

МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН УССР

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ
РАЗВИТИЕМ РЕКРЕАЦИОННЫХ СИСТЕМ

№ 5805-В87

УДК 551.464.618.577.475

Крупаткина Д.К., Берсенева Г.П.

ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ И ПИГМЕНТЫ ФИТОПЛАНКТОНА
ЧЁРНОГО МОРЯ В РАННЕ-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Исследования распределения первичной продукции и хлорофилла "а" в июне 1986 года в 34-м рейсе нис "Академик Вернадский" (черноморский этап) проводились по плану экспедиционных работ МГИ АН УССР в соответствии с межведомственной программой проекта "Чёрное море" и плановой темой ИнБЮМ АН УССР "Изучение биологии Чёрного моря в условиях антропогенного воздействия с целью совершенствования технологии рационального использования и охраны его ресурсов".

Целью настоящей работы явилось выяснение пространственного распределения первичной продукции и хлорофилла "а" в ранне-летний период, а также выяснение вклада крупных и мелких размерных групп фитопланктона в суммарные величины этих параметров.

Материал и методика

Пробы отбирали 10-литровым пластмассовым батометром. Для измерения первичной продукции воду отбирали с пяти горизонтов эвфотической зоны (0-50 м), выбранных таким образом, чтобы освещённость составляла 60, 30, 10 и 1 % от падающей на поверхность. Эти горизонты рассчитывались согласно данным работы / 6 / и глубине видимости белого диска. Пробы с каждого горизонта разливали в склянки ёмкостью 0,25 л, добавляли $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ (20 мкСи) и помещали в соответствующий отсек инкубатора с проточной водой. В разных отсеках инкубатора с помощью нейтральных светофильтров создавалась освещённость, составляющая 100, 60, 30, 10 и 1 % от радиации на поверхности

моря. Пробы экспонировали 4 часа, после чего фильтровали последовательно через фильтры марки СИНЮР с порами 2,5 и 0,4 мкм. В результате фитопланктон условно разделялся на мелкую (0,4-2,5 мкм) и крупную ($> 2,5$ мкм) размерные группы. Фильтрацию проводили при слабом вакууме. Первичная продукция измерена на II станциях, расположенных относительно равномерно в пелагиали западной и восточной половин моря.

Пробы на хлорофилл отбирали с 5-12 горизонтов, выбранных таким образом, чтобы возможно полнее обследовать слои максимальных градиентов температуры и мутности. Воду также фильтровали последовательно через фильтры с порами 2,5 и 0,4 мкм, условно разделяя фитопланктон на мелкую (0,4-2,5 мкм) и крупную ($> 2,5$ мкм) размерные группы. Фильтры сохраняли в морозильной камере менее месяца. Для измерения концентрации хлорофилла и феофитина использовали флуориметрический метод / 3 /. Концентрация хлорофилла измерена на 37 станциях, большая часть которых располагается в восточной половине моря.

Результаты и обсуждение

1. Распределение первичной продукции

Ранним летом, в период формирования сезонного термоклина (5-15 м) и низких градиентов температуры в этом слое ($0,06 - 0,35^{\circ} \text{.м}^{-1}$), распределение первичной продукции в пелагиали Чёрного моря оказывается практически равномерным. Так, первичная продукция поверхностного слоя и эвфотической зоны различается по всей исследованной акватории в 2-4 раза (табл. I). Отметим, что продукция поверхностного слоя характеризуется относительно высокими значениями ($2,5-9,1 \text{ мгС.м}^{-3} \cdot \text{сутки}^{-1}$), которые обычно встречаются в прибрежных водах. Наибольшие величины обнаруживаются в южной части западной половины моря и напротив м. Синоп ($9,1 ; 6,5 \text{ мгС.м}^{-3} \cdot \text{сутки}^{-1}$ соответственно). Далее, основная первичная продукция эвфотической зоны создаётся в верхнем 10-15-метровом слое. На большинстве станций на этот слой приходится более 50 % продукции. Что касается продукции эвфотического слоя, то она оказывается крайне низкой ($41,5-130,8 \text{ мгС.м}^{-2} \cdot \text{сутки}^{-1}$). Такие низкие значения характерны для открытых тропических вод океана и обычно встречаются в период летнего минимума продукции в Чёрном море / 2 /.

