

ПРОВ 98

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

ПРОВ 201

Экология моря

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1980 г.

Выпуск 3

Институт биологии
южных морей АН УССР
БИБЛИОТЕКА
№ А

КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1980

11. *Семенова С. Н.* Динамика развития фитопланктона в пелагиали от мыса Кап-Блан до порта Сен-Луи. — Тр. Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии, 1975, вып. 61, с. 56—67.
12. *Стечкин С. Б., Субботин Ю. Н.* Сплайны в вычислительной математике. — М.: Наука, 1976. — 248 с.
13. *Ханайченко Н. К.* Система экваториальных противотечений в океане. — Л.: Гидрометеоиздат, 1974. — 158 с.
14. *Хлыстов Н. З.* Структура и динамика вод Тропической Атлантики. — Киев: Наук. думка, 1976. — 164 с.
15. *Alberg J. H., Nilson E. N., Walsh J. I.* The theory of splines and their application. — New York; London: Acad. press, 1967. — 316 p.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
14.06.79

N. A. ZHAROV, V. A. MAKAREVICH

INVESTIGATION OF SENSITIVITY OF TRACER MODEL FOR PHYTOPLANKTON BIOMASS TRANSFER TO HORIZONTAL GRADIENTS OF OCEANOGRAPHIC CHARACTERISTICS IN THE NORTH-WESTERN TROPICAL ATLANTIC

Summary

The response of the tracer model of substance transfer in the ocean to the methods of determining oceanographic characteristics horizontal gradients is studied as exemplified by the main commercial region of the Atlantic.

The survey data in April-May, 1972 show possible ways of fresh-water phytoplankton transport in the ocean region under study. It is mentioned that nonstationary character of the currents field should be taken into account for the considered space and time scales of the studies transfer processes.

УДК 597.08:577.475(261.6)

А. Д. ГОРДИНА

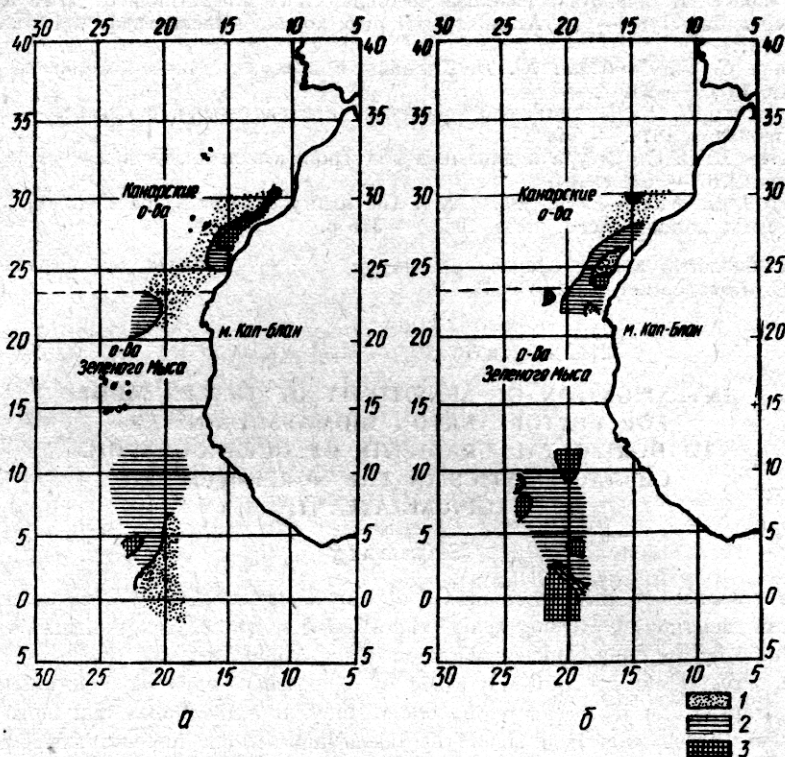
СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИХТИОПЛАНКТОНА В ОТКРЫТЫХ ВОДАХ СУБТРОПИЧЕСКОЙ И ЭКВАТОРИАЛЬНОЙ АТЛАНТИКИ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Материал и методика. Характеристика качественного состава и количественного распределения икринок и личинок рыб в открытых водах Центрально-Восточной Атлантики основана на сборах ихтиопланктона, произведенных в конце декабря — начале января 1977 г. в двух климатических зонах — субтропической (от 20°00' до 32°00' с. ш.) и экваториальной (от 01°00' ю. ш. до 12°00' с. ш.) (рисунк).

