

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

ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ПРИКУБИНСКИХ ВОД

Т. М. КОНДРАТЬЕВА, Э. СОСА

Институт биологии южных морей АН УССР
Институт океанологии АН Республики Куба

За последние десять лет вопросы изучения первичной продукции морей широко обсуждались в мировой литературе. Насколько важны такие исследования в решении общих океанографических задач, говорит тот факт, что в планы многих океанографических съемок последних лет неохватимой составной частью входят работы по определению первичной продукции в различных районах Мирового океана.

Несмотря на большое количество опубликованных работ, посвященных этому вопросу, данные о величине первичной продукции в прикубинских водах почти отсутствуют. Райли (Riley, 1939) приводит очень высокую среднюю величину продукции фитопланктона, полученную методом склянок в кислородной модификации (район о. Куба — Вудсхолл) и равную 67 мгС/м^3 . Стил (Steele, 1964) определил величину первичной продукции для Мексиканского залива в $4,5 \text{ мгС/м}^3$ в сутки как среднюю из трех экспериментов, проведенных методом C^{14} в зоне Флоридского течения.

В период работ первой смены Советско-Кубинской экспедиции определения первичной продукции проводились в северо-западной части платформы (зона «С») у о. Куба. В течение двух рейсов на НИС «Ксифиас» (с 9 по 27 сентября и с 27 ноября по 11 декабря 1964 г.) на 40 станциях (рис. 1, 2) были сделаны определения продукции фитопланктона радиоуглеродным методом по схеме, предложенной Ю. И. Сорокиным (1956). Согласно этой методике, первичную продукцию в фотосинтезирующем слое определяли по интенсивности фотосинтеза планктона поверхностного слоя ($\text{C}_{\text{фп}}$) и двух поправочных коэффициентов, отражающих зависимость скорости фотосинтеза на разных глубинах от проникновения света (K_T) и от вертикального распределения фитопланктона (K_p).

Для определения $\text{C}_{\text{фп}}$ пробу воды с поверхности разливали в светлые и темные склянки (4—5 шт.) с притертыми пробками емкостью 330—350 см^3 и в них добавляли по 1 мл рабочего раствора, содержащего радиоактивный углерод C^{14} . Склянки выдерживали в палубном инкубаторе половину светового дня (от восхода солнца до кульминации или от кульминации до захода солнца) при равномерном и умеренном освещении. Температуру воды в инкубаторе поддерживали близкую морской непрерывным протоком заборной воды. После экспозиции пробы тотчас же профильтровывали через мембранные фильтры № 5. Фильтры обрабатывали раствором, содержащим 34 г поваренной соли и 1—2 см^3 соляной кислоты в 1 л дистиллированной воды. Параллельно, в тех же условиях, выдерживали темные склянки. Величину $\text{C}_{\text{фп}}$ рассчитывали по формуле

$$\text{C}_{\text{фп}} = \frac{r \times C_k \times 1,06}{R},$$

где r — радиоактивность водорослей на фильтре (с введением поправки на темную склянку); 1,06 — поправка на «изотопический» эффект (запаз-

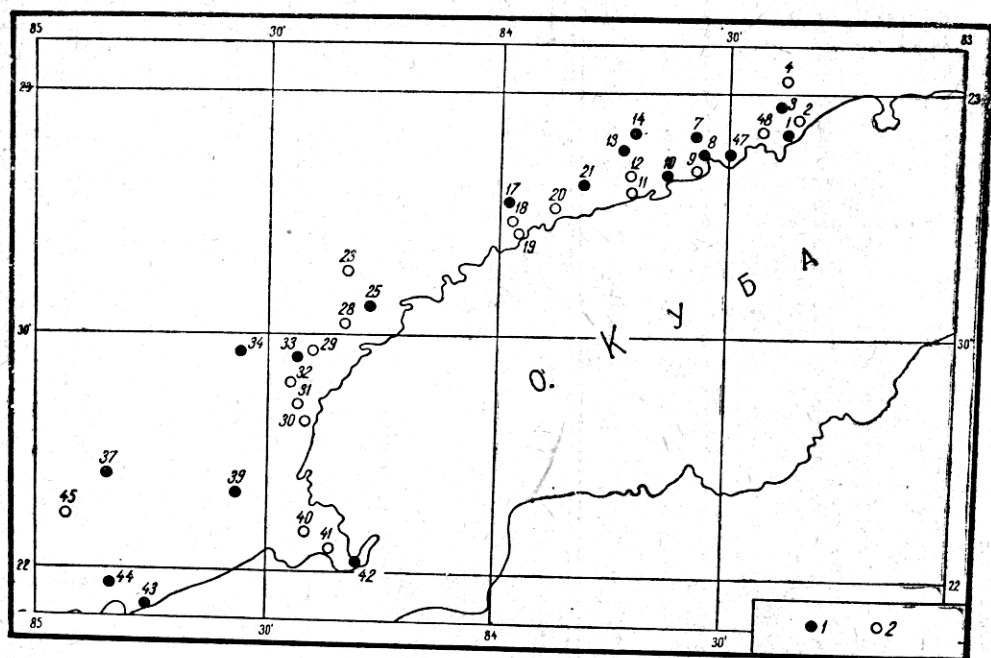


Рис. 1. Схема станций, выполненных в первом рейсе НИС «Ксифиас»:
1 — станции, на которых проведены определения первичной продукции, 2 — общие станции.

