

*Горикова Т. И.*

## ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В ОСАДКАХ МОТОВСКОГО ЗАЛИВА

Во время 34-й экспедиции Государственного океанографического института на э/с. «Персей» было собрано 31 проба для определения органического вещества в осадках Мотовского залива (рис. 1).

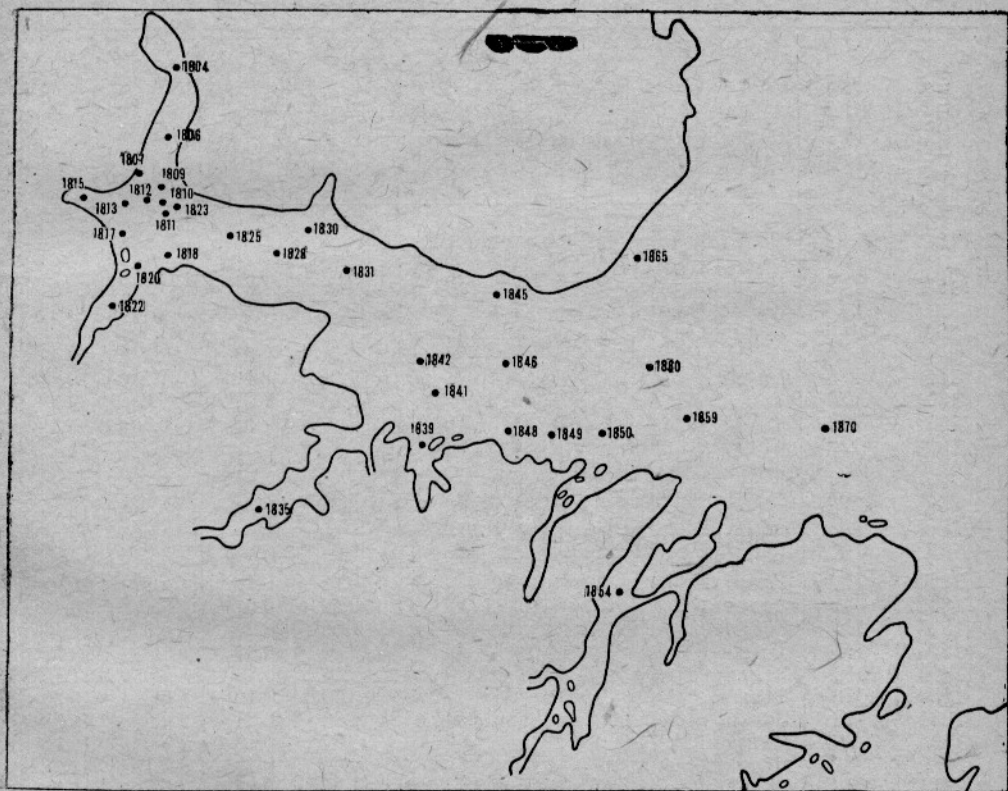


Рис. 1. Мотовский залив. Станции, на которых производилось определение углерода и азота в грунте.

Abb. 1. Der Motovskij Busen. Die Stationen an welchen die Bestimmung des Kohlen- und Stickstoffs im Boden durchgeführt wurde.

Пробы грунта брались из дночерпателя Петерсена цилиндрической формочкой (диаметром 5,5 см и высотой 12 см); вырезывалась проба в том месте, где хорошо виден верхний слой и не нарушены последующие слои. Проба завертывалась в бумагу и подсушивалась на паровом отоплении или в машинном отделении э/с. «Персей».

В верхних пяти сантиметрах этих образцов определялось общее количество азота и органического углерода.

Азот определялся по методу Кьельдаля. Сжигание серной кислотой велось в присутствии медного купороса и сернокислого калия. Органический углерод определялся по методу Кюпа. Карбонатная углекислота удалялась перед определением органического углерода. Навеска около 5 г обливалась 40 см<sup>3</sup> воды и 5 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты и нагревалась до начала кипения. После этого протягивался воздух, а затем органическое вещество сжигалось 30 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты и двуххромовокислым калием (5—7 г сухой соли). Изменения в приборе Кюпа заключались только в том, что вместо трубки с железной проволокой вставлялся кали-аппарат с раствором 3%-ного азотнокислого серебра, слегка подкисленного азотной кислотой.

Получены были следующие результаты (табл. 1):

Таблица 1. Соотношение органического углерода и азота в осадках Мотовского залива

Tabelle 1. Das Verhältnis des organischen Kohlen und Stickstoff in den Sedimenten des Motovskij Busens

