

ПРОВ 2010

ПРОВ. 1979

ПРОВ 98

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

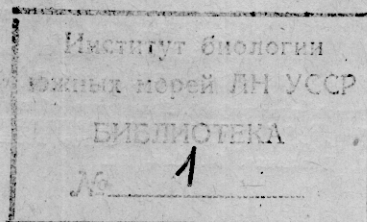
БИОЛОГИЯ МОРЕЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

Выпуск 49

ЭКОСИСТЕМЫ ПЕЛАГИАЛИ
АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА И МОРЕЙ
СРЕДИЗЕМНОМОРСКОГО БАССЕЙНА



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1979

Э. П. Битюков, В. И. Василенко

**БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНОЕ ПОЛЕ ПЕЛАГИАЛИ
ЮЖНОЙ АТЛАНТИКИ**

Изучение пространственной структуры биолюминесцентного поля рассматривалось как один из методов выяснения закономерностей и количественных характеристик структуры пелагических сообществ различных районов Атлантического океана. Характеристики биолюминесцентного поля до глубин 200 м определяли методом непрерывного батифотометрического зондирования, описанного в работах [1—3].

Во время 30-го рейса НИС «Михаил Ломоносов» в южной Атлантике [4] на 78 станциях выполнено 274 зондирования. На 11 станциях измерение биолюминесценции было одним из элементов комплексного изучения параметров среды и планктона с помощью крепящихся на кабель-трос приборов — прозрачномера, батифотометра, 30-литрового батометра и термобатиграфа. Это позволяло синхронно характеризовать оптические и температурные свойства воды, состав и количество бактерио-, фито- и микрзоопланктона на выбранных по данным оптического и биолюминесцентного зондирований горизонтах. На остальных станциях вертикальные профили биолюминесцентного потенциала служили дополнительной информацией для последующего прицельного отбора проб батометром или планктонной сетью.

Поскольку разрез от Западной Африки до начала широтного разреза по 42° ю. ш. пересекал различные водные массы, свойственные тропической и субтропической областям южной Атлантики, интенсивность биолюминесцентного поля оказалась отличной в разных районах. Общей чертой явились чередующиеся слои с повышенной и пониженной биолюминесценцией. На этом основании можно считать, что на большей части акватории существовали тонкие слои с повышенной концентрацией организмов. Другой общей чертой оказалась сопряженность вертикального распределения биолюминесценции с распределением температуры. Ранее [3] выделены три типа вертикальной стратификации биолюминесценции. Распределение биолюминесценции и положение верхней границы слоя температурного скачка представлено на рис. 1. На протяжении разреза можно выделить несколько типов водных масс и провести их типизацию по характеристикам биолюминесценции.

В экваториальной водной массе (северная часть разреза до 6° ю. ш.) биолюминесцентное поле характеризовалось высокой интенсивностью и резкой стратификацией (см. рис. 1, рис. 2). В верхнем слое формировалась зона сливного свечения. Максимальная величина биолюминесцентного потенциала (около $3,0 \cdot 10^{-4}$ мкВт/см²) отмечена в слое термоклина. Глубже него в слоях со средней биолюминесценцией, равной $1,0 \cdot 10^{-5}$ мкВт/см², наблюдались небольшие сливные или отдельные вспышки, обусловленные нахождением разрозненных биолюминесцентных организмов.

