

591.524.12(263.4+263.5)

**О КОЛИЧЕСТВЕННОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПЛАНКТОНА
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАРИБСКОГО МОРЯ
И В МЕКСИКАНСКОМ ЗАЛИВЕ****Н. С. Хромов**

С сентября 1962 по март 1963 г. в северо-западной части Карибского моря и в Мексиканском заливе работала научно-поисковая экспедиция на СРТР «Обдорск». В задачи экспедиции входил поиск планктоноядных рыб, поэтому планктологические исследования имели прикладной, чисто поисковый характер. Методика сборов материалов была несколько упрощена. Основное внимание уделялось исследованию верхнего 100-метрового слоя воды, как наиболее продуктивного и важного в кормовом отношении. Основная масса планктона в тропических и субтропических водах находится в самом верхнем слое воды в связи с отсутствием или незначительностью суточных вертикальных миграций у наиболее массовых зоопланктеров этих районов и потому, что слои воды глубже 100 м исключительно бедны планктоном. Орудием сбора служила сеть Джудея из шелкового мельничного сита № 38 с диаметром входного отверстия 36 см. Вертикальные обловы производились по горизонтам 100—50, 50—25, 25—0 (иногда 25—10 и 10—0) метров. Часто обследовали слой 200—100 м, глубже 200 м обловы производились эпизодически.

В очень бедных планктоном районах и при неблагоприятных условиях погоды (волнение или сильный снос) производили тотальный облов слоя воды 100—0 м.

За время работ было сделано 137 планктонных станций и собрано 222 пробы сетного планктона. Объем сестона в пробе измеряли волюмометром Яшнова. Крупные некормовые формы (медузы, гребневики, сальпы) при измерении объема из пробы исключали. Соотношение некормового и кормового планктона, а также основных групп планктона оценивали визуально в процентах.

По данным предварительной обработки были составлены карты распределения планктона в верхнем 100-метровом слое (на меньших глубинах — во всей толще воды) в Мексиканском заливе и в северо-западной части Карибского моря (так называемом Кайманском бассейне).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАНКТОНА В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАРИБСКОГО МОРЯ

За время работ с 2 по 24 октября 1962 г. в северо-западной части Карибского моря было сделано 49 планктонных станций.

Планктон характеризовался очень низкой величиной биомассы — 0,04—0,47 г/м³ — сестон и 0,03—0,18 г/м³ — кормовой планктон. Наибольшая биомасса сестона была в районе к юго-западу от линии банка Мистериоз — банка Розалинд, в районе банки Педро и южного побережья Ямайки, в остальных районах она была менее 0,1 г/м³. По классификации В. А. Яшнова (1961) воды с содержанием планктона менее 100 мг/м³ относятся к наиболее олиготрофным областям океана. Таким образом, биомасса планктона на большей части исследованной акватории в октябре не превышала биомассы планктона наиболее бедных районов открытой Атлантики.

Между о-вами Куба, Гаити и Ямайка, а также в районе входа стрежня Карибского течения между банками Розалинд и Педро биомасса планктона составляла менее 0,07 г/м³ (рис. 1). Некоторое увеличение количества планктона наблюдалось только в восточной части Наветренного пролива (со стороны Гаити) и к западу от него.

Минимальная биомасса планктона отмечена в водах, прилежащих с юга к центральной части о-ва Куба — менее 0,05 г/м³. В центральной части бассейна биомасса планктона колебалась от 0,07 до 0,10 г/м³. Только между о-вом Малый Кайман и Кубой наблюдалось небольшое пятно с биомассой, несколько превышающей 0,1 г/м³.

Южнее о-ва Пинос отмечен незначительный подъем подповерхностных вод, однако количество планктона было невелико. В этом районе отмечено довольно значительное количество сине-зеленой планктонной водоросли осциллятории (*Oscillatoria* sp.), но в связи с очень малым количеством зоопланктона повышения общей биомассы в этом районе не наблюдалось. Несмотря на некоторый подъем вод, увеличения фосфатов в верхних горизонтах воды не обнаружено. Вероятно, развивающаяся здесь осциллятория успевала полностью их потреблять.

Во всем описываемом районе количество биогенных элементов в верхнем слое воды было ничтожно. Слой температурного скачка залегал очень глубоко, прогрета была почти 200-метровая толща воды.

Некоторое увеличение количества планктона наблюдалось вдоль шельфа Гондураса, на банке Педро и на южном шельфе Ямайки. Максимальная биомасса планктона была отмечена близ шельфа Гондураса, на глубине около 50 м — 0,47 г/м³, однако более 60% в планктоне составляли не кормовые формы. На шельфе продуктивных участков тропической области, например, в некоторых районах западного побережья Африки, биомасса планктона достигает более 1000 мг/м³ только за счет кормового зоопланктона, а по суммарному планктону — 2—3 г/м³ (Хромов, 1960). Можно думать, что с приближением к берегу Гондураса количество планктона будет возрастать. Однако шельф Гондураса и Никарагуа не был обследован.

