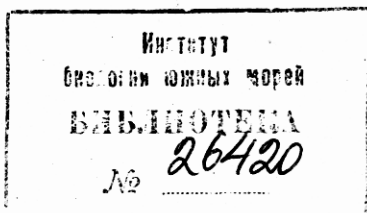


АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ПРОВ 98

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В ТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ОКЕАНА



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»
КИЕВ - 1975

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ ОКЕАНОВ

Г.Г.Поликарпов, А.Г. Бенжипкий, В.Н.Егоров, В.Г.Цыгугина

Согласно В.А.Водяницкому (1953), "продуктивность водоема есть результат жизнедеятельности организмов в условиях среды данного водоема". С этой точки зрения весьма интересно выяснить механизмы распределения и миграции радиоактивных и химических веществ в эвфотической зоне пелагиали Мирового океана, а также судьбу живого вещества (по акад. В.И.Вернадскому) в ноосфере - изменяемой человеком природе.

Программа исследований отдела радиационной и химической биологии ИнБЮМ АН УССР предусматривала получение следующей информации:

1. Живое вещество в океанах, его поля и роль в миграции радиоактивных и химических веществ (плейстон, нейстон и эпизопланктон):

а) общая характеристика распределения сестона в Атлантическом и Тихом океанах;

б) биологические поля, их микроструктура и хемотрофическое значение;

в) некоторые конкретные вопросы хемотрологии населения эпипелагиали;

г) распределение в океанах биологически активных соединений, содержащих изотопные носители радионуклидов.

2. Экологические исследования загрязненности океанических организмов и их биотопов:

а) гамма-спектры;

б) способность океанических гидробионтов концентрировать радионуклиды - загрязнители среды;

в) другие загрязнения - нефтяные агрегаты;

г) фон хромосомной изменчивости у океанических животных из географически удаленных районов.

Полученные экспериментальные данные являлись основой для создания математических моделей, обеспечивших постановку и эффективное решение всеусложняющихся задач и проблем.

Применявшиеся нами методы сборов планктона, нейстона и плейстона описаны соответственно М.Е.Виноградовым (1968), Ю.П.Зайцевым (1970) и А.И.Савиловым (1969). Радиотоксикологические и хемотрологические методы и принципы отражены в книгах "Радиотоксикологические исследования Средиземного моря" (1970), "Морская радиотоксиколо-

гия" (1970), "Витаминные ресурсы" (1961), "Радиационная и химическая экология гидробионтов" (1972), "Хемирадиоекология пелагиали и бентали" (1974).

В четвертом рейсе были продолжены работы по математическому обеспечению биологических исследований во время экспедиции, начатые во 2-м рейсе нис "Академик Вернадский". Созданы алгоритмы, отражены в символах Алгол-60 и реализованы посредством транслятора ТАМ-22 шесть вычислительных программ для ЭВМ "Минск-22". Программы предназначены для обработки данных биологических наблюдений.

1. Программа определения случайности расположения вариант выборок.

2. Программа сравнения выборок, варианты которых распределены по нормальному закону.

3. Программа вычисления корреляционных соотношений.

4. Программа расчета коэффициентов накопления, вычисления и табличного вывода средних значений, доверительных интервалов средних и характеристик варьирования вариант выборок, распределенных нормально.

5. Программа вычисления количественных характеристик биологических обзоров и некоторые другие.

6. Программа сравнения коэффициентов корреляции и линейных регрессионных зависимостей.

Программы математического обеспечения позволяют до 40 раз уменьшить затраты времени на этапе обработки данных.

Перечень станций наших работ на общесудовых станциях представлен на карте 4-го рейса нис "Академик Вернадский" (рис.1).

1. Живое вещество в океанах, его поля и роль в миграции радиоактивных и химических веществ (плейстон, нейстон и эпизоопланктон)

Понятие "живое вещество" применяется здесь в определении акад. В.И. Вернадского, как совокупность живых организмов (В.И. Вернадский, 1965).

Общая характеристика распределения сестона в Атлантике и Тихом океане

В работах применялись сети Джеди и МНТ с газом № 23 и 35.

На карте (рис.2) представлена картина распределения сестона (газ № 23) в приповерхностном слое (0,0-20 см) и для сравнения в слое 0-50 м, на которой выявляются довольно высокие концентрации приповерхностного сестона вдоль экватора в Тихом океане с тенден-

