

МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН УССР

ОКЕАН - КОСМОС: ЭКСПЕРИМЕНТ АТЛАНТИКА - 89

№ 4496 - В90 УДК 551.464.797.9:581.526.325(261)

Юнев О.А.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ХОЛОДНОГО МЕАНДРА ГОЛЬФСТРИМА

Исследования морского планктона, характеризующиеся детальным изучением видового и размерного состава, свидетельствуют о том, что отклик популяции на изменение в окружающей среде, как правило, происходит на уровне отдельных клеток или отдельных групп видов [8]. В этой связи определение суммарной субстанции, такой например, как хлорофилл "а", не может однозначно указать на то, какие изменения произошли в планктонной популяции при изменении факторов среды - температуры, солености, биогенной обеспеченности и т.д. Похожая ситуация возникла в 40 рейсе НИС "Академик Вернадский" при пересечении маршрутом корабля холодного меандра Гольфстрима, когда по результатам измерения концентрации хлорофилла не было возможно было установить, вносит ли фронтальная зона и условия в самом меандре какие-либо качественные изменения в характеристики фитопланктонного сообщества по сравнению с окружающими водами.

Получить ответ на этот вопрос, на наш взгляд, помогло использование в рейсе нового в отечественной гидробиологии метода проточной цитофлуориметрии [3] и привлечение к анализу результатов измерений флуоресценции *in vivo*, которые любезно были предоставлены В.Б.Кашкиным.

Данные о положении северного меандра, наблюдавшегося южнее Ньюфаундлендской банки, были получены по данным с искусственных спутников Земли. Это дало возможность направленно отобрать пробы для определения биологических характеристик на гидрологических станциях, а именно, в центре меандра, во фронтальной зоне, отделяющей меандр от вод Гольфстрима и фоновой /ст. 7437/, а также сделать два разреза /8- и 10 измерений/ - на подходе к фронту и непосредственно от ст. 7441 к центру ме-

андра. Пробы морской воды на разрезах отбирались на ходу судна в поверхностном слое океана с дискретностью 25 мин. /приблизительно через 5-6 миль/.

Гидрологическая характеристика вод в исследуемом районе Атлантики и координаты станций приведены в статье [1] настоящего сборника и в дальнейшем при анализе причин, вызвавших те или иные изменения в планктонном сообществе мы будем пользоваться этими данными.

Концентрация хлорофилла "а" и феофитина "а" измерялась экстрактым флуоресцентным методом [2]. Макет проточного цитофлуориметра использовался тот же, что в работе [3], а подходы к установлению размерной структуры океанического фитопланктона с применением этого прибора изложены в статье [4] настоящего сборника. Отбор проб с поверхности осуществляли на ходу судна, на станциях- касетой батометров. Все биологические параметры измерялись в одних и тех же пробах морской воды.

Фитопланктонное сообщество будет характеризоваться следующими измеренными величинами и их отношениями: концентрацией хлорофилла "а" и феофитина "а"; численностью, биомассой, средним и модальным диаметрами ультрапланктонной фракции; флуоресценцией *in vivo* на единицу хлорофилла и на клетку; концентрацией хлорофилла в клетке.

На рис. I показаны вариации указанных характеристик в слое 0 м. Как видно из рисунка, фронтальная зона и меандр не внесли существенных изменений в значения концентрации хлорофилла "а" на поверхности океана. Напротив, численность, биомасса ультрафитопланктона и отношение флуоресценции *in vivo* на единицу хлорофилла значительно увеличились в меандре. Следует отметить также, что фронтальная зона в слое 0 м не проявилась не по одному из исследованных параметров.

Качественные изменения, происшедшие на поверхности океана в меандре, можно видеть по увеличению среднего диаметра клеток на ст. 7455. Оно показывает, что в меандре содержится относительно большее количество крупных клеток ультрафитопланктона. При этом неизменность модального диаметра предполагает, что основной компонент ультрафитопланктонного сообщества остается тот же. Анализ форм размерных спектров численности ультрафитопланктона /рис. 2/ подтверждает это предположение- форма спек-

ров остается неизменной и удовлетворительно /коэффициенты корреляции не ниже 0,6/ аппроксимируется обратностепенной функцией вида $Y = aX^{-B}$. Показатель степени "в" меняется от 1,9 до 7,7. Минимальное значение "в" получено на станции в центре меандра, что также указывает на содержание в этой фракции фитопланктона большего количества крупных клеток [4].

