

УДК 551.464.7(267)

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ И КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ  
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ГРУНТОВ ПРОМЫСЛОВЫХ РАЙОНОВ  
СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ХРЕБТА КЕРГЕЛЕН

В.Л.Спиридонов, И.Н.Трибрат

Сведения о составе и распределении органического вещества в донных осадках Индийского океана немногочисленны, а относительно осадочного покрова поднятий субантарктической зоны океана таких сведений практически нет. Задача данной работы — охарактеризовать количественный и качественный состав органического вещества современных донных осадков шельфа и частично склона о-вов Кергелен — основного района концентрации нототениевых рыб.

Материалом для исследований послужили 73 пробы поверхностного (0–3 см) слоя донных осадков, собранных в 1970–1975 гг. дночерпателем "Океан-50" и грунтовыми трубами в комплексных рыбохозяйственных экспедициях АзчерНИРО на НПС "Скиф" (2-й, 3-й и 9-й рейсы) и Управления Югрыбпромразведки на РТМ-А "Кара-Даг" (2-й рейс). Схема расположения станций показана на рис.1.

Количество органического углерода определяли методом мокрого сжигания на приборе Кноппа (Горшкова, 1958) и окислением бихромата калия методом Стрикленда и Парсонса (Strickland, Parsons, 1965). Причем вторым методом органический углерод определяли непосредственно на борту судна в 9-м рейсе НПС "Скиф". Одновременно в этом же рейсе устанавливали содержание в органическом веществе донных осадков растворимых белков и углеводов оптическим методом в трех вытяжках: водно-щелочной, спиртовой и эфирной, а в остатке определяли нерастворимый органический углерод. Вытяжки готовили из сухой навески пробы (1–2 г), которую обрабатывали всеми видами растворителей по методике, описанной А.И.Агатовой и Ю.А.Богдановым (1972).

Концентрацию белков в вытяжках находили методом Лоури (Косьяков, 1964; Пушкина, 1963), а углеводов - антроновым методом (Бабашкин, 1964; Остапеня, 1968; Strickland, Parsons, 1965). При всех анализах светопоглощение измеряли на фотоэлектроколориметре ФЭК-56М. При определении органического углерода и углеводов фотометрирование проводили в кюветах 5 см при длине волны 597 нм (светофильтр №8), а белков - в кюветах 5 см при длине волны 630 нм (светофильтр №9). Результаты фотометрических определений органического углерода, белков и углеводов представлены в табл. I.