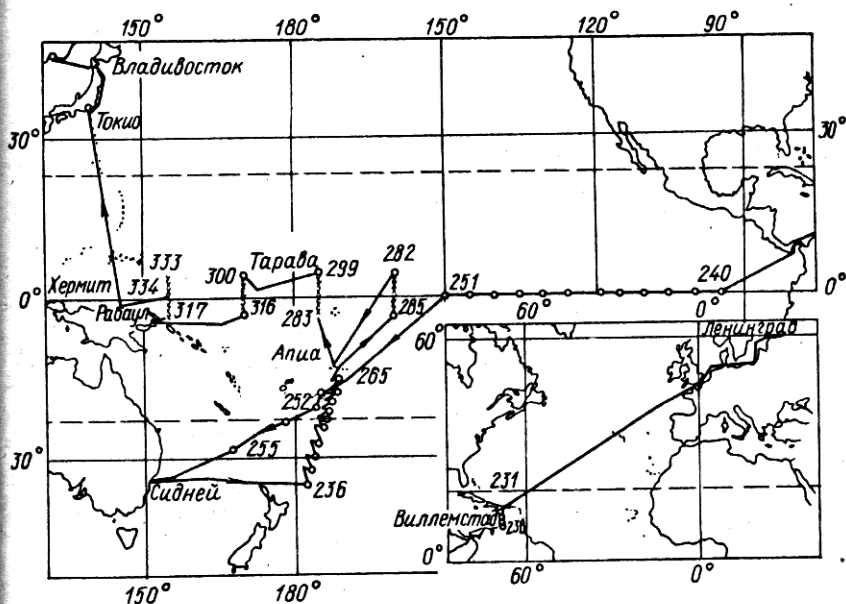


Рис. I. Схема маршрута 4-го рейса нис "Академик Вернадский".

щей к увеличению с запада на восток (навстречу течению). Достоверно больше сестона на горизонте 0-50 м в экваториальной зоне Тихого океана (станция 47, среднее из 70 проб), чем в Карибском море (станция 6-10, среднее из десятка проб). Аналогичное заключение относится и к сестону приповерхностного слоя (0-20 см) этих станций. Распределение сестона на меридиональном разрезе в Тихом океане представлено в табл. I.

Биологические поля, их микроструктура и хемозкологическое значение

Во 2-м рейсе нис "Академик Вернадский" нами было определено, что распределение компонентов плейстонно-нейстонного комплекса составляет пирамиду полей разной градации. В 4-м рейсе такое же исследование мы провели в Тихом океане. В табл. 2 и на рис. 3 отражается общность структуры биополей в двух различных районах. В

Т а б л и ц а I

Распределение сестона в слое 0–50 м на разрезе в
Тихом океане

Станция отряда (судовая)	Координаты		Время суток	Количество сестона, мг/м ³
	Широта	Долгота		
39(268)	3°00 ю.	160°00 з.	16 ч 33 м	59
40 (272)	1°00 ю.	160°00 з.	17 ч 55 м	4
42 (276)	1°00 с.	160°05 з.	11 ч 00 м	202
43 (282)	3°52 с.	159°52 з.	11 ч 09 м	88
			20 ч 08 м	200

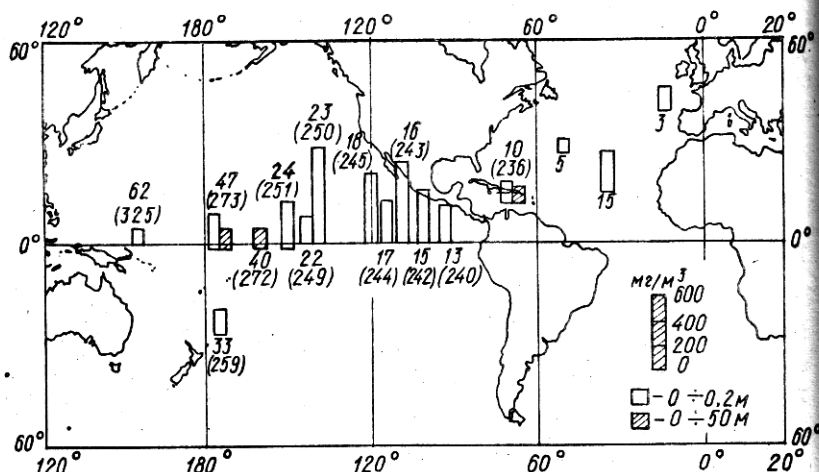


Рис.2. Распределение сестона в приповерхностном (0,0–0,2 м) и верхнем эуфотическом слое (0–50 м) в Атлантике и Тихом океане. Цифры – номера станций.

распределении видов гидробионтов на поверхности океанов преобладает рассеянное состояние и наименьшая частота встречаемости относительно крупных полей (в пределах изучаемого района). Для полигона в Атлантике не изображены поля, охватывающие всю протяженность дрейфа, образованные четырьмя компонентами: представителем гиперид, салп, слизистыми образованиями (по-видимому, после гибели салп) и нефтяными агрегатами.

На рис.4 изображено распределение частот полей различных градаций, показана крайняя неравномерность чередования количеств

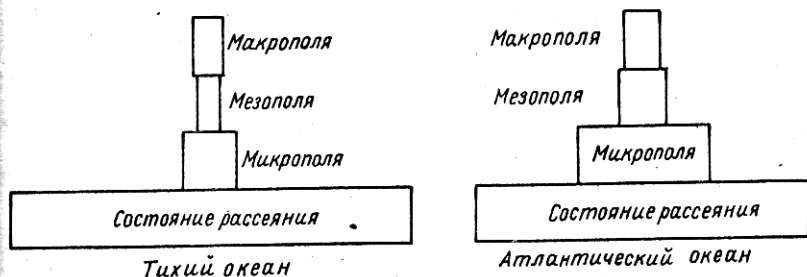


Рис.3. Пирамиды частот полей разной градации.