Сетью Богорова—Расса, изготовленной из газа № 23 с диаметром наружного кольца 80 и внутреннего — 113 см, производили ловы от 100 до 0 м. Поверхностный слой облавливали гипонейстонной сетью Зайцева в течение 20 мин в дрейфе. Материал собирали в открытых районах океана: в субтропической Атлантике — над глубинами от 1200 до 4400 м, в экваториальной — от 3500 до 5500 м. Всего собрано 90 проб, из них 66 в слое 100—0 м и 24 — в поверхностном слое.

Таксонометрическую принадлежность собранных икринок и личинок определяли до рода или вида, а в отдельных случаях — до семейства. Численность и биомасса рассчитаны на 100 м³.

Работы производили в субтропической Атлантике, расположенной в зоне влияния Канарского течения. В период работ температура воды



Численность икринок (а) и личинок (б) рыб в субтропической и экваториальной Атлантике в январе 1977 г., экз./100 м³:

1 — 10 (1), 11 — 25 (2) и >25 (3).

у поверхности оказалась выше среднегодовой температуры в это время и колебалась от 14,0 до 21,0°C.

Результаты и их обсуждение. За время исследований в составе ихтиопланктона были личинки и мальки рыб из 21 семейства. В приповерхностном слое отмечены личинки и мальки из 11 семейств, включающие эпипелагические (семейства Scomberesocidae, Macroramphosidae, Tetragnathidae, Coryphaenidae и Carangidae), неритические (семейства Clupeidae (*Sardina pilchardus*), Mugilidae, Sparidae, Blenniidae и Bothidae) и мезопелагические (семейства Myctophidae, Gonostomatidae и Paralepididae) (табл. 1).

В уловах постоянно встречались и доминировали по численности личинки *Sardina pilchardus* (до 49,5% общей численности личинок и мальков всех видов рыб). В это время происходит ее интенсивный нерест у берегов Испанской Сахары, мыса Бохадор и г. Вилья-Сиснерос [6]. Икринок *S. pilchardus* в наших сборах не было, численность личинок достигала 409 экз. на один двадцатиминутный лов гипонейстонной сетью. Высокая численность личинок *S. pilchardus* в открытых водах океана над большими глубинами, по-видимому, объясняется выносом их сюда из прибрежных районов Канарским течением, имеющим юго-западное направление.

Регулярно ловились и были также многочисленны в приповерхностном слое личинки и мальки *Scombrosox saurus*. Температура воды во время нереста *S. saurus* в южной Атлантике колеблется, по сообщению Ю. И. Дудника [3], от 16,0 до 19,4°C; в северной Атлантике, по данным А. А. Нестерова и Т. А. Шигановой [4], — от 16,8 до 23,7°C. В наших сборах при температуре воды от 14,0 до 21,0°C ли-

чинки и мальки *S. saurus* составили 35,8% общей численности всех видов. Число личинок достигало 119 экз. на один двадцатиминутный лов.

Таблица 1

Качественный состав личинок и молоди рыб,
% общей численности, в приповерхностном лове

