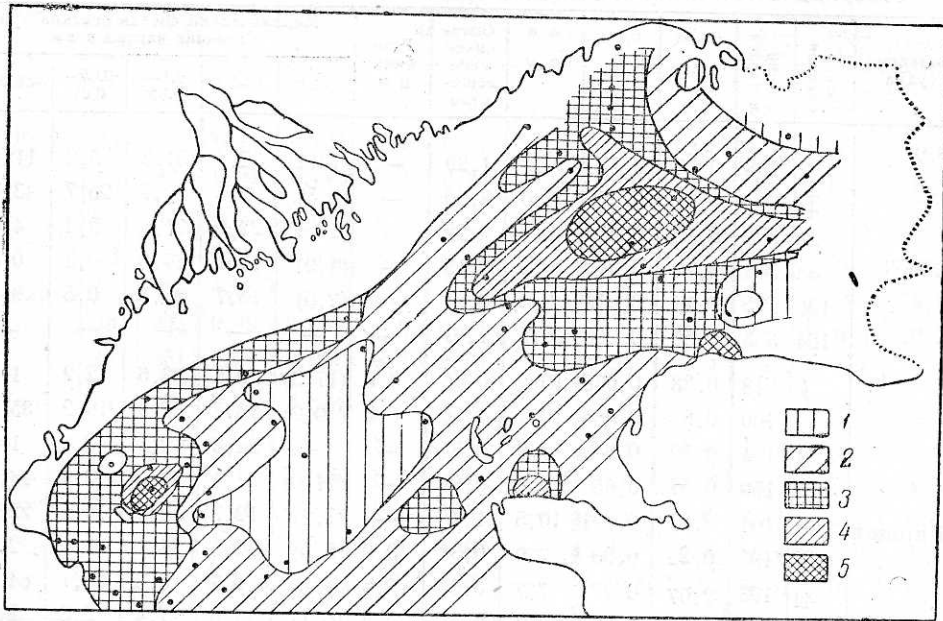


Рис. 7. Схема распределения органического вещества в верхнем слое осадков Северного Каспия по материалам 1932—1934 гг.:
 1 — <0,5%; 2 — 0,5—1%; 3 — 1—2%; 4 — 2—3%; 5 — >3%. Точки на карте означают станции.

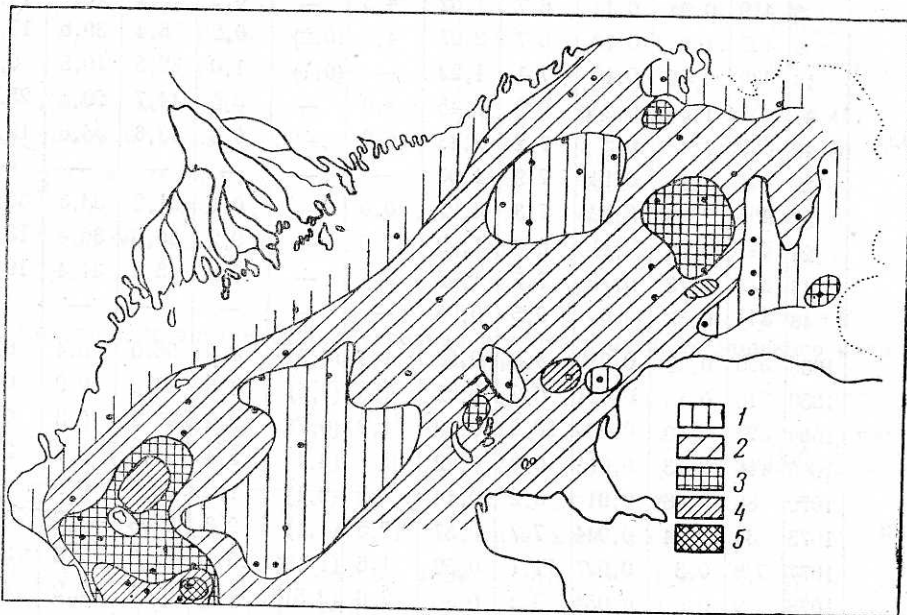


Рис. 8. Схема распределения органического вещества в верхнем слое осадков Северного Каспия по материалам 1948—1950 гг.:
 1 — <0,5%; 2 — 0,5—1%; 3 — 1—2%; 4 — 2—3%; 5 — >3%. Точки на карте означают станции.