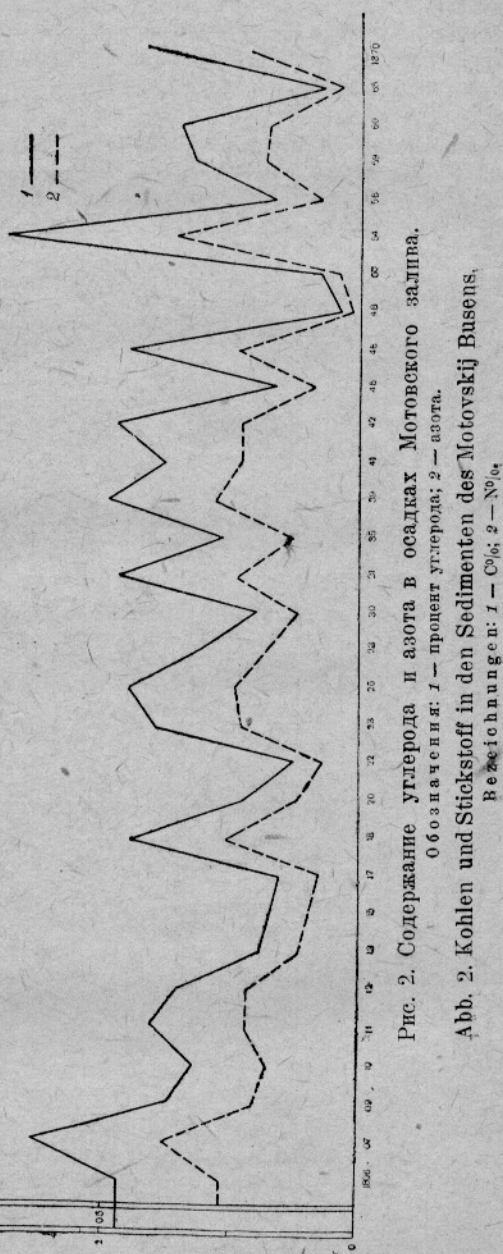
№ станций Nr. der Stationen	Глубина в м Tiefe, m	Название грунта Bodenart	C, %	N, %	$\frac{C}{N}$	$\frac{N}{C} \cdot 100$
1806	93	Зеленовато-серый песчанистый ил с камнями	1.88	0.26	7.2	13.83
1807	18	Зеленовато-серый песчанистый ил с ракушкой	2.55	0.38	6.7	14.90
1809	120	Зеленовато-серый песчанистый ил с камнями	1.50	0.21	7.1	13.73
1810	225	То же	1.30	0.18	7.2	13.84
1811	187	" "	1.62	0.22	7.3	13.58
1812	175	" "	1.43	0.22	6.5	15.38
1813	122	Илистый песок с мелкими камнями	0.79	0.12	6.6	15.18
1815	44	Илистый песок с камнями	0.70	0.10	7.0	14.00
1817	110	То же	0.60	0.08	7.5	13.33
1818	165	Слабопесчанистый ил зеленовато-серый с камнями	1.79	0.26	6.9	14.52
1820	100	Илистый песок с камнями	0.92	0.12	7.6	13.04
1822	49	Зеленовато-серый песок	0.52	0.07	7.4	13.46
1823	210	Зеленовато-серый песчанистый ил	1.59	0.23	6.9	14.46
1825	195	То же	1.80	0.24	7.5	13.33
1828	187	Зеленовато-серый илистый песок	1.25	0.18	7.0	14.40
1830	176	То же	0.78	0.12	6.5	15.38
1831	198	Зеленовато-серый песчанистый ил	1.88	0.24	7.8	12.80
1835	57	Илистый песок	1.07	0.13	8.0	12.15
1839	30	Песчанистый ил	2.00	0.28	7.1	14.28
1841	247	Зеленовато-серый песчанистый ил	1.53	0.23	6.7	15.03
1842	271	То же	1.90	0.23	8.2	12.22
1845	120	Зеленовато-серый илистый песок	0.65	0.092	7.0	14.15
1846	270	Зеленовато-серый песчанистый ил	1.82	0.24	7.5	13.18
1848	65	Сверху песок, внизу ил	0.15	0.021	7.1	14.00
1850	99	Зеленовато-серый песок с камнями	0.31	0.048	7.0	15.48
1854	270	Зеленовато-серый ил	2.76	0.36	7.6	13.04
1856	48	Зеленовато-серый илистый песок	0.66	0.082	8.0	12.60
1859	245	Очень песчанистый ил зеленовато-серый	1.28	0.19	6.7	14.81
1860	265	Зеленовато-серый песчанистый ил	1.42	0.18	7.8	12.70
1865	39	Песок с битой ракушкой	0.30	0.042	7.0	14.00
1870	240	Слабопесчанистый серый ил	1.61	0.22	7.3	13.67

При рассмотрении таблицы мы видим, что так же, как и во всем Баренцовом море [1, 2], количество органического углерода и азота на различных станциях значительно отличается друг от друга, но соотношение между углеродом и азотом всюду остается очень близким к семи (рис. 2). Среднее отношение из 31 определения равно 7.2. Если мы вычислим процент азота от углерода, или, что то же, возьмем отношение азота к углероду и умножим эти числа на 100, то получим цифры, меняющиеся от 12.15 до 15.48. Среднее из 31 анализа равно 13.88.

Так как данные по углероду и азоту Баренцова моря касались осадков открытого моря, в большинстве случаев далеко расположенных от берегов, и часто не могли быть сравнимы с гидрологическими и биологическими факторами, за отсутствием того или иного материала, то при исследовании Мотовского залива на это было обращено особое внимание. Здесь нам хотелось проследить, в какой зависимости находится накопление органического вещества в осадках по отношению к следующим факторам: 1) глубина; 2) расстояние от берега; 3) механический состав осадков; 4) хлорофилл в осадках; 5) гидрохимические условия среды; 6) продуктивность дна и 7) планктон.

Остановимся прежде всего на зависимости органического углерода и азота от механического состава осадка и глубины каждой станции.

На диаграмме (рис. 3), где по оси абсцисс расположены все станции в порядке номеров, а по оси ординат нанесены данные по глубине, процентному составу мелкой фракции (т. е. фракции меньше 0.01 мм) и количеству органического углерода легко заметить, что количество органического углерода увеличивается там, где увеличивается количество мелкой фракции и уменьшается там, где уменьшается мелкая фракция. По отношению к глубине такая прямая зависимость не выдерживается, в силу того что механический состав грунта обуславливается конфигу-



рацией дна и течениями, а не абсолютной величиной глубины.

Еще нагляднее можно обнаружить эту зависимость, если наложить наши карты распространения органического углерода и азота