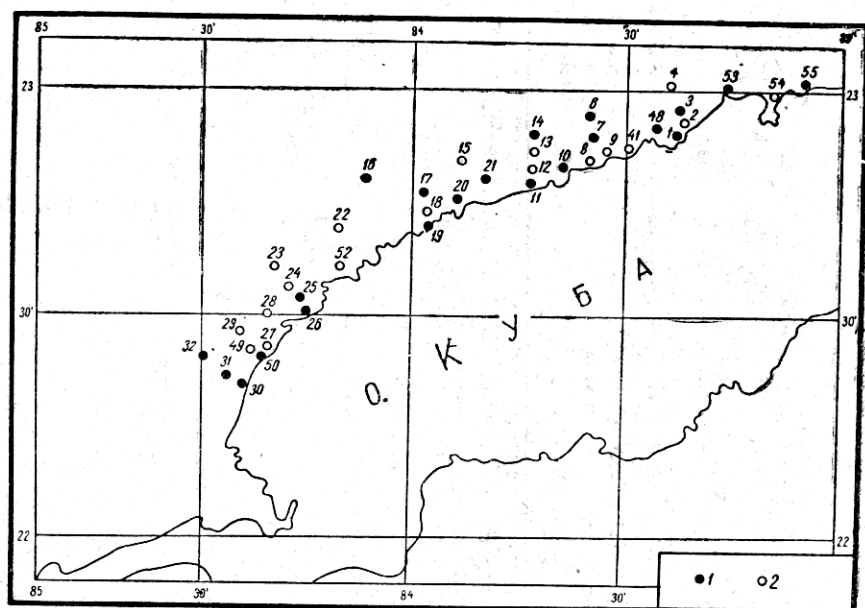


Рис. 2. Схема станций, выполненных во втором рейсе НИС «Ксифиас»:
1 — станции, на которых проведены определения первичной продукции, 2 — общие станции.

дывание усвоения $C^{14}O_2$ по сравнению с $C^{12}O_2$ при усвоении углекислоты в процессе фотосинтеза); R — общая радиоактивность бикарбонатов и CO_2 в воде после внесения в нее рабочего раствора изотопа; C_k — общее количество углерода CO_2 и бикарбонатов в воде в $мгС/л$.

Карбонатную щелочность и pH, необходимые для расчета величины C_k , в обоих рейсах определяли гидрохимики Элина Хулиа (Институт океанологии АН Республики Куба) и Мануэль Гутierrez (Институт биологии Республики Куба).

Для определения коэффициента K_p на мелководных станциях брали пробы воды с горизонтов 0, 3 и 6 м (или 5 м, в зависимости от глубины места), на глубоководных станциях — с 0, 5, 10, 25, 50, 75 и 100 м. Пробы разливали в светлые и темные склянки и после добавления C^{14} выдерживали в инкубаторе в течение 5 час или половину светового дня в тех же условиях, что и пробы $C_{фп}$. Техника фильтрации и обработки фильтров точно такая же, как и для $C_{фп}$. Отношение активности фильтров с различных глубин к активности поверхностной пробы дает величину K_p для этих глубин.

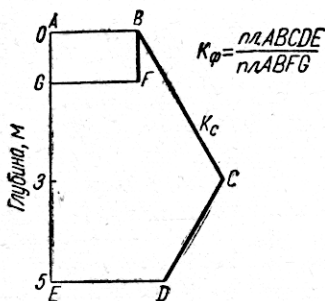


Рис. 3. Распределение величин K_c по глубинам.

Определения коэффициента K_t проводили на шести станциях: двух мелководных и четырех глубоководных. Две последние во втором рейсе были выполнены в штормовую погоду, в результате чего было утеряно несколько склянок и получены неполные данные. В связи с этим определения K_t были повторены несколько позднее на станции, расположенной вблизи пункта Ортигоса. На этой станции в пробу воды с поверхностного горизонта, очень бедную фитопланктоном, добавляли некоторое количество воды, взятой планктонной сеткой, оснащенной газом № 76 (2125 отверстий в $1 см^2$). Обогащенную планктоном воду профильтровывали через редкий газ (№ 25) для удаления зоопланктонных организмов. Затем ее разливали в склянки, прикрепленные к тросу по три штуки на каждый горизонт (две светлые и одна темная), и опускали на глубины 0, 5, 10, 25, 35, 50, 75 и 100 м, а на мелководных станциях — на глубины 0, 3, 5 и 8 м. Всю систему склянок экспонировали в море весь световой день или полдня в зависимости от погодных условий. Так же, как и K_p , коэффициент K_t определяли по отношению активности фильтров с разных горизонтов к активности поверхностных проб. Получив два необходимых коэффициента — K_p и K_t , мы можем рассчитать (умножением их друг на друга) относительную скорость фотосинтеза на разных глубинах K_c . Для определения продукции фитопланктона в столбе воды под $1 м^2$ построена кривая K_c (рис. 3). По отношению площади ABCDE к ABFG определяется окончательный коэффициент $K_φ$. Площадь ABFG соответствует продукции в $1 м^3$ воды. В зависимости от сложности фигуры, ограниченной кривой K_c , ее площадь определяли расчетным путем по геометрическим формулам или взвешиванием на аналитических весах. Перемножив $C_{фп}$ и $K_φ$, получим продукцию планктона под $1 м^2$ поверхности моря для всего слоя фотосинтеза.

