

ПРОВ 98

АКАДЕМИЯ НАУК УССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
ИМ. АКАД. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

Океаногр.
И 889

ПРОВ 2010

ИССЛЕДОВАНИЯ
ЦЕНТРАЛЬНО-
АМЕРИКАНСКИХ
МОРЕЙ

Пров. 1934

(ПО МАТЕРИАЛАМ СОВЕТСКО-КУБИНСКОЙ
МОРСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ)

Выпуск I

Институт
биологии южных морей
Библиотека
№ 20418

«НАУКОВА ДУМКА» КИЕВ — 1966

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗООПЛАНКТОНА И ЕГО ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КАРИБСКОГО МОРЯ

А. С. АРТЕМКИН, Э. П. БАЛДИНА,
В. Н. ГРЕЗЕ, В. С. ФИЛИМОНОВ

Институт биологии южных морей АН УССР
Институт физики СО АН СССР

В работах Советско-Кубинской океанографической экспедиции принимал участие НИС «Михаил Ломоносов», которому надлежало исследовать восточную часть Карибского моря.

Биологический отряд, членами которого мы были с 12 февраля по 2 марта 1965 г., проводил в этом районе в числе прочих исследований планк-

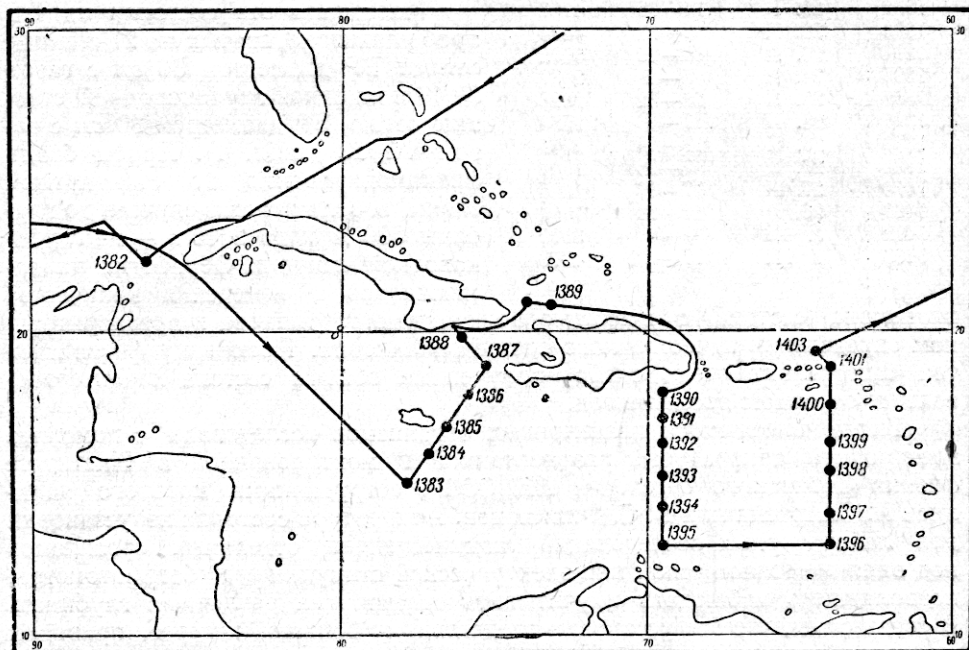


Рис. 1. Схема маршрута НИС «Михаил Ломоносов» в восточной части Карибского моря, февраль 1965 г.

тонологические работы на трех меридиональных разрезах (рис. 1). Нашей задачей было: получить характеристики планктона восточной части Карибского моря с точки зрения общих биопродукционных возможностей района и изучить явления люминесценции планктона, интересные в связи с вопросами экологии и физиологии морских организмов и с точки зрения биофизики моря.