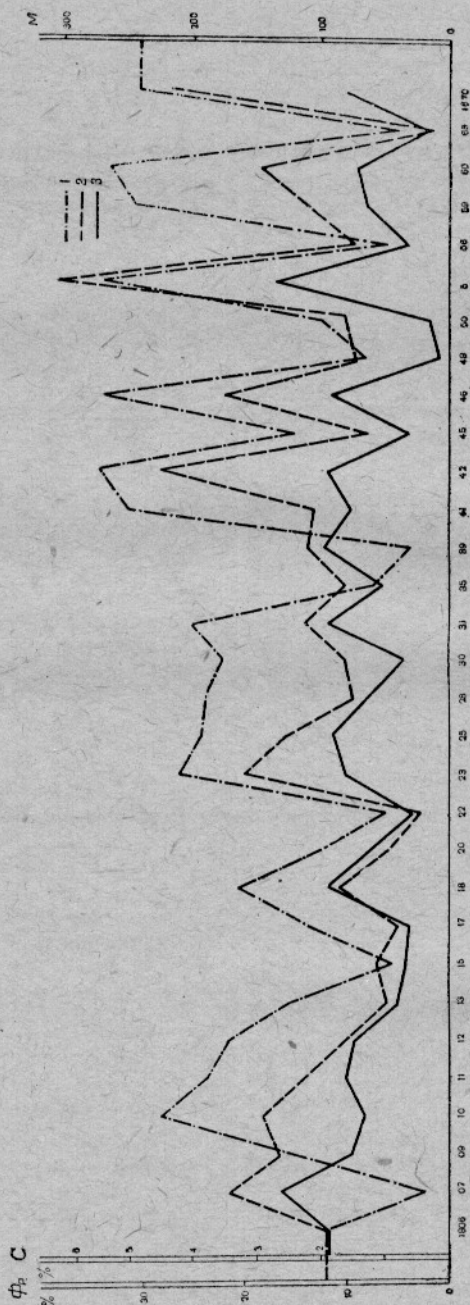


Рис. 3. Мотовский залив. Изменение содержания органического углерода в зависимости от глубины и механического состава.

Обозначения: 1 — глубина в м; 2 — процент мелкой фракции < 0.01 мм; 3 — процент органического углерода.

Abb. 3. Der Motovskij Busen. Veränderung der Quantität des organischen Kohlenstoffs im Zusammenhang mit der Tiefe und der mechanischen Zusammensetzung.

Bezeichnungen: 1 — Tiefe, m; 2 — Prozent der feiner Fraktion < 0.01 mm; 3 — Prozent des organischen Kohlenstoffes.

(рис. 4 и 5) на карту механического состава осадков Мотовского залива, приведенную М. В. Кленовой [3].

На углубленных местах Мотовского залива в песчанисто-илистых и илистых грунтах процент органического углерода колеблется от 1.75

до 2.76%, на более мелких местах и илистых песках — от 0.75 до 1.50% и на песках в прибрежной зоне — от 0.15 до 0.7%.

Совершенно такая же картина получается и при сравнении азота с теми же факторами, только количество его всюду будет меньше почти в семь раз.

Особенно обедненными органическим веществом являются осадки — ст. 1848 и 1850, где количество углерода равняется 0.15% и 0.30%.

При рассмотрении рис. 3 мы можем заметить, что на некоторых станциях у нас имеется отступление от прямой зависимости между

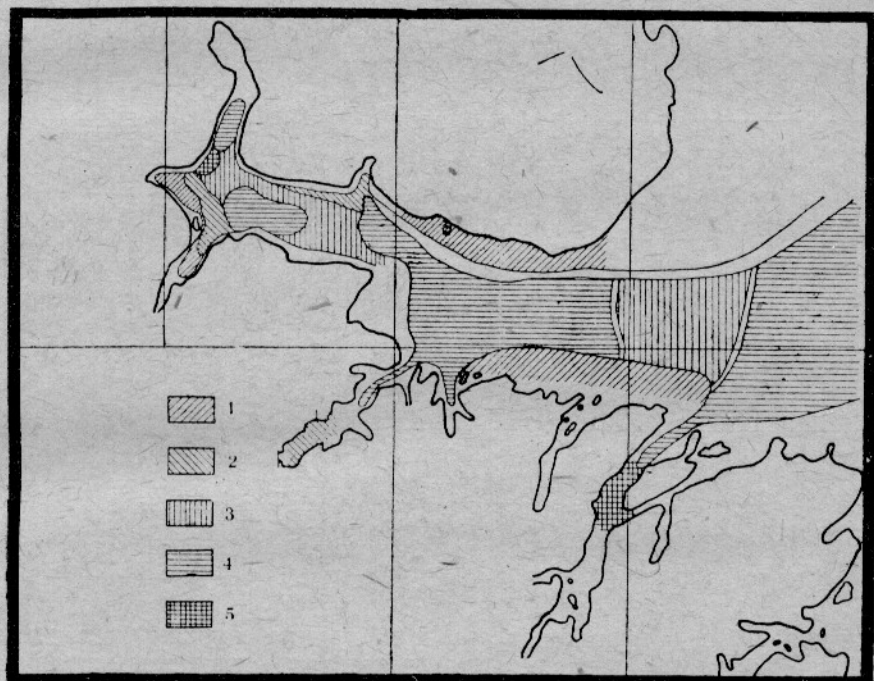


Рис. 4. Мотовский залив. Содержание углерода в грунте.

Обозначения: 1—содержание углерода до 0.7%; 2—от 0.7 до 1.05%; 3—от 1.0 до 1.5%; 4—от 1.5 до 2.0%; 5—от 2.5 до 3.0%.

Abb. 4. Der Motovskij Busen. Kohlenstoffgehalt der Sedimente.

Bezeichnungen: 1—Prozentsatz C bis 0.7%; 2—von 0.7 bis 1.05%; 3—von 1.0 bis 1.5%; 4—von 1.5 bis 2%; 5—von 2.5 bis 3.0%.

содержанием углерода и мелкой фракцией. Такие отступления получены на ст. 1810, 1825 и 1830. Причина их, по всей вероятности, кроется в том, что приходится сравнивать не совсем тождественный материал: для определения органического вещества материал брался всегда из дночерпателя; определение же механического состава велось по преимуществу над материалом из трубки Экмана. При подъеме дночерпателя грунты отчасти могли промываться, а потому становиться более песчанистыми. Второй причиной отличия грунтов могло послужить еще то, что благодаря резкому различию в рельефе дна в кутовой части Мотовского залива грунты сильно меняются по механическому составу на близком расстоянии, а потому дночерпатель мог принести не совсем тождественный материал.

Что такие изменения имели место в Мотовском заливе — говорят не только наши соображения, но также и параллельные анализы над материалом из трубки и из дночерпателя.