На банке Педро биомасса планктона увеличивается всего до 0,15—0,20 г/м³, причем не кормовой планктон составлял 30—40% от объема пробы. Прозрачность воды была так велика, что на глубине 18—25 м с борта судна часто был виден грунт. На южном шельфе Ямайки биомасса планктона увеличивалась до 0,4—0,5 г/м³, но в основном за счет сальп и гидромедуз, которые составляли до 80% объема пробы. Биомасса кормового планктона не превышала 0,1—0,2 г/м³. Участки

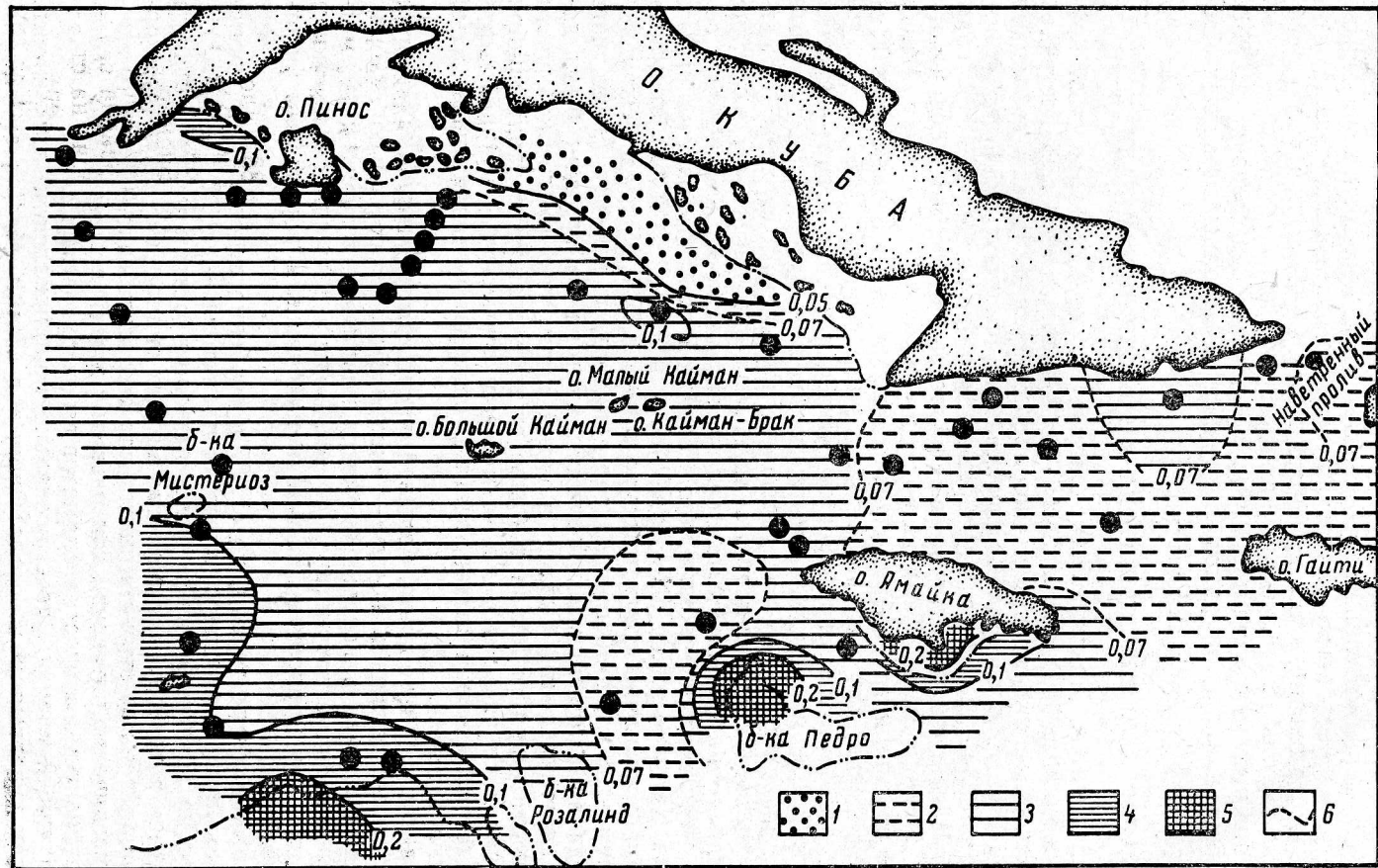


Рис. 1. Распределение биомассы планктона в верхнем 100-метровом слое воды в северо-западной части Карибского моря в $г/м^3$:

1 — $< 0,05$, 2 — $0,05-0,07$, 3 — $0,07-0,1$, 4 — $0,1-0,2$, 5 — $> 0,2$, 6 — изопланкта $0,07$. Чёрными кружками обозначены станции.

