

УДК 581.526.325(262.5)

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФИТОПЛАНКТОНА В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

*Брянцева Ю. В., Горбунов В. П.*

*Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины, Севастополь,  
brekall5@gmail.com, v.gorbunov@ibss.org.ua*

С целью оценки современного состояния прибрежных акваторий моря исследованы структура и пространственное распределение основных характеристик фитопланктона в летний период 2011 года. Материал для исследования был собран в 70-ом рейсе НИС «Профессор Водяницкий» в прибрежной зоне Крыма. Уровень развития фитопланктона характеризовался низкими значениями численности, высокими значениями биомассы и видового разнообразия в сообществе микроводорослей. Преобладание динофлагеллят по количеству видов и численности, а диатомовых – по биомассе типично для летнего периода. На всех станциях полигона от 40 до 95% суммарной биомассы формировала крупноклеточная диатомовая водоросль *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) Sundström, биомасса которой колебалась в зависимости от района от 96,5 до 2186 мг/м<sup>3</sup>.

*Ключевые слова:* микроводоросли, численность, биомасса, видовое разнообразие.

### ВВЕДЕНИЕ

С 18 по 29 августа 2011 года в 70-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» проводили полевые и экспериментальные работы в соответствии с планами научных исследований ИнБЮМ НАН Украины. Основанием для выполнения данного рейса было необходимость продолжения комплексного биоокеанографического мониторинга шельфа Крыма, начатого в 53-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» с целью оценки современного состояния прибрежных акваторий моря.

Выполнение такого мониторинга является актуальной задачей ввиду важной роли прибрежных акваторий Крыма в хозяйственной и природоохранной деятельности.

Работы проводили в пределах экономзоны Украины, в северо-западной части Черного моря, а также в прибрежной зоне Крыма, на внешней границе шельфа и материковом склоне. В данной статье впервые представлены результаты анализа состояния фитопланктона в летний период 2011 года.

Целью работы было: исследовать структуру и пространственное распределение основных характеристик фитопланктона в летний период 2011 года для оценки его состояния.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал по фитопланктону был собран на 22 станциях с приповерхностного горизонта в северной части Черного моря, расположение которых указано на карте-схеме (рис. 1).

Батометрические пробы воды (2 л) для определения качественного и количественного состава фитопланктона сгущали до 50–100 мл с помощью установки для обратной фильтрации через мембранные фильтры с диаметром пор 1 мкм (производство ОИОРАН, г. Дубна, Россия). Полученный концентрат фиксировали раствором Люголя.

Пробы обрабатывали под световым микроскопом при увеличении от 100 до 400 раз в камере 0.1 мл (массовые формы) и 0,37 мл (крупные и относительно редкие, просчитывали в 2–3-х камерах).

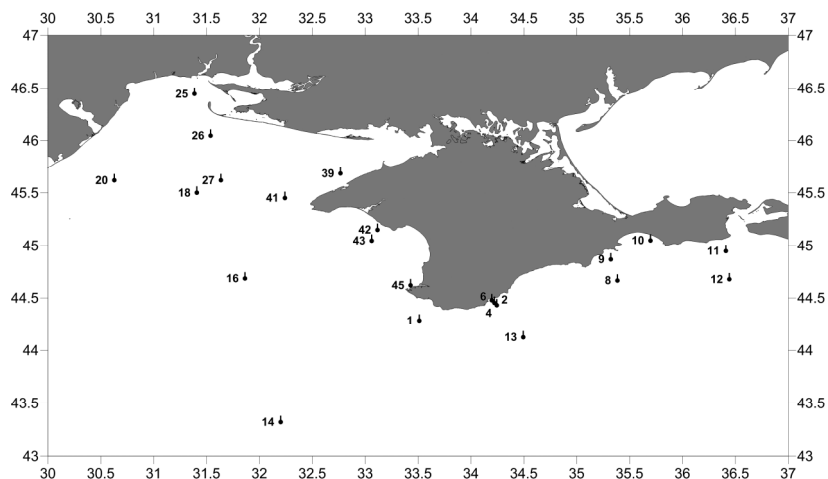


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб фитопланктона в 70-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» (18–29 августа 2011 г.)