Если мы разобьем все наши станции на две группы: 1) станции более глубоководные с илистыми и песчанисто-илистыми грунтами,

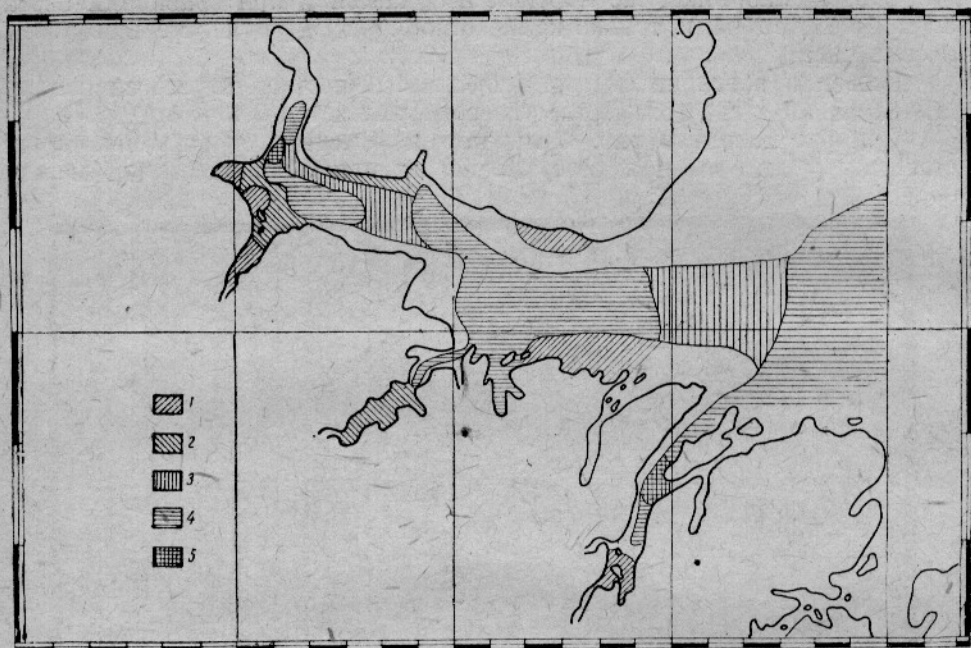


Рис. 5. Мотовский залив. Содержание азота в грунте.

Обозначения: 1—содержание азота до 0.1%; 2—от 0.1 до 0.15%; 3—от 0.15 до 0.20%; 4—от 0.20 до 0.25%; 5—от 0.30 до 0.38%.

Abb. 5. Der Motovskij Busen. Stickstoffgehalt der Sedimente.

Bezeichnungen: 1—Stickstoff Prozentsatz bis 0.1%; 2—von 0.1 bis 0.15%; 3—von 0.15 bis 0.20%; 4—von 0.20 bis 0.25%; 5—von 0.30 bis 0.38%.

расположенные дальше от берега, и 2) группа мелководных станций, расположенных вблизи берегов, и вычислим отношение количества

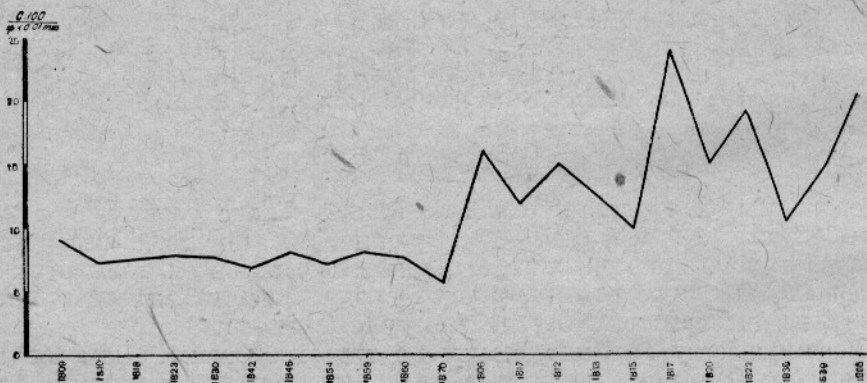


Рис. 6. Мотовский залив. Соотношение углерода и мелкой фракции (< 0.01 мм) осадков.

Abb. 6. Der Motovskij Busen. Verhältnis des Kohlenstoff und feiner Fraktion. (< 0.01 mm) der Sedimente.

мелкой фракции к органическому углероду, или возьмем отношение углерода к мелкой фракции, умноженное на 100, то получим два ряда близких между собой цифр (рис. 6, табл. 2).

Таблица 2. Соотношение органического углерода и механического состава осадков

Tabelle 2. Verhältnis des organischen Kohlenstoffes und mechanischen Zusammensetzung der Sedimente

№ станций Nr. der Stationen	Глубина в м Tiefe, m	Фракция < 0.01 мм в % Fraction < 0.01 mm, %	Орудие взятия пробы для механического анализа Geräte zur Probenahme für Analyse	C %	Фракция < 0.01 мм C Fraction < 0.01 mm		Среднее Mittel	C · 100 Фракция < 0.01 мм C · 100		Среднее Mittel
					C	C		C · 100	C · 100	
1809	120	16.5	Дночерпатель . . .	1.50	11.0	} 12.25	} 6.80	9.0	} 8.46	
1810	225	18.1	Трубка Экмана . . .	1.30	13.92					
1811	187	14.0	" " . . .	1.62	8.64					
1818	165	23.9	Дночерпатель . . .	1.79	13.35					
1823	210	20.2	Трубка Экмана . . .	1.59	12.70					
1830	176	10.1	Дночерпатель . . .	0.78	12.95					
1831	198	14.2	" " . . .	1.88	7.5					
1841	247	13.4	Трубка Экмана . . .	1.53	8.75					
1842	271	28.3	" " . . .	1.90	14.89					
1846	270	22.4	" " . . .	1.82	12.30					
1854	270	38.6	" " . . .	2.76	13.91					
1859	245	14.2	" " . . .	1.28	11.00					
1860	265	18.7	" " . . .	1.42	13.10					
1870	240	28.1	" " . . .	1.61	17.45					
1806	93	11.7	Дночерпатель . . .	1.88	6.22			} 15.35		
1807	18	21.5	" " . . .	2.55	6.90					
1812	175	9.5	Трубка Экмана . . .	1.43	6.60					
1813	122	6.2	Дночерпатель . . .	0.79	7.84					
1815	44	7.0	" " . . .	0.70	10.00					
1817	110	2.5	" " . . .	0.61	4.17					
1820	100	6.0	" " . . .	0.92	6.52					
1822	49	2.7	" " . . .	0.52	5.20					
1835	57	10.2	Трубка Экмана . . .	1.07	9.53					
1839	30	13.8	" " . . .	1.96	6.90					
1865	35	1.5	" " . . .	0.30	5.0					

В первом случае отношение количества мелкой фракции к углероду в среднем равно 12.25, а отношение количества углерода к мелкой фракции, умноженное на 100, равно 8.46; во втором случае отношение  $\frac{\text{фракция} < 0.01 \text{ мм}}{C}$  равно 6.8, а отношение  $\frac{C \cdot 100}{\text{фракция} < 0.01 \text{ мм}}$  равно 15.35.