с повышенной биомассой планктона очень малы, и на концентрацию здесь крупных скоплений каких-либо планктоядных рыб вряд ли можно надеяться.

В кормовом планктоне северо-западной части Карибского моря ведущую роль играли веслоногие рачки, щетинкочелюстные и эвфаузииды. Преобладания веслоногих рачков, характерного для большинства районов Мирового океана, здесь не наблюдалось. Не было отмечено преобладание каких-либо видов или групп видов.

Анализ распределения планктона в этом бассейне показал, что наиболее богат планктоном район Гондураса. В остальных районах бассейна количество планктона очень мало.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАНКТОНА В МЕКСИКАНСКОМ ЗАЛИВЕ

Обследование Мексиканского залива (включая Флоридский пролив) проводили с 30 октября 1962 г. по 23 января 1963 г. В восточной части Мексиканского залива и Флоридском проливе работы проводили в ноябре 1962 г. В северной части шельфа Флориды (до $28^{\circ}36'$ с. ш.) 23 января 1963 г. был повторен разрез от свала до глубины 18 м. Шельф от устья Миссисипи до устья р. Рио-Гранде был обследован с 14 декабря по 3 января. Залив Кампече обследовали с 4 по 9 января. Банку Кампече посещали трижды: два раза с 21 ноября по 8 декабря и 18—19 января. Всего было сделано 88 планктонных станций.

Так как работы проводились практически в один сезон — поздней осенью и зимой, мы сочли возможным объединить полученные данные и составили общую карту распределения планктона в верхнем 100-метровом слое воды Мексиканского залива. Можно полагать, что в течение этого периода на большей части залива значительных изменений в состоянии планктона не происходило. В южной части залива, например, на банке Кампече на ст. 92 (22/XI 1962) и 160 (18/I 1963) биомасса планктона составляла соответственно 0,40 и 0,38 г/м³, хотя между выполнением этих станций прошел срок около двух месяцев. В северной части залива изменения количества планктона во времени были довольно значительными. Однако в связи с тем, что в северной части залива экспедиция работала в более сжатые сроки (середина ноября и середина декабря), мы сочли возможным совместить на общей карте и данные по северной части залива, оговорив установленные нами изменения в тексте.

Развитие планктона на большей части обследованной акватории Мексиканского залива в ноябре — январе было относительно слабым. Почти на половине акватории биомасса планктона в верхнем 100-метровом слое воды не превышала 0,1 г/м³. Воды с большим содержанием планктона были приурочены только к прибрежным шельфовым участкам (рис. 2).

В самом центре залива, на ст. 87 и особенно на ст. 88 было отмечено некоторое увеличение количества планктона — до 0,1 и 0,5 г/м³ соответственно. Это увеличение было вызвано в основном значительным увеличением в планктоне количества мелких гидромедуз. Биомасса кормового планктона на этих станциях была соответственно 0,06 и 0,10 г/м³. Общее увеличение интенсивности развития жизни в этом районе связано с увеличением количества фосфатов в поверхностных слоях на ст. 87. Температурный скачок здесь несколько приближался к поверхности. На картах дивергенции и конвергенции вод (Smith, Medina and Abella, 1951) район значительной дивергенции расположен на 27° с. ш., в то время как увеличение количества планктона отмечено на 25 — 26° с. ш. В центральном районе восточной части Мексиканского залива в течение

большей части года наблюдается обширная зона опускания вод, несколько теснимая зоной дивергенции только в январе — марте. Соответственно этому весь центральный район восточной части Мексиканского залива осенью занят водами с низкой биомассой планктона.

В обследованной части Флоридского пролива планктон был очень беден. Биомасса планктона более $0,10 \text{ г/м}^3$ наблюдалась только в водах, прилежащих к о-ву Куба с севера.

На шельфе Флориды количество планктона значительно увеличивалось. В южной части на мелководье наблюдалось интенсивное развитие