Для измерения крупных клеток динофлагеллят использовали микрофотографирование с помощью цифровой камеры, с последующим определением размеров с помощью программы «ImageJ». Результаты обработки занесены в базу данных на ПК с использованием программы «Plankton», разработанной в отделе биофизической экологии ИНБЮМ НАНУ. Рассчитывали основные параметры: численность, биомасса, объем и площадь поверхности клеток, видовое разнообразие (выраженное индексом выравненности, т. е. отношением индекса разнообразия Шеннона-Уиверра к максимально возможному для данной пробы).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Видовой состав проб соответствовал летнему состоянию фитоценоза с преобладанием динофлагеллят (54 таксона) и диатомовых водорослей (28). Только в северо-западной части, на станциях подверженных влиянию речного стока (р. Днепр) интенсивно развивались цианобактерии (Cyanobacteria) – 9 и примнезиевые водоросли (Prymnesiophyceae) – 8 таксонов. Остальные классы были представлены 1–3 наименованиями.

Всего было определено 107 наименований микроводорослей, относящихся к 8 классам и одной сборной группе *Flagellata* (табл. 1). Из них 26 – не идентифицированы до вида. Из 54 представителей динофлагеллят 16 видов отнесены к светящимся. Среди динофлагеллят больше всего видов отмечено у рода *Protoperidinium* – 9, *Prorocentrum* и *Dinophysis* – по 6 наименований.

Таблица 1

Таксономический состав проб фитопланктона, собранных в приповерхностном горизонте воды в 70-м рейсе «Профессор Водяницкий» (август 2011 г.)

№	Класс	Таксон
1	Bacillariophyceae	<i>Amphora</i> sp.
2	Bacillariophyceae	<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendeby
3	Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder
4	Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder
5	Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightw.
6	Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros similis</i> Cleve
7	Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros simplex</i> Ostenfeld
8	Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros</i> sp.
9	Bacillariophyceae	<i>Coscinodiscus janischii</i> Schmidt
10	Bacillariophyceae	<i>Coscinodiscus</i> sp.
11	Bacillariophyceae	<i>Cyclotella caspia</i> Grunow
12	Bacillariophyceae	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reiman & Lewin
13	Bacillariophyceae	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle
14	Bacillariophyceae	<i>Diatoma tenuis</i> Agardh
15	Bacillariophyceae	<i>Ditylum brightwellii</i> (West) Grunow in Van Heurck
16	Bacillariophyceae	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve
17	Bacillariophyceae	<i>Melosira moniliformis</i> (Müller) Agardh
18	Bacillariophyceae	<i>Nitzschia lorenziana</i> var. <i>incerta</i> Grunow
19	Bacillariophyceae	<i>Nitzschia tenuirostris</i> Mer.
20	Bacillariophyceae	<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström
21	Bacillariophyceae	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden
22	Bacillariophyceae	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i> (Grunow ex Cleve) Hasle
23	Bacillariophyceae	<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> (Cleve) H. & M. Peragallo
24	Bacillariophyceae	<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.
25	Bacillariophyceae	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundström
26	Bacillariophyceae	<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve
27	Bacillariophyceae	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Van Heurck
28	Bacillariophyceae	<i>Thalassiosira</i> sp.
29	Chlorophyceae	*
30	Chlorophyceae	<i>Scenedesmus</i> sp.
31	Cryptophyceae	*
32	Cyanophyceae	*
33	Cyanophyceae	<i>Anabaena</i> sp.
34	Cyanophyceae	<i>Aphanizomenon flos-aque</i> (Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
ФИТОПЛАНКТОНА В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Продолжение таблицы 1