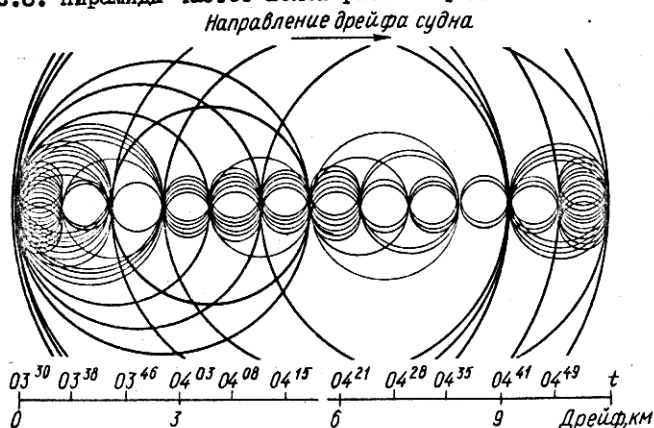


Рис.4. Распределение биологических полей и состояния рассеяния (конкретный пример).

и типов полей в пределах 11 км дрейфа за полтора часа. Сходная картина получена нами на океанографическом полигоне в Центральной Атлантике (в 1970 г.)

Предпринятый биогеоценологический подход к изучению распределения живого вещества должен послужить приближению понятий биологического поля к понятиям физических и химических полей.

Познание структуры и динамики биологических полей откроет пути изучения биогеохимических механизмов миграции и распределения химических веществ в биогеоценозах пелагиали.

Некоторые вопросы хемэкологии населения эпипелагиали

На рис.5 представлены в сопоставимых единицах концентрации популяций (биомассы) массовых видов копепод Карибского моря и принятые концентрации редких, радиоактивных и микроэлементов в морской воде.

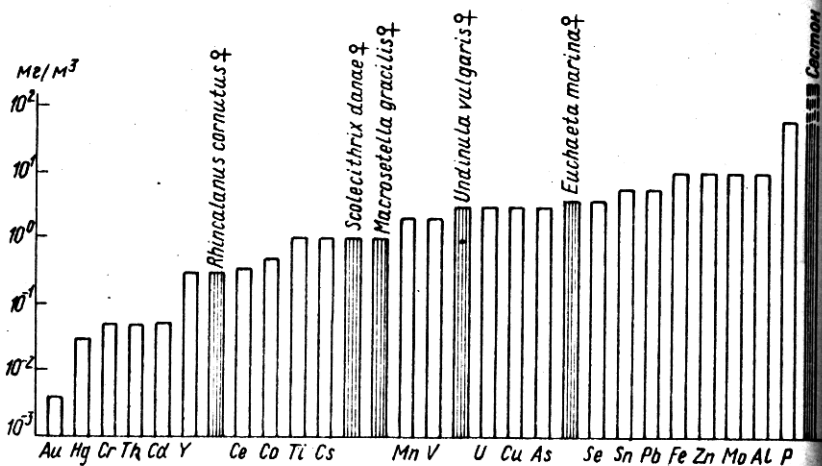


Рис. 5. Сопоставление биомасс массовых видов копепод Карибского моря и концентраций радиоактивных, редких, рассеянных и микроэлементов.

От этой картины реального соотношения биогеохимического фактора — живого вещества и собственно химических элементов можно перейти к выяснению роли живого вещества в их миграции. Приведем близкий нам пример.

Коэффициент накопления природного минерального кобальта у планктонных организмов составляет величины порядка сотен (и даже 10 000 в случае сагитт), а коэффициент накопления кобальтсодержащего биологически активного вещества — витамина B_{12} — доходит до сотен тысяч, т.е. переход кобальта в форму витамина B_{12} резко повышает его миграционные способности. Концентрация витамина B_{12} в морской воде на один-два порядка величин меньше таковой кобальта, но несравненно более высокие коэффициенты накопления биохимически оформленного кобальта поднимают его до высоких концентраций в организмах. Дальнейшие исследования выявят долю минерального и "биохимического" кобальта в живом веществе. Не исключено, что значительное количество кобальта в организме морских растений и животных представлено витамином B_{12} и продуктами его трансформации.

Т а б л и ц а 2

Характеристика биологических полей (горизонт
0-20 см) в Атлантике и Тихом океане

Тип поля	Частота встречаемости в последовательном ряду проб	Примеры протяженности поля (м) в зависимости от дрейфа	
		Атлантика	Тихий океан
Состояние рас- сеяния	1-2	<500	2000
Состояние поля	3	>500	>2000
микрополе	3-5	<1500	<5000
в т.ч. миниполе	3	<1000	3000
мезополе	6-10	<2500	<10000
макрополе	11-20	<5000	<20000
максиполе	>20	>5000	>20000

В дальнейшем привязка таких данных к сложной структуре и динамике биологических полей позволит количественно оценивать роль живого вещества как фактора миграции химических элементов "невиданной силы" (по акад. В.И.Вернадскому). Тогда станет возможным проследить конкретные пути включения и участия в общем круговороте веществ радионуклидов кобальта, представляющих радио-экологический фактор (рис.6,а).