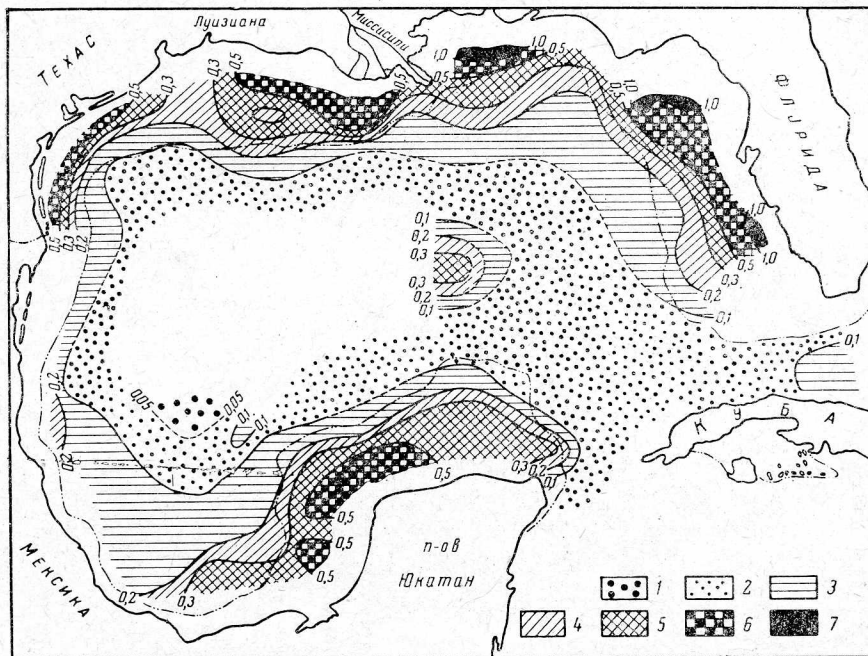


Рис. 2. Распределение биомассы планктона в верхнем 100-метровом слое воды в Мексиканском заливе в г/м^3 :

1 — $< 0,05$, 2 — $0,05-0,1$, 3 — $0,1-0,2$, 4 — $0,2-0,3$, 5 — $0,3-0,5$, 6 — $0,5-1,0$, 7 — $> 1,0$.

диатомовых водорослей и биомасса достигала $1,20 \text{ г/м}^3$. В этом районе наблюдается постоянная дивергенция вод, усиливающаяся зимой и летом. Периодическое «цветение» воды (так называемое явление «Red tide») иногда приводит к катастрофической гибели животных (Feinstein, 1956; Gunter and others, 1948). Это явление связано в основном с эстуарными районами, влияние его сказывается и на окружающих водах. Вызывается «цветение» бурным развитием *Gimnodinium brevis*.

В районе $26^{\circ}30'$ с. ш., на шельфе Флориды, количество планктона несколько уменьшается. Изопланкта $0,2 \text{ г/м}^3$ приближается к берегу, а в прибрежной части на мелководье биомасса планктона становится менее $1,0 \text{ г/м}^3$. Далее к северу продуктивная зона опять несколько расширяется, изопланкта $0,2 \text{ г/м}^3$ выходит за пределы шельфа (см. рис. 2). Начиная с глубины 50 м начинается зона интенсивного развития диатомовых водорослей, занимающая всю мелководную часть шельфа. Биомасса планктона повышается до $1,0-1,5 \text{ г/м}^3$. В этом районе находится зона постоянной конвергенции. Обеспечение этого района биогенными элементами происходит в основном за счет стока р. Миссисипи, воды

которой относится течением главным образом на восток, к западному шельфу Флориды.

В районе $28^{\circ}36'$ с. ш. значительное (свыше $0,5 \text{ г/м}^3$) количество планктона наблюдается на шельфе во всей толще воды (рис. 3). В ноябре максимальное его количество было сосредоточено над глубинами