Литературные данные по планктону исследованного района очень малочисленны. В частности, по люминесценции планктонных организмов

Таблица 1

Характеристика станций, на которых проводили биологические работы

Номер станции	Число, месяц	Время взятия пробы, час	Глубина, м
1383	13. II	5—6	4035
1384	13. II	18—19	1950
1385	14. II	9—10	1954
1386	14. II	23—24	1461
1387	15. II	9—11	2560
1388	15. II	21—23	3680
1389	18—19. II	17—3	2000
1390	21. II	13—15	1128
1391	22. II	4—5	4852
1392	22. II	14—15	4167
1393	23. II	5—8	4473
1394	23. II	18—20	5012
1395	24. II	5—6	2087
1396	25. II	20—22	2828
1397	26. II	7—8	2983
1398	26. II	19—24	2751
1399	27. II	7—9	1904
1400	27. II	17—19	1598
1401	28. II	17—20	1900
1402	1. III	1—6	3100
1403	1. III	17—22	4578

нам не известно ни одной работы, а по планктону же собственно имеются данные Йесперсена (Jespersen, 1935) о количестве планктона в пробах, которые, однако, нет возможности отнести к определенному объему воды. Сведения по планктону прилежащего района Кайманового моря содержатся в статье Н. С. Хромова (1965).

В связи с такой скудостью данных представляет некоторый интерес публикация даже предварительных результатов обработки планктонных материалов, собранных на НИС «Михаил Ломоносов».

Материалы эти состояли из 142 проб планктона, взятых на 21 станции сетями БР диаметром 36 см с газом № 49 и на одной глубоководной станции сетью БР диаметром 80 см с газом № 23 (табл. 1). Пробы брали фракционированно по стандартным слоям, в большинстве случаев до глубины 500 м и до 2000 м — на глубоководной станции. Обработка их заключалась в измерении количества

планктона (сестона) с помощью волюменометра Яшнова и предварительном определении качественного состава планктона. Поскольку фитопланктон был развит очень слабо, полученные объемы сестона характеризовали в основном зоопланктон.

Биолюминесценцию планктонных организмов исследовали с помощью электронной аппаратуры, разработанной и смонтированной в Институте физики Сибирского отделения АН СССР, сотрудниками которого являлись А. С. Артемкин и В. С. Филимонов. Аппаратура состояла из установки для лабораторных исследований люминесценции отдельных организмов под влиянием химической или электрической стимуляции и батифотометра, позволявшего наблюдать и учитывать свечение на различных глубинах. В связи с тем, что эти установки представляют большой интерес, приводим их подробное описание.

Блок-схема лабораторной установки для исследования биолюминесценции планктона при химическом раздражении дана на рис. 2. Исследуемый объект вводят в кювету и помещают в светонепроницаемый корпус. При введении в кювету раздражающего вещества планктон высвечивается. Световой сигнал поступает на один фотоумножитель (7), а также через блок сменных светофильтров (4) на другой фотоумножитель (1). Один фотоумножитель позволяет регистрировать интегральные характеристики светящихся объектов, а другой, при помощи сменных светофильтров, — спектральные. С интегрального фотоумножителя сигнал поступает на блок коммутации и питания (8), а затем на регистрирующий прибор (6). Сигнал

со спектрального фотоумножителя поступает на усилитель постоянного тока (2) и затем на регистрирующий прибор.

В качестве приемников светового сигнала используются фотоумножители типа ФЭУ-29, имеющие спектральную характеристику, перекрывающую спектральный диапазон высвечивания планктона, известный по литературным данным. Для выделения спектральных полос используются интерференционные, узкополосные фильтры с полосой пропускания 9—12 мкм.