Распределение в океанах биологически активных соединений, содержащих изотопные носители радионуклидов-металлов

Определено содержание кобаламинов в пробах плейстонно-нейстонного и планктонного комплексов Атлантического и Тихого океанов (рис.6,б). Установлена четкая зависимость концентрации кобаламинов от набора видов и количественных соотношений между ними в исследованных комплексах. Содержание кобаламинов различно у соответствующих отрядов животных - представителей плейстонно-нейстонного комплекса. По степени концентрирования кобаламинов изученные животные могут быть распределены в таком порядке: Mollusca (Pteropoda)-Crustacea (Copepoda, Amphipoda) (табл.3). Установлена биохимическая особенность Copepoda накапливать кобаламины в высоких концентрациях. Из шести изученных видов зеленых и бурых водорослей наиболее высокое содержание кобаламинов обнаружено у саргас-

Содержание кобаламинов в гидробионтах
Атлантического и Тихого океанов

Район лова	Вид гидробионта	Кобаламины, мг/г	
		в сыром ве- ществе	в сухом ве- ществе
Водоросли			
о.Бетио	CHLOROPHYTA		
	Ulva sp.	-	33,12±2,79
RHAEOPHYTA			
Станция 5	Sargassum natans	82,62±13,90	
Станция 7 (233)	Sargassum sp.1	-	75,21±4,64
Станция 42(276)	Sargassum sp.2	-	25,65±1,06
о.Уполу	Padina sp.1	-	35,11±2,88
о.Бетио	Padina sp.2	-	8,70±0,82
Плейстонно-нейстонный комплекс			
CHONDROPHORA			
Станция 3	Velella velella	14,15±3,91	-
Станция 38(268)	SIPHONOPHORA	10,39±1,64	-
Станция 29(250)	Physalia physalis	49,69±2,48	-
PTEROPODA			
Станция 49(297)	Cavolinia tridentata	205,29±12,91	-
COPEPODA			
Станция 30(256)	Neocalanus gracilis	132,68±9,26	-
Станция 34(261)	Pontellidae (G.sp.1)	153,98±15,06	-
Станция 3	Pontellidae (G.sp.2)	114,79±29,00	-
AMPHIPODA			
Станция 38(268)	Hyperiidea (G. sp.1)	135,23±11,64	-
Станция 52(306)	Hyperiidea (G.sp.2)	107,15±5,19	-
Станция 44(282)	Hyperiidea (G.sp.3)	159,13±8,99	-
Станция 3	Parathemisto gracili- pes	28,34±5,19	-
EUPHAUSIACEA			
Станция 30(256)	Euphausia mutica	53,01±2,50	-
DECAPODA			
Станция 5	Planus minutus	17,89±7,10	-
" "	Креветка саргассовая	27,27±5,87	-
HEMIPTERA			
Станция 43(282)	Halobates sp.	12,97±0,88	-
Рыбы			
сем. МУСТОРИДАЕ			
Станция 14(241)	печень	212,19±21,62	-
	гонады	106,72±17,26	-
	мышцы	32,73±5,06	-
сем. EXOSOEТИДАЕ			
Станция 49(297)	печень	138,51±9,01	-
	гонады	37,45±5,90	-
	мышцы	16,79±1,94	-

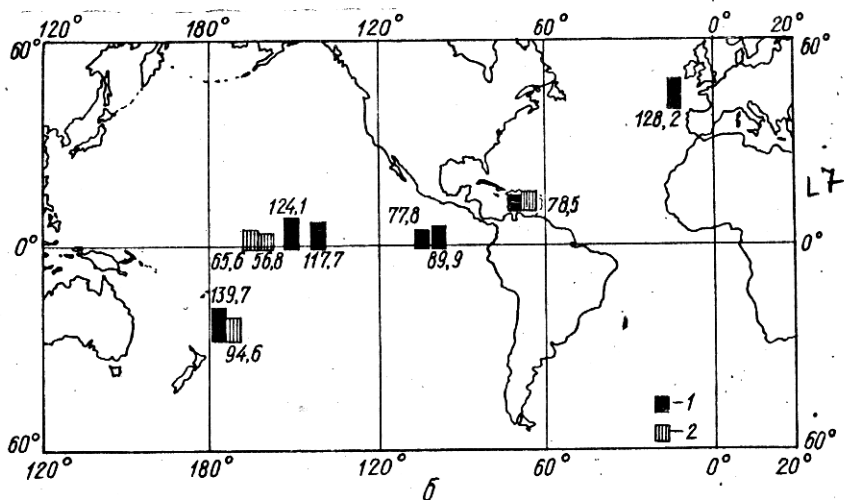
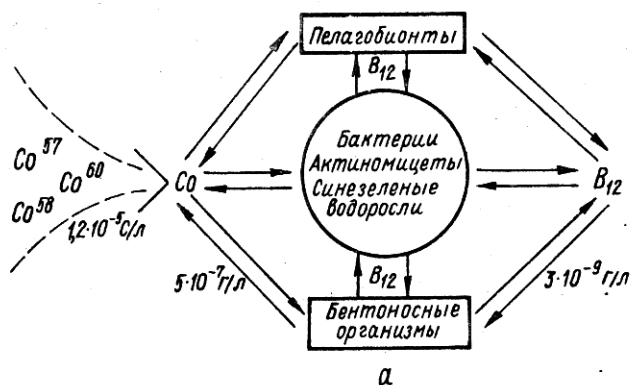


Рис. 6. Круговорот кобальта в пелагиали (а) и концентрации кобаламинов (нг/г сыр. веса) в гидробионтах (б):
1 - плейстонно-нейстонный комплекс; 2 - эпизоопланктонный комплекс.

совых водорослей. Показано, что различные виды рыб неодинаково депонируют кобаламины. Наибольшие его количества аккумулируются в печени; содержание кобаламинов в гонадах и мышцах в несколько раз меньше.