Таблица 5

Содержание органического вещества, С и N и механический состав осадков северной части Каспийского моря по материалам 1948—1950 гг. (в %)

Название судна	Номер станции	Номер квадрата	С	N	C/N	Органическое вещество	Глубина в м	Механический состав осадков при величине частиц в мм				
								>1,0	1—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	<0,01
Чуваш	2	198	0,75	0,12	6,2	1,29	—	(13,1)	32,4	51,3	5,2	11,1
	27	307	1,51	0,23	6,6	2,60	—	(0,5)	2,6	27,7	26,7	43,0
	28	308	0,13	0,016	8,1	0,22	—	(17,1)	22,0	71,8	2,2	4,0
	33	304	0,11	0,018	6,1	0,19	—	(4,9)	11,1	87,8	0,3	0,8
	136	125	0,14	0,015	9,3	0,24	—	(2,6)	15,7	83,1	0,5	0,7
	164	335	0,56	0,056	10,5	1,01	—	—	—	—	—	—
Ширшов	2	48	0,38	0,038	10	0,66	4,8	(17,3)	22,8	73,6	2,2	1,4
	17	100	0,87	0,085	10,2	1,50	6,0	(10,2)	13,7	32,0	19,2	35,1
	21	104	0,32	0,04	8,0	0,55	—	—	24,8	72,8	0,8	1,6
	29	159	0,51	0,05	10,2	0,88	—	(21,0)	27,4	48,0	6,4	18,2
	31	161	0,81	0,071	10,5	1,4	—	(7,2)	12,7	50,2	15,1	22,1
	38	195	0,22	0,03	7,0	0,38	3,0	(5,5)	22,5	74,1	0,5	2,9
	41	193	2,07	0,27	7,7	3,57	3,5	—	0,2	8,3	26,7	64,8
	42	231	0,24	0,038	6,4	0,41	3,5	(6,1)	17,6	77,4	2,6	2,4
45	191	0,38	0,012	—	0,066	4,0	(21,3)	25,4	71,8	1,3	1,5	
Шмидт	2	418	0,94	0,135	7,0	1,62	3,5	—	0,3	71,4	14,5	13,8
	3	417	1,08	0,18	6,0	1,86	4,0	(0,6)	2,6	71,6	5,0	20,8
	5	419	0,94	0,14	6,7	1,62	4,5	—	0,2	55,2	30,0	14,6
	9	437	1,2	0,18	6,7	2,07	4,5	(0,2)	0,2	56,4	30,6	12,8
	16	439	0,71	0,10	7,1	1,22	—	(0,1)	1,0	82,5	10,5	6,0
	17	458	1,42	0,225	0,3	2,45	8,0	—	0,5	44,7	29,5	25,3
	20	459	1,4	0,2	7,2	2,48	6,0	—	0,8	43,8	35,6	19,8
	22	461	1,1	0,14	7,9	1,90	—	—	—	—	—	—
	23	461	2,35	0,32	7,3	4,05	10,5	—	0,1	31,2	33,3	35,4
	24	441	0,75	0,11	6,8	1,29	12,5	—	0,2	50,0	36,4	13,4
	44	372	1,13	0,15	7,5	1,95	5,5	—	0,2	45,6	34,4	19,8
	48	347	0,38	0,04	9,5	0,66	—	—	—	—	—	—
Почин	1038	396	0,38	0,048	8,0	0,66	1,7	(0,5)	3,0	96,0	0,4	0,6
	1050	318	0,13	0,021	6,2	0,22	1,0	(3,5)	4,5	94,3	0,9	0,3
	1054	322	0,40	0,039	10,2	0,69	1,2	(0,7)	2,2	97,2	0,3	0,3
	1066	116	0,13	0,013	10,0	0,22	1,1	(4,1)	5,4	91,3	0,7	2,6
	1070	88	0,082	0,01	8,2	0,14	2,2	(0,1)	1,0	98,0	0,6	0,4
	1073	38	0,34	0,044	7,7	0,57	2,5	(1,1)	2,3	95,6	1,3	0,8
	1077	7/8	0,3	0,027	11,1	0,52	1,6	(11,6)	13,1	81,9	2,0	3,0
	1078	9	0,5	0,054	9,3	0,86	2,0	(2,5)	1,6	92,1	2,2	4,1
	1081	26	1,16	0,043	2,7	2,00	2,0	(1,4)	15,0	47,6	16,4	21,0
	1088	78	0,17	0,016	10,6	0,29	2,2	(7,3)	11,6	82,6	1,9	3,9
Федоров	10	181	0,45	0,038	12,1	0,78	4,6	(13,1)	22,9	75,7	0,9	0,5
	20	262	0,20	0,038	5,3	0,34	4,6	(8,1)	6,1	90,7	2,3	0,9
	22	221	0,33	0,04	8,25	0,57	4,0	(6,6)	9,0	89,1	0,9	1,0