В качестве регистрирующего прибора в установке применен шлейфный осциллограф Н-700. Блок коммутации и питания позволяет дистанционное включение сигнала на шлейфный осциллограф, а также его дистан-

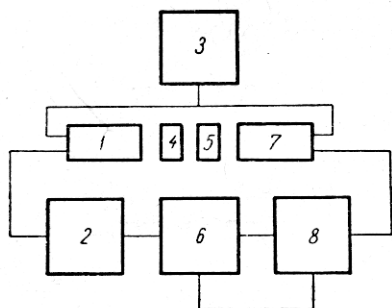


Рис. 2. Блок-схема лабораторного прибора для регистрации биолюминесценции при химическом раздражении: 1 и 7 — фотоумножители, 2 — усилитель постоянного тока, 3 — высоковольтный источник питания, 4 — блок сменных светофильтров и эталона, 5 — кювета для исследуемого объекта, 6 — регистрирующий осциллограф, 8 — источник питания регистрирующего осциллографа и блок коммутации.

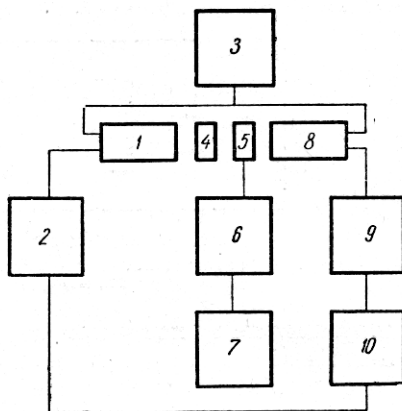


Рис. 3. Блок-схема лабораторного прибора для регистрации биолюминесценции при электрическом раздражении: 1—5 — то же, что и на рис. 2, 6 — формирующий блок, 7 — задающий генератор, 8 — фотоумножитель, 9 — блок коммутации и источник питания, 10 — регистрирующий прибор.

ционный запуск. В случае необходимости в канале интегрального умножителя может быть также применен усилитель постоянного тока. В качестве источника питания фотоумножителей использован стандартный высоковольтный стабилизированный выпрямитель тока типа ВС-22.

Кюветы для исследуемых объектов выполнены из органического стекла и позволяют снимать характеристики биолюминесценции с организмов размером 5 × 5 см.

Установка для снятия характеристик свечения планктона при электрическом раздражении (рис. 3) имеет два дополнительных блока, позволяющих подавать на исследуемый объект раздражающий сигнал в виде прямоугольного импульса различной частоты и длительности. В качестве задающего генератора использован стандартный прибор типа С1-4. Формирующий блок выполнен по схеме старт-стопного мультивибратора и позволяет менять длительность импульса раздражения от 50 до 1 мсек.

Кюветы для исследуемых объектов изготовлены также из органического стекла. Подача электрического импульса на исследуемый объект

производится через серебряно-агаровый переход. Кювета позволяет исследовать объекты с размерами до $3 \times 1,5$ см.

Описанная установка для лабораторных исследований биолюминесценции была экспериментальным макетом. В ходе использования существенных недостатков в ее конструкции не обнаружено.

Батифотометр, предназначенный для измерения биолюминесценции в море до глубины 3000 м, смонтирован по схеме, приведенной на рис. 4. Источником питания служат серебряно-цинковые аккумуляторы типа СЦ. Преобразователь прибора выполнен на полупроводниковых триодах. Высоковольтный выпрямитель собран по схеме удвоения на высоковольтных выпрямительных полупроводниковых элементах. Связь с прибором осуществляется по бронированному одножильному кабелю типа КОБД-4. Сигнал

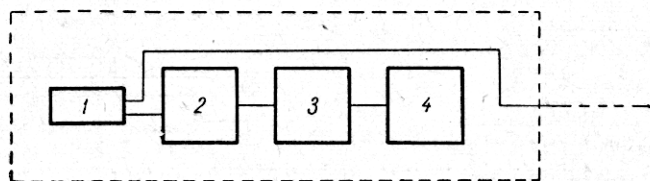


Рис. 4. Блок-схема координатного батифотометра:
1 — фотоумножитель, 2 — высоковольтный выпрямитель, 3 — преобразователь, 4 — источник питания.

с фотоумножителя поступает по кабелю через коммутирующий прибор на шлейфный осциллограф типа Н-700.