Семейство, род и вид	Атлантика		Семейство, род и вид	Атлантика	
	субтро- пичес- кая	эквато- риальная		субтро- пичес- кая	эквато- риальная
Clupeidae	49,5	—	Scomberesocidae		
<i>Sardina pilchardus</i>			<i>Scombresox saurus</i>	35,8	—
Gonostomatidae	—	6,2	Macroramphosocidae		
<i>Vinciguerria</i> sp.	0,1	—	<i>Macroramphosus sco-</i>	2,4	—
<i>Cyclothone</i> sp.			<i>lopax</i>		
Paralepididae	0,2	—	Mugilidae	1,1	—
<i>Sudis hyalina</i>			Carangidae		
Myctophidae	—	6,2	<i>Naucrates ductor</i>	0,2	—
<i>Diaphus dofleini</i>	0,1	—	Hemiramphidae		
<i>Diaphus</i> sp.	—	62,6	<i>Oxyramphus micro-</i>		
<i>M. asperum</i>	0,2	—	<i>pterus</i>	—	18,8
<i>Gonichthys cocco</i>	1,1	—	Coryphaenidae		
<i>Geratoscopelus made-</i>			<i>Coryphaena hippurus</i>	—	6,2
<i>rensis</i>	0,8	—	Sparidae	7,8	—
Myctophidae (не опреде-			Blenniidae	0,2	—
лены)	2,2	68,8	Bothidae	0,2	—
Myctophidae (всего)			Неопределенные личинки		
			и мальки	0,3	—
			Число ловов	16	8

Таблица 2

Качественный состав личинок рыб, % общей численности, в слое 100—0 м

Семейство, род и вид	Атлантика		Семейство, род и вид	Атлантика	
	субтро- пичес- кая	эквато- риальная		субтро- пичес- кая	эквато- риальная
Clupeidae			Sphyraenidae		
<i>Sardina pilchardus</i>	4,4	—	<i>Sphyraena</i> sp.	—	0,4
Gonostomatidae (всего)	13,8	45,8	Apogonidae	0,8	0,3
<i>Cyclothone</i> sp.	4,1	3,2	Carangidae	1,2	0,3
<i>Maurolicus</i> sp.	0,8	0,3	Bramidae	1,2	0,3
<i>Vinciguerria</i> sp.	8,5	42,3	Coryphaenidae		
<i>Ichthyococcus ovatus</i>	0,4	—	<i>Coryphaena hyppurus</i>	—	0,1
Sternophthyridae			Sciaenidae	0,8	—
<i>Argyroleucus</i> sp.	—	0,7	Sparidae	0,4	0,1
Stomiidae			Gempilidae	2,0	0,4
<i>Stomias</i> sp.	1,2	—	Trichiuridae		
Chauliodontidae			<i>Lepidopus caudatus</i>	0,4	—
<i>Chauliodus sloanei</i>	—	0,2	Scombridae		
Bathylagidae			<i>Scomber</i> sp.	—	0,1
<i>Bathylagus</i> sp.	10,9	1,3	<i>Acanthocybium solan-</i>		
Synodontidae			<i>deri</i>	—	0,1
<i>Saurus</i> sp.	—	0,1	<i>Thunnus</i> sp.	—	0,2
Paralepididae			Nomeidae		
<i>Paralepis</i> sp.	1,6	2,6	<i>Cubiceps</i> sp.	0,8	—
<i>Lestidium</i> sp.	—	0,1	Gobiidae	—	0,1
<i>Sudis hyalina</i>	0,4	—	Bothidae	1,2	0,7
Myctophidae (всего)	48,8	43,8	Scopelarchidae		
Congridae	—	0,5	<i>Scopelarchoides</i> sp.	0,8	0,3
Macroramphosidae			Diondthidae	—	0,1
<i>Macroramphosus sco-</i>			Неопределенные и де-		
<i>lopax</i>	0,8	—	формированные личинки	8,1	1,4
Melamphidae			Число ловов	36	30
<i>Melamphes</i> sp.	0,4	—			

Личинки остальных видов рыб, отмеченные в приповерхностных водах, были немногочисленны.

В верхнем 100-метровом слое (по уловам ихтиопланктонной сетью) в исследуемом районе обнаружены личинки рыб из 18 семейств. Качественный состав ихтиопланктона существенно отличается от его состава в прибрежных водах, где преобладали икринки семейства *Sargidae* и личинки *Sardina pilchardus* [2], которые соответственно составляли 72% общей численности икринок всех видов, 91,4 — общей численности личинок. В открытых водах Канарского течения существенную долю составляли личинки мезопелагических рыб. Доминирующее значение здесь имели личинки семейства *Mystophidae* — 48,8% общей численности личинок (табл. 2). Постоянно встречались в планктоне личинки родов *Hygophum*, *Mystophum*, *Diaphus*, *Lampanictus*, *Notolychnus*, *Ceratoscopelus* и *Benthosema*, личинки рода *Gonichthys* — лишь единично (табл. 3).