Продолжение

Название судна	Номер станции	Номер квадрата	С	N	С/N	Органическое вещество	Глубина в м	Механический состав осадков при величине частиц в мм				
								>1,0	1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	<0,01
Майшабах	38	428	0,15	0,013	11,5	0,26	6 0	(0,1)	0,7	97,2	7,2	0,9
	44	445	0,117	0,011	10,6	0,21	17,0	(1,4)	2,3	96,0	0,8	0,9
	45	444	0,21	0,016	13,1	0,36	17,0	(1,5)	4,8	81,0	13,5	0,7
Джамбул	5	300	0,3	0,046	6,5	0,52	5,1	—	15,6	83,0	0,7	0,7
	13	213	0,19	0,027	7,0	0,33	2,4	(5,6)	3,7	94,2	0,8	1,3
	23	253	0,36	0,045	8,0	0,62	—	(3,2)	4,1	57,1	20,7	18,1
	40	325	0,49	0,068	7,2	0,84	—	(0,1)	1,3	97,7	0,8	0,2
	41	351	0,32	0,037	8,7	0,55	—	(2,5)	4,2	92,8	1,7	1,3
Балкарец	1	96	0,27	0,042	6,4	0,47	—	—	—	—	—	—
	13	69	0,27	0,033	8,2	0,47	—	(3,7)	3,4	90,9	1,2	4,5
	28	66	0,20	0,025	8,0	0,34	—	(10,8)	12,2	84,7	1,6	1,5
	37	122	0,21	0,025	8,4	0,36	—	(9,3)	11,6	85,6	2,2	0,6
	40	91	0,18	0,023	7,8	0,31	—	(1,1)	3,8	89,8	2,0	4,4
	42	64	0,16	0,025	6,4	0,28	—	(4,0)*	6,0	93,0	0,7	0,3

* См. примечание к табл. 2.