Величины первичной продукции можно выразить в миллиграммах (или граммах) углерода под $1 м^2$ или в $1 м^3$ в зависимости от задач, стоящих

перед исследователем. Показатели под 1 м^2 выражают общее количество органического вещества, образованного при фотосинтезе во всем эвтрофном слое. Они чаще всего используются для сравнительной оценки общей продуктивности открытых районов океана. Однако при сопоставлении продукции участков с разной толщиной фотосинтезирующего слоя целесообразно выражать первичную продукцию в мгС/м^3 , рассчитанную для одного и того же слоя водной толщи. Мы сравнивали данные для слоя 0—5 м, так как средняя глубина на мелководье составляла 5 м. В настоящем сообщении приводится по две карты распределения первичной продукции в зоне «С» для каждого рейса: под 1 м^2 поверхности моря и в 1 м^3 для слоя 0—5 м.

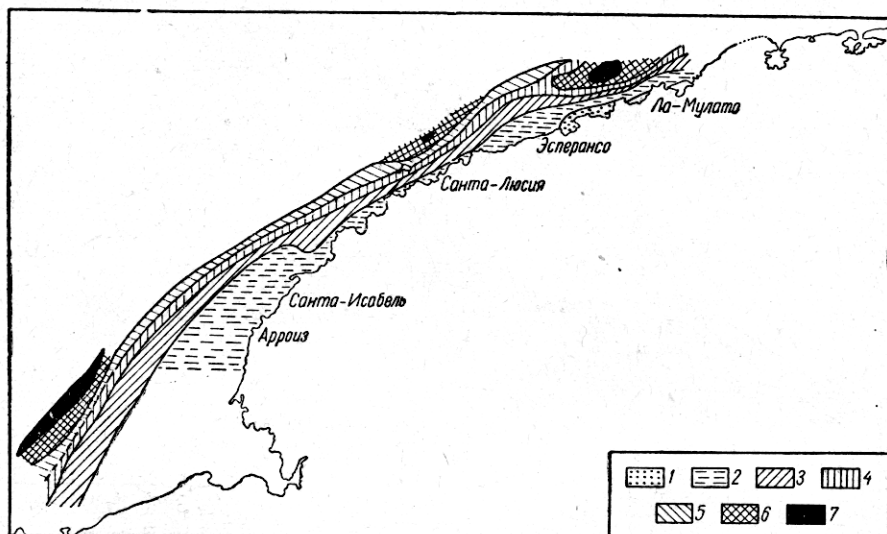


Рис. 4. Распределение первичной продукции (в мгС/м^2) в зоне «С» в сентябре 1964 г.:
1 — < 50 , 2 — $50-100$, 3 — $100-200$, 4 — $200-300$, 5 — $300-400$, 6 — $400-500$, 7 — > 500 .

Полученные данные показывают, что в сентябре 1964 г. величины первичной продукции сильно колебались в различных участках платформы. Наибольшие ее показатели ($500-750 \text{ мгС/м}^2$ в сутки) отмечены в более мористых районах (в 10—12 милях от берега), расположенных над свалом глубин. Максимальная продукция (750 мгС/м^2) зарегистрирована в районе между Ла-Мулата и Эсперанса, минимальная (12 мгС/м^2) — в центральной части платформы между Санта-Исабель и Арройсом (рис. 4). Прибрежные участки вообще отличались низкой продукцией.

Совершенно иной характер распределения продукции на исследуемой акватории отмечен при рассмотрении ее величин в 1 м^3 для слоя 0—5 м. Наиболее продуктивными оказались участки, непосредственно примыкающие к берегу. Первичная продукция достигала здесь $19-33 \text{ мгС/м}^3$. Максимальную величину зарегистрировали в бухте Гуадиана и против пункта Эсперанса. Глубоководные районы отличались исключительно низкими показателями продукции — $1,6-6,7 \text{ мгС/м}^3$ (рис. 5). Это связано с тем, что на станциях, расположенных над большими глубинами, интенсивность фотосинтеза в самом верхнем слое значительно ниже по сравнению с мелководьем, но на глубине 10—15 м она в 3—6 раз выше, чем на поверх-

ности. Подтверждением этого служит график, характеризующий зависимость интенсивности фотосинтеза от вертикального распределения фитопланктона (K_p) на одной из станций (рис. 6). Таким образом, за счет большей толщины фотосинтезирующего слоя и высокой интенсивности фотосинтеза в нижних слоях общая продукция фитопланктона под 1 м² поверхности моря в глубоководной части, особенно в районе свала глубин, была довольно высокой. Увеличение интенсивности фотосинтеза от поверхности моря к нижележащим слоям в сентябре 1964 г., очевидно, связано с угнетающим действием интенсивного освещения. Это явление отмечали многие