2. Экологические исследования загрязненности океанических организмов и их биотопов

Радиоактивное загрязнение

Сняты гамма-спектры проб различных макрофитов из Атлантики и Тихого океана с помощью кристалла NaJ (Tl) 40x40 см на установке "Тензор" АИ-128.

На рис. 7 видны характерные пики в зонах энергии 0,13; 0,5; 0,8 и 1,46 Мэв для проб зола саргассов из этих океанов. Они соответствуют гамма-излучению искусственно радиоактивных церия-144,

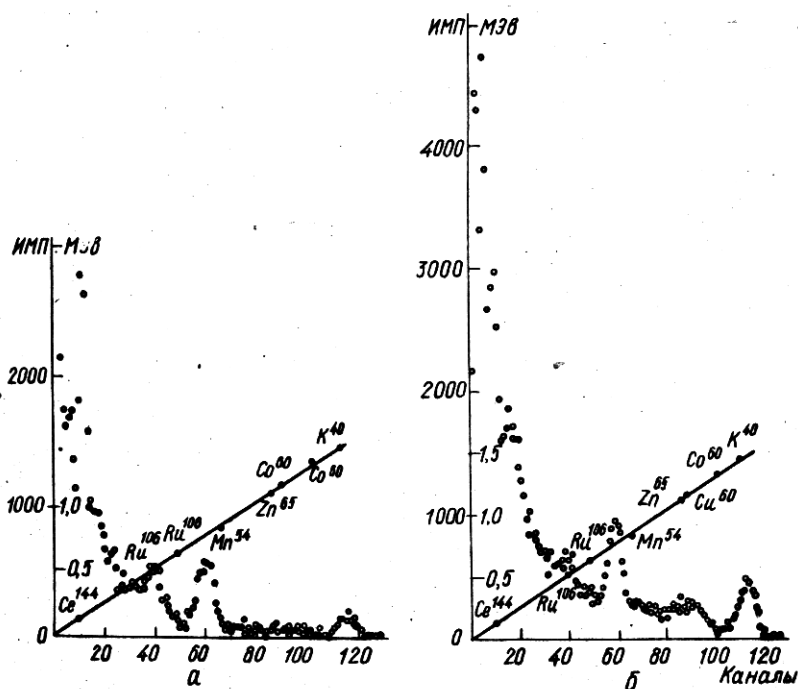


Рис. 7. Гамма-спектры саргассов из Саргассова моря (а) и Тихого океана (б).

рутения-106 и марганца-54, а также естественно радиоактивного калия-40. У падины не наблюдался пик калия-40, так как она относится к группе обедненных калием бурых водорослей (А.П.Виноградов, 1935).

Радиоактивное загрязнение отмечено, таким образом, как в макрофитах северного полушария (Атлантика, Саргассово море), так и южного (Тихий океан, Океания).

Изучение способности океанических гидробионтов концентрировать радионуклиды - загрязнители среды - проводилось в экспериментах с зоопланктонными организмами и важнейшими компонентами загрязняющих радионуклидов (из осколочных продуктов деления - церий-144 и из наведенных продуктов - кобальт-60). Выбор этих радионуклидов обусловлен тем, что ^{144}Ce представляет редкоземельную группу, а ^{60}Co - изотоп одного из наиболее жизненно важных микроэлементов, входящих как необходимый компонент в состав витамина B_{12} . Через 1 ч после начала аккумуляции изучавшихся радионуклидов планктонные организмы накапливают как кобальт-60, так и церий-144 в заметных количествах; через сутки коэффициенты накопления значительно возрастают. Гиперииды аккумулируют церий-144 с большими коэффициентами накопления, чем кобальт-60 (рис.8).

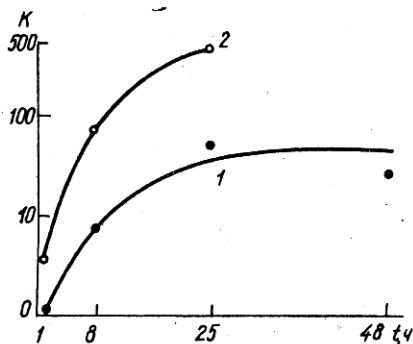


Рис.8. Изменение коэффициентов накопления кобальта-60 (1) и церия-144 (2) у гипериид во времени.

Другие виды загрязнений - нефтяные агрегаты с перифитоном

Атлантический океан, по нашим данным на всех станциях (у берегов Европы, в Саргассовом и Карибском морях - в 4-м рейсе, а также на океанографическом полигоне 1970 г. - во 2-м рейсе - Поликарпов, Егоров и др., 1971) загрязнен нефтяными агрегатами с перифитоном (рис.9-II), тогда как Тихий океан, по нашим данным, на

всех станциях вдоль экватора и по всему маршруту к Австралии и обратно к тропической зоне, совершенно лишен таких загрязнений. Следовательно, нефтяное загрязнение, уже охватывая значительные акватории гидросферы, еще не стало глобальным фактором, каким является радиоактивное загрязнение.

