

УДК 581.526. 325 (262.5)

## ОСОБЕННОСТИ СУТОЧНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ФИТОПЛАНКТОНА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД

*Георгиева Е. Ю.*

*Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины, Севастополь,  
e-georgieva@rambler.ru*

Представлены результаты исследований суточной динамики фитопланктона, полученные в Черном море в ноябре 2010 года в экспедиции на нис «Профессор Водяницкий». Определено, что периоды нарастания и убывания численности и биомассы фитопланктона в течение суток совпадали. Однако степень изменения этих двух количественных показателей значительно различалась, что обусловлено преобладанием в фитопланктоне по численности мелкоклеточной водоросли *Emiliana huxleyi* (Lohm) Hay & Mohler с четко выраженной суточной динамикой. В то же время, по биомассе отмечено доминирование нескольких видов водорослей, обладавших различным характером суточной динамики этого показателя. Поэтому суточная динамика суммарной биомассы фитопланктона была выражена слабо.

*Ключевые слова:* фитопланктон, Черное море.

### ВВЕДЕНИЕ

Фитопланктон является одним из основных звеньев любой водной экосистемы. Он играет важную роль в отклике экосистемы на изменения климата и антропогенной нагрузки, которые приводят к перестройке как в самом фитопланктоне, так и в экосистеме в целом.

Среди заметных изменений в фитопланктоне прибрежных вод Черного моря в конце прошлого – начале нынешнего столетия следует отметить интенсивное развитие кокколитофориды *Emiliana huxleyi* (Lohm) Hay & Mohler, вызывающее регулярное «цветение воды». До середины 80-х годов доля кокколитофорид в суммарном фитопланктоне составляла всего лишь 3%, тогда как в настоящее время часто наблюдается их доминирование как по численности, так и по биомассе [1].

Количество фитопланктона в море колеблется в течение суток, поэтому разовое определение численности и биомассы фитопланктона без учета их суточной динамики не может дать правильного представления о количестве фитопланктона. В колебаниях количественных характеристик фитопланктона наблюдается суточная периодичность: период нарастания численности, приуроченный в основном к светлому времени суток, сменяется периодом убывания, приуроченным к темному времени суток [2, 3].

В силу выше изложенного задачами нашей работы явилось исследование суточной динамики количественных характеристик фитопланктона, вклад в них таксономических групп и отдельных видов, в частности – кокколитофориды *E. huxleyi*.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для данной статьи послужили пробы фитопланктона, собранные на суточной станции в северо-западной части Черного моря в период 68-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» (ноябрь 2010 года). Здесь в течение суток было проведено 6 серий наблюдений, с интервалом 4 часа: с 13 часов 4 ноября до 9 часов 5 ноября.

Отбор проб проводился кассетой батометров Rozetta с STD – зондом MARK – III NELL BROWN, 6-литровым пластиковым батометром с горизонтов: 0, 30 и 37 м.

Пробы воды объемом 2 л сгущали в воронках обратной фильтрации через нуклеопоровый фильтр с диаметром пор 1 мкм [4] и фиксировали 40% формалином. Клетки водорослей объемом менее 15 мкм учитывали в камере Ножжота объемом 0,01 мл, равные и более 15 мкм – в камере объемом 0,7 мл под световым микроскопом при увеличении  $\times 150$ ,  $\times 300$ . Объемы клеток рассчитывали по методу «истинного объема», используя формулы геометрического подобия клеток [5, 6, 7].

Станция (45.28.339 с. ш., 31.21.133 в. д.) расположена в юго-восточной части ботанического заказника общегосударственного значения – «Филлофорного поля Зернова» (СЗЧМ). Глубина станции 48 м. В исследуемый период в слое 0–30 м температура воды в среднем составляла 15°C, соленость – 17,84‰. На горизонте 37 м наблюдалось снижение температуры до 13°C, а солености – до 17,39‰.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Суммарные характеристики фитопланктона.** В исследуемый период фитопланктон был представлен 72 видами. Среди часто встречающихся отмечены 11 видов динофитовых, 7 – диатомовых и 1 – примнезиофитовый. Рассматривая суточную динамику количества видов, можно отметить, что наибольшее количество видов наблюдалось в дневное время (13:00), затем оно заметно снижалось к ночи (1:00) и вновь увеличивалось в утреннее время (5:00). Максимальное количество видов наблюдалось в 13:00 в верхнем однородном слое, минимальное – в 1:00 под термоклинном.