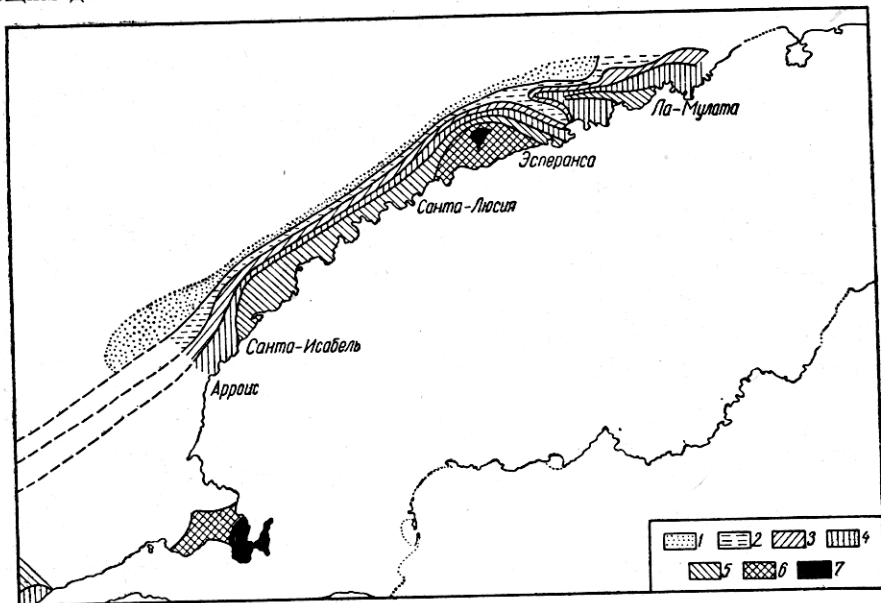


Рис. 5. Распределение первичной продукции (в мгС/м^3) в зоне «С» в сентябре 1964 г. для слоя 0—5 м:

1 — < 2, 2 — 2—5, 3 — 5—10, 4 — 10—15, 5 — 15—20, 6 — 20—30, 7 — > 30.

авторы не только для тропических областей, но и для умеренных широт. В наших наблюдениях ход кривой K_t , отражающей зависимость скорости фотосинтеза от интенсивности света, подтверждает высказанное предположение. Максимальный фотосинтез наблюдали на глубине 10 м, несколько выше, чем на поверхности, он был еще и на глубине 25 м (рис. 7).

В ноябре — декабре (второй рейс) характер распределения первичной продукции под 1 м² поверхности моря на исследованной акватории сохранялся в основном тем же, что и в первом рейсе, т. е. отмечено ее увеличение от берега к открытым участкам моря. Определения продукции в восточной части зоны «С», не подвергавшейся исследованиям в первом рейсе, показали, что этот район оказался наиболее продуктивным. Продукция фитопланктона здесь составляла 700—1100 мгС/м^2 в сутки (глубина 15—25 м). Участок платформы между Ла-Мулата и Эсперанса по-прежнему оставался несколько более продуктивным (330 мгС/м^2), чем смежные. Кроме того, выделился третий район в зоне свала глубин против пункта Санта-Люсия, характеризующийся высокими показателями (до 590 мгС/м^2) первичной продукции. Все станции, расположенные мористее свала глубин, отличались

низкими ее величинами — $160\text{--}190 \text{ мгС/м}^3$ в сутки. Так же, как и в первом рейсе, минимальная продукция наблюдалась в центральной части платформы между Санта-Исабель и Арройсом (рис. 8).

При анализе данных по распределению продукции в ноябре — декабре 1964 г. в слое $0\text{--}5 \text{ м}$ обнаружена тенденция ее уменьшения к открытым районам моря. У берега продукция достигала $25\text{--}49 \text{ мгС/м}^3$, в то время как на станциях, расположенных вдали от свала глубин, она не превышала $0,8\text{--}1,1 \text{ мгС/м}^3$. Наиболее продуктивные и малопродуктивные

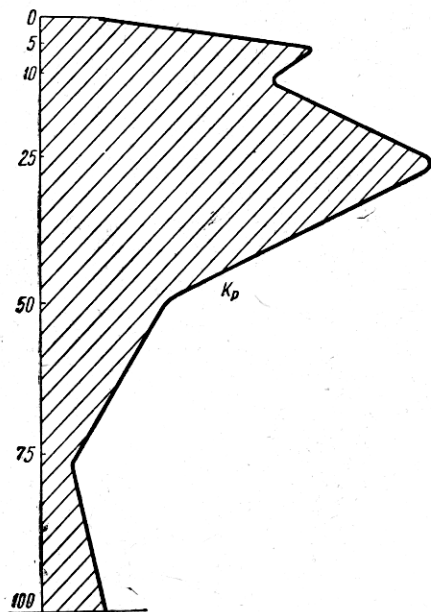


Рис. 6. Зависимость интенсивности фотосинтеза от вертикального распределения фитопланктона (K_p) в сентябре 1964 г.

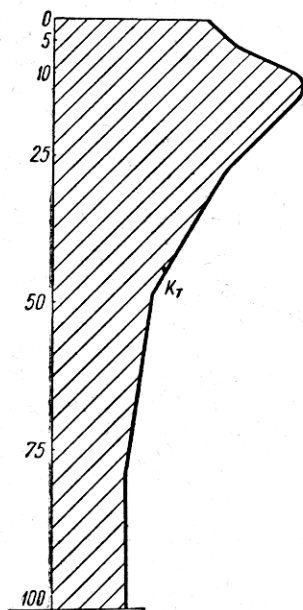


Рис. 7. Зависимость интенсивности фотосинтеза от проникновения света на глубины (K_t) в сентябре 1964 г.