№	Класс	Таксон
35	Цианопхyceae	<i>Aphanizomenon</i> sp.
36	Цианопхyceae	<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kützing
37	Цианопхyceae	<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) J. Komárková-Legnerová & G. Cronberg
38	Цианопхyceae	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing
39	Цианопхyceae	<i>Nodularia spumigena</i> Mertens in Jürgens
40	Цианопхyceae	<i>Spirulina laxissima</i> West
41	Dictyochophyceae	*
42	Dictyochophyceae	<i>Apedinella radians</i> (Lohmann) Campbell
43	Dictyochophyceae	<i>Dictyocha speculum</i> Ehrenberg
44	Dinophyceae	*
45	Dinophyceae	<i>Akashiwo sanguinea</i> (Hirasaka) Hansen et Moestrup
46	Dinophyceae	<i>Amphidinium longum</i> Lohmann
47	Dinophyceae	<i>Amphidinium</i> sp.
48	Dinophyceae	<i>Neoceratium furca</i> (Ehrenberg) Gomez, Moreira & Lopez-Garcia
49	Dinophyceae	<i>Neoceratium fusus</i> (Ehrenberg) Gomez, Moreira & Lopez-Garcia
50	Dinophyceae	<i>Neoceratium tripos</i> (Müller) Gomez, Moreira & Lopez-Garcia
51	Dinophyceae	<i>Cochlodinium citron</i> Kofoid et Swezy
52	Dinophyceae	<i>Dinophysis acuminata</i> Claparède & Lachmann
53	Dinophyceae	<i>Dinophysis acuta</i> Ehrenberg
54	Dinophyceae	<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent
55	Dinophyceae	<i>Dinophysis rotundata</i>
56	Dinophyceae	<i>Dinophysis sacculus</i> Stein
57	Dinophyceae	<i>Dinophysis</i> sp.
58	Dinophyceae	<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh
59	Dinophyceae	<i>Diplopsalis pilula</i> Ostenfeld
60	Dinophyceae	<i>Diplopsalis</i> sp.
61	Dinophyceae	<i>Ebria tripartita</i> (Shumann) Lemmermann
62	Dinophyceae	<i>Glenodinium obliquum</i> Pouchet
63	Dinophyceae	<i>Glenodinium paululum</i> Lindemann
64	Dinophyceae	<i>Glenodinium</i> sp.
65	Dinophyceae	<i>Gonyaulax digitale</i> (Pouchet) Kofoid
66	Dinophyceae	<i>Gonyaulax polygramma</i> Stein
67	Dinophyceae	<i>Gonyaulax</i> sp.
68	Dinophyceae	<i>Gonyaulax spinifra</i> (Claparède & Lachmann) Diesing
69	Dinophyceae	<i>Gymnodinium najadeum</i> Schiller
70	Dinophyceae	<i>Gymnodinium simplex</i> (Lohmann) Kofoid & Swezy
71	Dinophyceae	<i>Gymnodinium</i> sp.
72	Dinophyceae	<i>Gymnodinium wulffii</i> Schiller
73	Dinophyceae	<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid & Swezy
74	Dinophyceae	<i>Gyrodinium fusus</i> (Meunier) Akselman
75	Dinophyceae	<i>Gyrodinium</i> sp.
76	Dinophyceae	<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenberg) Stein