Центральная область антициклонального круговорота от 7 до 27° ю. ш., с конвергенцией водных масс, характеризовалась слабой биолюминесценцией в верхнем 100-метровом слое с небольшими ее колебаниями по глубине. Слои повышенной светимости по сравнению со слоями пониженной биолюминесценции отличались увеличением биолюминесцентного потенциала всего на 30—50%. Число таких слоев с повышенной светимостью, не имевших четкой локализации по глубинам, колебалось от трех до шести. Выявленные характеристики соответствовали схеме распределения и абсолютным величинам биолю-

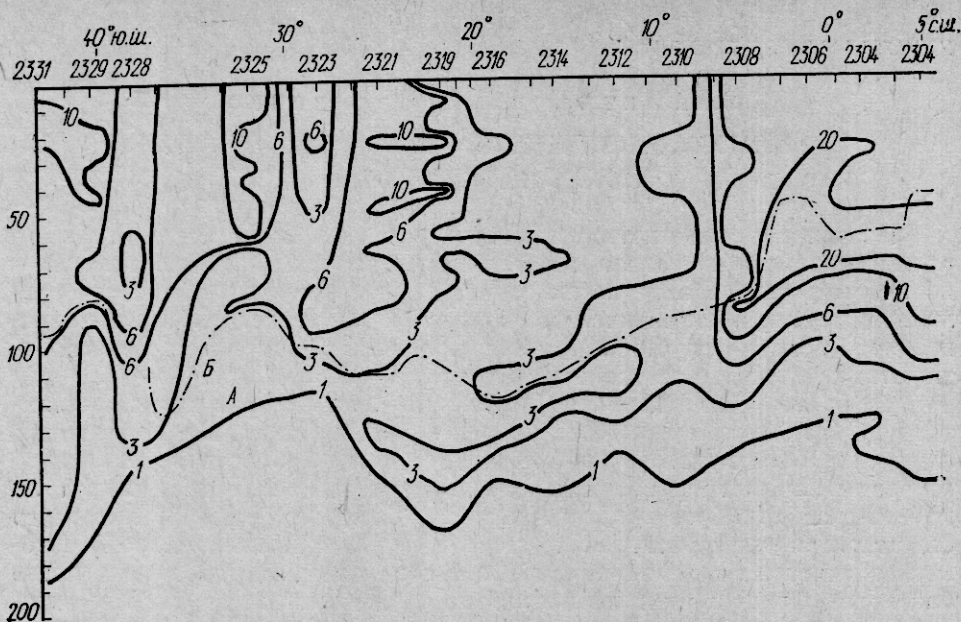


Рис. 1. Вертикальная структура поля биолуминесцентного излучения (10^{-5} мкВт/см²) (А) и положение термоклина (Б) по разрезу от западной Африки до начала широтного разреза (43° с. ш., 52° з. д.).