Величина флуоресценции *in vivo* на единицу хлорофилла, как было показано в ряде работ [5, 6, 7], зависит от факторов среды и от состояния самой клетки. Однако, наибольшее влияние на ее изменчивость оказывает изменение в таксономическом составе фитопланктона. В этой связи значительное увеличение этого отношения на станции в центре меандра /рис. I, e/ может свидетельствовать об изменении в видовом составе водорослей. Поскольку, в ультрапланктонной фракции, как было показано выше, основной компонент остался неизменным, то можно полагать, что качественные изменения произошли во фракции > 8 мкм.

Более наглядное проявление того, как изменения в окружающей среде влияют на качественные и количественные характеристики фитопланктонного сообщества можно видеть, рассматривая их вертикальные профили /рис. 3, 4 и 5/. Прежде всего следует отметить три основные особенности профилей хлорофилла, биомассы и численности клеток /рис. 3/. Первая - это значительное увеличение в максимумах концентраций хлорофилла и биомассы ультрапланктонной фракции на обеих станциях - во фронтальной зоне и меандре, в сравнении с фоном. Вторая - значительное увеличение численности клеток ультрафитопланктона в сравнении с двумя другими параметрами только на станции во фронте. Третья - на станции в меандре на горизонте 25 м появились дополнительные пики на профилях численности и биомассы ультрафитопланктона.

Несоответствие между увеличением в максимуме численности с одной стороны и хлорофилла и биомассы с другой объясняется появлением в меандре значительного количества крупных клеток. Тогда как во фронтальной зоне в сравнении с фоном произошло увеличение численности только ультрафитопланктона, что привело и к соответствующему увеличению хлорофилла и биомассы.

Анализ изменчивости диаметров клеток с глубиной /рис.4/ показывает, что в максимуме на станции в меандре произошло изменение основного компонента и одновременно увеличение концентрации более крупных клеток ультрапланктонной фракции, поскольку на этой глубине существенно увеличились значения обоих диаметров. Кроме того, следует отметить увеличение модального диаметра на 25 м на станции в меандре. Учитывая, что средний диаметр до этого горизонта оставался такой же, как на поверхности, подобное обстоятельство связано с появлением здесь клеток ультрафитопланктона, отличающихся от поверхностных основным компонентом.

Станция в меандре также отличается в значительной степени от двух остальных по характеристикам, приведенным на рис.5. Обращает на себя внимание не только количественные отличия, но и ход самих кривых. Так например, максимальные значения флуоресценции *in vivo* на единицу хлорофилла на этой станции были получены на поверхности океана. Как отмечалось выше, различия в этом параметре связаны прежде всего с изменением в таксономическом составе водорослей.

На рис.6 и 7 приведено изменение спектральных кривых численности и биомассы ультрафитопланктона по глубине. Форма кривых на станциях во фронте и фоновой практически совпадают — наблюдаются только количественные отличия. Напротив, кривые распределения численности в максимуме, а биомассы фактически на всех горизонтах станции в меандре существенно отличны от кривых, полученных на двух других станциях.

Таким образом, по всем исследованным параметрам мы наблюдали в центре меандра качественные отличия фитопланктонного сообщества в сравнении с фоном и фронтальной зоной, тогда как фронт характеризовался количественным увеличением параметров в сравнении с фоном. Эти результаты согласуются с данными гидрологических измерений. Анализ водных масс, наблюдаемых в зоне Гольфстрима и его меандре показал, что воды, формирующие холодное ядро меандра, по своим термохалинным параметрам отличаются от вод, наблюдавшихся в зоне Гольфстрима. Их характеристики соответствуют арктической водной массе, наблюдаемой по климатическим данным севернее полигона на 50° широты, т.е. вос-

точнее острова Ньюфаундленд и населенной /по нашим данным/ сообществом фитопланктона, также отличным от сообщества вод Гольфстрима. Высокоградиентные фронтальные зоны /вертикальные и горизонтальные градиенты температуры достигают здесь 0,48 и 0,3⁰С/км, соответственно, а объединенные сезонный и основной термоклины выходят на поверхность/ создают условия для интенсивного развития в них фитопланктона и являются, по-видимому, препятствием для обмена планктонных организмов между окружающими и внутренними водами меандра.