Таблица 6

Среднее содержание органического вещества, С и N в осадках Северного Каспия (в %)

Тип осадка	С	N	С/N	Органическое вещество
Пылеватый песок	0,26	0,032	8,13	0,49
Илистый песок	0,81	0,114	7,12	1,40
Песчанистый ил	0,97	0,14	7,0	1,69
Ил	1,25	0,169	7,4	2,16
Глинистый ил	2,07	0,27	7,67	3,57

Таблица 7

Содержание органического углерода и азота в осадках морского края дельты р. Волги (в %)

Год и дата	Номер створа	Номер станции	С	N	С/N	Органическое вещество	Биомасса бентоса в г/м ²	
1948 г.			Б. Белинский банк					
19/IV	1	{	3-5	0,39	0,04	8,6	0,67	—
8/V			2-6	0,37	0,046	8,0	0,64	19,4
17/VI			1-7	0,30	0,04	7,5	0,52	14,3
31/VII			1-7	0,33	0,04	7,9	0,57	13,8
1/VIII			5-7	0,22	0,028	7,9	0,38	9,4
Среднее				0,32	0,04	7,97	0,55	13,6
19/IV	3	1-3	1,02	0,1	10,4	1,76	—	

7*

Продолжение

Год и дата	Номер створа	Номер станции	C	N	C/N	Органическое вещество	Биомасса бентоса в г/м ²
Иголкинский банк							
16/IV	1	1-6	0,14	0,03	4,7	0,24	—
29/V		1-6	0,18	0,027	6,7	0,31	28,2
29/VI		1-6	0,19	0,024	7,9	0,33	21,9
29/VII		1-4	0,20	0,026	7,7	0,34	18,7
21/X		3-4	0,20	0,025	8,0	0,34	—
Среднее				0,18	0,026	7,0	0,31
16/IV	2	1-4	0,16	0,027	5,9	0,276	—
29/V		1-4	0,21	0,026	8,1	0,36	41,8
29/VI		1-3	0,20	0,03	6,7	0,345	18,8
29/VII		1-4	0,18	0,024	7,5	0,31	14,5
21/X		1-4	0,10	0,018	8,9	0,27	—
Среднее				0,18	0,025	7,3	0,31

Таблица 8

Содержание органического вещества, C и N в осадках култуков Иголкинского банка (в %)

Местоположение станции	Номер станции	C	N	C/N	Органическое вещество	Механический состав в % при величине частиц в мм				
						>1	1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	<0,01
Кулдук Песчаный	1	0,35	0,054	6,5	0,60	(0,1)	7,0	86,5	2,5	4,0
	2	0,78	0,075	10,4	1,34	(0,5)	2,8	84,3	6,6	6,3
	3	0,27	0,03	9,0	0,47	(0,1)	7,2	89,2	1,4	2,2
	4	0,42	0,035	12	0,72	(1,3)	10,3	76,2	8,8	4,7
	5	0,63	0,063	10	1,09	(0,3)	2,7	87,1	4,8	5,4
	6	0,30	0,03	10	0,52	(0,1)	5,4	85,8	4,1	4,7
Кулдук Ватажный	1	0,21	0,03	7	0,36	—	3,0	90,5	3,7	2,8
	2	0,36	0,031	11,6	0,62	(0,2)	10,4	84,4	2,6	2,6
	3	0,12	0,052	8	0,21	(0,4)	30,2	67,4	1,0	1,4
	4	1,52	0,1	15,2	2,62	(0,1)	3,0	86,2	5,9	4,9
	5	0,28	0,02	14	0,48	(3,5)	16,8	80,2	1,3	1,7
	6	0,64	0,06	10,8	1,10	(0,6)	8,8	80,3	7,7	3,2
	7	0,27	0,015	18	0,47	(0,7)	4,0	92,1	1,8	2,1
	8	0,35	0,035	10	0,60	(0,4)	7,6	89,3	1,4	1,7
Кулдук Дунайский		0,31	0,031	10	0,53	(0,7)*	2,6	90,0	3,0	4,4

* См. примечание к табл. 2.

Таблица 9

Содержание органического вещества, С и N в осадках морского края дельты р. Урала (в %) в 1948 г.