Суммарная численность фитопланктона в исследуемый период варьировала от 5,20 до 169,32 млн. кл. $\times$ м<sup>-3</sup>, а биомасса – от 7,20 до 76,19 мг $\times$ м<sup>-3</sup>.

Рассматривая суточную динамику фитопланктона в исследуемом слое 0–37 м, можно отметить, что максимум как численности, так и биомассы (в среднем для слоя) наблюдался в 17:00, а минимум – в 1:00. Периоды нарастания и убывания как численности, так и биомассы также совпадали.

Численность в течение суток претерпевала значительные изменения, в то время как изменения биомассы были едва заметны. Из вышесказанного можно предположить, что такая динамика была обусловлена преимущественно развитием мелкоклеточных водорослей (рис. 1).

**Таксономические группы.** Рассмотрим вклад основных таксономических групп в суточную динамику фитопланктона исследуемого периода. В течение суток во все время наблюдений для слоя 0–37 м по численности преобладали примнезиофитовые водоросли, а по биомассе – динофитовые, внося основной вклад

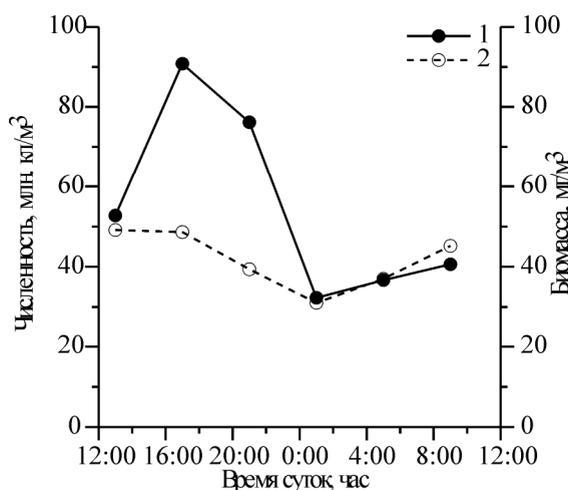


Рис. 1. Суточная изменчивость суммарной численности и биомассы фитопланктона для слоя 0 – 37 м. Северо-западный шельф Черного моря, 4–5 ноября 2010 года

Условные обозначения: 1 – численность, млн. кл. $\times$ м<sup>-3</sup>; 2 – биомасса, мг $\times$ м<sup>-3</sup>.

в суммарные величины. Лишь в 21:00 наблюдался значительный вклад диатомовых водорослей в суммарные численность и биомассу за счет вспышки развития мелкоклеточных представителей рода *Chaetoceros* (табл. 1).