Л и т е р а т у р а

1. Баев С.А., Булгаков Н.П. Термохалинная структура вод в меандрах Гольфстрима по данным наблюдений в 40 рейсе НИС "Академик Вернадский", -Наст.сборник.
2. Юнев О.А., Берсенева Г.П. Флуориметрический метод определения концентрации хлорофилла "а" и феофитина "а" в фитопланктоне.- Гидробиол.журнал, 1986, 22, 2, С.102-108.
3. Юнев О.А., Салдан Н.В., Финенко З.З., Зенин В.В., Бабиц И.И. Анализ черноморского фитопланктона методом проточной цитофлуориметрии.- Океанология, 1990, 30, 2, С.381-387.
4. Юнев О.А. Определение размерной структуры ультрафитопланктона Атлантического океана методом проточной цитофлуориметрии.- Наст.сборник.
5. Kiefer D.A. Fluorescence properties of natural phytoplankton populations.-Mar.Biol., 1973, 22, 3, P.263-269.
6. Kiefer D.A. Chlorophyll a fluorescence in marine centric diatoms: responses of chloroplasts to light and nutrient stress.-Mar.Biol., 1973, 23, 1, P.39-46.
7. Loftus M.E., Seliger H.H. Some limitations of the in vivo fluorescence technique.-Chesapeake Sci., 2, 2, P.79-92.
8. Yentsch C.S., Phinney D.A. Spectral fluorescence: an ataxonomic tool for studying the structure of phytoplankton populations.-J.Plankton Res., 1985, 7, 5, P.617-632.

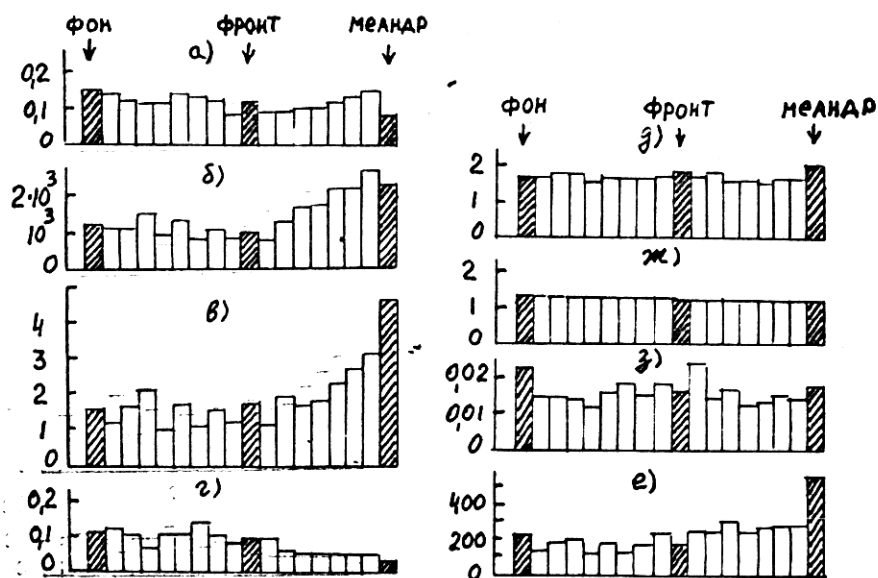


Рис. I. Диаграмма изменения биологических характеристик в поверхностном слое океана на разрезах и станциях: фоновой, во фронтальной зоне и центре меандра. а/ концентрация хлорофилла "а", мкг/л; б/ численность клеток ультрафитопланктона, кл./мл; в/ биомасса ультрафитопланктона, мкгС/л; г/ хлорофилл/клетку, мкг/кл.; д/ средний диаметр ультрафитопланктона, мкм; е/ модальный диаметр, мкм; з/ флуоресценция *in vivo* /клетку, относ.ед./кл.; и/ флуоресценция *in vivo* /хлорофилл, относ.ед./мкг.