Номер станции	Дата	Глубина в м	С	N	С/N	Органическое вещество	Тип осадка
14	17/V	—	0,22	0,021	10,5	0,38	Илистый песок
16	18/V	0,5	0,24	0,038	7,3	0,41	То же
17	18/V	0,55	0,60	0,058	10,34	1,03	Ил
20	19/V	1,0	0,20	0,021	9,50	0,34	Пылеватый песок
43а	5/VI	—	0,46	0,042	10,95	0,79	Илистый песок
44	6/VI	—	0,39	0,053	7,40	0,67	Песчанистый ил
45	6/VI	0,7	0,38	0,054	7,04	0,66	Ил
46	6/VI	1,0	0,41	0,052	7,90	0,71	Песчанистый ил
48	6/VI	1,5	0,39	0,03	13,0	0,67	Пылеватый песок
49	7/VI	0,6	0,20	0,028	7,14	0,34	Илистый песок
53	9/VI	0,6	0,39	0,036	10,83	0,67	То же
54	9/VI	0,7	0,62	0,093	6,7	1,07	Глинистый ил
55	10/VI	1,5	0,17	0,015	11,33	0,29	Илистый песок
66	22/VI	0,45	0,49	0,048	10,20	0,84	Песчанистый ил

течением. На третьем створе в култушной зоне банка идет накопление растительных остатков, на что указывает и отношение С/N, равное 10,4.

На Иголкинском банке органическое вещество пылеватых песков в осадках морского края дельты колеблется от 0,24 до 0,36%. Биомасса бентоса составляет 18,7—41,8 г/м². Отношение С/N колеблется от 4,7 до 8,9.

В култушной зоне при наличии пылеватых песков органическое вещество колеблется от 0,21 до 2,62%, причем увеличение его в этих районах также объясняется обогащением растительными остатками; поэтому отношение С/N в них колеблется от 10 до 18.

На морском крае дельты р. Урала органическое вещество в осадках составляет от 0,29 до 1,07%. Наряду с пылевыми песками здесь встречаются песчанистый ил, ил и глинистый ил. Наличие большого количества растительных остатков сказывается и здесь в высоком отношении С/N, равном 10—13.

Сезонные изменения органического вещества и биомассы бентоса очень незначительны и показывают уменьшение от апреля к августу, что может быть связано с укрупнением осадков и, кроме того, с частичным разложением органического вещества за летний период. Ярким доказательством подобного явления могут служить результаты проведенного нами в 1939 г. исследования осадков ильменей р. Волги (табл. 10).

Чтобы ясно представить, в каких осадках концентрируется больше органических веществ, приведем средние данные по всем типам осадков (табл. 11).

Из табл. 11 видно, что пылеватые пески как моря, так и морского края дельт рек Волги и Урала содержат очень близкие количества органического вещества. Более мягкие осадки Северного Каспия содержат больше органического вещества, чем осадки морского края дельты р. Урала, что может быть объяснено тем, что осадки в море получают органическое вещество не только вместе с взвешями, принесенными

Таблица 10

Химический состав в % собранных в 1939 г. осадков ильменей р. Волги
(по Т. И. Горшковой)

Показатели	Ильмень Чапчалган		Ильмень Кашета	
	19/V	19/X	29/V	10/X
Фракция <0,01 мм	30,8	22,1	52,4	—
Органическое вещество по $C \times 1,724$	3,8	2,5	5,9	4,7
Сахар и гамицеллюлоза	0,45	0,18	0,64	0,36
Клетчатка	0,31	0,13	0,36	0,33
Глубина в м	1,70	0,60	1,85	0,6

Таблица 11

Среднее содержание органического вещества в осадках Северного Каспия
и морского края дельт рек Волги и Урала (в %)

Тип осадков	Северный Каспий	Устье р. Урала	Устье р. Волги		
			Иголкинский банк	Б. Белинский банк	култуки
Пылеватый песок . . .	0,49	0,51	0,81	0,49	0,21—2,62
Илистый песок	1,40	0,48	—	0,65	1,09—1,34
Песчанистый ил	1,69	0,74	—	—	—
Ил	2,16	0,85	—	5,78	—
Глинистый ил	3,57	1,07	—	—	—

реками, но и обогащаются им за счет отмершего планктона и бентоса самого моря.