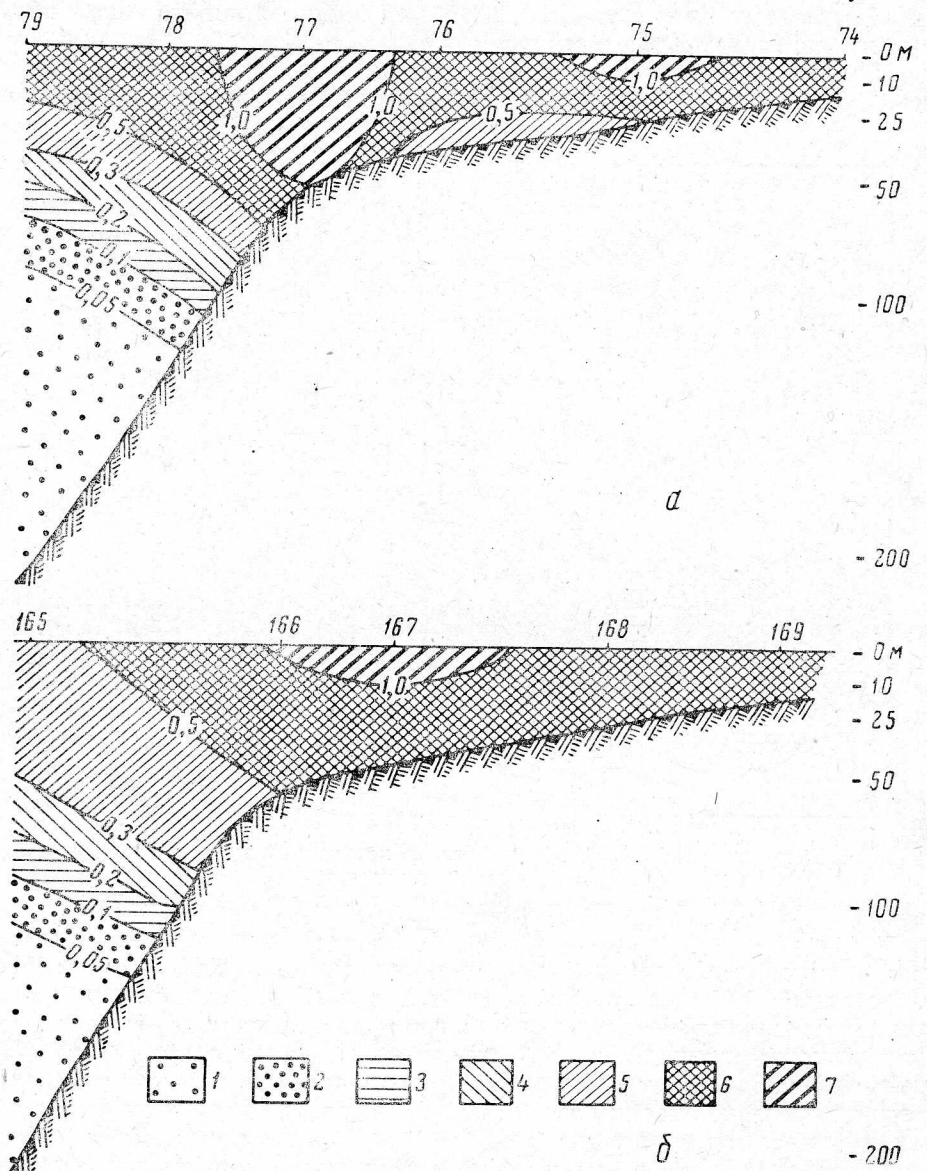


Рис. 3. Распределение биомассы планктона на разрезе по $28^{\circ}36'$ с. ш. в районе Флориды, в г/м^3 :

а — в ноябре 1962 г., б — в январе 1963 г.: 1 — $< 0,05$, 2 — $0,05-0,1$, 3 — $0,1-0,2$, 4 — $0,2-0,3$, 5 — $0,3-0,5$, 6 — $0,5-1,0$, 7 — $> 1,0$.

45—55 м (рис. 3, а). Здесь же наблюдалось наиболее бурное развитие диатомовых (*Melosira* sp. sp., *Rhizosolenia* sp. sp.) от дна до поверхности. В январе количество планктона несколько уменьшилось (рис. 3, б), но продолжало оставаться более $0,5 \text{ г/м}^3$ ($0,60-0,90 \text{ г/м}^3$). К этому време-

ни развитие водорослей значительно сократилось и высокая биомасса создавалась в основном за счет зоопланктона. Очень большое развитие в это время получили щетинкочелюстные, в большинстве проб явно преобладавшие над всеми другими группами планктонных организмов.

Представляется, что на западном шельфе Флориды можно обнаружить мощные скопления планктоноядных рыб. Продуктивность планктона вод, омывающих западный шельф Флориды, достаточно высока на протяжении большей части года. На севере интенсивное развитие планктона поддерживается стоком р. Миссисипи, значительно усиливающимся весной и осенью. На юге наблюдается постоянный подъем вод в зоне дивергенции, расширяющейся летом и зимой. Кроме того, осенью и зимой на шельфе происходит перемешивание вод. Во время наших работ в этом районе до глубины 50 м почти повсеместно наблюдалась гомотермия с небольшим перепадом солености, т. е. вертикальная стратификация вод была незначительной.

На шельфе северной части Мексиканского залива (у штатов Миссисипи, Луизиана, Техас) вблизи устья Миссисипи наблюдалось два района с интенсивным развитием планктона. Напротив устья Миссисипи количество планктона невелико и опреснения или охлаждения морской воды холодным речным стоком не наблюдается. Идущий с юга на север поток вод Юкатанского течения отжимает воды Миссисипи на запад и в основном, на восток, в связи с чем и образуются два района, наиболее подверженные влиянию стока. В этих районах происходит наиболее интенсивное развитие планктона.

К востоку от устья р. Миссисипи влияние стока сказывалось наиболее сильно. На ряде станций в этом районе было отмечено значительное снижение солености, температуры (с минимумом на поверхности) и увеличение количества фосфатов. В этом же районе отмечено и наиболее бурное развитие планктона (см. рис. 2).