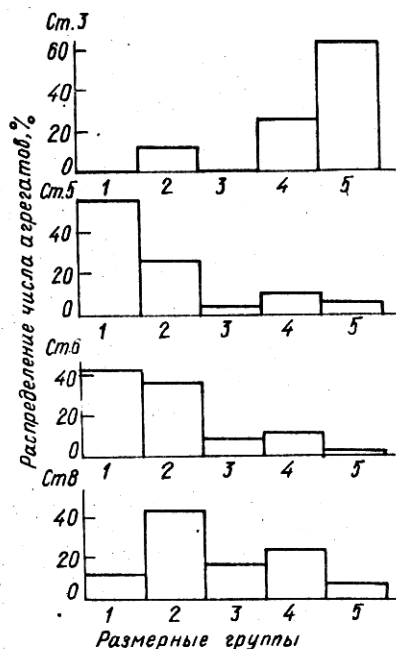


Рис.9. Распределение размеров нефтяных агрегатов в Карибском море:
1) 0-1 мм; 2) 1-2 мм;
3) 2-4 мм; 4) 4-8 мм;
5) 8-16 мм.

На рис.10 показана схема, характеризующая нефтяные агрегаты как экологический фактор. Поэтому важно привлечение внимания к экологическим исследованиям нефтяных агрегатов, населенных перифитоном.

На рис.11 показана степень загрязненности сестона нефтяными агрегатами (величины концентрации агрегатов от концентрации сестона) из верхнего горизонта 0-20 см. Вклад агрегатов нефти в сестон составляет до 4-11%. Относя агрегаты нефти, плавающие у пленки поверхностного натяжения, к сестону слоя воды глубиной 20 см, мы занижаем раз в 10 вклад агрегатов нефти в тот сестон, среди кото-

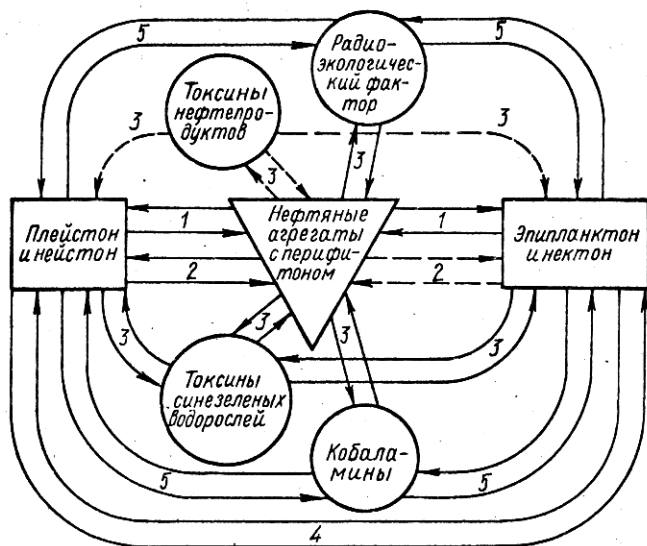


Рис.10. Нефтяные агрегаты с перифитоном как экологический фактор (включая связь с радиоэкологическим фактором):

1 - пищевые связи; 2 - использование субстрата; 3 - обмен со средой и воздействие из среды; 4 - комплекс взаимоотношений; ----- вероятные связи.

рого плавают эти агрегаты, т.е. фактически концентрация нефтяных агрегатов уже достигла концентрации септона в слое загрязнения ими (0-2 см). В пересчете на жидкую нефть загрязнение ее агрегатами эквивалентно покрытию воды нефтяной пленкой от 2 до 5% в разных районах Атлантики.

В табл.4 приведено сопоставление концентрации агрегированной нефти и биомассы копепоид нейстона в Саргассовом море, из которого следует, что концентрация нефти в форме агрегатов неизмеримо превышает биомассы копепоид.

Нефтяные агрегаты обрастают перифитоном, значительную долю которого составляют синезеленые водоросли - поставщики в среду сильных токсинов (Поликарпов, Егоров и др., 1971). Они же вместе с микроорганизмами служат поставщиками в морскую воду и кобаламинов. Нефтяные агрегаты - активные накопители радиоактивных веществ, поэтому они могут также рассматриваться как агенты, усиливающие радиоэкологический фактор.

Таблица 4

Отношение концентрации нефти в форме агрегатов ($C_H \frac{мг}{м^2}$) к биомассе
копепод ($\beta_K \frac{мг}{м^2}$) в Саргассовом море

Время взятия пробы (мест- ное)	Концентрация агрегатов неф- ти, мг/м ²	С агрегатов нефти/ В копепод				
		Pontella at- lantica	Pontel- la sp.	Macrosetel- la gracilis	Onychorosu- saurus giesbre chii	Urosoru- saurus lautus
16.48-16.50	3,4	34	20	Только нефть	17	10000
16.56-16.58	0,6	20	9	" "	60	10000
17.05-17.07	8,3	Только нефть	118	827	827	10000
17.14-17.16	0,2	" "	7	Только нефть	Только нефть	10000
17.24-17.26	0,6	" "	20	" "	"	10000

Спонтанная хромосомная изменчивость у морских организмов в природных условиях

Объект	Количество изученных организмов	Количество исследованных клеток	Число клеток с перестройками, %	Дисперсия σ^2
Cheilorogon Демерсальная икра рыб (Ptenichthys) furcatus (?) (на саргассовых водорослях, Саргассово море)	20	4169	2,3±0,71	1,6
Cheilorogon Демерсальная икра рыб (Ptenichthys) furcatus (?) ^x (на саргассовых водорослях, Карибское море)	18	1646	4,8±0,97	3,8
Нейстонная икра рыб сем. Gonostomidae (?) ^x (Тихий океан)	23	3359	6,0±1,08	6,3
Молодые особи парусников Velella velella (Тихий океан)	15	837	7,0±2,52	21,0

^x По определению проф. Т.С.Расса.