Закрытые участки дельты р. Волги со слабым течением наиболее обогащены органическим веществом за счет зарослей донной растительности.

Пониженное количество органического вещества в осадках дельты р. Урала может зависеть и от того, что взвеси принесены р. Уралом из пустынных областей, бедных органическим веществом.

Чтобы выяснить, какое значение в обогащении моря органическим веществом имеет твердый и жидкий сток впадающих рек, Л. А. Барсукова определила окисляемость воды р. Волги и в г. Астрахани и на морском крае ее дельты. Полученные данные приведены в табл. 12.

При рассмотрении этих данных видно, что количество органического вещества в воде увеличивается от весны к осени, причем на единицу объема оно постепенно сокращается по направлению к морю вследствие минерализации. Если принять общий сток р. Волги в районе Верхнего Лебяжьего в 1950 г. условно равным 210 км^3 , среднее содержание органического вещества с апреля по ноябрь— $17,51 \text{ мг/л}$ и сток р. Волги за тот же период— 178 км^3 , растворенное органическое вещество для р. Волги составит за навигационный период 3117 тыс. т, за весь зимний период—688 тыс. т а всего за год—3805 тыс. т.

Для морской части дельты р. Волги, где водный сток всех банков сокращается на 6 км^3 против стока по р. Волге у Верхнего Лебяжьего, для наших расчетов принимаем величину стока в 204 км^3 , из которых на навигационный период (8 месяцев) приходится 172 км^3 , на зимний— 32 км^3 . В этом случае за навигационный период растворенное органи-

Таблица 12

Окисляемость и содержание органического вещества в воде р. Волги
в приустьевом пространстве в 1948 г.

Р. Волга—у железнодорожного моста г. Астрахани			Р. Бушма—рыбозавод Тумак			Б. Белинский банк—приустьевое пространство			Иголжинский банк—приустьевое пространство		
дата	окисляемость в мг O ₂ /л	органическое вещество в мг/л	дата	окисляемость в мг O ₂ /л	органическое вещество в мг/л	дата	окисляемость в мг O ₂ /л	органическое вещество в мг/л	дата	окисляемость в мг O ₂ /л	органическое вещество в мг/л
8/IV	8,60	18,06	25/IV	6,88	14,45	19/IV	7,84	16,46	18/IV	8,75	18,28
5/V	7,20	15,12	6/V	3,76	7,90	8/V	4,03	8,46	11/V	3,45	7,29
18/V	6,28	13,19	18/V	5,20	10,92	20/V	5,80	12,18	29/V	8,05	16,96
15/VI	8,72	18,31	15/VI	8,40	17,64	17/VI	8,81	18,50	20/VI	8,16	17,13
20/VII	7,08	14,87	20/VII	6,12	12,85	22/VII	6,39	13,42	29/VII	7,06	14,82
18/VIII	7,28	15,29	19/VIII	7,28	15,29	20/VIII	6,73	14,12	22/VIII	5,86	12,31
20/IX	9,40	19,74	20/IX	9,08	19,07	22/IX	8,62	18,10	—	—	—
15/X	9,92	20,82	15/X	10,24	28,60	16/X	10,32	21,37	20/X	11,20	23,52
13/XI	10,56	22,17	13/XI	13,12	27,75	14/XI	29,92	20,83	—	—	—
Среднее	—	17,51	—	—	16,63	—	—	15,94	—	—	15,75

ческое вещество всех банков составит 2742 тыс. т и за зимний период— 672 тыс. т, а общий сток за год— 3414 тыс. т.

Разность в величинах растворенного органического вещества по р. Волге и морскому краю дельты при стоке 210 км³ выразится в 391 тыс. т, что вызывается минерализацией органического вещества в пути от г. Астрахани до моря.