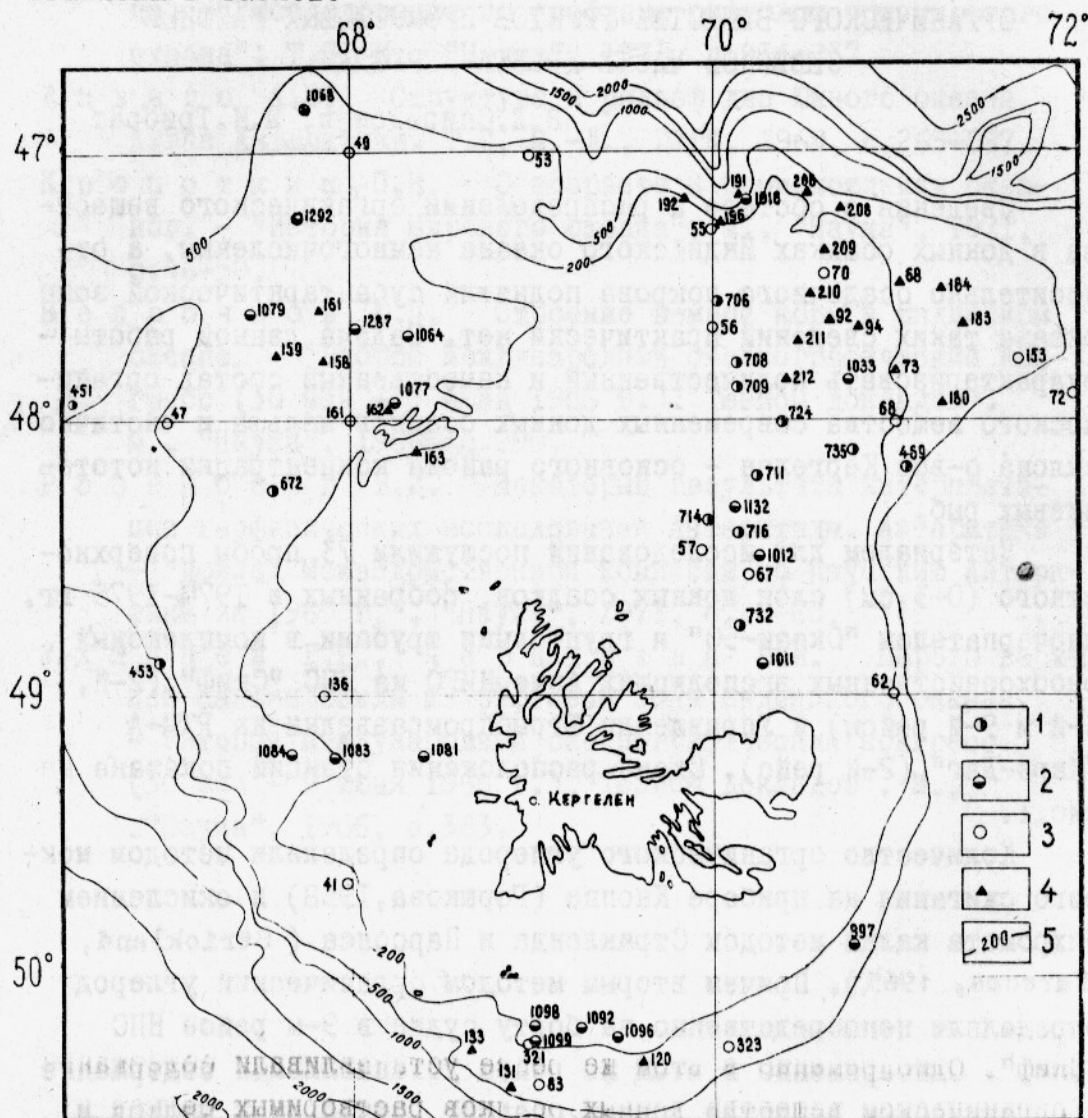


Рис. I. Схема грунтовых станций на шельфе и склонах о-вов Кергелен: 1, 2, 3 - соответственно 2-й, 3-й и 9 рейсы НПС "Скиф"; 4 - 2-й рейс НПС "Кара-Даг"; 5 - изобата

Т а б л и ц а I

Результаты фотометрических определений  $C_{\text{орг}}$ , белков и углеводов в донных осадках шельфа и склона о-вов Кергелен в 9-м рейсе НПС "Скиф" (1975 г.)

Номер станции	Глубина, м	Тип донного осадка	$C_{\text{орг}}$		Белки		Углеводы	
			мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%
41	215	Илистый песок	5001	0,50	182	2,04	211	2,36
47	505	Ил	13720	1,37	153	0,62	266	1,08
49	460	"	5502	0,55	211	2,14	323	3,27
53	570	"	7903	0,79	109	0,77	218	1,53
55	170	Песчанистый ил	5503	0,55	350	3,56	902	9,17
56	165	Илистый песок	4401	0,44	332	4,19	2285	28,84
57	120	Ил с запахом $H_2S$	14600	1,46	400	1,52	509	1,93
62	120	Песок	6002	0,60	223	1,99	1950	17,36
67	120	Песчанистый ил	8600	0,86	333	2,16	2153	13,96
68	176	Ил с запахом $H_2S$	12400	1,24	449	2,01	1060	4,75
70	175	" " "	15600	1,56	475	1,69	800	2,85
72	595	Илистый песок	6100	0,61	210	1,79	1054	9,61
83	250	Песок	6002	0,60	103	0,95	963	8,89
136	172	Илистый песок	3202	0,32	80	1,49	176	3,06
144	534	Ил с запахом $H_2S$	13400	1,34	297	1,24	366	1,52
153	515	Песчанистый ил	6900	0,69	250	2,01	442	3,55
161	250	Илистый песок	6900	0,69	345	2,78	701	5,64
321	224	Песок	8100	0,84	237	1,64	224	1,55
323	371	"	5400	0,54	94	0,96	119	1,22

Примечание. Количество белков и углеводов дано в % от суммы органических веществ, определенной путем пересчета количества  $C_{\text{орг}}$  на коэффициент 1,8.