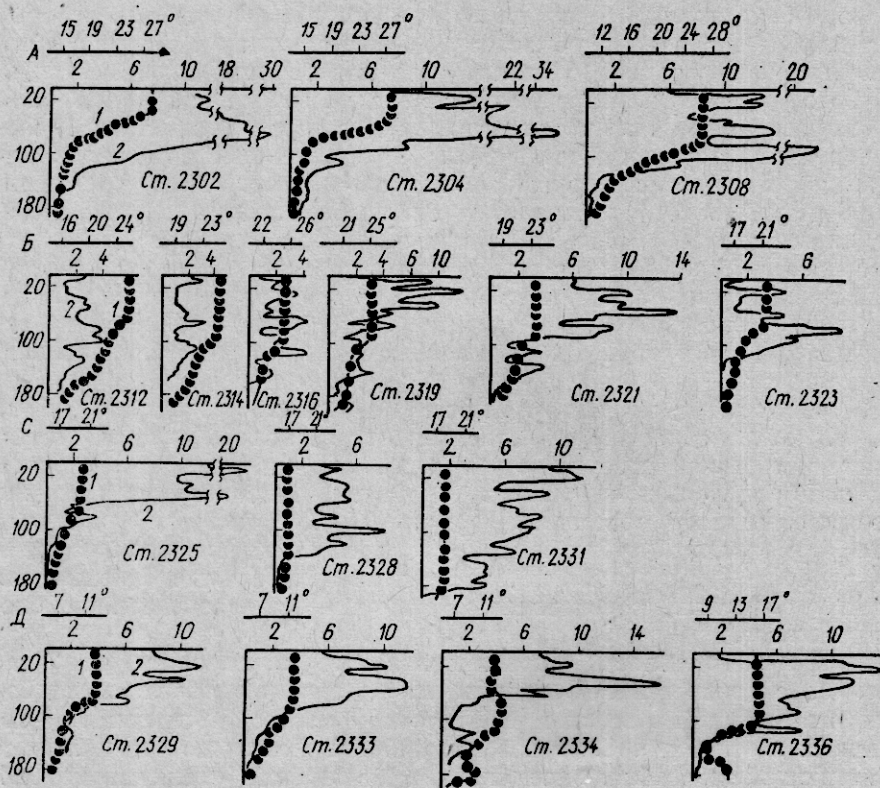


Рис. 2. Вертикальное распределение биолуминесценции (10^{-5} мкВт/см²) (1) и температуры (2) в экваториальной (А), тропической (Б) и субтропической (С) водных массах и трансформированных водах Бразильского и Фолклендского течений (Д).

минесценции, наблюдавшимся в центральной области антициклонального круговорота в феврале — марте 1973 г. [1].

Для района, к северу от 30° ю. ш. (ст. 2323), характерна структура термического и биолюминесцентного полей, типичная для областей с конвергенцией водных масс, — слабая биолюминесценция в верхних слоях, заглубленный термоклин, увеличение в нем интенсивности биолюминесценции (см. рис. 1, рис. 2, В). Южнее распределение этих характеристик свойственно участкам с дивергенцией водных масс — биолюминесценция здесь на порядок выше. В области термоклина наблюдается резкое, примерно в 20 раз, снижение ее интенсивности.

В области распространения субтропической водной массы от 33 до 37° ю. ш. характерна структура биолюминесцентного поля с четким чередованием слоев повышенной и пониженной светимости и резким градиентом биолюминесцентного потенциала в термоклине на глубине около 150 м. Здесь его величина на протяжении 7—10 м снижалась с $4,5 \cdot 10^{-5}$ мкВт/см² в 8—15 раз. В верхнем гомотермном слое формировалось до пяти слоев повышенной светимости. Наибольшая светимость наблюдалась над слоем температурного скачка. Остальные слои повышенной светимости в 1,2—2 раза слабее слоя, расположенного над термоклином. Биолюминесценция между слоями повышенной светимости в два-три раза слабее.

Южная ст. 2331, расположенная к северу от гидрофронта, характеризует трансформированные воды Бразильского и Фолклендского течений. Для этой водной массы характерна относительно высокая интенсивность биолюминесценции, достигающая $1,2 \cdot 10^{-4}$ мкВт/см² в верхнем 180-метровом гомотермном слое, и резкий градиент ее в слабовыраженном слое температурного скачка.

Широтный разрез по 43°30' ю. ш., протяженностью в 420 миль, расположен по продольной оси стыка струй Бразильского и Фолклендского течений. Структура биолюминесцентного поля и основные черты термического поля в верхней 200-метровой толще этого разреза представлены на рис. 3. Общей чертой по широтному разрезу, расположенному вдоль меандрирующего гидрофронта, оказался повышенный уровень биолюминесценции на восточных участках водных масс соприкасающихся течений. Это свидетельствует о подъеме в этих районах глубинных вод, обогащенных биогенами, которое происходит в результате поперечной циркуляции взаимодействующих потоков.

В Фолклендском течении интенсивность биолюминесцентного потенциала до $8,0 \cdot 10^{-5}$ мкВт/см² наблюдалась в слое выше термоклина, в котором отмечался резкий градиент биолюминесценции. В верхней гомотермной толще формировались два слоя повышенной светимости, толщиной по 20 м, разделенных слоем с пониженной в 1,5 раза биолюминесценцией.