Отступления от намечающейся закономерности наблюдаются на ст. 1811, 1831 и 1841, что можно объяснить опять теми же причинами, т. е. нетождественным материалом, взятым для анализа, и некоторой неточностью методики определения углерода и механического анализа.

Увеличение количества углерода по отношению к мелкой фракции в осадках вблизи берегов говорит о том, что частицы эти более богаты органическим веществом, чем частицы глубоководных илистых грунтов, удаленных от берега. Такое обогащение объясняется, во-первых, тем, что прибрежные глинистые частицы могут больше абсорбировать органического вещества из прибрежных, по всей вероятности, более

богатых органическим веществом вод, а, во-вторых, и тем, что это вещество будет менее разложившимся, чем в глубоководных грунтах.

Глинистые частицы илов и песчанистых илов, встречающиеся в местах, далеко расположенных от берега, совершают длительный путь, пока переносятся от берега до глубоководной части залива. Во время этого перемещения и может происходить энергичное разложение органического вещества, захваченного глинистыми частицами. Кроме того, как отмечено А. Д. Архангельским [4], в прибрежных грунтах разложению органического вещества может мешать быстрая седиментация. Что причина различного обогащения глинистых частиц органическим веществом зависит от разной степени его разложения, говорит нам и осадок ст. 1839. Станция эта, как отмечает М. В. Кленова [3], обладает гидрохимическими условиями восстановительного характера, отчего здесь отсутствует почти всякая жизнь, как на дне моря, так и в воде. Несмотря на то, что здесь благодаря застойной зоне залегают песчани-

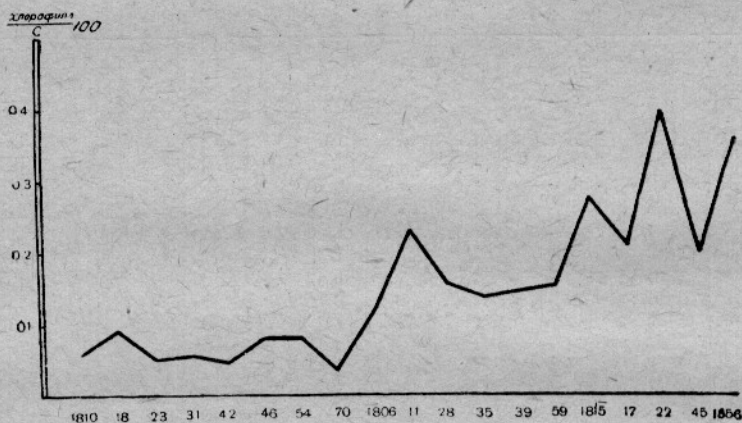


Рис. 7. Мотовский залив. Соотношение хлорофилла и органического углерода.

Abb. 7. Der Motovskij Busen. Verhältnis des Chlorophylls und organischen Kohlenstoffes.

стые илы с большим содержанием органического вещества, отношение количества углерода к мелкой фракции такое же, как и во всех прибрежных грунтах. Следовательно, восстановительные условия ст. 1839, задерживающие разложение органического вещества, приводят к тому же отношению, что и в прибрежных песчаных грунтах, где процесс разложения задерживается быстрой седиментацией.

В связи с механическим составом грунта мы можем рассмотреть и соотношение между количеством органического углерода и хлорофилла в осадках [8].

Для сравнения этих соотношений все станции Мотовского залива мы разбиваем на три группы (табл. 3, рис. 7):

- 1) станции с илами и песчанистыми илами самых глубоких частей залива;
- 2) станции с илистым песком более мелких мест, и
- 3) прибрежные станции с песчаными осадками.

Прежде всего, здесь приходится отметить, что процент хлорофилла в осадках очень мал, поэтому количество углерода превышает его в сотни и тысячи раз. Среднее отношение углерода к хлорофиллу на илистых грунтах в местах, очень удаленных от берегов, равно 1 690, на илистых песках — 705 и на песках в прибрежных районах равно 392.



Таблица 3. Соотношение органического углерода и хлорофилла

Tabelle 3. Das Verhältnis des organischen Kohlenstoffes zum Chlorophyll

№ станций Nr. der Stationen	С %	Хлорофилл в % Chlorophyll in %	С		Среднее Im Durch- schnitt	Хлорофилл · 100		Среднее Im Durch- schnitt
			Хлорофилл С	Chlorophyll		С	Chlorophyll · 100 С	
I	1810	1.30	0.0008	1620	1690	0.061	0.064	
	1818	1.79	0.0017	1050		0.095		
	1823	1.59	0.0009	1760		0.056		
	1831	1.88	0.00107	1750		0.057		
	1842	1.90	0.0009	2110		0.047		
	1846	1.82	0.0015	1210		0.082		
	1854	2.76	0.0023	1200		0.083		
	1870	1.61	0.00057	2820		0.035		
II	1806	1.88	0.0022	850	705	0.116	0.15	
	1811	1.62	0.0037	430		0.230		
	1828	1.25	0.0015	800		0.156		
	1835	1.00	0.00138	770		0.138		
	1839	2.00	0.00281	710		0.140		
	1859	1.28	0.0019	670		0.148		
III	1815	0.70	0.0019	370	392	0.271	0.277	
	1817	0.60	0.0012	500		0.200		
	1822	0.52	0.0020	260		0.384		
	1845	0.65	0.0012	540		0.184		
	1856	0.66	0.0023	290		0.348		

Вычисляя отношение хлорофилла к углероду и умножая это число на 100, получим для песчанистых илов 0.064, для илистых песков — 0.15 и, наконец, для песков — 0.277. Таким образом, органическое вещество песчаных осадков содержит хлорофилла почти в 4 раза больше, чем в илистых грунтах.