Количество и распределение органического углерода зависит от рельефа шельфа и характера донных осадков (табл.2, рис.2). По нашим данным, его содержание в осадках северной части хребта Кергелен колеблется от 0,01 до 2,9%, составляя в среднем 0,62%. В этом отношении исследуемые осадки сходны с осадками Арктического бассейна и Аральского моря, где средние значения  $C_{\text{орг}}$  соответственно равны 0,61 и 0,65% (Горшкова, 1974). Низкие средние значения органического углерода в осадках северной части хребта Кергелен прежде всего объясняются преобладанием (в результате интенсивных гидродинамических условий) участков дна, покрытых грубозернистыми осадками или вовсе лишенных их.



Как и в других районах Мирового океана, здесь существует определенная зависимость содержания  $C_{\text{орг}}$  от гранулометрического состава осадков: с уменьшением размера частиц, слагающих осадок, содержание органического углерода увеличивается. Однако в отличие от других районов в донных осадках шельфа о-вов Кергелен максимальные средние значения  $C_{\text{орг}}$  отмечаются не в глинистом иле, а в иле и песчанистом иле (см. табл. 2). Это объясняется тем, что основные зоны ила и песчанистого ила находятся на севере и северо-востоке шельфа. Там, по-видимому, создаются более благоприятные, чем в западной и северо-западной частях, подверженных прямому воздействию системы западных ветров и Антарктического циркумполярного течения, условия для концентрации планктона — основного поставщика органического вещества в донные осадки. Кроме того, по данным экспедиций АзчерНИРО на НПС "Скиф", в северо-восточной части шельфа зонам осадков с повышенным содержанием органического углерода (0,5—1,0% и более) соответствуют повышенные концентрации бентосных организмов, в частности питающихся детритом, и сравнительно большое их видовое разнообразие. Характерно, что эти северо-восточные участки служат местом нагула пототениевых рыб. Низкие значения органического углерода (0,5—0,25% и меньше) отмечаются повсеместно на внешней части шельфа, где распространены абразионные равнины, как правило, лишенные современного осадочного покрова. Более 0,5% органического углерода присутствует в осадках островного склона, куда поступает осадочный материал, выносимый с шельфа.

С характером осадков и распределением органического углерода находится в прямой связи распределение белков и углеводов (рис. 3, 4). Повышенные концентрации белков и углеводов, как и органического углерода, отмечаются на северо-востоке шельфа, тогда как низкие — на западе и северо-западе. В распределении повышенных концентраций этих компонентов по типам осадков заметны существенные различия. Если повышенные концентрации белков (больше 400 мкг/г) свойственны илам с запахом  $H_2S$ , содержащим больше 1% органического углерода, то высокие концентрации углеводов (больше 1500 мкг/г) — более грубым осадкам — пескам, илистым пескам и песчанистым илам, содержащим от 0,44 до 0,86% органического углерода. Невысокие концентрации белков и углеводов отмечаются также в осадках остров-

ного склона, причем однотипные осадки западного склона и ложбины между о-вами Кергелен и Херд (станция I44) по сравнению с восточным склоном характеризуются сравнительно низким содержанием этих компонентов.

Т а б л и ц а 2

Содержание  $C_{орг}$ , белков и углеводов в донных осадках северной части хребта Кергелен

Тип донного осадка	Органический углерод, %	Белки, мкг/г	Углеводы, мкг/г
Песок	I4 0,38 (0,01-0,81)	4 166 ( 94-237)	814 (119-1950)
Илистый песок	I2 0,48 (0,32-0,69)	5 229 ( 80-345)	885 (176-2285)
Песчанистый ил	I6 0,59 (0,13-2,90)	3 311 (250-350)	1166 (442-2153)
И л	24 0,86 (0,24-1,63)	7 299 (109-475)	506 (218-1060)
Глинистый ил	5 0,56 (0,31-1,18)	- - -	- - -
Глина	2 0,17 (0,08-0,26)	- - -	- - -
Всего	73 0,62 (0,01-2,90)	19 254 ( 80-475)	774 (119-2285)

Примечание. В скобках даны пределы колебаний.