Таблица 3

Качественный состав личинок, % общей численности, семейства *Mystophidae* в слое 100—0 м

Род и вид	Атлантика		Род и вид	Атлантика	
	субтропическая	экваториальная		субтропическая	экваториальная
<i>Hygophum benoiti</i>	12,1	—	<i>Diaphus rafinesque</i>	1,2	0,5
<i>H. reinhardtii</i>	12,1	—	<i>D. holti</i>	1,2	0,9
<i>H. macrochir</i>	—	17,0	<i>Diaphus</i> sp.	10,9	31,0
<i>Hygophum</i> sp.	6,0	0,9	<i>Diaphus</i> (всего)		
<i>Hygophum</i> (всего)	30,2	17,9	<i>Notolychnus valdivia</i>	13,3	32,4
<i>Diogenichthys atlanticus</i>	1,2	3,3	<i>Lampanictus pusillus</i>	1,2	1,5
<i>Benthosema</i> sp.	27,7	17,8	<i>L. crocodilus</i>	6,0	—
<i>Mystophum affine</i>	2,4	13,6	<i>Lampanictus</i> sp.	2,4	2,3
<i>M. asperum</i>	—	2,3	<i>Lampanictus</i> sp.	6,0	6,1
<i>M. punctatum</i>	1,2	—	<i>Lampanictus</i> (всего)	14,4	8,4
<i>Mystophum</i> sp.	6,0	0,5	<i>Ceratoscopelus</i> sp.	1,2	2,3
<i>Mystophum</i> (всего)	9,6	16,4	Число ловов	36	30
<i>Gonichthys</i> sp.	1,2	—			

Второстепенное положение занимали личинки из семейства *Gobionomatidae* и *Bathylagidae* — соответственно 13,8 и 10,9% общей численности личинок (табл. 2). В значительно меньшем количестве отмечены личинки других мезопелагических, а также батипелагических рыб из семейств *Chauliodontidae*, *Paralepididae*, *Trichiuridae*, *Melamphaidae* и *Scopelarchidae*. Личинки остальных видов рыб, отмеченные в уловах, встречались единично (табл. 2).

Таблица 4

Численность икринок и личинок, биомасса личинок рыб в слое 100—0 м

Район Атлантики	Глубина, м	Число ловов	Численность, экз/100 м³		Биомасса личинок, мг/100 м³
			икринок	личинок	
Субтропический 20°00'—32°00' с. ш. 12°00'—22°00' в. д.	1200—2200	36	13,2	15,1	36,0
Экваториальный 01°00' ю. ш.—12°00' с. ш. 18°00'—24°00' в. д.	3500—5500	30	24,7	43,0	160,0

В исследуемом районе Канарского течения значительно снижается численность ихтиопланктона от прибрежной зоны к открытым водам океана (рисунок). По данным Н. Джона [7], численность личинок

зимой достигала 190 экз/100 м³. Численность икринок в это же время наблюдений в прибрежной зоне изменялась от 980 до 1212 экз/100 м³, личинок — от 130 до 330 экз/100 м³ [2]. По нашим данным, в значительном удалении от берегов (над глубинами до 4000 м) численность икринок снижается в среднем до 13,2, а личинок — до 15,1 экз/100 м³ (рисунок). Биомасса личинок составила 36,0 мг/100 м³ (табл. 4). Близкие величины численности личинок рыб (10 экз/100 м³) для открытых вод Канарского течения указывает Э. М. Калинина (устное сообщение).