Таблица I

Первичная продукция (Р) поверхностного слоя (0 м, $\text{мгС} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{сутки}^{-1}$) и в эвфотической зоне (0-50 м, $\text{мгС} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сутки}^{-1}$); максимальное ассимиляционное число (ач, $\text{мгС} \cdot \text{мг хл "а"} \cdot \text{час}^{-1}$), июнь 1986 г., Чёрное море.

№ стан- ций	Р		ач
	0 м	0-50 м	
5442	9,1	130,8	2,63
5445	4,3	76,4	2,57
5455	3,5	41,5	2,6
5460	6,5	105,8	5,7
5463	3,1	42,2	2,4
5467	4,3	100,1	-
5470	2,6	127,3	-
5471	3,6	-	-
5477	2,8	-	-
5480	2,5	-	-
5481	2,8	-	-

Ассимиляционное число (ач) характеризуется относительно высокими величинами ($2,4-5,7 \text{ мгС} \cdot \text{мг хл "а"} \cdot \text{час}^{-1}$). Подобные значения отмечались ранее в летне-осенний сезон ($2-10$, в среднем $5,7 \text{ мгС} \cdot \text{мг хл "а"} \cdot \text{час}^{-1}$) / 2 /.

Недавние публикации свидетельствуют, что в разные сезоны вклад разных размерных групп фитопланктона не остаётся постоянным / 4 /. В период зимне-весеннего максимума продукции основной вклад ($60-90\%$) приходится на крупные ($> 20 \text{ мкм}$) формы. Напротив, в период летнего минимума основной вклад ($60-70\%$) приходится на мелкие ($< 5 \text{ мкм}$) и в том числе мельчайшие ($< 1 \text{ мкм}$; $\sim 50\%$) формы / 5 /. По нашим данным, полученным в период летнего минимума продукции, основной вклад ($40-80\%$) приходится на крупные ($> 2,5 \text{ мкм}$) формы (рис. I). Причём, наибольший вклад (86%) отмечен в районе, где продукция оказывается максимальной ($9,1 \text{ мгС} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{сутки}^{-1}$). С уменьшением продукции ($2-4 \text{ мгС} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{сутки}^{-1}$) вклад крупных форм понижается ($40-50\%$). Сопоставление этих данных и результатов

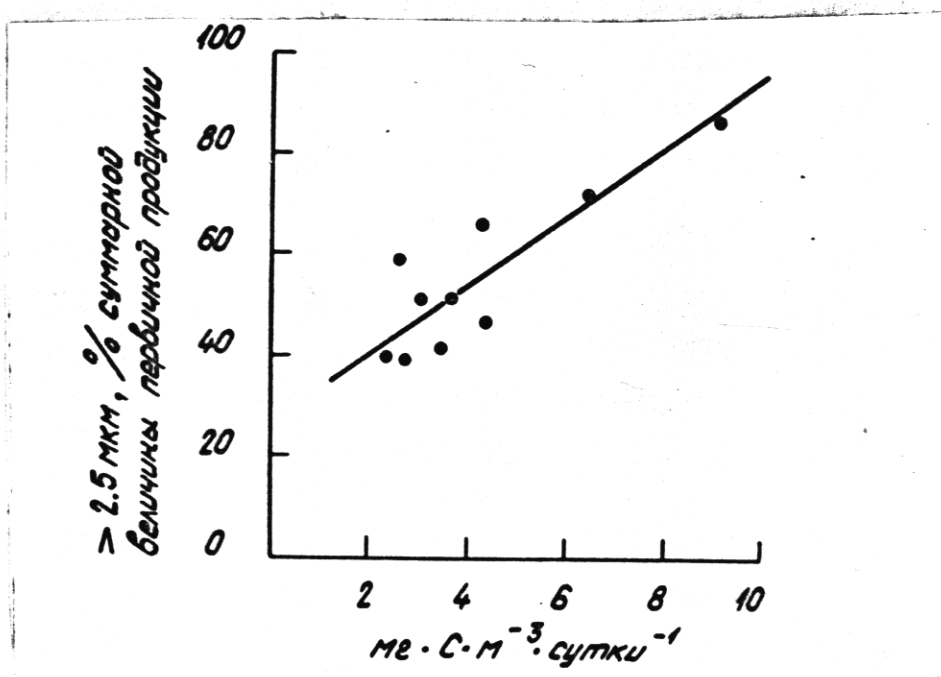


Рис. I. Влияние вклада /%/ крупной размерной группы фитопланктона / > 2,5 мкм/ на величину первичной продукции в поверхностном слое

2. Распределение хлорофилла "а"

В период формирования сезонного термоклина содержание хлорофилла в поверхностном слое (0 м) оказывается практически равномерным. Так, по всей акватории обнаруживается изменение концентрации хлорофилла лишь в 2,5 раза (рис. 2). Повышенное содержание хлорофилла в восточной половине моря отмечается в прибрежной зоне ($0,25 \text{ мг.м}^{-3}$), в районе центра циклонического круговорота и напротив Керченского пролива ($0,15 \text{ мг.м}^{-3}$).