Т а б л и ц а 6

Спектры спонтанной хромосомной изменчивости

Объект	Типы перестроек*							
	-	=	l	l-	l=	х	х-	х=
Икра рыб (Саргассово море)	16,7 $\pm$ 5,6	7,1 $\pm$ 3,1	67,0 $\pm$ 7,3	0,6 $\pm$ 0,6	1,0 $\pm$ 1,0	7,6 $\pm$ 5,2	0	0
Икра рыб (Карибское море)	4,7 $\pm$ 2,2	0,9 $\pm$ 0,9	87,3 $\pm$ 3,6	2,0 $\pm$ 1,4	0	5,1 $\pm$ 2,9	0	0
Икра рыб (Тихий океан)	1,8 $\pm$ 0,9	0,7 $\pm$ 0,5	89,1 $\pm$ 2,0	4,3 $\pm$ 1,4	0,7 $\pm$ 0,5	2,8 $\pm$ 1,0	0,4 $\pm$ 0,4	0,2 $\pm$ 0,2
Парусники <i>Verella</i>								
<i>verella</i> (Тихий океан)	11,7 $\pm$ 7,3	3,3 $\pm$ 2,4	64,2 $\pm$ 9,1	2,9 $\pm$ 2,0	0,6 $\pm$ 0,6	17,3 $\pm$ 7,6	0	0

* Общее число перестроек принято за 100%. Обозначения: - - одиночный фрагмент;
 = - парный фрагмент; l - одиночный мост; l- - одиночный мост с фрагментом; l= -
 одиночный мост с парой фрагментов; х - парный мост; х- - парный мост с фрагментом;
 х= - парный мост с парой фрагментов.

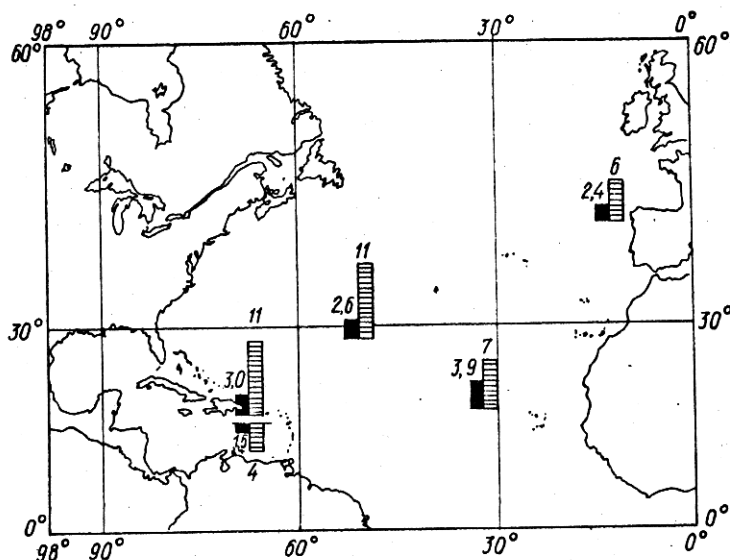


Рис. 11. Загрязненность (мг/г^2) нефтяными агрегатами (черные столбики) Атлантики. Полосатые столбики — степень загрязненности сестона (%) нефтяными агрегатами.

Фон хромосомной изменчивости у океанических животных из географически удаленных районов

Для выявления возможностей количественной оценки длительного воздействия различных факторов среды на океанические организмы в этом рейсе изучался уровень хромосомного мутагенеза у ряда представителей животного населения Атлантического и Тихого океанов.

Исследование существующего уровня спонтанной хромосомной изменчивости необходимо как отправная точка, как фон для последующих систематических определений этого цитогенетического параметра у избранных (желательно широкого круга) видов.

Уровень спонтанных изменений хромосом приведен в табл. 5. Наибольшее количество ядерных нарушений обнаружено у тихоокеанских организмов. У них же отмечена и наибольшая вариабельность (дисперсия) по этому показателю (особенно у хондрофоры парусника). Высо-

кий уровень спонтанного мутационного процесса у молодых развивающихся организмов, по-видимому, связан с активным процессом тканевой дифференцировки и может определяться видовыми особенностями разных организмов.

Вместе с тем, высокая вариабильность тихоокеанских организмов по величине спонтанных ядерных изменений может свидетельствовать о воздействии на их мутационный процесс мутагенных факторов внешней среды и о неодинаковой индивидуальной чувствительности их к такому воздействию. В этом отношении особенно в неблагоприятных условиях обитают плейстонные организмы — парусники, приуроченные к самой поверхности воды.

Характер спонтанных хромосомных изменений отражен в табл.6. У всех организмов в спектре ядерных изменений преобладают одиночные хроматидные мосты (60-90%), которые являются, по-видимому, следствием стабилизированных циклов мостов в ряду клеточных поколений.