Окончание таблицы 1

№	Класс	Таксон
77	Dinophyceae	<i>Lessardia elongata</i> Saldarriaga & Taylor
78	Dinophyceae	<i>Lingulodinium polyedrum</i> (Stein) Dodge
79	Dinophyceae	<i>Polykrikos kofoidii</i> Chatton
80	Dinophyceae	<i>Prorocentrum aporum</i> (Schiller) Dodge
81	Dinophyceae	<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich [Kraakmalny & Terenko]
82	Dinophyceae	<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé ex Dodge
83	Dinophyceae	<i>Prorocentrum cordatum</i> (Ostenfeld) Dodge
84	Dinophyceae	<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg
85	Dinophyceae	<i>Prorocentrum</i> sp.
86	Dinophyceae	<i>Protoceratium reticulatum</i> (Claparède & Lachmann) Bütschli
87	Dinophyceae	<i>Protoperidinium bipes</i> (Paulsen) Balech
88	Dinophyceae	<i>Protoperidinium breve</i> Paulsen
89	Dinophyceae	<i>Protoperidinium brevipes</i> (Paulsen) Balech
90	Dinophyceae	<i>Protoperidinium claudicans</i> (Paulsen) Balech
91	Dinophyceae	<i>Protoperidinium conicum</i> (Gran) Balech
92	Dinophyceae	<i>Protoperidinium crassipes</i> (Kofoid) Balech
93	Dinophyceae	<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech
94	Dinophyceae	<i>Protoperidinium</i> sp.
95	Dinophyceae	<i>Protoperidinium stenii</i> (Jørgensen) Balech
96	Dinophyceae	<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Balech ex Loeblich III
97	Dinophyceae	<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kofoid & Swezy
98	Euglenophyceae	*
99	Flagellata	*
100	Prymnesiophyceae	*
101	Prymnesiophyceae	<i>Acanthoica quattropsina</i> Lohman
102	Prymnesiophyceae	<i>Emiliana huxleyi</i> (Lohmann) Hay & Mohler
103	Prymnesiophyceae	<i>Pontosphaera stagnicola</i> Chodat & Rosillo
104	Prymnesiophyceae	<i>Pontosphaera nigra</i> Schiller
105	Prymnesiophyceae	<i>Pontosphaera</i> sp.
106	Prymnesiophyceae	<i>Syracolithus dalmaticus</i> (Kamptner) Loeblich & Tappan
107	Prymnesiophyceae	<i>Syracosphaera</i> sp.

Суммарная численность микроводорослей на большей части станций не превышала 100 млн. кл./м<sup>3</sup>, (минимум 16,1 млн. кл./м<sup>3</sup> у берегов Ялты), что характерно для развития черноморского фитопланктона в августе. Первые 4 станции разреза, начало которого расположено напротив Березанского лимана, а конец в центре западной халистазы, отличались максимальными значениями численности, увеличиваясь от 135,4 млн. кл./м<sup>3</sup> (ст. 18) до 2735,6 млн. кл./м<sup>3</sup> (ст. 25) за счет развития цианобактерий и примнезиевых водорослей (рис. 2).

Последняя станция находится под влиянием распресненных вод речного стока (Днепра), что обуславливает специфический видовой состав и уровень развития микроводорослей в данной точке (в дальнейшем мы будем именовать ее для удобства «аномальной» станцией). Массовое развитие цианобактерий здесь

определило минимальные значения среднего размера клеток ( $233 \text{ мк}^3$ ) и максимальную численность ( $2735,6 \text{ млн. кл./м}^3$ ), что обусловило минимальное видовое разнообразие в сообществе ( $0,21$  – по индексу выравненности).

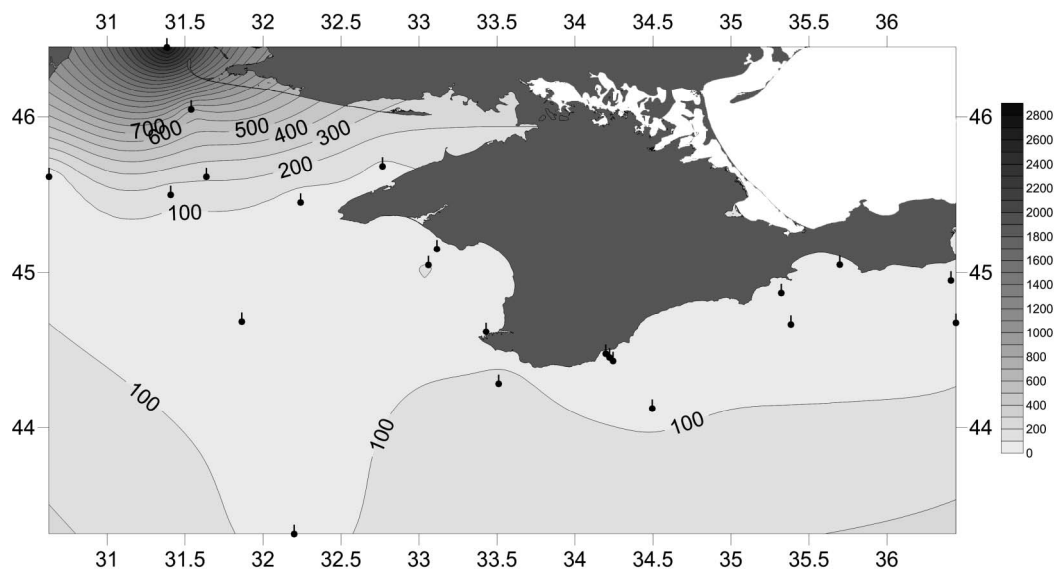


Рис. 2. Пространственное распределение численности фитопланктона в августе 2011 года в приповерхностном горизонте вод Черного моря