Распределение хлорофилла "а" представлено также по суммарному его содержанию в эвфотическом слое (рис. 3). Наибольшие значения получены напротив Керченского пролива ($90 \text{ мг хл "а".м}^{-2}$), а также в районе центра циклонического круговорота восточной половины моря ($70 \text{ мг хл "а".м}^{-2}$), который отмечен отрядом гидробиологии по подъёму термохалинных характеристик в районе станций 5463 и 5464. В западной половине наиболее высокие величины отмечены также в центральной части циклонического круговорота ($40 \text{ мг хл "а".м}^{-2}$) по $42^{\circ}40'$ с.ш. и $31^{\circ}00'$ в.д.

Интересно отметить, что вклад крупной размерной группы ($> 2,5 \text{ мкм}$) в суммарный хлорофилл также является определяющим. Так, в поверхностном слое (0 м) на долю крупных форм приходилось 40–80 % (рис. 4). Причём, этот вклад составлял 60–80 %, когда концентрация хлорофилла достигала максимальных значений ($0,2\text{--}0,3 \text{ мг хл "а".м}^{-3}$). Когда концентрация хлорофилла понижалась ($< 0,1$ и $0,1\text{--}0,2 \text{ мг хл "а".м}^{-3}$), вклад крупных форм уменьшался (40–55 %).

Вклад крупных форм в суммарное содержание хлорофилла в эвфотическом слое составлял 50–75 % (рис. 5). Отметим при этом, что этот вклад составлял 70–75 % в широком диапазоне относительно высоких концентраций хлорофилла ($20\text{--}90 \text{ мг хл "а".м}^{-2}$). И лишь при относительно низком его содержании ($< 10\text{--}20 \text{ мг хл "а".м}^{-2}$) вклад крупных форм несколько понижался (50–60 %).