Закономерность эта является вполне правильной, так как прибрежные станции имеют большее количество органического вещества растительного происхождения, чем глубоководные станции.

По данным М. В. Кленовой [3], мелководные прибрежные районы Мотовского залива должны быть обогащены фитопланктоном, на что указывает высокое содержание кислорода в воде этих станций.

Наши данные по соотношению органического углерода и хлорофилла являются первыми в литературе и потому сопоставлять их ни с чем не приходится. Работа Раузер-Черноусовой [5], посвященная исследованию хлорофилла в осадках Черного моря, к сожалению, не содержит цифровых данных по содержанию углерода. Автор указывает, что количество хлорофилла увеличивается в осадках, богатых органическим веществом, которое, благодаря особым гидрологическим условиям среды, подвергается очень медленному разложению. В Мотовском заливе только одна ст. 1839 имеет гидрологический режим, несколько напоминающий по восстановительному характеру Черное море. Отношение количества углерода к хлорофиллу здесь ближе стоит к песчаным грунтам, расположенным ближе к берегу и имеющим глинистые частички с менее разложившимся органическим веществом.

Гидрологический режим всего остального Мотовского залива является очень однообразным, по своему характеру близко стоящим к Баренцову морю.

Благодаря такому однообразному гидрологическому режиму, нам легче сопоставить соотношение количества углерода в осадках с биомассой бентоса.

В работе Р. Г. Лейбсон [6] по количественному учету донной фауны Мотовского залива приведена карта общего содержания биомассы бентоса, инфауны и эпифауны — в отдельности. Сравнивая их с картой распространения органического углерода в осадках (рис. 4), мы находим некоторую прямую пропорциональную зависимость между количествами углерода и инфауны и обратную зависимость с эпифауной (рис. 8). Строгой пропорциональности здесь ожидать не приходится, так как количество животных изменяется в зависимости от грунта прямо пропорционально глубине при прочих равных условиях;

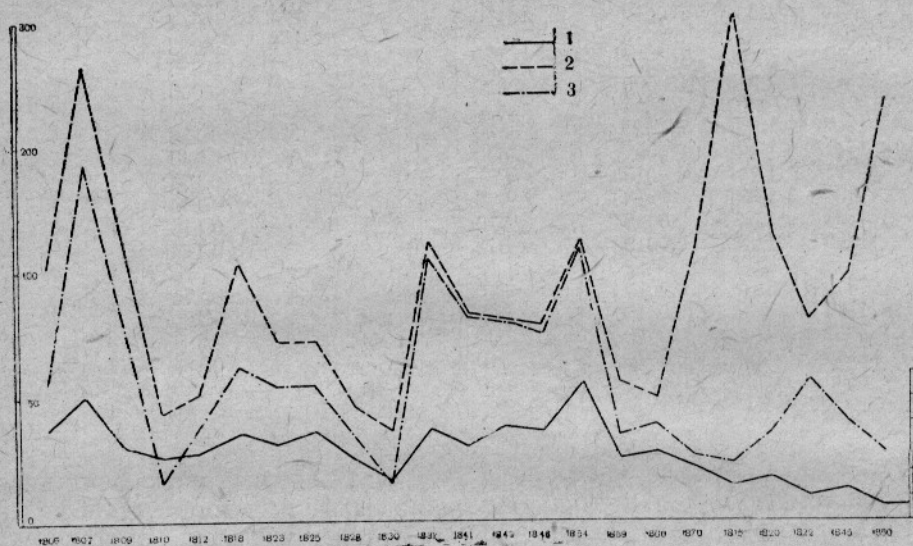


Рис. 8. Мотовский залив. Соотношение процентного содержания углерода в осадках инфауны и общей биомассы бентоса.

Обозначения: 1—процент углерода в осадках; 2—общий вес биомассы бентоса в г; 3—вес инфауны в г.

Abb. 8. Der Motoskij Busen. Verhältnis des Kohlenstoffgehalts in den Sedimenten, Infauna und der gesamten Benthosbiomasse.

Bezeichnungen: 1—Prozentsatz des Kohlenstoffes in den Sedimenten; 2—Gesamtgewicht der Benthosmasse in g; 3—Infauna Gewicht in g.

количество же углерода изменяется от рельефа дна в зависимости от содержания фракции  $< 0,01$  м.м.

Чтобы нагляднее представить, в каком соотношении находится органический углерод к инфауне, эпифауне и к общему количеству биомассы бентоса, было вычислено отношение количества животных, выраженного в граммах и соответствующего площади в  $1 \text{ м}^2$  к количеству органического углерода (табл. 4).

При рассмотрении этой таблицы видно, что цифры, показывающие отношение количества животных к количеству органического углерода, сильно меняются. Здесь не нужно забывать, что приходится сравнивать величины различной точности определения: определение биомассы бентоса будет гораздо менее точно, чем определение количества углерода.

Несмотря на значительные колебания цифр, совпадение, которое наблюдается при сравнении карт распространения инфауны и эпифауны, с одной стороны, и карт распространения углерода в осадках, —

Таблица 4. Соотношение органического углерода и биомассы бентоса  
 Tabelle 4. Das Verhältnis des organischen Kohlenstoff und Benthosbiomasse

№ станций Nr. der Stationen	Ипфауна в г/м <sup>2</sup> С в %	Эпифауна в г/м <sup>2</sup> С в %	Общая биомасса бентоса в г/м <sup>2</sup> С в %
	Infauna g/m <sup>2</sup> C %	Epifauna g/m <sup>2</sup> C %	Gesamtbio-masse Benthos g/m <sup>2</sup> C %
1806	29	26	55
1807	72	31	103
1809	58	19	76
1810	12	21	33
1812	27	9	36
1818	35	24	59
1823	38	8	46
1825	36	4	40
1828	28	9	37
1830	19	27	46
1831	57	5	62
1841	53	1	54
1842	41	1	42
1846	40	3	43
1854	43	1	44
1859	28	15	43
1860	28	6	34
1870	16	51	67
1815	33	430	463
1820	38	105	143
1822	108	47	155
1845	62	697	159
1850	92	679	771

с другой, может быть замечено и здесь; в то время как отношение количества инфауны к углероду всюду колеблется в сравнительно небольших пределах, отношение количества эпифауны к углероду резко меняется: на песках отношение это достигает нескольких сот раз (максимум 679), а на илах оно уменьшается до единицы. В силу этого отношение общего количества биомассы бентоса к углероду на песчаных осадках в прибрежных местах значительно больше, чем на илистых грунтах в глубоководных районах.