Как известно, белки - один из легко разлагающихся компонентов органического вещества взвеси (Агатова, Богданов, 1972), поэтому до поверхностных слоев осадков доходит незначительное количество белков, продуцированных в поверхностных слоях воды. В целом низкое содержание белков отмечается и в осадках шельфа и склона о-вов Кергелен - от 80 до 475 мкг/г, в среднем 254 мкг/г, или 2,27% общего среднего содержания органического вещества (см. табл. I, 2). Такое низкое содержание белков свидетельствует о том, что основным источником органического вещества в осадках северной части хребта Кергелен служат не животные организмы, а диатомовые водоросли, для которых характерны высокое содержание минеральных веществ (для водорослей *Rhizosolenia hebetata* - больше 85% на сухое вещество) и незначительное - белков, углеводов и жиров (Виноградова, 1960, 1967).

Концентрация углеводов в осадках рассматриваемого района колеблется от 119 до 2285 мкг/г, составляя в среднем 774 мкг/г, или 6,93% общего среднего содержания органического вещества. Это примерно в три раза больше, чем содержание белков в осадках того же района, но значительно меньше, чем концентрация

углеводов в осадках зал.Аляска (Мельников, 1973), хотя верхние значения углеводов в грубозернистых осадках на северо-востоке шельфа о-вов Кергелен, близки к значениям, полученным И.А.Мельниковым.