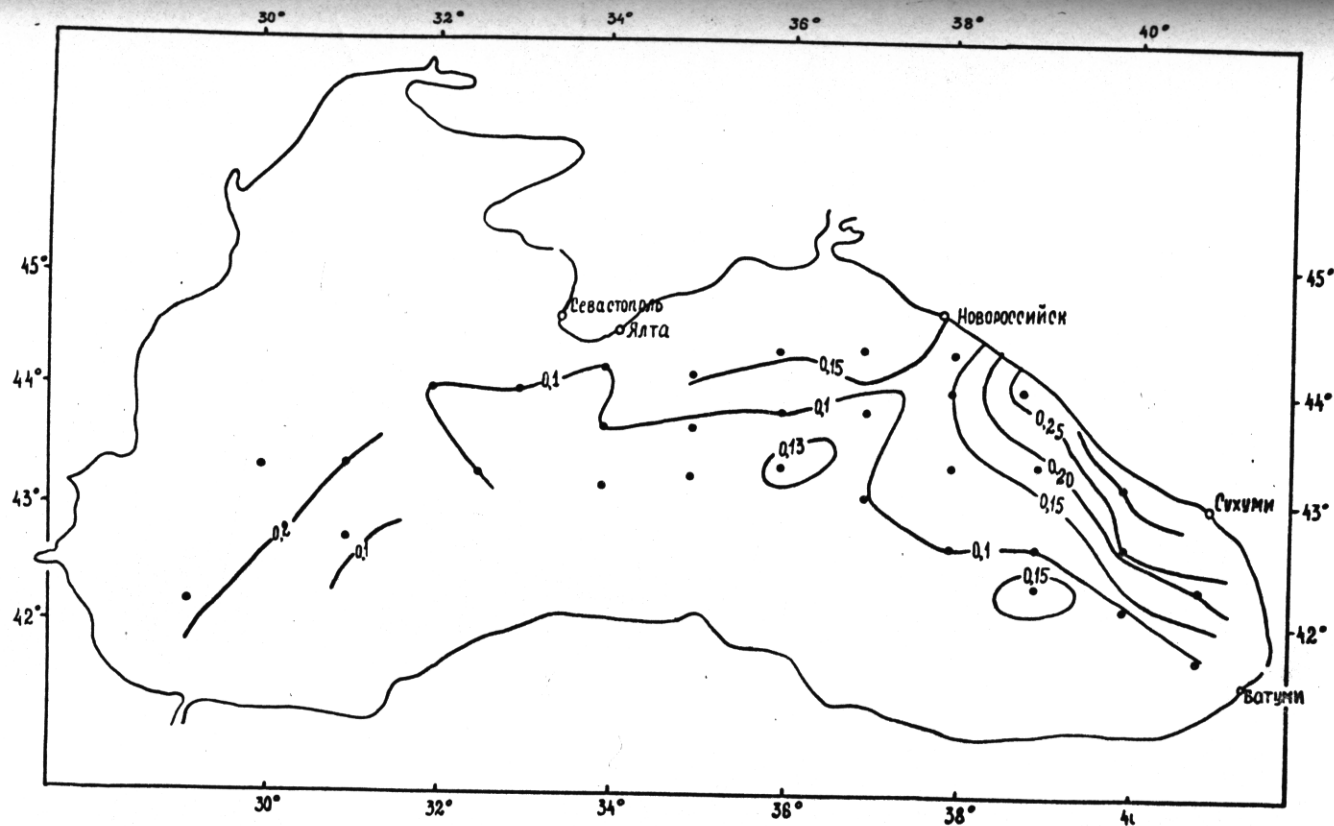


Рис.2. Распределение хлорофилла "а" ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$) в поверхностном слое (0 м)