Наносы дельты р. Волги содержат мелких частиц (<0,01 мм) до 40%, т. е. представляют собой песчанистый ил и ил. В 1949 г. по Карайскому и Иголкинскому банкам поступило 14,14 тыс. т наносов. Принимаемая волжский сток в устьях рек дельты за 165 м³, получаем 6,49 млн. т наносов за 7 месяцев.

Допуская, что волжские наносы представлены только песчанистым илом, содержащим органического вещества не более 0,8%, получаем общий сток органического вещества в наносах в 52 тыс. т.

Из этих данных видно, что Каспийское море наибольшее количество органического вещества получает в виде растворенного стока рек; это органическое вещество и является кормовой базой для планктона.

Все донные осадки Северного Каспия, за исключением ракушечника, образуются за счет взвесей, приносимых реками, и отчасти эоловыми осадками [2]. Величина их зависит от характера и величины паводка рек. При зарегулировании стока р. Волги количество наносов, поступающих в Северный Каспий, безусловно, сократится, что скажется и на величине отложений их в море и химическом составе осадков. Неустойчивый уровень Каспия и общее мелководье северной части его создают особо благоприятные условия для смены постоянных и дрейфовых течений, которые разрушающим образом действуют на поверхностные осадки, наиболее обогащенные органическим веществом.

Продукты размыва при этом могут аккумулироваться в наименее пленных в рыбохозяйственном отношении участках моря, например, в Среднем и Южном Каспии, в култуках и подступных ильменах.

Наши исследования органического вещества осадков Азовского моря [5, 6] показали, что в донных осадках сравнительно малое количество довольно стойкого органического вещества, несмотря на богатство планктона, так как благодаря небольшой глубине, высокой температуре в летний период и частым волнениям большая часть отмершего планктона и бентоса успевает разложиться, еще находясь в толще воды.

Органическое вещество грунта подвергается также постепенному разложению, поэтому обогащение воды биогенными элементами происходит и за счет распада органического вещества грунта [5].

Подобную картину наблюдаем мы и в северной части Каспийского моря. Различные типы осадков содержат очень близкое количество органического вещества и качественный состав их [3, 4] также является сходным.

Исследование грунтовых растворов осадков Северного Каспия, проведенное в 1940 г. Е. Г. Виноградовой [1], также показало, что грунтовые растворы обогащены биогенными элементами, а следовательно, как и в Азовском море, обогащают толщу воды последними.

Однако главным источником обогащения морской воды биогенными элементами являются впадающие реки. В воде р. Волги количество органического вещества увеличивается от весны к осени; по мере продвижения к морю количество органического вещества уменьшается.

Следовательно, донная растительность морского края дельты мало обогащает органическим веществом протекающие воды р. Волги, а, по всей вероятности, в большей части выносится в море в виде детрита.

Сокращение речного стока должно сильно повлиять на уменьшение кормовой базы северной части Каспийского моря, так как уменьшится количество биогенных элементов, приносимых реками, и сократится количество мягких осадков, которые отдадут больше биогенных элементов, чем грубозернистые.

ВЫВОДЫ

1. В геоморфологическом отношении морской край Б. Белинского банка отличается от Иголкинского. В нем нет островов, очень мало растительности, разнообразные грунты, большие проточность и глубины.

Иголкинский банк отличается обилием островов, зарослями подводной и надводной растительности, малой проточностью и однообразными грунтами (пылеватый песок).

2. В северной части Каспийского моря преобладающими осадками являются пылеватые пески с тем или иным содержанием битой и целой ракушки и в небольшом количестве — песчанистые илы и илы.

3. В приустьевом пространстве дельты р. Урала отмечается разнообразие осадков, как и в Северном Каспии.

4. Количество органического вещества в осадках Северного Каспия наибольшей величины достигает в районах Уральской бороздины и о-ва Тюлений.