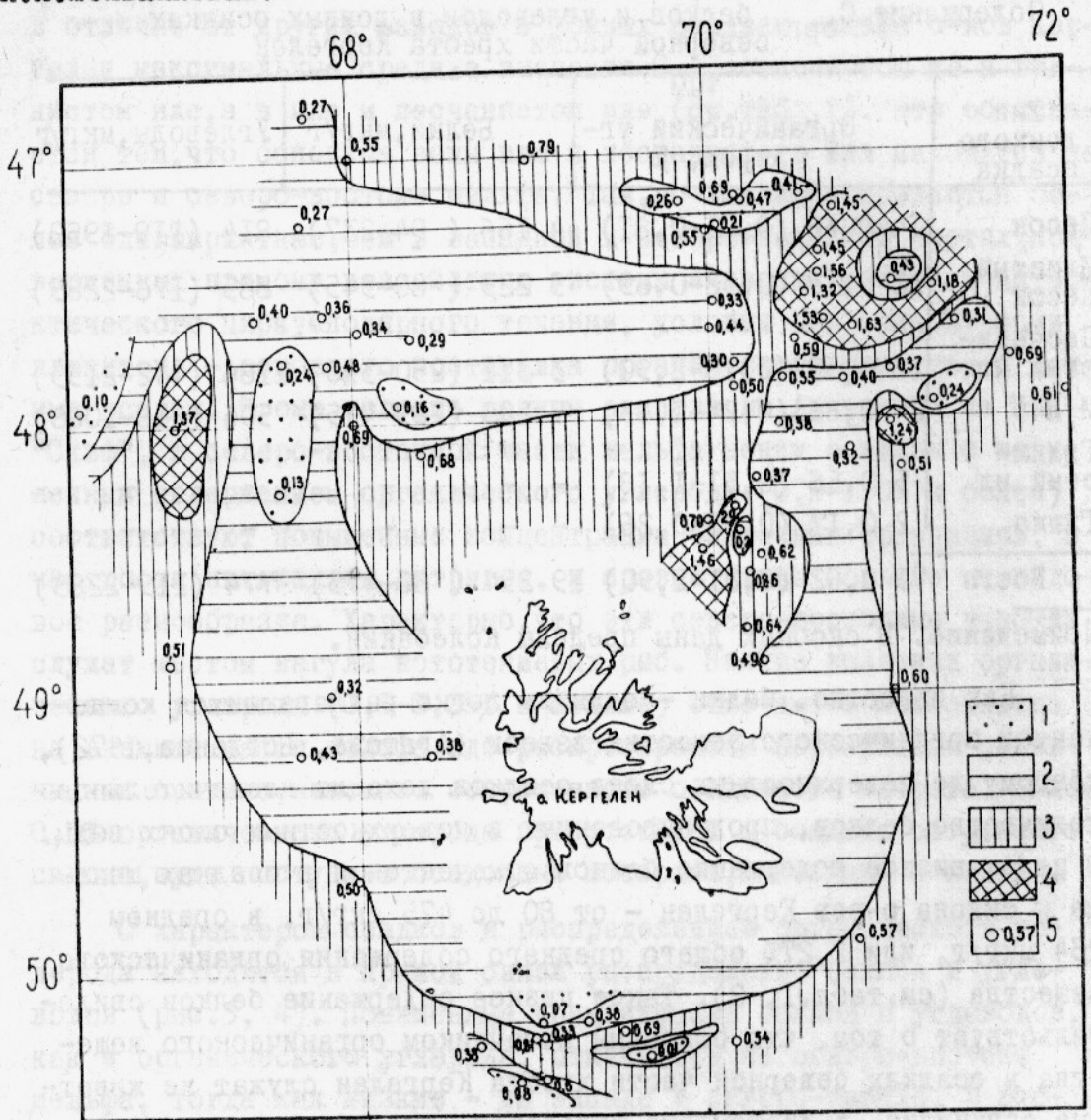


Рис.2. Распределение органического углерода в донных осадках шельфа и склонов о-вов Кергелен (в %):

1 -  $< 0,25$ ; 2 -  $0,25-0,50$ ; 3 -  $0,50-1,00$ ; 4 -  $> 1,0$ ;  
 5 - количество  $C_{орг}$  в осадках на станции

Распределение органического углерода, белков и углеводов в различных вытяжках (водно-щелочной, спиртовой и эфирной) приведено в табл.3. Больше всего органического вещества содержится в нерастворимом состоянии - от 27,4 до 74% органического углерода, в среднем 60%. В то же время достаточно высока доля легкорастворимой органики - от 17,4 до 52,4% органическо-



го углерода, в среднем 30,2%. В водно-щелочную вытяжку переходит основная масса белков и углеводов; в среднем соответственно 64,4 и 69,5%. Максимальные и высокие значения легко растворимых белков и углеводов отмечаются в осадках северо-восточной (станции 56, 62, 68, 153) и южной (станция 323) частей шельфа, что совпадает с местами нагула и нереста нототениевых рыб.