Выводы

1. Разработанные в рейсе шесть вычислительных программ, входящих в комплекс математического обеспечения экспедиционных биологических исследований, позволили до 40 раз уменьшить затраты труда на количественную обработку биологических данных.
2. Концентрация сестона вдоль экватора Тихого океана, как правило, превосходит таковую в Атлантике, включая Карибское море.
3. Впервые в биоокеанографии предпринята попытка ввести понятия о биологических полях различной градации. Выявлена пирамида биологических полей плейстонно-нейстонного комплекса как в Атлантике, так и в Тихом океане. С увеличением размеров биополя его доля в общем числе биополей разных размерных категорий уменьшается. Такой подход к изучению распределения живого вещества может послужить приближению понятий биологического поля к понятиям физических и химических полей в океане. Познание структуры и динамики биополей откроет пути изучения биогеохимических механизмов миграции и распределения веществ в биогеоценозах пелагиали.
4. Из сопоставления коэффициентов накопления кобальта, находящегося в морской воде в минеральной форме (в том числе радио-

нуклиды кобальта из радиоактивных отходов) и в форме кобаламинов (витамина B_{12} и его аналогов), морскими и океаническими организмами следует, что с переходом кобальта в биохимическое состояние, т.е. в B_{12} , резко усиливается его миграционная способность: коэффициенты его накопления возрастают на несколько порядков величин.

Получены первые в литературе данные о величинах концентрации кобаламинов в плейстонно-нейстонном и эпипланктонном комплексах и их компонентах (массовых видах) в открытых районах Атлантики и Тихого океанов. Выявлены биоконцентраторы витамина B_{12} : крылоногий моллюск *Cavolinia tridentata* (концентрация B_{12} в котором составляет 205±13 нг/г сырого веса: столько же, сколько в печени светящихся анчоусов и значительно больше, чем в печени летучих рыб). веолонгие ракообразные (например, *Neocalanus gracilis* - 133±9 нг/г сырого веса) и саргассовая водоросль *Sargassum natans* (83±14 нг/г сырого веса). Объединены витамином B_{12} представители кишечнополостных - хондродоры (*Verella velutina*) и насекомых - океанические водомерки (*Halobates*) - около 10 нг/г сырого веса.

5. Радиоактивное загрязнение отмечено как в макробиотах северного полушария (Атлантика, Саргассово море), так и южного (Тихий океан, Океания). Таким образом, подтвержден глобальный характер радиоэкологического фактора.

6. Атлантический океан (от берегов Европы через Саргассово море до Карибского моря) загрязнен нефтяными агрегатами, тогда как Тихий океан по всему маршруту следования и работ вдоль экватора, на переходе к Сиднею и на пути к тропической зоне совершенно лишен таких загрязнений. Следовательно, нефтяное загрязнение, уже охватывая значительные акватории гидросферы, еще не стало глобальным фактором, каким является уже давно радиоактивное загрязнение. Разработана впервые в морской биологии (области научных основ охраны живой природы океана) схема, характеризующая нефтяные агрегаты как комплексный экологический фактор.

7. В современных условиях возникают специфические проблемы Саргассова моря, связанные с необходимостью незамедлительного международного соглашения об охране и рациональном использовании легко доступных запасов его пелагических саргассовых водорослей. По нашим оценкам, саргассы этого моря содержат многие центнеры витамина B_{12} . Мы не обсуждаем здесь возможные пути использования саргассов в народном хозяйстве (в качестве подкормки животным, удобре-

ний растений и т.д.). В случае разработок запасов саргассовых водорослей необходимо рациональное регулирование их эксплуатации. Как уже показано в табл. 6 и 7, Саргассово море загрязняется радиоактивными и нефтяными веществами (нами отмечены также разнообразные загрязняющие предметы, главным образом, синтетической природы в этом открытом районе Атлантики).

8. Для выявления давления, оказываемого человечеством (ноофрой) на живую природу океанов, выполнено впервые цитогенетическое исследование на океанических организмах.

Наибольшее количество ядерных нарушений обнаружено у тихоокеанских организмов. У них же отмечена и наибольшая вариабельность по этому показателю, что может свидетельствовать, на наш взгляд, о воздействии на их мутационный процесс мутагенных факторов внешней среды (из наиболее вероятных, в первую очередь радиоактивного загрязнения Тихого океана как испытательного ядерного полигона). Особенно в неблагоприятных условиях обитают парусники, приуроченные к самой поверхности воды. Проведенное исследование мы рассматриваем как первый этап систематических определений уровня спонтанной хромосомной изменчивости у избранных видов.

Л и т е р а т у р а

- Вернадский В.И. 1965. Химическое строение биосферы земли и ее окружения. "Наука", М.
Виноградов М.Е. 1968. Вертикальное распределение океанического зоопланктона. "Наука", М.
Водяницкий В.А. 1953. О проблеме биологической продуктивности моря. - Тр. Всесоюзной конференции по вопросам рыбного хозяйства. Изд-во АН СССР, М.
Зайцев Ю.П. 1970. Морская нейстонология. "Наукова думка".
Поликарпов Г.Г. и др. 1971. Нефтяные поля как экологическая ниша. - Природа, № II.
Савилов А.И. 1969. Плейстон Тихого океана. Биология Тихого океана. "Наука", М.
Морская радиоэкология. 1970. "Наукова думка", К.
Куцева Л.С. 1961. Микробиологические методы определения витаминов АН УССР, М.
Радиоэкологические исследования Средиземного моря. 1970. "Наукова думка", К.
Радиационная и химическая экология гидробионтов. 1972. "Наукова думка", К.
Хеморадиоэкология пелагиали и бентали. 1974. "Наукова думка", К.