Таблица 1

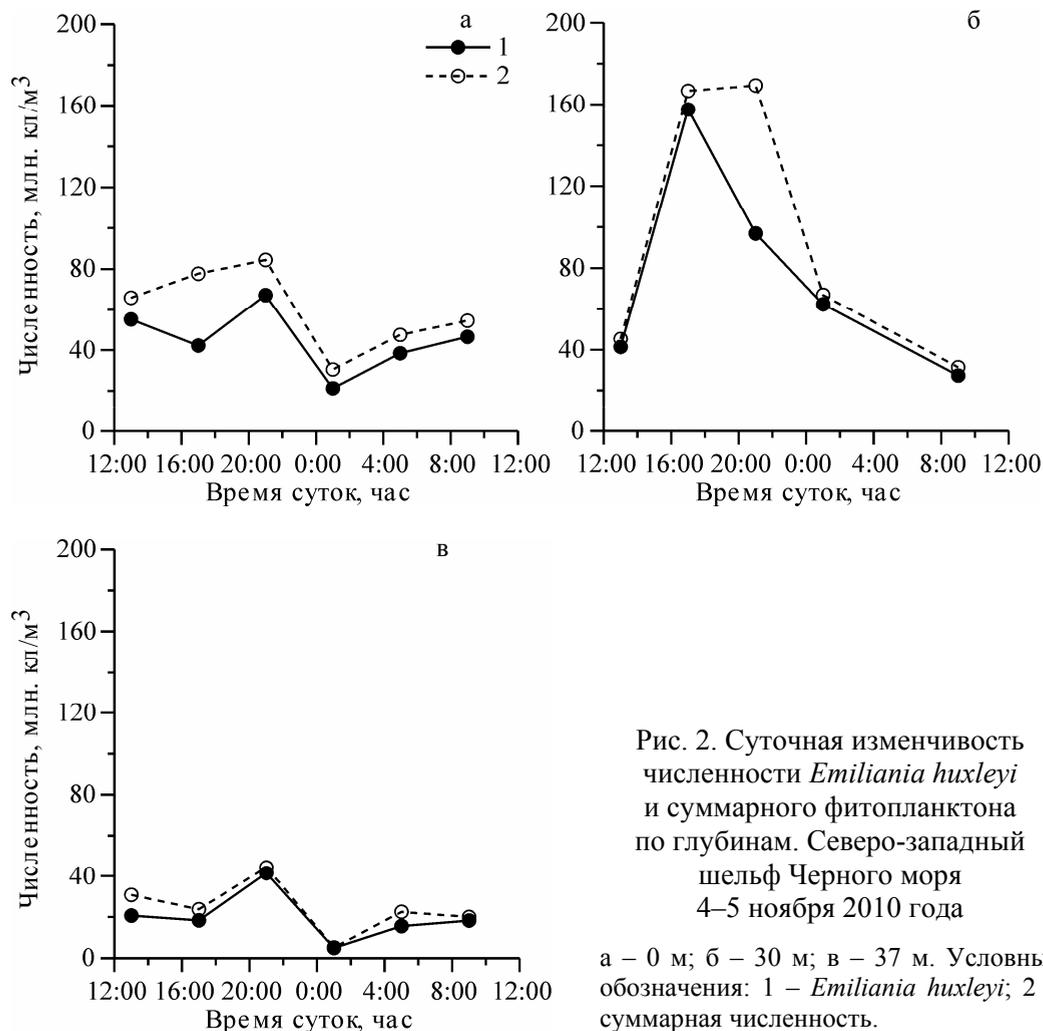
Суточная изменчивость относительной численности (N, %) и биомассы (B, %) таксономических групп фитопланктона. Северо-западный шельф Черного моря, 4–5 ноября 2010 года

Время суток	Peridinea		Bacillariophyceae		Prymnesiophyceae		Прочие	
	N	B	N	B	N	B	N	B
13:00	13,8	72,3	2,1	5,0	81,1	22,1	3,1	0,6
17:00	8,3	65,4	4,4	3,8	84,6	30,5	2,7	0,2
21:00	3,7	46,3	24,2	29,7	69,0	23,0	3,2	1,0
1:00	5,0	76,5	7,8	6,1	87,0	15,9	0,1	1,6
5:00	10,7	82,8	3,3	6,0	78,1	10,5	7,9	0,7
9:00	10,9	78,8	6,6	4,9	82,3	15,9	0,2	0,4

В час ночи отмечен значительный вклад динофитовых в биомассу при снижении их вклада в суммарную численность более чем вдвое (по сравнению с днем), что может указывать на преобладание в это время суток крупноклеточных динофитовых водорослей.

**Доминирующие виды по численности.** В течение суток на всех горизонтах по численности доминировала мелкоклеточная кокколитофорида *E. huxleyi*, вносящая весомый вклад в суммарный фитопланктон. Численность ее составляла 54–95% от

суммарной численности фитопланктона. Суточное распределение численности данной кокколитофориды практически повторяло динамику численности суммарного фитопланктона и было близко к нему по своим абсолютным значениям (рис. 2).