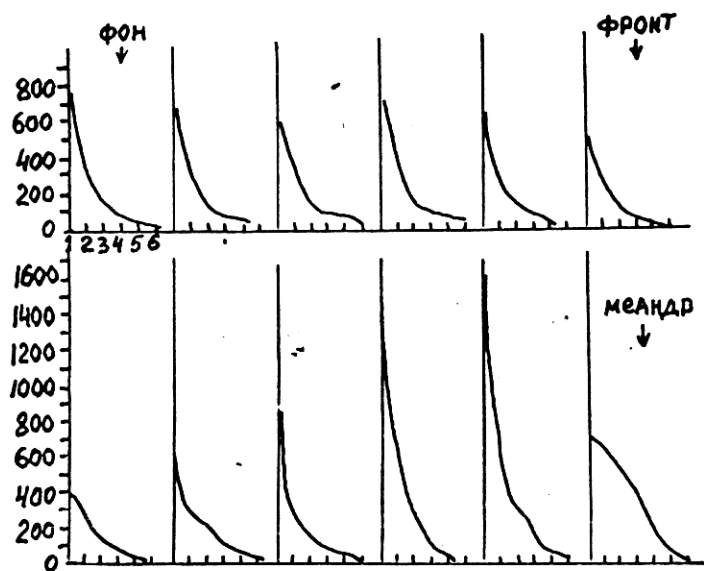


Рис.2. Характерные спектры численности ультрафитопланктона поверхностного слоя океана на разрезах и станциях. По вертикали- численность клеток, кл./мл, по горизонтали- размерные диапазоны, мкм: /1/- 1,3-1,6; /2/- 1,6-2; /3/- 2-2,5; /4/- 2,5-3,2; /5/- 3,2-4; /6/- 4-5,1.

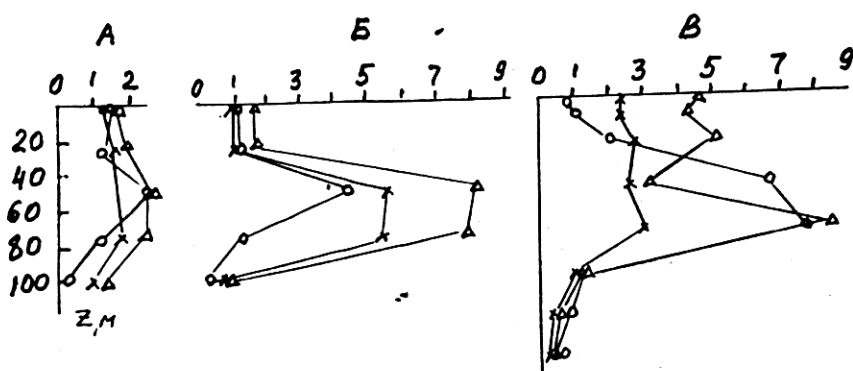


Рис.3. Изменение хлорофилла "а" /о—о/, биомассы /Δ—Δ/ и численности /х—х/ ультрафитопланктона по глубине на станциях: А- фоновой, Б- во фронтальной зоне и В- в центре меандра.

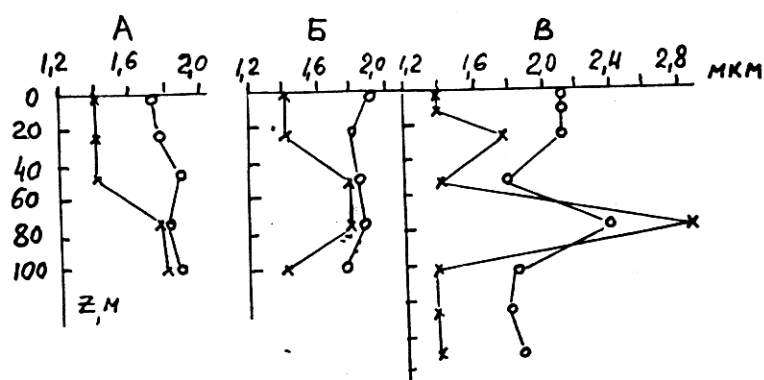


Рис.4. Изменение среднего /o-o/ и модального /x-x/ диаметров ультрафитопланктона по глубине на станциях: А- фоновой, Б- во фронтальной зоне и В- в центре меандра.