В случае необходимости сигнал может быть усилен. Для обеспечения регистрации постоянной составляющей света — звездного фона — применяется усилитель постоянного тока.

Габариты корпуса прибора: диаметр 140 мм, длина 1000 мм. На НИС «Михаил Ломоносов» работу производили с кормовой лебедки правого борта, через кран-балку. Кроме измерения биолюминесценции на стандартных горизонтах были проведены ее измерения на ходу корабля при скорости 6—12 узлов. Несмотря на тяжелые эксплуатационные условия при буксировке прибора — вибрацию корпуса, значительные ускорения — он оказался вполне пригодным к использованию.

Записи свечения, получаемые на лентах светочувствительной бумаги, при предварительной обработке, доступной в судовых условиях, позволили подсчитать число световых импульсов, регистрируемых батифотометром при опускании его на разные глубины.

Результаты предварительной обработки планктонных проб, собранных малой сетью БР, приведены в табл. 2.

Анализ полученных данных не позволяет говорить о существенных различиях продуктивности планктона в каких-либо отдельных участках в пределах обследованного района. Такое однообразие распределения планктона является естественным следствием равномерности гидрологических условий, создающейся в результате довольно интенсивного обмена вод Карибского моря и Атлантики через проливы Анегада, Наветренный и др.

На всех станциях наблюдали закономерное снижение количества планктона до глубины 500 м, а данные ст. 1398, где сбор производили большой сетью до глубины 2000 м, показали, что оно продолжалось и до этого

горизонта. Подобное снижение количества планктона наблюдали и на ст. 1403, где он был собран до глубины 1000 м. Такой характер вертикального распределения планктона отмечал в Карибском море и Йесперсен (1935), а в Саргассовом море — В. А. Яшнов (1961), в противоположность многим другим районам океана, где существует второй максимум обилия планктона на глубине 500—700 м. Это отсутствие второго максимума на глубинах, как и низкие величины содержания сестона в верхних слоях моря, свидетельствует об олиготрофном характере вод Карибского моря в его восточной части.

Таблица 2

Содержание сестона ($\text{мм}^3/\text{м}^3$) в слое 0—500 м в восточной части Карибского моря

Номер станции	Число, месяц	Время взятия пробы, час	Слой, м						
			0—10	10—25	25—50	50—100	100—200	200—300	300—500
1382	31. I	2—3	392	184	169	94	—	—	—
1385	14. II	9—10	294	191	—	—	—	—	—
1387	15. II	9—11	686	429	265	116	72	26	22
1388	15. II	21—23	588	368	189	86	43	25	15
1389	18. II	18—19	400	307	77	59	55	46	90
1389a	19. II	1—3	600	368	188	120	57	48	14
1390	20. II	13—15	100	184	151	108	28	18	17
1391	22. II	4—5	300	184	136	94	54	—	—
1392	22. II	14—15	400	210	92	53	40	—	—
1393	23. II	7—8	500	164	119	53	—	—	—
1394	23. II	18—19	410	185	—	—	—	—	—
1395	24. II	5—6	327	93	—	—	—	—	—
1396	25. II	20—22	500	215	226	125	60	27	—
1397	26. II	7—8	600	245	188	125	34	41	18
1399	27. II	7—9	500	231	145	123	54	49	20
1400	27. II	16—18	300	184	151	129	56	37	23
1402	28. II	8—9	300	123	113	92	36	43	25
Среднее			423	227	165	98	49	36	27

Анализируя состав планктона, можно также отметить его однообразие на всех разрезах. В фаунистическом отношении он довольно богат, как это вообще свойственно планктону тропических областей. В верхних слоях доминируют мелкие копеподы — *Oncaeidae*, *Corycaeidae*, *Clausocalanus*, *Calocalanus*. Для более глубоких слоев — 200—500 м — характерны *Pleurotamma*, *Haloptilus*, *Candacia*, *Mormonilla*. Из макропланктонных форм наиболее многочисленны Chaetognatha, встречающиеся в количестве до 10—20 экз/м³. За ними следуют эуфаузиды (до 5—10 экз/м³) и сифонофоры (до 5 экз/м³). Нужно отметить также присутствие почти на всех станциях *Pyrocystis*, распространенного до глубины 100—200 м, а иногда и глубже, хоть и в малом количестве.