районы на обеих картах почти полностью совпадали (рис. 8 и 9). На глубоководных станциях слой $0\text{--}5 \text{ м}$ и в этом рейсе отличался исключительной бедностью за счет очень слабого фотосинтеза на глубине 5 м . Согласно кривой K_p (рис. 10), интенсивность фотосинтеза на поверхности и на глубинах $10, 25$ и 50 м была почти одинаковой и только на 5 м она была значительно ниже, составляя примерно такую же величину, как и на слабоосвещенных горизонтах 75 и 100 м . Это явление вообще необычное, а тем более для периода наших наблюдений, когда максимальная интенсивность фотосинтеза, судя по кривой K_t (рис. 11), отмечалась именно на глубине 5 м . Ослабление фотосинтеза на этой глубине, видимо, не связано с угнетающим действием интенсивного освещения, а определялось какими-то другими факторами. Все станции, на которых было зафиксировано это явление, располагались у самой границы свала глубин. Вероятно, здесь происходил подток вод, качественно отличающихся от окружающих слоев. Вызывался ли он явлением сгона, в результате которого бедные фито-

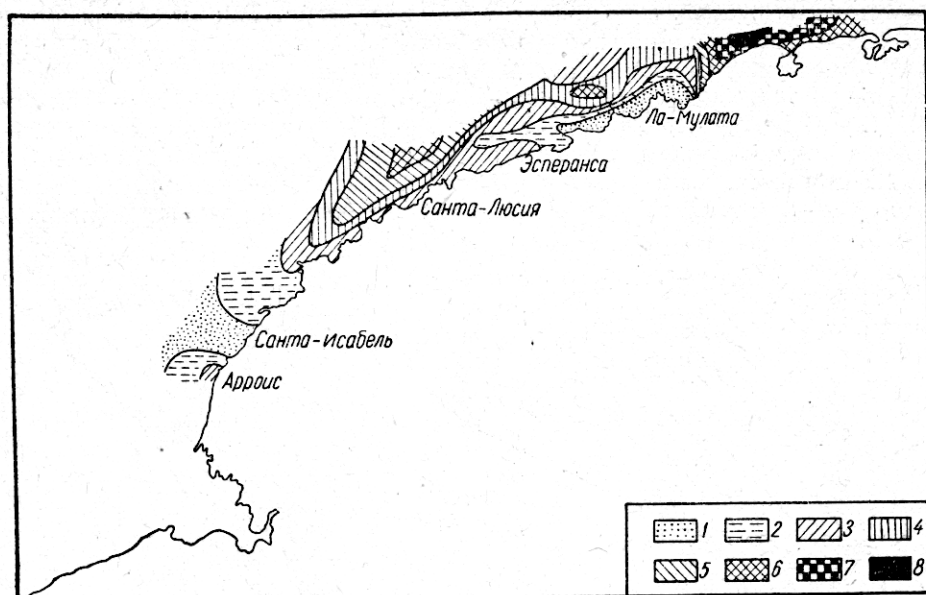


Рис. 8. Распределение первичной продукции (в mgC/m^2) в зоне «С» в ноябре—декабре 1964 г.:
 1 — < 50 , 2 — 50—100, 3 — 100—200, 4 — 200—300, 5 — 300—500, 6 — 500—700, 7 — 700—1000, 8 — > 1000 .

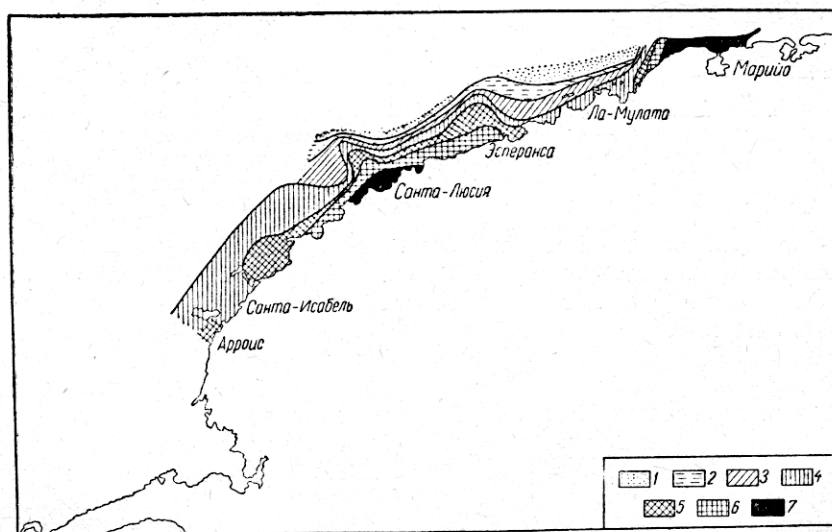


Рис. 9. Распределение первичной продукции (в mgC/m^3) в зоне «С» в ноябре — декабре 1964 г. для слоя 0—5 м:
 1 — < 2 , 2 — 2—5, 3 — 5—10, 4 — 10—20, 5 — 20—30, 6 — 30—45, 7 — > 45 .

планктоном глубинные воды могли быть принесены сюда компенсационными токами, или какими-либо другими явлениями — сказать трудно, так как совершенно отсутствуют гидрологические данные для этого горизонта.