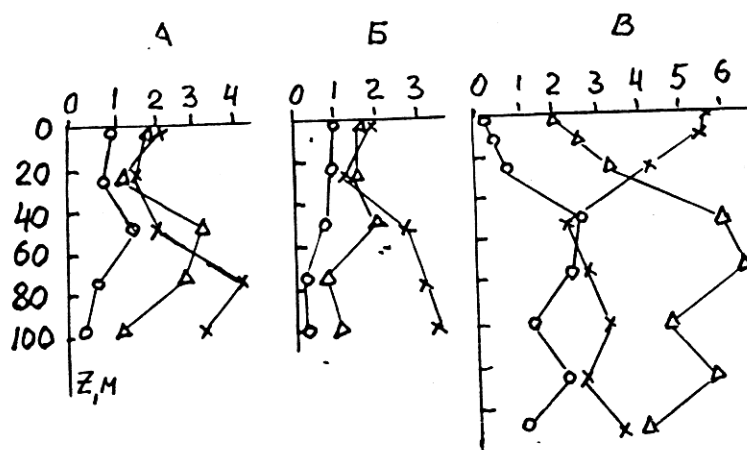


Рис.5. Изменение отношений хлорофилла на клетку /O—O/, флуоресценции *in vivo* на клетку /Δ—Δ/ и флуоресценции *in vivo* на единицу хлорофилла /X—X/ по глубине на станциях: А- фоновой, Б- во фронтальной зоне и В- в центре меандра.

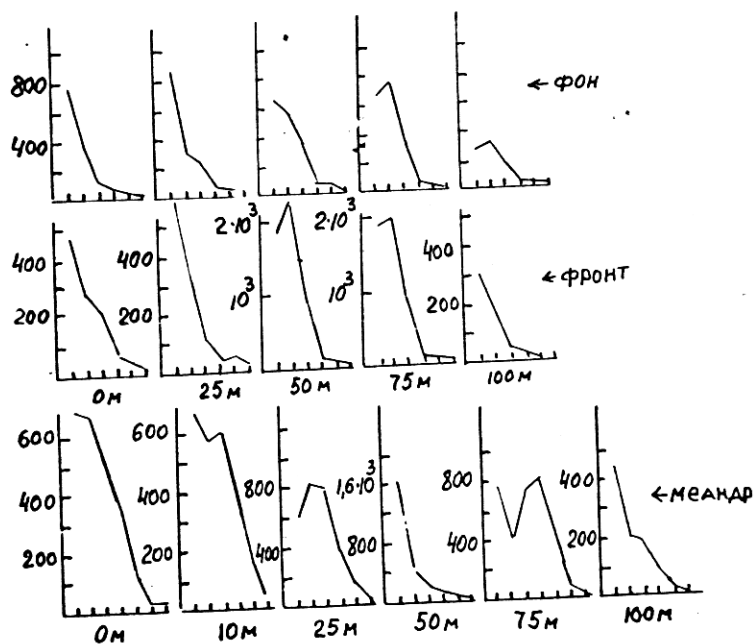


Рис.6. Размерные спектры численности ультрафитопланктона на разных горизонтах.

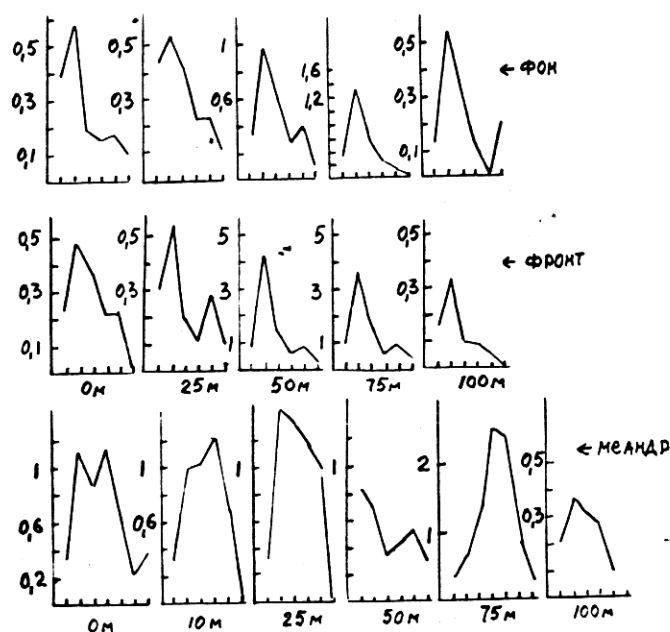


Рис.7. Размерные спектры биомассы ультрафитопланктона на разных глубинах. По вертикали- мкгС/л, по горизонтали- размерные диапазоны, мкм те же, что на рис.2.