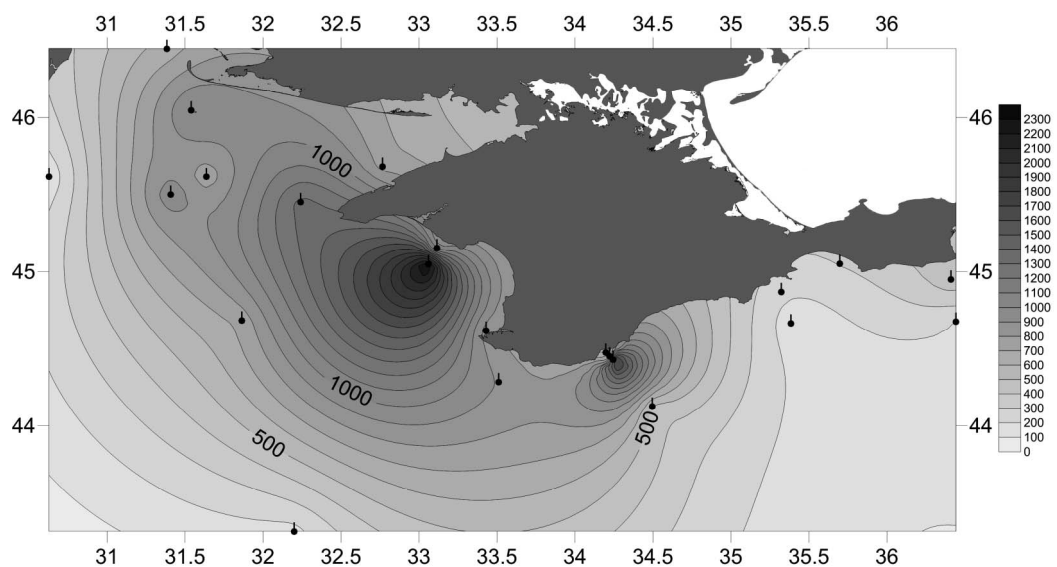


Рис. 3. Пространственное распределение биомассы фитопланктона в августе 2011 года в приповерхностном горизонте вод Черного моря

Таблица 2

Основные параметры фитопланктона в приповерхностном горизонте моря

Станции	Дата	Численность, млн.кл./м <sup>3</sup>	Биомасса, мг/м <sup>3</sup>	Средний объем клеток, мк <sup>3</sup>	Индекс выравненности
1	18.08.2011	127,2	892,8	7016	0,78
2	19.08.2011	52,7	1914,0	36302	<b>0,84</b>
4	19.08.2011	28,4	469,3	16538	0,80
6	19.08.2011	16,8	521,9	30994	0,77
8	20.08.2011	37,3	<b>144,3</b>	3863	0,67
9	20.08.2011	55,1	226,4	4111	0,60
10	20.08.2011	41,0	305,5	7445	0,65
11	20.08.2011	36,1	475,4	13162	0,70
12	20.08.2011	<b>16,5</b>	199,9	12102	0,82
13	21.08.2011	74,9	468,0	6245	0,67
14	22.08.2011	37,6	183,0	4460	0,51
16	23.08.2011	25,6	733,9	28682	0,79
18	24.08.2011	135,4	973,9	7190	0,79
20	24.08.2011	17,2	213,8	7098	0,67
25	25.08.2011	<b>2735,6</b>	638,0	<b>233</b>	<b>0,21</b>
26	25.08.2011	686,0	1015,1	1480	0,44
27	25.08.2011	217,5	726,0	3337	0,58
39	27.08.2011	77,5	760,5	9814	0,74
41	27.08.2011	40,9	1330,7	32508	0,63
42	27.08.2011	24,8	968,1	<b>39041</b>	0,82
43	28.08.2011	111,6	<b>2368,6</b>	21225	0,74
45	29.08.2011	30,6	841,6	27534	0,77

Примечание: жирным шрифтом выделены минимальные и максимальные значения параметров.