Приведенный выше анализ распределения первичной продукции в зоне «С» в различные сезоны года показал, что районы высокой и низкой продукции в основном совпадали в разные периоды наблюдений. По-видимому, на характер распределения продукции фитопланктона в этом районе оказывают влияние длительно действующие факторы. На продуктивность восточной части платформы, вероятно, оказывает влияние речной сток и интенсивный вертикальный обмен вод. На небольшом отрезке береговой линии между Марийо и Эсперанса в море впадает четыре довольно крупных реки: Маниманио, Марийо, Лос Позос и Сан Марко, сток которых обогащает прибрежные участки восточной части зоны «С» питательными веществами и способствует интенсивному развитию фитопланктона. Кроме того, здесь должен быть более интенсивный вертикальный обмен вод, так как это самая узкая часть платформы с резким спадом глубин. Обычно в таких местах отмечаются повышенные скорости течений и более интенсивное вертикальное перемешивание вод, способствующее обогащению зоны фотосинтеза питательными веществами.

Горизонтальное распределение первичной продукции в ноябре — декабре 1964 г. хорошо согласуется с данными Георгины Кури и Марии Хозефы Гомес Кинтеро (Институт океанологии АН Республики Куба) по распределению фосфатов в исследованной зоне. Количество фосфатов в восточной части было в 8—10 раз выше, чем в смежных участках моря (30 мгР/м^3 против $2,8\text{—}3,2 \text{ мгР/м}^3$). Примерно такое же их содержание ($25\text{—}30 \text{ мгР/м}^3$) отмечено в районе между Эсперанса и Санта-Люсия, отличавшимися высокой продукцией. Прямая зависимость была отмечена также между первичной продукцией и биомассой зоопланктона. В обоих рейсах максимальной продукции соответствовали наиболее высокие показатели количественного развития зоопланктона, и наоборот, районы с низкой продукцией фитопланктона отличались малыми величинами биомассы зоопланктона (см. статью И. А. Кампос и В. К. Моряковой в настоящем сборнике).

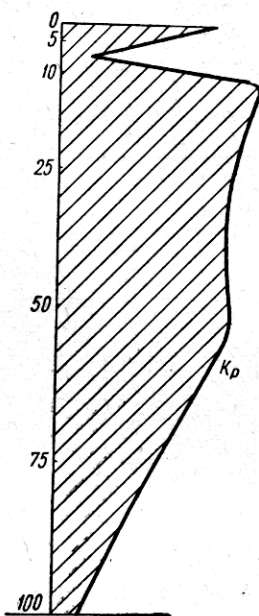


Рис. 10. Зависимость интенсивности фотосинтеза от вертикального распределения фитопланктона (K_p) в ноябре—декабре 1964 г.

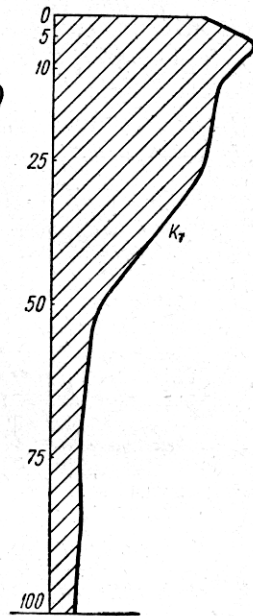


Рис. 11. Зависимость интенсивности фотосинтеза от проникновения света на глубины (K_t) в ноябре—декабре 1964 г.

Для сравнения показателей первичной продукции, полученных в разные сезоны года, произведен расчет средних ее величин для мелководной и глубоководной частей платформы отдельно (табл. 1). Из полученных данных следует, что продукция на мелководье не претерпевала значительных колебаний в разные периоды наблюдений. Более существенные различия наблюдались в глубоководной части. В ноябре — декабре средняя продукция здесь была несколько ниже, чем в сентябре, и составляла соответственно 282 и 428 мгС/м^2 . С учетом же данных двух станций, расположенных в восточной части платформы над глубинами 15—25 м и отличавшихся высокой продукцией под 1 м², средняя ее величина в глубоководной части достигает 444 мгС/м^2 .

Таблица 1

Первичная продукция в зоне «С» по двум рейсам НИС «Ксифиас»

Район платформы	Глубина, м	Количество станций	Средняя продукция для слоя 0—5 м, мгС/м^2 в сутки	Амплитуда колебаний первичной продукции	Средняя продукция для эвфотического слоя, мгС/м^2 в сутки	Амплитуда колебаний первичной продукции
Мелководье Глубоководная часть	До 3—5	12	Рейс 1 16,2	5—33	77,6	11—166
	До 100	8	4,3 Рейс 2	1,5—7,5	428,3	153—752
Мелководье Глубоководная часть	До 3—5	12	22,6	7,5—49	78,3	19—244
	До 15—25	2	46,5	45—48	927,5	726—1129
	До 100	6	3	1,6—5,9	282	156—586

По Стеману Нильсену (Steeman Nielsen, 1954), в тропиках и субтропиках продукция фитопланктона в результате относительно малых сезонных различий световых условий не может отклоняться от средней более чем на $\pm 10\%$. Поэтому считается возможным для расчета годовой продукции использовать данные отдельных наблюдений. Основываясь на этом и на отсутствии существенных колебаний в оба периода наблюдений, мы попытались рассчитать годовую продукцию прикубинских вод. При этом за исходную принималась средняя ее величина за сутки из двух рейсов. Из расчетов следует, что годовая продукция фитопланктона в мелководных районах составляла 28 гС/м^2 , а в глубоководных — 160 гС/м^2 .