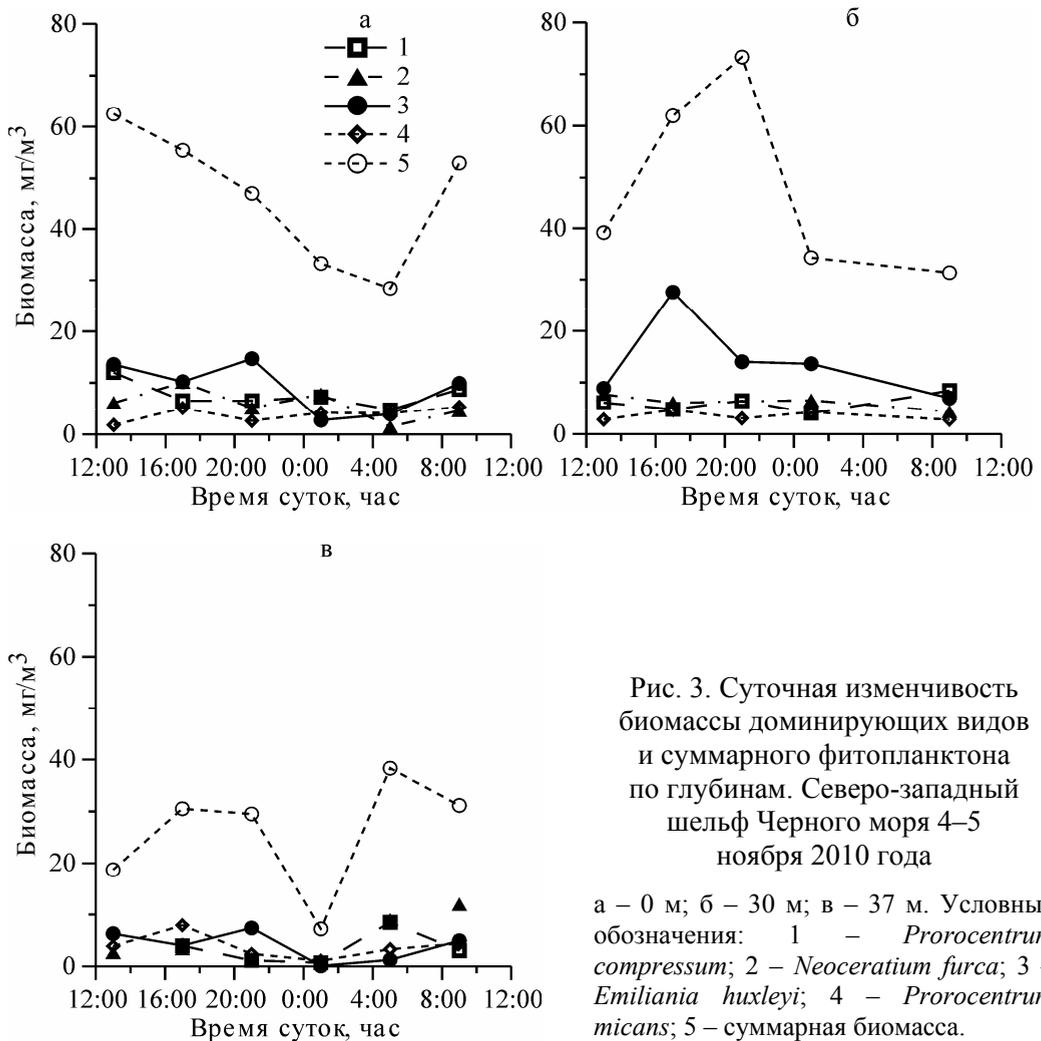


Исключение составляли временные периоды: 17:00 (0 м) и 21:00 (30 м), когда были зафиксированы значительные вклады в суммарную численность мелкоклеточных диатомей: *Chaetoceros socialis* Laud и *Chaetoceros* sp.

На всех горизонтах наблюдался ночной спад численности *E. huxleyi*, обусловленный, вероятно выеданием зоопланктоном и утренний подъем (за исключением 30 м), вызванный усилением вегетативного размножения клеток в этот период. Способность этого вида водорослей к миксотрофному питанию, а также малые линейные размеры позволяют ему расти с высокой скоростью, и,

несмотря на активное потребление мезозoopланктоном и молодью рыб, достигать массового развития в море [8].

**Доминирующие виды по биомассе.** По биомассе в течение суток доминировало несколько видов: *E. huxleyi*, *Neoceratium furca* (Ehr.) F.Gomes, D.Moreira & P.Lopez-Garcia, *Prorocentrum compressum* (Bailey) Abe ex Dodge и *Prorocentrum micans* Ehrenberg. Обладая различными суточными ритмами развития, эти виды вносили свой весомый вклад в суммарную биомассу в разное время суток, делая тем самым степени спадов и подъемов этой количественной характеристики в течение суток незначительными (рис. 3).



## ВЫВОДЫ

Таким образом, в ноябре 2010 г. на северо-западном шельфе Черного моря были выявлены следующие особенности суточной изменчивости фитопланктона:

1. Максимальные и минимальные значения, а также периоды нарастания и убывания численности и биомассы в течение суток совпадали. Минимальные значения количественных величин приходились на ночное время. Суммарная численность фитопланктона в течение суток претерпевала значительные изменения, в то время как биомасса – незначительные.

2. Суточная динамика суммарной численности фитопланктона определялась изменениями численности примнезиофитовой водоросли *E. huxleyi*.

3. В биомассу, наряду с мелкоклеточной *E. huxleyi*, заметный вклад вносили водоросли динофитового комплекса: *P. compressum*, *P. micans* и крупноклеточная *N. furca*.