К западу от 53° з. д. разрез на протяжении 220 миль пересекал струю теплого Бразильского течения с температурой воды над термоклином 16°. Восточная часть этой водной массы, примыкающая к району гидрофронта, характеризовалась высокой интенсивностью биолюминесценции, распределявшейся здесь по типу, свойственному районам дивергенции водных масс. Очевидно на этом участке, в результате взаимодействия Бразильского и Фолклендского течений, проявляется эффект поперечной циркуляции, приводящий к подъему глубинной воды, обогащенной биогенами. Вертикальная структура биолюминесценции в этом районе характеризовалась двумя слоями повышенной светимости. Верхний соответствовал гомотермной толще воды и имел биолюминесцентный потенциал, превышающий $5,0 \cdot 10^{-4}$ мкВт/см². Эта величина оказалась максимальной для всех наблюдений, выполненных южнее экватора.

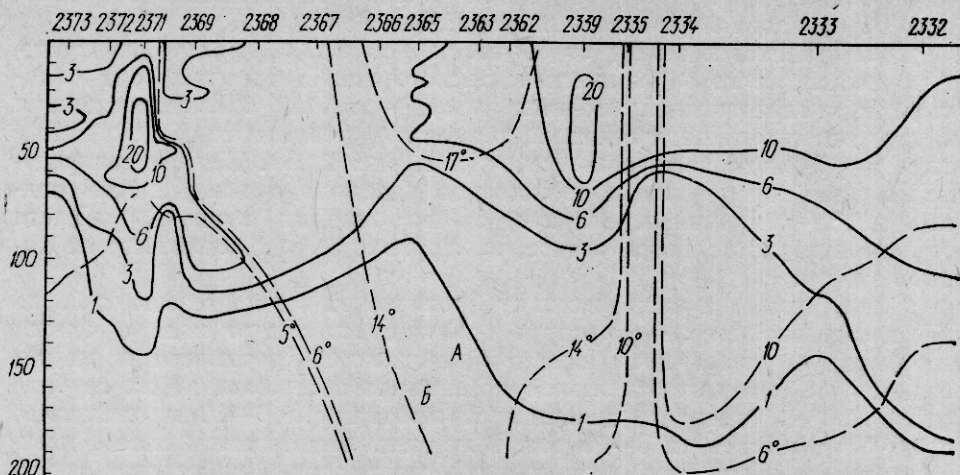


Рис. 3 Вертикальная структура поля биолуминесцентного излучения (10^{-5} мкВт/см²) (А) и положение термоклина (Б) на широтном разрезе по 42°30' ю. ш.

В водах Бразильского течения интенсивная биолуминесценция наблюдалась до верхней границы слоя температурного скачка. В самом термоклине, несмотря на незначительное снижение температуры, биолуминесценция уменьшалась почти в 200 раз. В верхнем термоклине и лежащем ниже слое с инверсированным ходом температуры была пониженная светимость. Глубже, в области второго гомотермного 15-метрового слоя, интенсивность биолуминесценции вновь увеличивалась в три раза. Верхняя граница второго термоклина явилась областью очередного снижения биолуминесценции.

Таким образом, восточный участок Бразильского течения имел водную массу, в которой наблюдалась интенсивная биолуминесценция, соответствующая обилию планктона. К западу интенсивность биолуминесценции снижается.

Станция 2371 (57°54' з. д.) находилась в районе очередного гидрофронта. На восточном участке прилегающих к нему холодных вод биолуминесценция усиливалась по сравнению с соседними районами в 15—18 раз. Протяженность такой зоны составила около 40 миль. К западу от нее, до выхода на континентальную отмель, интенсивность снизилась почти в шесть раз. Такой низкий уровень биолуминесценции сохранялся вдоль 200-мильной зоны от материка к северу на протяжении 180 миль.

Меридиональный разрез по 43° з. д., протяженностью 1100 миль, пересекал субантарктические и субтропические водные массы, а также гидрофронт между ними. В верхней 200-метровой толще пространственное распределение биолуминесценции неоднородно, оно соответствует типу водных масс (рис. 4).