По уровню годовой продукции, определенной радиоуглеродным методом, Стеман Нильсен различает четыре класса вод. Согласно этой классификации, северо-западное побережье Кубы (глубоководную его часть) можно отнести к высокопродуктивному II классу вод, для которых характерна хорошо выраженная вертикальная циркуляция. При такой классификации мелководные участки необходимо сопоставлять с мелководными же районами. К сожалению, для тропической Атлантики нет таких данных. Поэтому мы сравнивали величины годовой продукции фитопланктона в мелководной части платформы с данными, полученными Стеманом Нильсеном (1957) в результате четырехлетних наблюдений в датских водах (Большой Бельт). В последних средняя годовая первичная продукция составляет 56—66 гС/м^2 (для слоя 0—18 м), что в 2 раза выше, чем в водах

Кубы, но и глубина исследованного слоя в Большом Бельте в 3—4 раза больше.

При сравнении величин первичной продукции прикубинских вод с другими районами Атлантического океана (табл. 2) установлено, что зона «С» относится к довольно продуктивным участкам. Однако продукция здесь примерно в 10 раз ниже, чем в таких высокопродуктивных областях, как зона дивергенции у юго-западного побережья Африки или неритическая область северо-западной части океана. По сравнению же с водами открытого океана — областями Северного пассатного и Канарского течений и Саргассовым морем, продукция здесь была в 3—4 раза выше и мало чем отличалась от таковой в зоне Экваториального и Северо-Атлантического течений. Такое сравнение более достоверно для тропических районов, где на колебания продуктивности различных географических зон в меньшей степени оказывают влияние сезонные изменения.

Таблица 2
Первичная продукция в различных районах
Атлантического океана

Районы	Первичная продукция, мгС/м ³ в сутки	Автор, год
Северо-восточная часть в 15 милях от Оporto (Португалия)	530—1115	Currie, 1958
Северо-восточная часть, в 200 милях от Оporto	165	» »
Юго-западный берег Африки (Бенгальское течение)	460—3800	Steeman Nielsen, 1954
Саргассово море	10—60	Steeman Nielsen, 1954; Сорокин, Кляшторин, 1961
Мексиканский залив	160—1200	Riley, 1938 *
Зона Экваториального течения	140—300	Сорокин, Кляшторин, 1961; Кондратьева, 1964
Зона дивергенции у берегов Африки	1400—4000	Кондратьева, 1964
Северное пассатное течение	10—70	Кондратьева, 1964
Канарское течение	100	Сорокин, Кляшторин, 1961
Зона Северо-Атлантического течения	250—600	» »
Зона «С» северо-западного побережья Кубы (глубоководная часть)	110—300 150—1150	Steeman Nielsen, 1954 Кондратьева, Соса (настоящее сообщение)

* Определения проводили методом склянок в кислородной модификации.

Намного сложнее сравнивать величины продукции планктона вод умеренных и высокоширотных областей, где резко выражены сезонные различия условий. Поэтому проведенное сравнение наших величин первичной продукции с таковыми для других районов Мирового океана (табл. 3) не претендует на большую точность. В табл. 3 даны средние величины для очень больших акваторий для различных сезонов и лет, поэтому они

отличаются большими колебаниями. Однако и из такого сравнения видно, что северо-западное побережье Кубы по продуктивности планктона можно отнести к среднепродуктивным областям Мирового океана.

Таблица 3

Первичная продукция в различных районах Мирового океана

Районы	Первичная продукция mgC/m^2 в сутки		Даты	Автор, год
	средняя	амплитуда колебаний		
Тихий океан (северо-восточная часть, 0—10° N)	430	150—780	X—XII 1955 г.	Holmes, 1958
Тихий океан (Новая Зеландия — Калифорния, от 30° N до 30° S)	150	100—250	III—IX 1952 г.	Steeman Nielsen, 1954
Английский канал	—	470	VI 1952 г.	» »
Датские прибрежные воды пролива Большой Белт	200	20—700	I—XII 1955 г.	Steeman Nielsen, 1958
Северное море (северная часть, банка Фладена)	460	20—1000	III—VII 1955 г.; IV—X 1956 г.	Steele, 1957
Северное море (у берегов Англии)	150	110—220	—	Cushing, 1958
Балтийское море (у Каттегата)	30	5—110	X 1953 г.; II—IV 1954 г.	Wimpenny, 1958
Баренцево море (западная часть, у Шпицбергена)	770	275—1300	V 1954 г.	Corlett, 1958
Средиземное море (р-н Монако)	35	30—40	VII 1955 г.; X 1960 г.	Brouardel, Rinck, 1956
Японское море (средняя часть от 39 до 43° N)	300	3—1900	IV—VI 1957 г.	Сорокин, Кобленц-Мишке, 1958
Индийский океан (районы Антарктики)	140	10—1800	1958—1959 гг.	Кляшторин, 1964
Индийский океан (от 20° N до 20° S)	30	2—270	X 1959 г. по IV 1960 г.	Кабанова, 1964
Черное море (вся акватория)	450	80—1500	VIII—X 1960 г.	Сорокин, 1962
Прикубинские воды (зона «С»)	330	150—1150	IX—XII 1964 г.	Кондратьева, Соса (настоящее сообщение)

ВЫВОДЫ

1. В водах Кубы высокая первичная продукция приурочена к свалу глубин. Максимальные ее величины отмечены в восточной части платформы между пунктами Марийо и Ла-Мулата, минимальные — в центральной части между Санта-Исабель и Арроисом. На продуктивность восточной части оказывали влияние сток рек и более интенсивный вертикальный обмен вод.