В районе к востоку от устья р. Миссисипи мы работали в середине ноября и в середине декабря. В ноябре биомасса планктона достигала $1,37 \text{ г/м}^3$, биомасса кормового планктона — $0,82 \text{ г/м}^3$. Интенсивно развивались различные диатомовые водоросли. Вблизи 200-метровой изобаты на расстоянии 70 миль от берега располагалась изопланкта $0,3 \text{ г/м}^3$, изопланкта $0,2 \text{ г/м}^3$ проходила значительно мористее. В декабре количество планктона увеличилось. Максимальная биомасса планктона достигала $3,11 \text{ г/м}^3$, а кормового планктона — $2,81 \text{ г/м}^3$, т. е. увеличилась по сравнению с ноябрем более чем в три раза. Особенно возросла интенсивность развития диатомовых водорослей. Наблюдалось бурное цветение воды, которое было вызвано развитием главным образом *Rhizosolenia* sp. sp. и *Chaetoceros* sp. sp. Изопланкта $0,3 \text{ г/м}^3$ располагалась за изобатой 200 м, примерно на расстоянии 85 миль от берега.

Второй район интенсивного развития планктона наблюдался несколько юго-западнее устья р. Миссисипи, в районе 91° з. д. Общая биомасса планктона достигала $0,84 \text{ г/м}^3$, кормового планктона — $0,67 \text{ г/м}^3$. Водоросли составляли до 30% от объема проб и развивались на глубинах менее 60 м от дна до поверхности. Изопланкта $0,3 \text{ г/м}^3$ располагалась вблизи 200-метровой изобаты, на расстоянии 80—100 миль от берега. Шельф в этом районе достигает ширины 100—110 миль. В связи с этим влияние стока сказывается дальше от берега. Этим обусловлено и расширение продуктивной полосы. Влияние стока Миссисипи здесь меньше, чем в восточном районе. Было отмечено лишь незначительное снижение температуры воды, соленость же и фосфаты были такие же, как в окружающих районах. Однако на развитие планктона сток Миссисипи оказывает влияние. Особенно четко выявляется западный мак-

симум развития планктона при рассмотрении распределения кормового планктона (рис. 4).

В районе обоих максимумов развития планктона экспедиция обнаружила плотные концентрации горбылевых рыб. По определению ихтиологов скопления рыб имели нерестово-нагульный характер. Можно думать, что приуроченность горбылевых, большинство которых — типичные хищники и бентофаги, к районам максимальной концентрации планктона обусловлена тем, что планктон является кормовой базой личинок и мальков.

От $93^{\circ}30'$ до 95° з. д., у берега Техаса, расположена зона, бедная планктоном. На самых мелководных участках шельфа биомасса планктона не превышала $0,25 \text{ г/м}^3$. В этом районе наблюдается схождение течений и в результате интенсивной конвергенции происходит опускание вод. Очевидно, фитопланктон здесь не развивается из-за бедности вод биогенными элементами. Смит, Медина и Абелла (1951) отмечают, что в этой части Мексиканского залива — обширный район постоянной конвергенции вод (Smith, Medina and Abella, 1951).

На юго-запад от района конвергенции количество планктона на шельфе несколько увеличивается, однако богатые планктоном воды тянутся вдоль берега узкой полосой, ширина которой не превышает 30—40 миль. Биомасса планктона на самых мелководных и самых богатых планктоном участках не превышает $0,60 \text{ г/м}^3$, биомасса кормового планктона — $0,50 \text{ г/м}^3$. Количество водорослей здесь невелико, изопланкта $0,2 \text{ г/м}^3$ располагается на шельфе (см. рис. 2).

Данные по западной части залива отрывочны, так как экспедиция в этом районе работала очень мало.

В юго-западной части Мексиканского залива и на севере залива Кампече планктон очень беден. Севернее 22° с. ш. расположен район с минимальной биомассой планктона — менее $0,05 \text{ г/м}^3$. На большей части залива Кампече биомасса планктона колеблется от $0,1$ до $0,2 \text{ г/м}^3$ и только в юго-восточной части залива превышает $0,3 \text{ г/м}^3$. К востоку от 94° з. д. отмечен район довольно интенсивного развития осциллятории. С приближением к шельфу Юкатанского полуострова биомасса планктона увеличивается и сине-зеленые водоросли заменяются диатомовыми. Восточная часть более богата планктоном, так как омывается водами, обогащенными биогенными элементами (поступающими с востока, с банки Кампече).

На большей части банки Кампече биомасса планктона превышала $0,3 \text{ г/м}^3$. В юго-западной части банки биомасса повышалась до $0,5—0,8 \text{ г/м}^3$ при довольно интенсивном развитии диатомовых водорослей. И хотя биомасса планктона ни разу не достигала такой величины, как в районе устья р. Миссисипи или на шельфе Флориды, продуктивность этого района следует считать достаточно высокой. На мелководье, в центре банки Кампече, планктон имел неритический характер. Численно преобладали веслоногие рачки родов *Temora* и *Centropages*. В ряде случаев в планктоне было встречено много эвфаузиид, крылоногих моллюсков и других ценных кормовых форм.