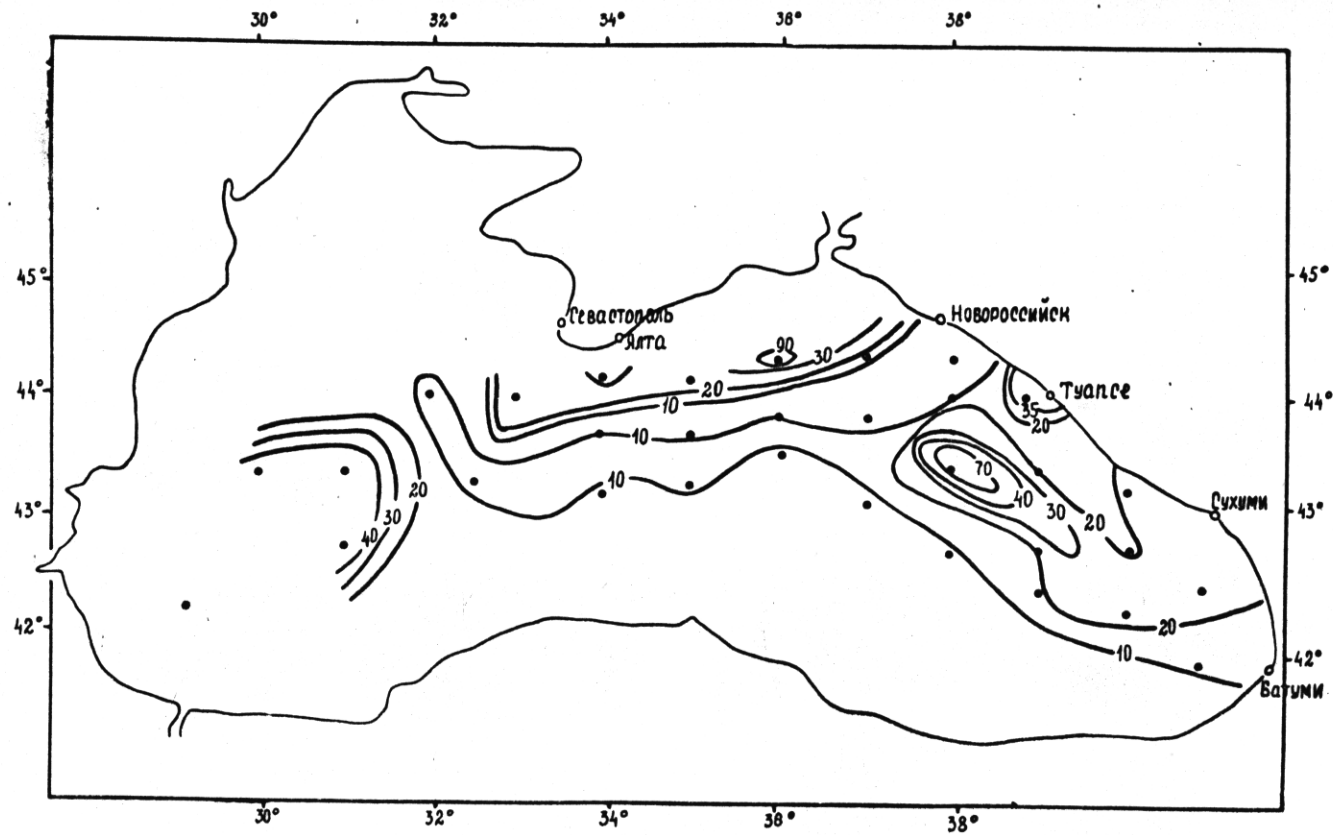


Рис. 3. Распределение хлорофилла "а" ($\text{мг} \cdot \text{м}^{-2}$) в слое 0-50 м.

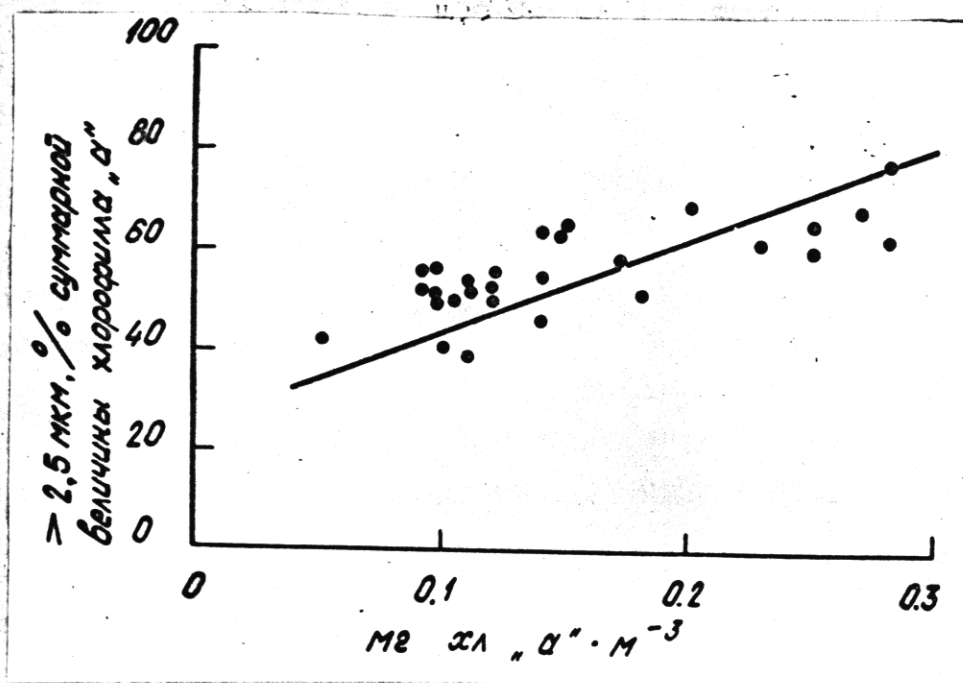


Рис.4. Влияние вклада /%/ крупной размерной группы фитопланктона / > 2,5 мкм/ на содержание хлорофилла "а" в поверхностном слое