2. Средние величины первичной продукции для разных периодов наблюдений колебались в очень незначительных пределах, что свидетельствует о слабой сезонности в изменениях величин продукции.

3. По величине годовой продукции воды северо-западного побережья Кубы следует отнести ко II классу вод, для которых характерна хорошо выраженная вертикальная циркуляция.

Литература

- К а б а н о в а Ю. Г. 1964. Первичная продукция и содержание биогенных элементов в воде Индийского океана в октябре — апреле 1960—1961 гг. — В кн.: Тр. Ин-та океанол. АН СССР, 64.
- К л я ш т о р и н Л. Б. 1964. Первичная продукция и фосфаты в Атлантическом океане. — Океанология, 4, 2.
- С о р о к и н Ю. И. 1956. О применении радиоуглерода для изучения первичной продукции водоемов. — В кн.: Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 7.
- С о р о к и н Ю. И. и К о б л е н ц-М и ш к е О. И. 1958. Первичная продукция Японского моря и части Тихого океана. — ДАН СССР, 122, 6.
- С о р о к и н Ю. И. и К л я ш т о р и н Л. Б. 1961. Первичная продукция в Атлантическом океане. — В кн.: Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 11.
- С о р о к и н Ю. И. 1962. Продукция фотосинтеза фитопланктона в Черном море. — ДАН СССР, 144, 4.
- Brouardel J., Rinck E. 1956. Détermination de la production de matière organique en Méditerranée à l'aide du ^{14}C . — C. R. Acad. Sci. Paris, 243, 22.
- Corlett J. 1958. Measurements of primary production in the Western Barents sea. — Rapp. et procès-verbaux réunions. Conseil perman. internat. explorat. mer., 144.
- Currie R. I. 1958. Some observations on organic production in the North-East Atlantic. — Rapp. et procès-verbaux réunions. Conseil perman. internat. explorat. mer., 144.
- Cushing D. H. 1958. Some experiments using the C^{14} technique. Ibidem.
- Holmes R. W. 1958. Surface chlorophyll «a», surface primary production and zooplankton volumes in the North-Eastern Pacific Ocean. Ibidem.
- Kondratieva T. M. 1964. (The primary production). Data report Equalant I (Soviet ship «Michail Lomonosov»). Prepared by the National oceanographic data center. Washington, D. C. 1.
- Riley G. A. 1938. Plankton studies I. A. preliminary investigation of the plankton of the Tortugas region. — J. Mar. Res., 1, 4.
- Steeman E. Nielsen. 1954. On organic production in the oceans. — J. Cons. int. Explor. Mer., 19, 3.
- Steeman E. Nielsen. 1958. A survey of recent Danish measurements of the organic productivity in the sea. — Rapp. et procès-verbaux réunions. Conseil perman. internat. explorat. mer., 144.
- Steele J. H. 1957. A comparison of plant production estimates using ^{14}C and phosphate data. — J. Mar. Biol. Ass. U. K., 36, 2.
- Steele J. H. 1964. A study of production in the Gulf of Mexico. — J. Mar. Res., 22, 3.
- Strickland J. D. H. 1960. Measuring the production of Marine phytoplankton. — Bull. Fish. Res. Can., 122.
- Wimpeny R. S. 1958. Carbon production in the sea at the Smith's Knoll Light vessel. — Rapp. et procès-verbaux réunions. Conseil perman. internat. explorat. mer., 144.

LA PRODUCCION PRIMARIA EN LAS AGUAS DE CUBA

T. M. KONDRATIEVA, E. SOSA

Instituto Biológico de los mares del Sur, AC de la RSS de Ucrania
 Instituto de Oceanología, AC de la República de Cuba

Resumen

Se ha establecido como resultado de las mediciones de la producción de fitoplanctón en la parte noroccidental de la plataforma de la isla de Cuba (zona «C») que la alta producción primaria se relaciona con la falla de braceaje. Su cantidad máxima se halla en la parte oriental de la plataforma entre los puntos de Marillo y la Mulata, la mínima en la parte central entre Santa Isabel y Arrois. Han ejercido influencia en la productividad el desagüe de los ríos y un mayor intercambio de las aguas. La cantidad media de producción primaria oscilaba en distintos periodos de observación en forma insignificante, lo que atestigua una leve influencia de las estaciones en el cambio de las cantidades de producción. La

producción anual de las aguas cerca de las costas noroccidentales de Cuba, es menester relacionar (de acuerdo a la clasificación de Steeman Nielsen) al 2-da clase de aguas para las cuales es característica una circulación vertical claramente definida.

PRIMARY PRODUCTION OF CUBAN SEA WATERS

T. M. KONDRATYEVA, E. SOSA

Institute of Biology of Southern Seas, Academy of Sciences, Ukrainian SSR
Institute of Oceanology, Academy of Sciences, Cuban Republic

Summary

As a result of measuring phytoplankton production in the northwestern part of the inshore water (zone «C») near Cuba it is established that high primary production is confined in this point to depth increase. Maximum values of primary production are established in the eastern part of the inshore water between the points Marijo and La Mulata and the minimum value is found in the central part between Santa Isabel and Arrois.

The river discharge and a more intensive vertical water mixing affected the productivity of the eastern part. The average values of primary production fluctuated during different observation periods within very small limits, which testifies to weak seasonal variation of production values. According to the annual production the waters of the northwestern coast of Cuba should be relegated to class II using the Steeman — Nielsen classification — for which a pronounced vertical circulation is typical.