Банка Кампече вдается с юга в центральную часть Мексиканского залива и с трех сторон окружена бедными планктоном и биогенами водами центральной части Мексиканского залива. Изопланкта $0,2 \text{ г/м}^3$ расположена вблизи свала, а за свалом располагаются воды с содержанием планктона менее $0,1 \text{ г/м}^3$. Сток с п-ова Юкатан очень мал и заметного влияния на воды банки Кампече не оказывает.

Интенсивное развитие жизни на самой банке обязано своим существованием выходу на банку с востока глубинной струи одной из

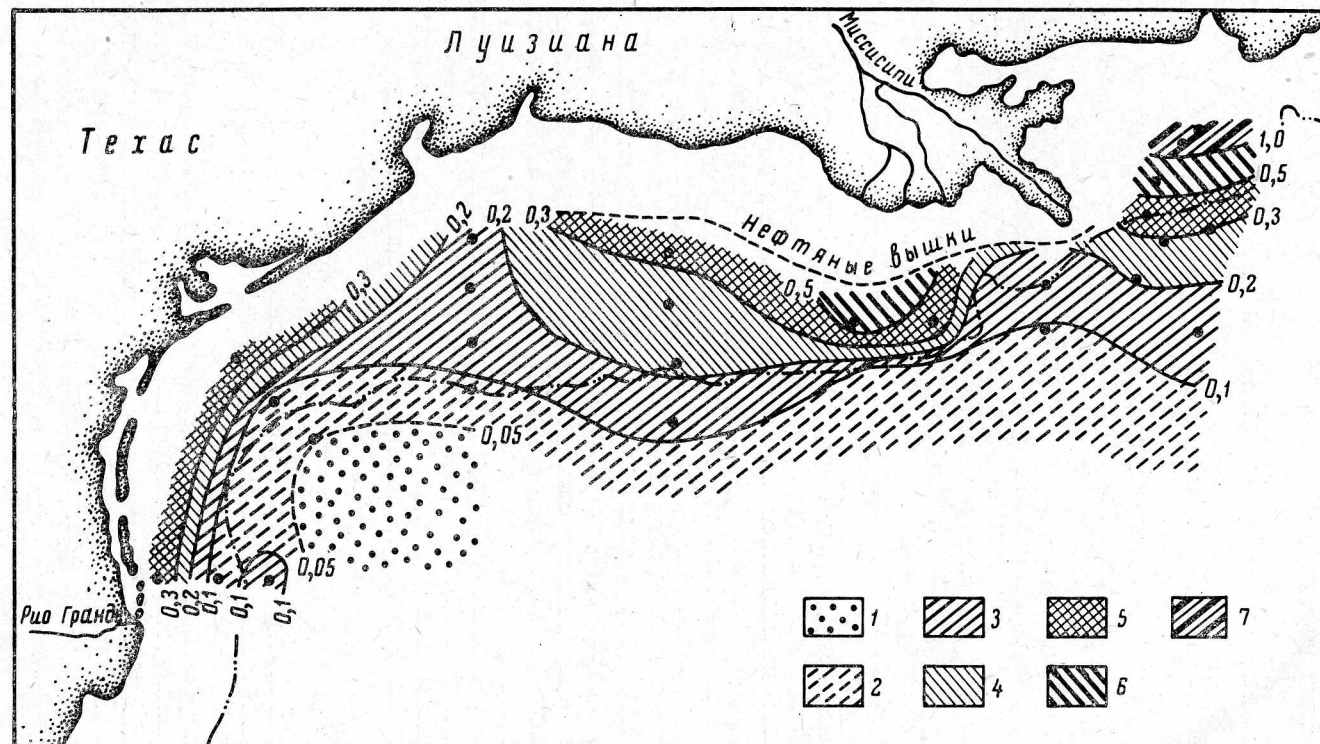


Рис. 4. Распределение биомассы кормового планктона в верхнем 100-метровом слое воды в северной части Мексиканского залива в g/m^3 :
 1 — $< 0,05$, 2 — $0,05-0,1$, 3 — $0,1-0,2$, 4 — $0,2-0,3$, 5 — $0,3-0,5$, 6 — $0,5-1,0$, 7 — $> 1,0$.

ветвей Юкатанского течения. В этом месте изопланкты вытягиваются своеобразным «языком» с запада на восток (см. рис. 2). Подобная конфигурация здесь наблюдалась и у изотерм. После выхода на банку богатые биогенными элементами воды двигаются на запад и по мере их продвижения количество планктона увеличивается с $0,3-0,4 \text{ г/м}^3$ до $0,6-0,8 \text{ г/м}^3$. Биомасса планктона в юго-западной части банки Кампече почти в два раза выше, чем в северо-восточной части. Далее к западу от банки Кампече биомасса планктона снижается. Основная масса биогенных элементов, вынесенных глубинной струей течения на востоке банки Кампече, видимо, потребляется по мере прохождения вод через банку.