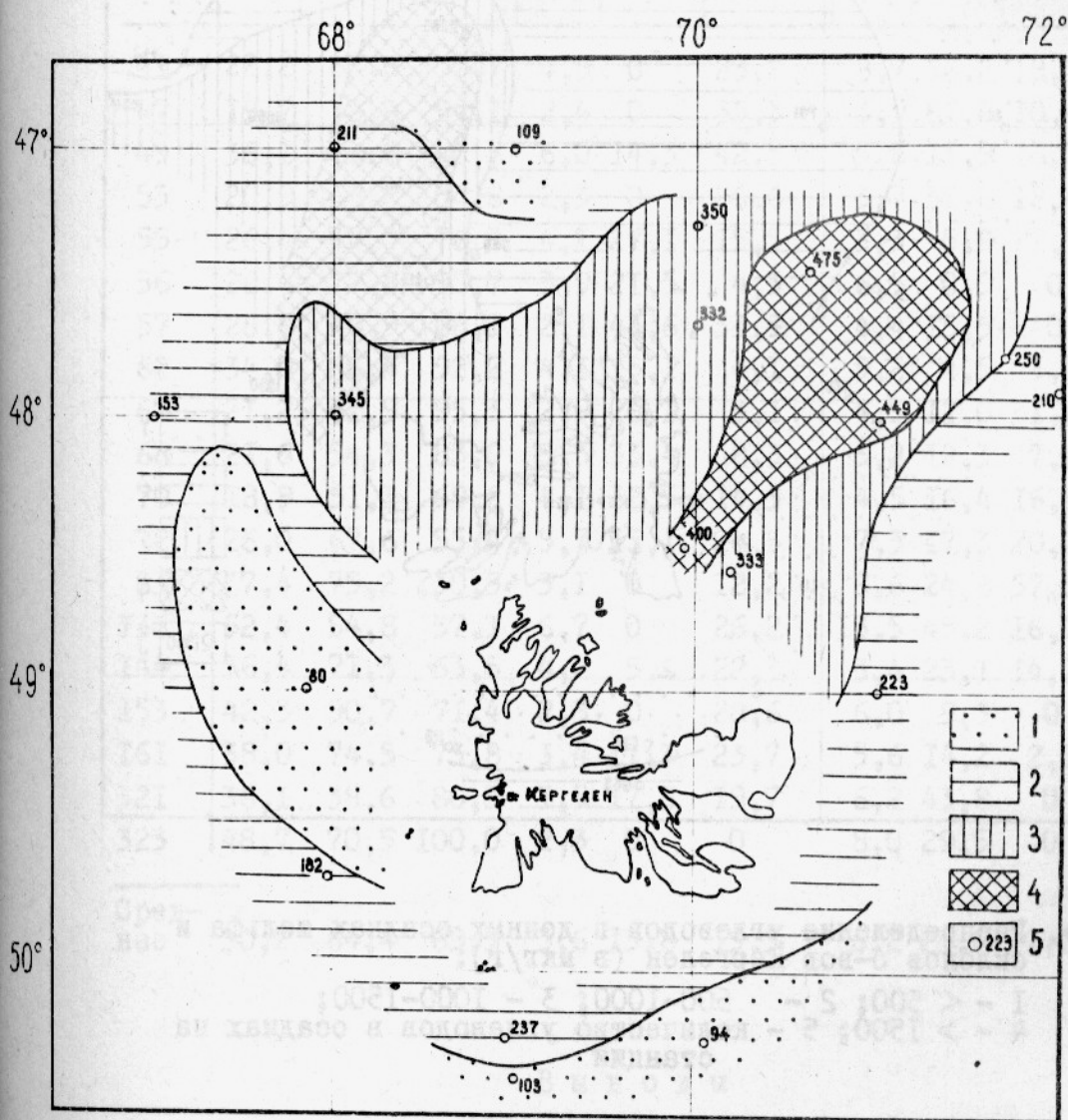


Рис.3. Распределение белков в донных осадках шельфа и склонов о-вов Кергелен (в мкг/г):

- 1 - < 150; 2 - 150-200; 3 - 250-400; 4 - > 400;  
 5 - количество белков в осадках на станции