В экваториальной Атлантике исследования проводили в зоне действия пассатного течения, которое образуется за счет вод, поступающих с северо-восточной периферии североатлантического антициклона, а также вод Канарского течения. В январе температура воды у поверхности в экваториальной Атлантике значительно превышала поверхностную температуру в районе Канарского течения и колебалась от 24,5 до 27,0°C.

В экваториальной зоне Атлантики работы проводили над большими глубинами — от 3500 до 5500 м. Ихтиопланктон приповерхностного слоя здесь был представлен личинками и мальками из 4 семейств, включающих эпипелагические (семейства *Coryphaenidae* и *Hemiramphidae*) и мезопелагические виды (семейства *Myctophidae* и *Gonostomatidae*). Преобладали личинки и мальки семейства *Myctophidae* (68,8% общей численности личинок и мальков), большая доля (62,6%) приходилась на тропический вид — *Myctophum asperum*. Существенное значение имели личинки и мальки других тропических видов: *Oxyporhamphus micropterus* (18,8%) и *Coryphaena* sp. (6,2%) (табл. 1).

В верхнем стометровом слое открытых вод экваториальной Атлантики в январе отмечены личинки рыб из 20 семейств. Преобладали, так же как и в приповерхностном слое, личинки семейства *Myctophidae* (43,8% общей численности личинок всех видов рыб).

Довольно многочисленны в уловах были личинки родов *Hygophum*, *Benthosema*, *Myctophum*, *Diaphus*, *Notolychnus*, *Lampanictus*, *Ceratoscopelus*. Доминировал тропический вид *Hygophum macrochir* и вид, имеющий широкотропическое распространение — *M. affine*. Только в тропических водах отмечены личинки тропического вида — *M. asperum* (табл. 3). Доминирующую группу здесь также составляют личинки семейства *Gonostomatidae* (45,8% общей численности личинок). Наибольшую численность среди гоностомовых имели личинки рода *Vinciguerrgia* (42,3%). Общая доля двух доминирующих групп личинок изменялась в среднем от 75,0 (у поверхности) до 89,6% (в верхнем стометровом слое). Кроме личинок двух доминантных семейств в планктоне встречали личинки других мезо- и батипелагических рыб из семейств *Sternophthyidae*, *Chauliodontidae*, *Bathylagidae*, *Synodontidae*, *Paralepididae* и *Scopelarchidae*. Довольно часто встречались личинки семейства *Congridae*. Личинки других видов, отмеченные в уловах, составили незначительную долю (табл. 2).

Район экваториальной Атлантики в целом характеризуется более высокими величинами численности ихтиопланктона и биомассы личинок рыб, чем исследованный район субтропической Атлантики. Средняя численность икринок здесь составила 24,7, а личинок — 43,0 экз/100 м³. Изменение численности ихтиопланктона совпадает с данными отряда гидрологии. Некоторое увеличение численности ихтиопланктона выявлено в зонах подъема глубинных вод на 0 и 5, 10, 12° с. ш. Минимальные величины численности икринок и личинок рыб совпадают с областью малопродуктивных вод северной халистаттики (рис. 1 и 2). Близкие величины численности икринок (до 54 экз/100 м³) и личинок (до 53 экз/100 м³) отмечены в южном полушарии — от 0°00' до 5°00' ю. ш.

[2]. Подобная численность личинок рыб (43 экз/100 м³) указывается также для экваториальной зоны Тихого океана [1].

Полученные для открытых вод ЦВА данные о качественном составе, распределении и численности ихтиопланктона позволяют выделить две доминирующие группы личинок. Основное значение имели личинки семейства *Myctophidae*, доля которых составила в среднем 43,8—51,5% численности всех личинок. Второе место занимали личинки семейства *Gonostomatidae* (9,8—45,8%).

Наблюдения позволили также выявить различия качественного состава ихтиопланктона в двух климатических зонах ЦВА. Так, в водах субтропической Атлантики в одно и то же время ихтиопланктон представлен личинками и мальками эпипелагических и неритических, а также мезо- и батипелагических рыб. В экваториальной Атлантике отмечены личинки и мальки только эпипелагических, мезо- и батипелагических рыб. Представителей неритической группы рыб (семейства *Clupeidae* (*Sardina pilchardus*) *Mugilidae*, *Sparidae*, *Blenniidae* и *Bothidae*) не было.