Лабораторные исследования свечения планктонных организмов проводились с целью выяснения состава светящихся животных, поскольку в настоящее время он известен еще далеко не полно, а также для получения характеристик свечения различных видов. Для этого отдельных особей из проб, взятых планктонными сетями, помещали в кюветы описанной лабораторной установки, где производили запись их свечения под воздей-

ствием больших доз химических раздражителей или импульсов электрического тока.

В качестве раздражителей применяли формалин и спирт. Оба эти реагента возбуждали свечение в концентрациях от 1/5 до 1/25. Была испытана также пресная вода, добавлявшаяся в кювету к морской в соотношении 1 : 1. Электрические раздражители подавались в виде импульсов тока длительностью 46 мсек, частотой 1 и 3 гц. В кювете создавали плотность тока 1,27—1,62 ма/мм². Полученные записи свечения должны в дальнейшем служить для энергетической характеристики свечения организмов.

В итоге произведенных экспериментов удалось установить способность свечения не менее чем у 30 видов различных групп зоопланктона, среди которых наиболее распространенным был *Pyrocystis*. Обычны были также остракоды, копеподы — *Pleuromamma gracilis* Cl. и *P. abdominalis* Lub b., *Macrosetella gracilis* Dana, *Lucicutia gemina* Fagg., *Undinula vulgaris* Dana, *Euchaeta marina* Gr. и др.

В ходе опытов были получены также отрицательные результаты примерно для 30—40 видов (окончательно установить их число можно будет лишь после полной фаунистической обработки материала). Отдельные особи видов, вообще способных светиться, не всегда дают в опытах положительную реакцию. В связи с этим надежным доказательством отсутствия биолюминесценции может быть лишь большая серия опытов с отрицательным результатом. Поэтому в наших материалах после окончательной обработки можно будет определенно указать лишь немногие виды, у которых отсутствовала эта способность.

Видовая специфика в характере световых импульсов выражена в общем довольно слабо, и у отдельных особей одного вида в разных случаях можно наблюдать различную кривую записи свечения. Однако при достаточно большом числе опытов, вероятно, можно обнаружить и некоторые закономерные отличия в свечении разных видов. В качестве предварительных выводов можно, например, отметить относительно более длительные, но менее интенсивные импульсы у исследованных полихет и заметную разницу в интенсивности свечения у двух близких видов *Pleuromamma* — *P. abdominalis* и *P. gracilis*, из которых последний давал импульсы значительно большей силы.

Изучение «свечения моря» проводили с помощью батифотометра до глубины 175 м. Результаты наблюдений по отдельным станциям приведены в табл. 3. Максимальное количество импульсов, регистрировавшееся в стандартную трехминутную запись, не превышало 700. При этом подавляющее большинство их составляли слабые импульсы, дававшие запись в пределах нижней трети ленты осциллографа, и лишь 5—10% импульсов поднимали кривую записи до средней или верхней трети ширины ленты.

Средние данные по числу импульсов свечения за 1 мин для всех станций (табл. 3) составили следующий ряд:

Горизонт, м	25	50	75	100	125	150	175
Импульсы	154	171	155	115	84	76	53

Эти цифры показали несколько иной характер вертикального распределения люминесцирующих организмов сравнительно с суммарным планктоном. Если количество последнего закономерно снижалось начиная от верхнего слоя 0—10 м (см. табл. 2), то максимум свечения наблюдался дальше от поверхности — на глубинах около 50 м.