5. В морском крае дельт рек Волги и Урала количество органического вещества в пылеватых песках очень близко к содержанию его в осадках Северного Каспия. Более тонкозернистые осадки — песчанистый ил и ил — в Северном Каспии содержат больше органического вещества, чем осадки дельты р. Урала, но часто меньше, чем осадки дельты р. Волги. Это, по всей вероятности, объясняется богатым развитием растительности в культурной зоне дельты р. Волги и обилием растворенного органического вещества в волжской воде по сравнению с уральской водой (р. Урал протекает по пустынной местности).

6. По отношению С/Ν видно, что в приустьевых пространствах рек Волги и Урала органическое вещество образуется по преимуществу за

счет растительных остатков, а в северной части Каспийского моря — за счет животных и растительных остатков.

Сезонные исследования осадков морского края дельт рек Волги и Урала показали, что в период с мая по октябрь отмечается незначительное уменьшение органического вещества. Можно предполагать, что наибольшее количество органического вещества в этих районах будет зимой после отмирания донной растительности, которая частично остается в осадках, а в главной массе выносится водой в море вместе с терригенными частицами.

7. Органическое вещество осадков Северного Каспия за период с 1932 по 1950 г. претерпело изменение в связи с падением уровня Каспийского моря, вызвавшим укрупнение осадков. Обоеднение органическим веществом произошло в северо-восточной, северо-западной частях моря и различных районах Уральской бороздины. Увеличение количества органического вещества произошло в осадках, залегающих к югу от о-ва Тюлений, где расширилась область мягких грунтов.

8. Изучение твердого и жидкого стока р. Волги показало, что растворенное органическое вещество играет огромную роль в обогащении морской воды биогенными элементами. Принимая во внимание, что органическое вещество в осадках как моря, так и ильменей является очень стойким [2, 3], можно считать, что растворенное органическое вещество р. Волги имеет большее значение, чем твердый сток.

9. Уменьшение стока р. Волги и укрупнение осадков в связи с падением уровня Каспийского моря должны привести к уменьшению биогенных элементов в Северном Каспии, так как уменьшится количество органического вещества, приносимого в виде твердого и жидкого стока реками, и сократятся площади мягких грунтов, содержащих наибольшее количество органического вещества.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бруевич С. В. и Виноградова Е. Г., Химический состав грунтовых растворов Каспийского моря, Сообщение 2, «Гидрохимические материалы», т. XIII, АН СССР, 1947.
2. Бруевич С. В. и Гудков М. П., Атмосферная пыль над Каспийским морем, Известия АН СССР, Серия географическая, № 4, 1954.
3. Горшкова Т. И., Исследование детрита в воде и грунте северной части Каспийского моря, Памяти академика А. Д. Архангельского, АН СССР, 1951.
4. Горшкова Т. И., Исследование органического вещества осадков ильменей р. Волги и северной части Каспийского моря, Доклады ВНИРО, вып. 1, Пищепромиздат, 1952.
5. Горшкова Т. И., Органическое вещество осадков Азовского моря и Таганрогского залива, Труды ВНИРО, т. XXXI, вып. 1, Пищепромиздат, 1955.
6. Горшкова Т. И., Химический состав грунтовых растворов Азовского моря и Таганрогского залива, Труды ВНИРО, т. XXXI, вып. 1, Пищепромиздат, 1955.
7. Гудков М. П., Изменение осадков Северного Каспия, «Природа», 1956, № 1.
8. Кленова М. В. и Ястребова Л. А., Осадки северной части Каспийского моря, Труды Азербайджанской нефтяной экспедиции Совета по изучению производительных сил, АН СССР, М., 1956.
9. Киреева М. С. и Шапова П. Ф., Донная растительность северо-восточной части Каспийского моря, Бюллетень Московского общества испытателей природы, отд. биологии, т. XLVIII, (2—3), 1939.
10. Скопинцев Б. А., Органическое вещество в природных водах, М., 1949.
11. Ястребова Л. А., Хлорофилл в морских осадках, Труды ВНИРО, т. V, 1938.