Наиболее продуктивным в январе оказался район экваториальной Атлантики. По данным Л. И. Сажиной, Т. М. Ковалевой и С. И. Базанова [5], зимой этот район характеризуется высокой биомассой сестона, средняя величина которой для верхнего стометрового слоя составляла 839 мм³/м³. Характер распределения ихтиопланктона идентичен данным по распределению сестона. Численность икринок рыб превышала в 2 раза их численность в субтропической Атлантике, биомасса личинок — в 4 раза (см. табл. 4).

Выводы. 1. В январе 1977 г. наиболее продуктивными были открытые воды экваториальной Атлантики.

Средняя численность икринок рыб в субтропической Атлантике составила 13,2, личинок — 15,1 экз/100 м³; в экваториальной Атлантике — соответственно 24,7 и 43,0.

2. В субтропической и экваториальной Атлантике отмечены личинки и мальки рыб из 21 семейства.

3. В субтропической Атлантике встречаются личинки и мальки неритических, эпи-, мезо- и батипелагических рыб.

В экваториальной Атлантике личинки неритических рыб не обнаружены.

4. В глубоководных районах субтропической и экваториальной Атлантики преобладают личинки и мальки мезо- и батипелагических рыб семейства *Myctophidae* (43,8—51,5%) и *Gonostomatidae* (9,8—45,8%).

1. Горбунова Н. Н. Вертикальное распределение личинок рыб в восточно-экваториальном районе Тихого океана. — Тр. Ин-та океанологии, 1975, 102, с. 295—312.
2. Гордина А. Д., Калинина Э. М., Синюкова В. И. Численность и распределение ихтиопланктона в центральной и южной Атлантике. — В кн.: Тез. докл. II Всесоюз. конф. «Вопр. раннего онтогенеза рыб». Киев: Наук. думка, 1978, с. 130—131.
3. Дудник Ю. И. Некоторые особенности географического распространения макрелешуки *Scomberesox saurus* (Walb) в Южной Атлантике в зимний период. — Вopr. ихтиологии, 1975, 15, вып. 2, с. 203—211.
4. Нестеров А. А., Шиганова Т. А. Икра и личинки макрелешуки *Scomberesox saurus* (Walb) в северной части Атлантического океана. — Вopr. ихтиологии, 1976, 16, вып. 2, с. 315—321.
5. Сажина Л. И., Ковалева Т. М., Базанов С. И. Особенности распределения сестона в восточной тропической Атлантике. — В кн.: Результаты исследований северной части тропической зоны Атлантического океана по программе «Декалант». Севастополь, 1975, с. 160—171.
6. Седлецкая В. А. Размножение марокканской сардины *Sardina pilchardus* Walb. — Вopr. ихтиологии, 1973, 13, вып. 6, с. 1017—1023.
7. Hans-Christian J. Oberflächennahes Ichthyoplankton der Kanarenstrom-Region. — «Meteor» Forsch-Ergeb., Berlin; Stuttgart, 1973, Bd 15, S. 36—50.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
31.05.79

A. D. GORDINA

**COMPOSITION AND DISTRIBUTION OF ICHTHYOPLANKTON
IN OPEN WATERS OF THE SUBTROPIC
AND EQUATORIAL ATLANTIC IN WINTER PERIOD**

Summary

The paper presents data on qualitative composition, spatial distribution of ichthyoplankton in the subtropic and equatorial Atlantic late in December, 1976 — early in January, 1977.

The number of eggs and larvae as well as biomass of fish larvae are calculated. It appears that in winter an average number of eggs in open waters of the subtropic Atlantic amounted to 13.2 specimen/100 m³, that of larvae — 15.1 specimen/100 m³; in the equatorial Atlantic these figures were 27.7 and 43.0 specimen/100 m³, respectively. Fish larvae biomass in the equatorial Atlantic was 160 mg/100 m³, which is 4 times as high as their biomass in the subtropical Atlantic.