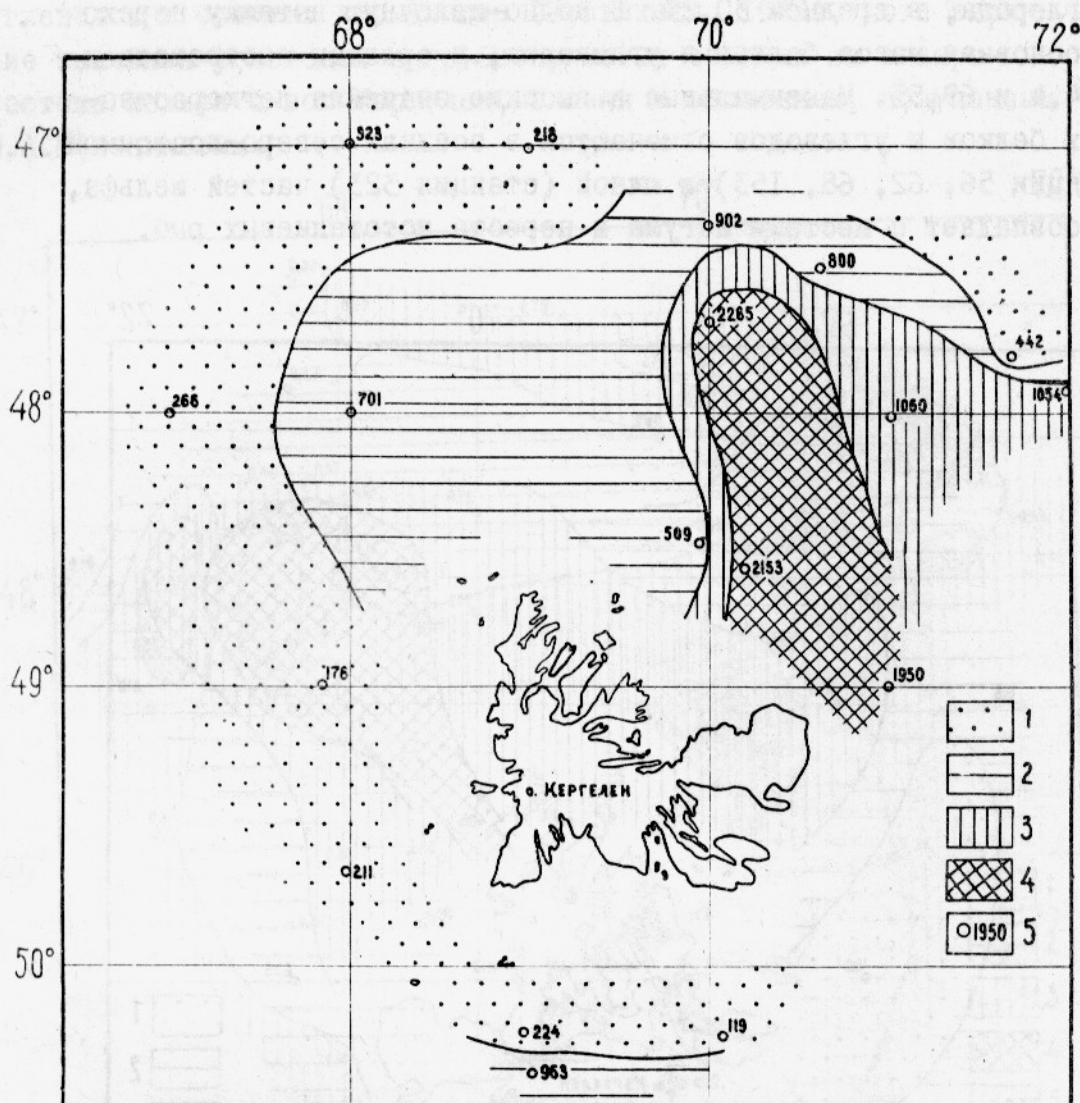


Рис.4. Распределение углеводов в донных осадках шельфа и склонов о-вов Кергелен (в мкг/г):

I - < 500; 2 - 500-1000; 3 - 1000-1500;  
 4 - > 1500; 5 - количество углеводов в осадках на станции

Значительное содержание белков и углеводов получено в спиртовой и эфирной вытяжках. Характерно, что на западе шельфа осадки содержат в несколько раз больше труднорастворимых белков и углеводов, чем на востоке.



Т а б л и ц а 3

Содержание  $C_{\text{орг}}$ , белков и углеводов в водно-щелочной, спиртовой и эфирной вытяжках (в %)