Карта общей биомассы бентоса показывает, что кутовые и прибрежные части Мотовского залива имеют общую продуктивность или такую же, как и центральная часть, или же значительно большую, — следовательно, какой-нибудь определенной зависимости с распространением углерода и азота в осадках здесь не наблюдается.

При изучении Мотовского залива были произведены и сборы планктона, с которыми нам очень ценно было бы сопоставить изменение органического вещества в осадках. К сожалению, работа эта еще не закончена. У нас нет количественных данных отдельных видов планктона, а валовые количества планктона каждой станции никакой закономерной связи не дают.

Подводя итоги выяснению накопления органического углерода в осадках Мотовского залива, в зависимости от различных факторов, мы видим прежде всего, что общее количество его такое же небольшое, как и во всем Баренцовом море, достигая максимума в 2.76%. Концентрируется оно не столько в зависимости от того или иного количества биологических факторов, сколько в зависимости от механического состава осадка.

Органическое вещество, представляющее отмершие части животных и растений, сносится в более глубокие районы и отлагается вместе

с илстыми частицами, к которым они близки по удельному весу и которыми оно абсорбируется.

Приступая к работе в Мотовском заливе, мы рассчитывали получить различное по химическому составу органическое вещество в зависимости от места его залегания. Разница в характере органического вещества могла сказаться на различном соотношении углерода и азота. Однако, наши исследования показали, что соотношение C/N, близкое к 7, держится очень стойко для всего Мотовского залива. Хотя сопоставления хлорофилла и органического углерода показали, что прибрежные районы содержат органическое вещество, более богатое хлорофиллом, или, другими словами, более богатое органическим веществом растительного происхождения, но так как количество хлорофилла чрезвычайно мало по сравнению с органическим углеродом, то оказать влияние на изменение отношения углерода к азоту оно не может.

Чтобы заметить разницу в характере органического вещества (растительного или животного происхождения), нам прежде всего нужно знать химический состав растительного и животного царства, заселяющего тот или иной водоем. К сожалению, до сих пор нет химического анализа фитопланктона Мотовского залива. Приводимый ниже анализ нескольких видов водорослей и нескольких донных биоценозов сделан в биогеохимической лаборатории б. Государственного океанографического института М. А. Нарышкиной и М. В. Неуструевой (табл. 5).

Таблица 5. Соотношение углерода и азота в водорослях и в биоценозах (данные по углероду и азоту на живой вес вещества)

Tabelle 5. Das Verhältnis des Kohlen und Stickstoffes in den Algen und der Biozänose (Die Angaben über Kohlen und Stickstoffe auf das lebendige Gewicht des Stoffes berechnet)

Название Bezeichnung	N, %	C, %	C/N	Среднее Mittel
Fucus vesiculosus . . . . .	0.94	5.62	5.97	6.15
" . . . . .	0.89	5.64	6.33	—
Laminaria digitata . . . . .	0.55	5.93	10.78	10.59
" . . . . .	0.58	6.08	10.40	—
Ascophyllum nodosum . . . . .	0.71	6.55	9.22	—
" . . . . .	0.67	6.50	9.70	9.46
Биоценоз ст. 1835 . . . . .	1.44	—	—	—
Biozänose Station 1835 . . . . .	1.13	—	—	—
Биоценоз (черви с трубками) . . . . .	0.38	—	—	—
Biozänose (Würmer mit Röhren) . . . . .	0.40	—	—	—

Данные по анализу водорослей ясно показывают, что прибрежная растительность Мотовского залива не является однотипной по соотношению углерода и азота. Средние цифры этих соотношений опять таки будут близки к семи.

На всех указанных станциях большого количества водорослей не было встречено, так как глубины здесь были значительными, водоросли же располагаются обычно небольшой полосой вдоль берегов на небольших глубинах.

В силу указанных причин здесь мы не можем получить такой резкой разницы в характере органического вещества в грунтах, какую мог обнаружить Boysen-Jensen [7] в закрытых датских водах.

Следовательно, как по своему гидрологическому режиму, так и по характеру грунтов, Мотовский залив ближе всего стоит к центральной и южной части Баренцова моря, где залегают зеленовато-серые осадки,

концентрирующие в себе органическое вещество с постоянным соотношением углерода и азота, характерным для водоемов этого типа (8), т. е. для водоемов с хорошей аэрацией.

Лаборатория геологии моря  
1933

### Цитированная литература

1. Горшкова Т. И. Химико-минералогическое исследование осадков Баренцова и Белого морей. «Тр. ГОИИГа», т. I, вып. 2—3, М. 1931.
2. Горшкова Т. И. Органическое вещество и карбонаты в осадках Баренцова моря. «Тр. ВНИРО», т. IV, вып. 1, М. 1937.
3. Кленова М. В. Осадки Мотовского залива. Этот вып., стр. 3.
4. Архангельский А. Д. Об осадках Черного моря и их значении в познании осадочных горных пород. «Бюлл. Моск. общ. испыт. пр.», т. V, 3—4, М. 1927.
5. Раузер-Черноусова Д. М. О количественном определении хлорофилла в ископаемых и современных морских осадках. «Бюлл. Моск. общ. испытателей прир.», т. V, 3—4, М. 1927.
6. Лейбсон Р. Г. Количественный учет донной фауны Мотовского залива. «Тр. ВНИРО», т. IV, вып. 2 (в печати).
7. Boysen-Jensen. Studies concerning the organic matter of the Sea bottom. From report of the Danisch Biolog. st., XXII, 1914.
8. Кленова М. В. и Ястребова Л. А. Хлорофилл в осадках как показатель газового режима бассейна. Этот вып.