В среднем для всего исследованного района моря численность составила  $210,3 \pm 83,6$  млн. кл./м<sup>3</sup>, а без учета ст. 25, еще меньше,  $90 \pm 21$  млн. кл./м<sup>3</sup>.

Суммарная биомасса (рис. 3) изменялась сравнительно в более узких пределах (от 144,3 до 2368 мг/м<sup>3</sup>) с минимумом на мористой глубоководной станции напротив Кара-дага (ст. 8) и максимумом на мористой станции напротив Евпатории (ст. 43). В среднем для всего исследованного полигона она составила  $744 \pm 233,5$  мг/м<sup>3</sup>.

При этом на всех станциях, кроме указанной «аномальной», где по биомассе доминировала мелкоклеточная динофлагеллята *Scrippsiella trochoidea* (194,9 мг/м<sup>3</sup> или 30,5%), от 39,7 до 94,5% суммарной биомассы формировала крупноклеточная диатомовая водоросль *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) Sundström (Bacillariophyta, Bacillariophyceae).

Диатомовая водоросль *Pseudosolenia calcar-avis*, как было отмечено нами ранее [1], теплолюбивый вид-вселенец, обладающий рядом конкурентных преимуществ [2, 3], таких как: большие размеры и особенности формы клеток, в результате чего им никто не питается [4], и высокая скорость деления [5]. Все это, наряду с широкой

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
ФИТОПЛАНКТОНА В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

эвригалинностью, способствует быстрому распространению вида по акватории и доминированию в суммарной биомассе фитопланктона.

В августе 2011 г. численность вида колебалась от 0,28 до 7,34 млн. кл./м<sup>3</sup>, составляя в среднем  $2,8 \pm 1$  млн. кл./м<sup>3</sup>. В целом для исследованной акватории уровень развития *P. calcar-avis* можно оценить как средний ( $561 \pm 259$  мг/м<sup>3</sup>), однако диапазон колебаний биомассы достигал 23 раз: от 96,54 до 2185,63 мг/м<sup>3</sup> (рис. 4).