Таблица 3

Количество световых импульсов, регистрируемых в Карибском море
за 3 мин экспозиции

Номер станции	Число, месяц	Время взятия пробы, час	Характер импульса *	Глубина, м						
				25	50	75	100	125	150	175
1391	22. II	1	1	219	402	513	500	443	513	265
			2	150	108	38	23	24	19	3
			3	90	49	15	10	6	6	3
			Всего	459	559	566	533	473	538	271
1393	23. II	5	1	385	318	366	255	—	—	—
			2	9	4	5	0	—	—	—
			3	0	3	2	1	—	—	—
			Всего	394	325	373	256	—	—	—
1397	26. II	4	1	622	695	628	390	236	—	132
			2	39	55	28	21	12	—	3
			3	24	47	31	13	17	—	1
			Всего	685	797	687	424	265	—	136
1398	26. II	23	1	434	398	422	252	246	122	102
			2	60	34	37	13	8	0	3
			3	25	18	17	5	5	3	2
			Всего	519	450	476	270	259	125	107
1400	27. II	19	1	—	300	390	344	249	188	129
			2	—	21	36	43	25	36	11
			3	—	14	15	7	7	30	4
			Всего		335	441	394	281	254	144
1401	28. II	20	1	333	307	250	192	172	88	116
			2	31	21	13	7	7	4	2
			3	29	7	4	7	2	2	2
			Всего	393	335	267	206	181	94	120
14026	1. 03	6	1	—	—	—	202	168	126	58
			2	—	—	—	23	11	5	0
			3	—	—	—	8	10	8	2
			Всего				233	189	139	60

* 1 — слабые, 2 — средние, 3 — сильные импульсы.

Литература

- Хромов Н. С. 1965. О количественном распределении планктона в северо-западной части Карибского моря и в Мексиканском заливе.— В кн.: Тр. ВНИРО, 57.
 Яшнов В. А. 1961. Вертикальное распределение зоопланктона тропической области Атлантического океана.— ДАН СССР, 136, 3.
 Jespersen P. 1935. Quantitative investigations on the distribution of macroplankton in different oceanic regions.— Dana-Report, 7—8.

RESULTADOS DE INVESTIGACIONES DEL ZOOPLANKTON HECHAS CON ANTICIPACION Y SU LUMINISCENCIA EN LA PARTE OCCIDENTAL DEL MAR CARIBE

A. S. ARTIOMKIN, E. P. BALDINA,
 V. N. GRESE, V. S. FILIMONOV

Instituto Biológico de los mares del Sur, AC de la RSS de Ucrania
 Instituto de Física, AC de la URSS, Departamento Siberiano

Resumen

El análisis de 142 pruebas del zooplanktón mostró la ausencia de diferencias sustanciales en la productividad del planctón en diferentes partes de las regiones investigadas, y así mismo la uniformidad de su composición y la distribución en todos los cortes.

Como resumen de los experimentos fue establecida la capacidad de luminiscencia en 30 especies en distintos grupos del zooplanktón. La específica genérica en el carácter de los impulsos de luminiscencia está muy debilmente expresada.

La máxima luminiscencia vertical de los organismos luminiscentes se encuentra en la profundidad de 50 m.

PRELIMINARY RESULTS OF INVESTIGATING ZOOPLANKTON AND ITS LUMINESCENCE IN THE WESTERN PART OF THE CARIBBEAN SEA

A. S. ARTYOMKIN, E. P. BALDINA,
 V. N. GRESE, V. S. PHILIMONOV

Institute of Biology of Southern Seas, Academy of Sciences, Ukrainian SSR
 Institute of Physics, Academy of Sciences, USSR, Siberian Department

Summary

An analysis of 142 processed zooplankton samples showed that there are no distinctions in the plankton productivity in various parts of the investigated region, and the plankton composition and distribution are monotonous in all cross sections.

At the end of experiments it was established that 30 species of various zooplankton groups have luminescence. The specific features in the nature of the luminescence pulses are not pronounced. In the vertical distribution of luminescent organisms the maximum of luminescence occurs at a depth of 50 m.