Номер станции	Водно-щелочная			Спиртовая вытяжка			Эфирная вытяжка			Нерастворимый остаток $C_{\text{орг}}$
	$C_{\text{орг}}$	Белки	Углеводы	$C_{\text{орг}}$	Белки	Углеводы	$C_{\text{орг}}$	Белки	Углеводы	
41	22,2	63,8	57,7	4,5	0	23,2	8,7	36,2	19,1	64,6
47	19,7	38,8	54,1	2,4	0	35,3	3,9	61,2	10,6	74,0
49	36,1	73,8	40,8	6,0	14,3	42,5	5,8	11,9	16,7	52,1
53	20,9	68,2	54,8	2,3	0	26,6	3,7	31,8	18,6	73,1
55	26,4	67,0	76,8	4,1	27,1	15,5	3,3	5,9	7,7	66,2
56	28,4	77,6	95,7	3,9	21,5	4,3	6,5	0,9	0	61,2
57	26,6	40,9	68,1	2,1	43,6	31,9	4,4	15,5	0	66,9
62	34,0	80,4	92,2	4,1	15,1	4,1	9,2	4,5	3,7	52,7
67	21,2	61,9	95,3	2,9	26,1	3,1	4,5	12,0	1,6	71,4
68	21,6	54,3	83,9	3,5	33,4	8,3	5,2	12,3	7,8	69,7
70	18,9	51,1	69,2	4,1	32,5	14,3	4,5	16,4	16,5	72,5
72	26,0	67,6	55,4	5,7	15,1	24,5	7,3	17,3	20,1	61,0
83	17,4	75,2	30,5	3,1	0	12,2	8,6	24,8	57,3	70,9
136	52,4	54,8	57,1	6,7	0	26,2	13,5	45,2	16,7	27,4
144	36,4	71,3	63,5	4,2	5,6	22,3	3,4	23,1	14,2	56,0
153	42,3	90,7	71,4	2,3	0	28,6	6,0	9,3	0	49,4
161	38,0	74,5	73,8	3,4	11,3	23,7	5,6	14,2	2,5	53,0
321	36,1	38,6	80,3	1,5	17,6	19,7	6,2	43,8	0	56,2
323	48,7	70,5	100,0	2,3	0	0	8,0	29,5	0	41,0
Среднее	30,2	64,4	69,5	3,6	13,8	19,3	6,2	21,8	11,2	60,0

## В ы в о д ы

I. Концентрация органического вещества в осадках северной части хребта Кергелен и его распределение зависит от океанологических условий (и прежде всего от гидродинамического режима), определяющих осаждение терригенного и биогенного осадочного материала и формирование вещественного и гранулометрического составов донных осадков.

2. Основным источником органического вещества в донных осадках служат диатомовые водоросли.

3. В целом осадки района характеризуются сравнительно низким содержанием органического углерода и белков и относительно высоким содержанием углеводов, причем концентрации этих компонентов в осадках на востоке района в несколько раз больше, чем на западе.

4. Осадки северной части хребта Кергелен богаты легкоусвояемым органическим веществом, в том числе белками и углеводами.

5. Зоны осадков с повышенным содержанием органического углерода, белков и углеводов, совпадают с участками повышенных концентраций бентосных организмов и местами нагула нототениевых рыб.

#### Л и т е р а т у р а

- А г а т о в а А.И., Б о г д а н о в Ю.А. Биохимический состав взвешенного органического вещества тропической части Тихого океана. - "Океанология", 1972, т.ХП, вып.2, с.267-276.
- Б а б а с к и н М.П. Определение сахара в крови на фотоэлектроколориметре с антроновым реагентом. - "Лабораторное дело", 1964, № 6, с.343-345.
- В и н о г р а д о в а З.А. К изучению биохимического состава антарктических черноглазок *Eurhausia superba* Dana. - "ДАН СССР", 1960, т.133, № 3, с.680-683.
- В и н о г р а д о в а З.А. Биохимический состав антарктического планктона. - "Биохимия морских организмов". Киев, "Наукова думка", 1967, с.7-17.
- Г о р ш к о в а Т.И. Инструкция по определению углекислоты карбонатов, органического углерода и общего азота в морских осадках. М., изд.ВНИРО, 1958, 16 с.
- Г о р ш к о в а Т.И. Биохимия современных морских осадков и их биологическое значение. - "Труды ВНИРО", 1974, т.98, с.135-143.
- К о с я к о в К.С. Фотометрическое определение белка в спинномозговой жидкости. - "Лабораторное дело", 1964, №6, с.337-339.

М е л ь н и к о в И.А. О содержании легкоусвояемого органического вещества в донных осадках северо-восточной части Тихого океана. - "Труды ИОАН", 1973, т.91, с.67-72.

О с т а п е н я А.П. Анализ органического вещества на содержание белков, жиров и углеводов. - "Методы определения продукции водных животных", Минск, "Высшая школа", 1968, с.39-44.

П у ш к и н а Н.Н. Биохимические методы исследования, М., Медгиз, 1963, 395 с.

S t r i c k l a n d, I.D.H. and T.R.P a r s o n s. A manual of sea water analysis. Fisheries research board of Canada Bulletin No. 125, 1965.