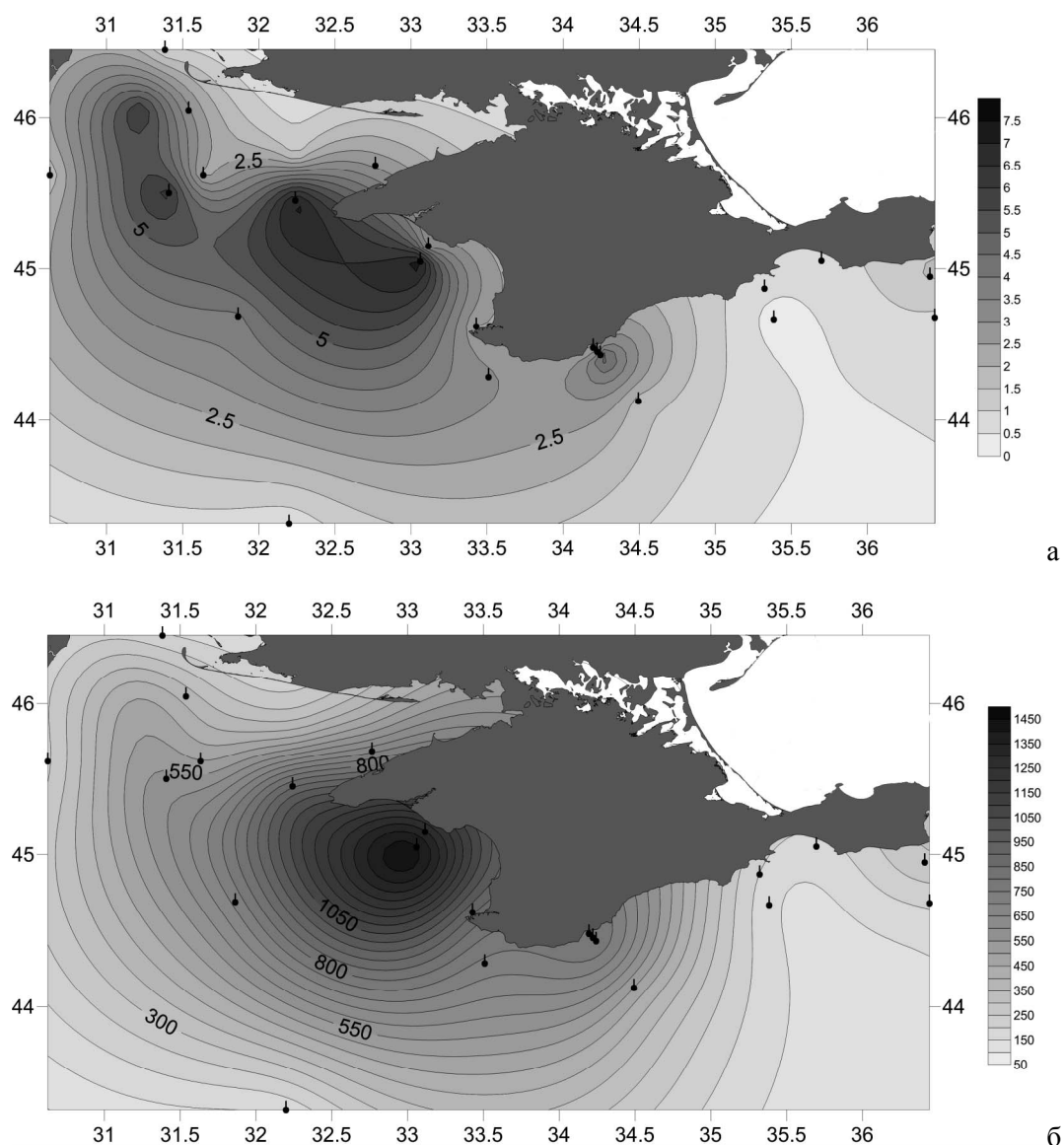


Рис. 4. Пространственное распределение численности (а) и биомассы (б) *Pseudosolenia calcar-avis* в приповерхностном слое вод у берегов Крыма в августе 2011 г.



Зона максимальных значений численности и биомассы вида располагалась на траверзе напротив Евпатории, уменьшаясь по мере удаления от берегов Крыма и достигая минимума численности на глубоководной станции напротив Кара-дага, а биомассы в центре западной халистазы.

Объем клеток вида колебался от 96135 до 433540  $\mu\text{к}^3$ , причем, наибольшие значения отмечены на станциях с минимальной численностью вида. В среднем для исследованной части моря объем составил 200921  $\mu\text{к}^3$ .

Таблица 3

Виды, доминирующие по численности в приповерхностных пробах воды в августе 2011 года