Таким образом, в Мексиканском заливе можно отметить ряд районов, которые выделяются на общем фоне по интенсивности развития планктона. К таким районам относится западный шельф Флориды, особенно в северной своей части, где ощущается сильное влияние берегового стока, и в самой южной, где постоянно находится зона дивергенции. В январе — марте эта зона значительно расширяется, простираясь через весь залив по направлению к устью р. Миссисипи. В период интенсификации дивергенции можно ожидать еще более бурное развитие планктона. На севере залива, в сезоны, когда сток Миссисипи увеличивается, его влияние, по-видимому, распространяется на значительные площади.

Постоянный подъем вод наблюдается в восточной части банки Кампече. В связи с этим достаточно интенсивное развитие планктона на банке должно наблюдаться на протяжении всего года. К западу от банки Кампече были обнаружены скопления тунцов. Эти скопления находились в $200-400 \text{ км}$ от района интенсивного развития планктона. Возможные причины такой разобщенности рассматриваются в ряде работ (Беклемишев и Кляшторин, 1962; Беклемишев и Пастернак, 1960; Hentschel, 1933) и представляют не только теоретический интерес, однако этот вопрос требует специальных исследований и материалов.

Обширные зоны дивергенции наблюдаются летом и осенью в центральной части западной половины Мексиканского залива (Smith and others, 1951).

Постоянный обширный район конвергенции вод наблюдается в северо-западной части Мексиканского залива. В этом районе было обнаружено минимальное для шельфовых вод количество планктона. Вероятно, этот район беден планктоном на протяжении всего года.

ВЫВОДЫ

1. Планктон центральных районов северо-западной части Карибского моря и Мексиканского залива количественно очень беден, его биомасса обычно не превышает $0,1 \text{ г/м}^3$.

2. В северо-западной части Карибского моря некоторое увеличение количества планктона отмечено у шельфа Гондураса.

3. В Мексиканском заливе на шельфе обнаружено несколько богатых планктоном районов. В результате влияния богатого биогенными элементами стока р. Миссисипи планктон интенсивно развивался в районах к юго-западу и, особенно, к востоку от устья р. Миссисипи, а также в северной части западного шельфа Флориды. В районах постоянной дивергенции в южной части западного шельфа Флориды и на банке Кампече также отмечено интенсивное развитие планктона. Во всех этих районах интенсивное развитие планктона будет наблюдаться, по-видимому, на протяжении всего года.

4. В северо-западной части Мексиканского залива в обширном районе постоянной конвергенции вод, даже на шельфе, отмечена бедная планктоном зона.

5. В районах интенсивного развития планктона, в районе устья р. Миссисипи, обнаружены плотные скопления горбылевых рыб.

ЛИТЕРАТУРА

Беклемишев К. В. и Кляшторин Л. В. О пространственных взаимоотношениях фитопланктона и рыб в тропических водах Атлантического океана. Тр. Ин-та океанологии АН СССР. Т. 58, 1962.

Беклемишев К. В. и Пастернак Ф. А. Количественный учет летучих рыб в Атлантике и вопрос об оценке продуктивности тропических вод. «Вопросы ихтиол.» Вып. 14, 1960.

Канаева И. П. О количественном распределении планктона в Атлантическом океане. Публикуется в настоящем сборнике.

Хромов Н. С. Распространение планктона и питание сардинеллы в районе Дакара. Журн. «Рыбное хозяйство» № 1, 1960.

Яшинов В. А. Вертикальное распределение массы зоопланктона тропической области Атлантического океана. ДАН СССР. Т. 136, № 3, 1961.

Feinstein A. Correlations of various ambient phenomena with Red Tide outbreaks on the Florida west coast. Bull. of Mar. Sc. of the Gulf and Carib v. 6, N 3, 1956.

Gunter G. R., Williams R. H., Davis C. C. and Smith F. G. W. Catastrophic mass mortality of marine animal and coincident phytoplankton bloom on the west coast of Florida, November, 1946 to May, 1947. Ecolog. Monographs. t. 18, N 3, 1948.

Hentschel E. Das Pelagial der obersten Wasserschicht. — Wiss. Erg. Deutsch. Atlant. Exp. «Meteor». Bd. 11, Lief. 1, 1933.

Smith F. G. W., Medina A. F. and Abella A. F. B. Distribution of vertical water movement calculated from surface drift vectors. Bull. of Mar. Sc. of the Gulf and Caribbean, v. 1, N 3, 1951.