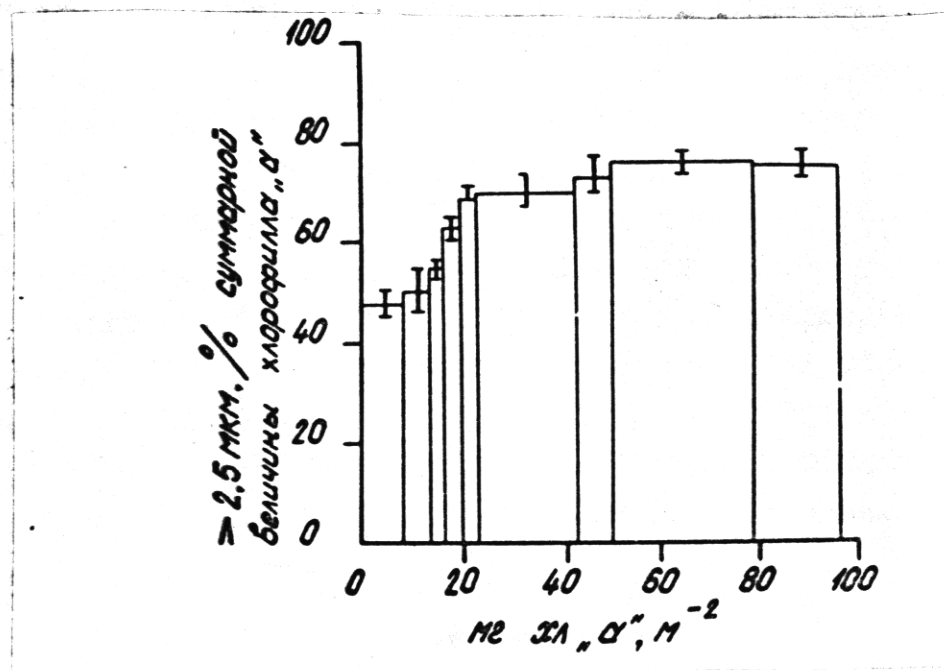


Рис.5. Влияние вклада /%/ крупной размерной группы фитопланктона / > 2,5 мкм/ на содержание хлорофилла "а" в слое 0-50 м

3. Вклад двух размерных групп в суммарный хлорофилл в переходной зоне

В переходной зоне от кислородной к сероводородной (100-160 м) крупная размерная группа ($> 2,5$ мкм) была представлена на 15-30 % хлорофиллом "а" и на 70-85 % феофитином. Наблюдения за видовым составом этой размерной группы, проведенные Т.М. Ковалёвой / I /, показали наличие в этой зоне сине-зелёных водорослей (около 30 % общей численности и 3 % биомассы), перидиниевых (8 и 52 % соответственно), диатомовых (10 и 22 % соответственно) и золотистых (6 и 10 % соответственно). Отмечено, что клетки находились в плохом физиологическом состоянии. Подавляющая часть клеток (75-90 %) имела обесцвеченные или полностью разрушенные хроматофоры, что согласуется с представленным пигментным составом.

Мелкая фракция (0,4-2,5 мкм) в редоксзоне содержала в основном хлорофилл "а". Это установлено по спектрам поглощения ацетоновых экстрактов пигментов и кислотному фактору, который представляет отношение флуоресценции экстрактов до и после подкисления. К сожалению, отсутствие в настоящее время расчётных уравнений для определения хлорофилла "в" флуоресцентным методом не позволило рассчитать эти величины в абсолютных значениях. Практическое отсутствие хлорофилла "а" в пробах фитопланктона из редоксзоны свидетельствует об отмирании клеток фитопланктона и, вероятно, большей фотохимической стабильности вспомогательного пигмента (хлорофилла "в") по сравнению с основным. Видовой состав мелкой фракции в переходной зоне не учитывался.

Литература

1. Н.А.Островская, Т.М.Ковалёва, В.А.Скрябин, О.К.Би - лёва. К вопросу о влиянии динамики вод на вертикальное распределение планктона в пограничной сероводородной зоне в Чёрном море в ранне-летний период // Материалы конференции. Совершенствование управления развитием рекреационных систем. Севастополь, МГИ.- 1987.- С.00-00.- Библиографич. назв.- Рус.- Деп. в ВИНТИ.- 1987. № _____. - В.
2. Финенко З.З. Продукция фитопланктона.- В кн.: "Основы биологической продуктивности Чёрного моря", Киев: Наукова думка.- 1979.- С. 88-97.
3. Юнев О.А., Берсенева Г.П. Флуориметрический метод определения концентрации хлорофилла "а" и феофитина "а" в фитопланктоне.- Гидробиол. журнал. Киев.- 1986.- т. 22, - С. 89-95.
4. Joint J.R., Pomroy A.J. Production of picoplankton and small nanoplankton in the Celtic Sea. - Mar. Biol. - 1983. - v.77. - P.19-27.
5. Larson V., Hagstrom A. Fractionated phytoplankton primary production exudate release and bacterial production in a Baltic eutrophication gradient. - Mar. Biol. - 1982. - 67. - P.57-70.
6. Menzel D. Instruction for estimation of primary production in situ. - Washington. - 1962.
7. Smith R.E., Harrison W., Irwin B., Platt T. Metabolism and carbon exchange in microplankton of the Grand Banks (Newfoundland). - Mar. Ecol. Prog. Ser. - 1986. - v.34. - N 1-2. P. 171-183.