Биолуминесценция на южном участке разреза, относящемся к водной массе течения Западных ветров, при температуре около 8°C слабая. Вертикальная структура ее характеризовалась наличием незначительного слоя повышенной светимости на глубинах 35—50 м. Интенсивность биолуминесценции здесь не выше $5,0 \cdot 10^{-5}$ мкВт/см².

К северу от 43°08' ю. ш. (ст. 2381) располагались трансформированные воды Бразильского и Фолклендского течений, дрейфующие на восток. Протяженность этих вод до ст. 2390 составила 250 миль. Для этой водной массы характерно повышение общего уровня биолуминесценции. Например, на 40° ю. ш. на глубинах около 50 м в слое повышенной светимости ее интенсивность достигала $1,2 \cdot 10^{-4}$ мкВт/см².

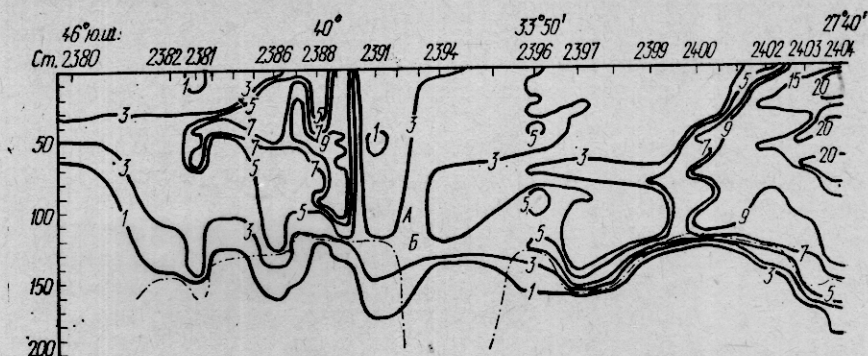


Рис. 4. Вертикальное распределение биолюминесценции (10^{-5} мкВт/см²) (А) и положение термоклина (Б) на меридиональном разрезе по 43°30' з. д.

В гомотермной толще формировались два-три слоя повышенной светимости. Нижний располагался над верхней границей термоклина, который являлся областью резких градиентов биолюминесценции. Общий уровень биолюминесценции увеличивался в северном направлении и достигал на 40° ю. ш. (ст. 2388) максимальных величин, превышавших биолюминесценцию из южной части почти в четыре раза. Этот участок находился на южной границе гидрофронта трансформированных вод Бразильского и Фолклендского течений с субтропической водной массой, являющейся юго-западной частью антициклонального круговорота.

Для района гидрофронта характерен пониженный уровень биолюминесценции. Только в термоклине, верхняя граница которого располагалась на глубине 120 м, формировался слой повышенной светимости. Однако его абсолютные показатели не превышали $4,0 \cdot 10^{-5}$ мкВт/см².

Севернее гидрофронта, в водной массе с температурой выше 16°, биолюминесценция также оказалась слабой, имея близкий по всей глубине потенциал. Его повышение на 30—50% наблюдалось на глубинах 120—140 м. Такой тип распределения биолюминесценции свойственен областям конвергенции водных масс. Эта зона интенсивной конвергенции простиралась до 33°50' ю. ш.

Очередные 180 миль к северу занимала водная масса из трансформированных субтропических вод и теплых струй Бразильского течения. Биолюминесценция в этих водах также представлена слабо. Максимальные величины биолюминесцентного потенциала до $5,5 \cdot 10^{-5}$ мкВт/см², приходящиеся на слои с повышенной светимостью, располагались непосредственно над слоем термоклина. По слабо представленной биолюминесценции эта водная масса не соответствовала субтропическим водам, пересекаемым по маршруту от западной Африки до начала широтного разреза, хотя абсолютные показатели и структура термического поля оказались сходными.