## ORGANISCHER STOFF IN DEN SEDIMENTEN DES MOTOVSKIJ BUSENS

Von *Gorskova T. I.*

### Zusammenfassung

Während der 34. Fahrt des Staatlichen Ozeanographischen Instituts am E/S. «Persey» wurden Sedimente gesammelt, was zum Ziel die Feststellung ihres Gehaltes an organischem Kohlen- und Stickstoff hatte (S. Abb. 1).

Die Grundproben wurden mit Petersen-Bodengreifer heraufgehoben. Zur Analyse wurde ein Teil der Probe aus der oberen 5 cm Schicht gebraucht. Die Bestimmung des organischen Kohlenstoffes erfolgte nach dem Verfahren von Knopp, nach Entfernung von Karbonatsäuren, und diejenige von Stickstoff nach Kjeldahl. Die erhaltenen Ergebnisse sind in Tabelle I zusammengestellt. Wie aus dieser Tabelle zu ersehen ist, schwankt der Gehalt der Sedimente des Busens Motovskij an organischen Kohlen- und Stickstoff in sehr erheblichen Grenzen, jedoch bleibt ihr Verhältnis zu einander überall, wie auch im ganzen Barentsmeer, in der Nähe von 7 (S. Abb. 1, 2).

Die Gesamtmenge des Kohlen- und Stickstoffes steht in enger Verbindung mit der mechanischen Zusammensetzung der Sedimente (S. Abb. 3, 4 und 5).

Der Gehalt an Kohlenstoff schwankt im Schlamm und im sandigen Schlamm von 1.75% bis 2.76%; im schlammigen Sand von 0.75 bis 1.5 und in Sanden — von 0.15 bis 0.7%.

Eine derartige direkte Korrelation wird in Bezug auf die Tiefe nicht aufrechterhalten, da die mechanische Zusammensetzung der Sedimente nicht durch die Konfiguration des Bodens und der Strömungen, sondern durch den Absolutwert der Tiefe bedingt wird.

Das Verhältnis des Kohlenstoffgehaltes zur Menge der feinen Fraktion zeugt davon, dass die tonigen Teilchen (<0,01) des sandigen Schlammes und des Schlammes, die fern von der Küste liegen, weniger organischen Kohlstoff enthalten, als ähnliche küstennahe Teilchen.

Diese Gesetzmässigkeit kann dadurch erklärt werden, dass die tonigen Teilchen der Tiefwasser einen weiten Weg in ihren Transport vom Ufer bis zu den Zentralteilen des Busens zu machen haben; unterwegs wird der von

ihnen mitgenommene organische Stoff teilweise oxydiert, weshalb die Menge des organischen Kohlen- und Stickstoffes abnimmt. Die zweite Ursache des geringeren Abbaus des organischen Stoffes in den küstennahen Sedimenten besteht in der schnellen Sedimentation (4).

Der Gehalt der Sedimente an Chlorophyll ist im Vergleich mit dem Gehalt an organischem Kohlenstoff sehr gering (s. Tabelle 3 und Abb. 7).

Das Verhältnis des Chlorophylls zum organischen Kohlenstoff weist darauf hin, dass der organische Stoff der küstennahen Bezirke reicher an Chlorophyll ist, als derjenige der Tiefwassergebiete des Motovskij Busens.

Diese Gesetzmässigkeit erscheint als selbstverständlich und berechtigt, da die Sedimente der küstennahen Gebiete durch organischen Stoff pflanzlicher Herkunft bereichert werden.

Das Vergleichen des Gehaltes an organischem Kohlenstoff und Stickstoff mit der Benthosbiomasse weist darauf hin, dass die Menge der organischen Stoffes mit der Zunahme der Infaunamasse steigt und dort abnimmt, wo dieselbe geringer wird. Die Menge der Epifauna nimmt umgekehrt auch in den sandigen Sedimenten, d. h. dort, wo sehr wenig von organischem Stoff vorhanden ist, zu (s. Tab. 4 und Abb. 8).

Die Gesamtmenge der Benthosbiomasse bleibt dieselbe in den sandigen Gebieten der küstennahen Gewässer, wie in den tiefen Bezirken des Busens, oder übertrifft dieselbe wesentlich und steht deshalb in keiner konstanten Korrelation mit dem Gehalt der Sedimente an organischen Stoffen.

#### Schlussfolgerungen

1) Der organische Stoff der Sedimente des Motovskij Busens steht, wie seiner qualitativen Natur nach, so auch in Bezug auf die Quantität, den Sedimenten des Barentsmeeres sehr nahe.

2) Das Verhältnis zwischen dem Gehalt an organischem Kohlen- und Stickstoff (C/N) liegt überall in der Nähe von 7.

3) Eine derartige Beständigkeit ist wahrscheinlich dadurch zu erklären, dass das Ausgangsmaterial für die Gewinnung des organischen Stoffes in den Sedimenten und die umgebenden Bedingungen überall sehr ähnlich sind.

4) Das verschiedene Verhältnis zwischen dem Chlorophyll und dem organischen Kohlenstoff in den küstennahen und tiefen Gewässern übt keine Wirkung auf das Verhältnis des Kohlenstoffes zum Stickstoff aus, weil die Chlorophyllmenge im Vergleich mit derjenigen des Kohlenstoffes viel zu gering ist. Ausserdem zeichnet sich die Vegetation des Motovskij Busens durch einen organischen Stoff mit starken Schwankungen des Verhältnisses C/N aus.

Die Algenanalysen (s. Tab. 5) haben erwiesen, dass das Verhältnis des Kohlenstoffes zum Stickstoff sich hier von 6.15 bis auf 10.59 verändert, und der Mittelwert also 7 ergibt.

5) Der Hauptfaktor, der den einen, oder den anderen Gehalt der Sedimente an Kohlenstoff und Stickstoff bedingt, ist die mechanische Zusammensetzung der Sedimente, bei gleichbleibenden hydrologischen Bedingungen.

6) Der Reichtum der Gebiete an Tierleben übt auch auf die Bereicherung der Tonteilchen an organischem Stoff einen Einfluss aus, aber er findet keinen Ausdruck in dem Ansteigen der Gesamtmenge des organischen Kohlen- und Stickstoffes in den Sedimenten.