4. Значительное снижение численности *E. huxleyi* в ночное время в верхнем однородном слое и незначительное снижение, а на некоторых горизонтах и увеличение биомассы крупноклеточных водорослей в это время обусловило различие в степени суточной изменчивости численности и биомассы фитопланктона.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность д.б.н. Ю.Н. Токареву, к.б.н. Л.В. Стельмах, к.б.н. Л.В. Георгиевой, к.б.н. Ю.В. Брянцевой, к.б.н. В.В. Мельникову, к.б.н. С.А. Царину и всем участникам рейса № 68 НИС «Профессор Водяницкий» за консультации и помощь в работе.

## Список литературы

1. Микаэлян А. С. Развитие кокколитофорид в Черном море: межгодовые и многолетние изменения / А. С. Микаэлян, В. А. Силкин, Л. А. Паутова // Океанология. – 2011. – Т. 51, № 1. – С. 45–53.
2. Морозова-Водяницкая Н. В. Суточные изменения численности и биомассы фитопланктона в Черном море / Н. В. Морозова-Водяницкая // Фитопланктон Черного моря. Часть I: тр. Севастопольск. биолог. ст. АН СССР. – 1954. – Т. VIII. – С. 40–97.
3. Маштакова Г. П. Суточная динамика фитопланктона в Черном море / Г. П. Маштакова // Океанографические исследования в Черном море. – М: Тр. АзчерНИРО, 1968. – Вып. 27. – С. 60–71.
4. Сорокин Ю. И. К методике концентрирования проб фитопланктона / Ю. И. Сорокин // Гидробиол. журн. – 1979. – Т. 15. – С. 71–76.
5. Сеничкина Л. Г. К методике вычисления объемов клеток фитопланктона / Л. Г. Сеничкина // Гидробиол. журн. – 1978. – Т. 14, № 5. – С. 102–106.
6. Сеничкина Л. Г. Вычисление объемов клеток диатомовых водорослей с использованием коэффициентов объемной полноты / Л. Г. Сеничкина // Гидробиол. журн. – 1986. – Т. 22, № 1. – С. 56–59.
7. Сеничкина Л. Г. Вычисление объемов клеток видов рода *Exuviaella* Cienk / Л. Г. Сеничкина // Гидробиол. журн. – 1986. – Т. 22, № 3. – С. 92–94.
8. Стельмах Л. В. Эколого-физиологические основы «цветения» воды, вызываемого *Emiliania huxleyi* в Севастопольской бухте / Л. В. Стельмах, М. И. Сеничева, И. И. Бабич // Экология моря. – 2009. – Вып. 77. – С. 28–32.

**Георгієва О. Ю. Особливості добова мінливість фітопланктону північно-західного шельфу Чорного моря в осінній період** // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2012. Вип. 7. С. 191–197.

Представлено результати досліджень добової динаміки фітопланктону, отримані в Чорному морі в листопаді 2010 року в експедиції на НДС «Професор Водяницький». Визначено, що періоди наростання і убування чисельності і біомаси фітопланктону протягом доби збігалися. Однак ступінь зміни цих двох кількісних показників значно розрізнявся, що було обумовлено домінуванням у фітопланктоні за чисельністю дрібноклітинної водорості *Emiliana huxleyi* (Lohm) Hay & Mohler з чітко вираженою добовою динамікою. У той же час, за біомасою відзначено домінування декількох видів водоростей, що володіли різним характером добової динаміки цього показника. Тому добова динаміка сумарної біомаси фітопланктону була виражена слабо.

*Ключові слова:* фітопланктон, Чорне море.

**Georgieva E. Y. Peculiarities of daily variability of phytoplankton North-western shelf of the Black Sea in autumn** // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2012. Iss. 7. P. 191–197.

The results of investigations of the daily dynamics of phytoplankton in the Black Sea in November 2010 were obtained in an expedition on the research vessel «Professor Vodyanitsky.» The periods of increase and decrease of the number and biomass of phytoplankton during the day were the same. However, the rate of change of these two quantitative indicators was different. This due to the predominance in phytoplankton small algae *Emiliana huxleyi* (Lohm) Hay & Mohler with a clear diurnal dynamics. At the same time, several species of algae predominated by the biomass and had different nature of the daily dynamics of this indicator. Therefore the daily dynamics of the total biomass of phytoplankton was weak.

*Key words:* phytoplankton, Black Sea.