Воды Бразильского течения с 18°C и выше занимали акваторию к северу от ст. 2400, расположенной на 30°53' ю. ш. Граница между его струями и переходной областью различалась четко не только по температуре, но и по увеличению биолюминесценции в Бразильском течении. В слоях повышенной светимости биолюминесцентный потенциал достигал $2,5 \cdot 10^{-4}$ мкВт/см². Вертикальная структура биолюминесцентного поля характеризовалась интенсивной биолюминесценцией в гомотермной толще. Здесь формировались три—пять слоев повышенной светимости, толщиной 10—15 м, разделенных по 20—30 м, с пониженной в два—пять раз биолюминесценцией. Верхняя граница тер-

моклина являлась областью резкого снижения биолюминесценции. Ниже термоклина биолюминесценция слабая. Абсолютные величины биолюминесценции в этом течении оказались выше в два-три раза, чем на участках со сходной температурой, пересекаемых разрезом от западной Африки.

Таким образом, по абсолютным показателям интенсивности биолюминесцентного поля и его вертикальной структуре можно провести типизацию водных масс. Наиболее интенсивная биолюминесценция наблюдалась в экваториальных водах, в Бразильском течении, а также в трансформированных водах Бразильского и Фолклендского течений. В центральной области антициклонального круговорота, в субтропических водах, в струях Фолклендского течения и северной части субантарктической водной массы биолюминесценция в три—пять раз слабее. Характерной чертой распределения биолюминесценции по широтному разрезу, расположенному вдоль меандрирующего гидрофронта, оказывается повышенный ее уровень на восточных участках гидрофронт. Это связано с подъемом в этом районе глубинных вод, обогащенных биогенами, который происходит в результате поперечной циркуляции взаимодействующих потоков.

Вертикальное распределение биолюминесценции характеризовалось чередованием слоев с повышенной и пониженной биолюминесценцией. Это свидетельствует о существовании тонких слоев с повышенной концентрацией организмов. Средняя интенсивность биолюминесценции по вертикали сопряжена с вертикальным распределением температуры, определяющей структуру пелагического сообщества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Битюков Э. П., Василенко В. И., Хлыстова Л. М., Шайда В. Г. Биолюминесцентное поле и его структура в тропической Атлантике и Средиземном море. — В кн.: Экспедиционные исследования в южной Атлантике и Средиземном море: 27-й рейс НИС «Михаил Ломоносов». Киев: Наук. думка, 1975, с. 49—61.
2. Битюков Э. П., Токарев Ю. Н., Хлыстова Л. М. О количественном развитии планктона и его биолюминесценции в районах апвеллингов тропической Атлантики. — В кн.: Биологические исследования в тропической зоне океана. Киев: Наук. думка, 1975, с. 30—48.
3. Битюков Э. П., Балдина Э. П., Василенко В. И. Планктон и его биолюминесценция в центральной и северной частях тропической области Атлантического океана. — В кн.: Результаты исследования северной части тропической зоны Атлантического океана по программе «Декалант». Севастополь: Мор. гидрофиз. ин-т АН УССР, 1975, с. 171—185.
4. Грезе В. Н., Ковалев А. В., Латун В. С. Исследование экосистем пелагиали южной Атлантики и морей Средиземноморского бассейна в 30-м рейсе НИС «Михаил Ломоносов». — См. настоящий сб., с. 3—9.

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

Поступила в редколлегию
23.03.78

E. P. Bityukov, V. I. Vasilenko

BIOLUMINESCENT FIELD OF THE SOUTHERN ATLANTIC

Summary

Water masses are typified according to the intensity of bioluminescence and its structure. The most intensive bioluminescence was observed in equatorial waters, the Brazil Current and in the transformed waters of the Brazil and Folkland Currents as well. In the central part of the anticyclonic circulation, in subtropical waters, in streams of the Folkland Current and in the northern part of the subantarctic water mass bioluminescence is three-five times weaker. The common feature of the bioluminescence distribution over the latitude hydrofront was its increased level in the eastern parts of the adjoining currents.