№ ст.	Класс	Род	N	B	V	% от $\Sigma N$
1	Prymnesiophyceae	<i>Emiliana huxleyi</i>	30,7	6,8	220	24,1
2	Dinophyceae	sp.	6,6	16,0	2429	12,5
4	Dinophyceae	<i>Prorocentrum cordatum</i>	6,1	9,7	1586	21,5
6	Dinophyceae	<i>Glenodinium paululum</i>	5,2	6,3	1227	30,7
8	Flagellata	sp.	13,9	0,2	14	37,4
9	Flagellata	sp.	21,4	1,4	65	38,9
10	Bacillariophyceae	<i>Nitzschia tenuirostris</i>	12,0	0,3	29	29,2
11	Flagellata	sp.	9,4	3,7	392	26,2
12	Dinophyceae	<i>Prorocentrum cordatum</i>	2,8	6,3	2269	16,7
13	Bacillariophyceae	<i>Nitzschia tenuirostris</i>	32,2	1,3	41	43,0
14	Bacillariophyceae	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	24,1	27,6	1142	64,3
16	Dinophyceae	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	4,4	23,9	5386	17,4
18	Bacillariophyceae	<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	31,7	14,7	463	23,4
20	Dinophyceae	<i>Gymnodinium simplex</i>	5,6	1,5	267	32,8
25	Cyanophyceae	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	2197,3	69,0	31	80,3
26	Prymnesiophyceae	<i>Emiliana huxleyi</i>	354,8	78,4	221	51,7
27	Cyanophyceae	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	79,2	2,0	25	36,4
39	Dinophyceae	<i>Gymnodinium simplex</i>	13,0	5,4	414	16,8
41	Dinophyceae	<i>Gymnodinium simplex</i>	15,3	4,2	272	37,4
42	Dinophyceae	<i>Gymnodinium simplex</i>	3,7	1,0	258	14,9
43	Dinophyceae	<i>Gymnodinium simplex</i>	20,5	9,7	474	18,4
45	Dinophyceae	<i>Prorocentrum cordatum</i>	7,8	20,4	2605	25,6

Примечания к таблице: N – численность вида, млн.кл./м<sup>3</sup>; B – биомасса вида, мг/м<sup>3</sup>; V – средний объем клеток,  $\mu\text{к}^3$ ; %  $\Sigma N$  – доля вида в суммарной численности всех микроводорослей, %.

Негативным последствием интенсификации развития вида *P. calcar-avis* является ухудшение условий питания для зоопланктона, моллюсков и молоди рыб [6], а также заболевания и, даже, их гибели при «цветении воды» [7, стр. 214].

Видовое разнообразие было достаточно высоким, на большей части станций значения индекса выравненности превышало 0,65. Значения, ниже этого отмечены в северо-западной части в начале западного разреза (ст. 25, 26, 27), в центре западной халистазы и в прибрежье Кара-дага. При этом, максимальное разнообразие наблюдалось на самой мористой станции на траверзе Ялты (0,84), а минимальное

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
ФИТОПЛАНКТОНА В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

(0,21) на «аномальной» станции. Все побережье Крыма от Каркинитского залива до Южного берега, а также мористая станция напротив Керчи и в центре северо-западной части (равноудаленная область от всех берегов) характеризовались значениями выше среднего.

Таблица 4

Значения численности и биомассы динофлагеллят и их вклад в суммарное обилие фитопланктона в августе 2011 года в приповерхностном слое воды

Название	ND	% Σ N	BD	% Σ B
1 1	47,2	37,1	141,8	15,9
2 1	27,9	52,8	84,7	<b>4,4</b>
4 1	17,6	62,2	50,0	10,7
6 1	12,1	<b>71,7</b>	28,5	5,5
8 1	<b>7,9</b>	21,1	<b>19,4</b>	13,4
9 1	10,0	18,2	51,8	22,9
10 1	10,8	26,4	141,7	<b>46,4</b>
11 1	9,6	26,5	65,3	13,7
12 1	11,5	69,4	53,4	26,7
13 1	18,4	24,6	84,1	18,0
14 1	8,8	23,4	50,2	27,4
16 1	12,6	49,5	53,5	7,3
18 1	41,9	31,0	200,5	20,6
20 1	12,1	70,5	55,5	26,0
25 1	47,0	<b>1,7</b>	<b>281,0</b>	44,0
26 1	35,6	5,2	133,7	13,2
27 1	30,1	13,8	116,9	16,1
39 0	<b>48,6</b>	62,7	138,4	18,2
41 1	27,0	66,0	71,5	5,4
42 1	15,3	61,7	44,4	4,6
43 1	40,7	36,4	163,8	6,9
45 1	19,3	63,2	88,1	10,5

Примечания к таблице: ND – численность динофлагеллят (млн. кл./м<sup>3</sup>); % Σ N – доля динофлагеллят в суммарной численности всех микроводорослей; BD – биомасса динофлагеллят (мг/м<sup>3</sup>); % Σ B – доля динофлагеллят в суммарной биомассе всех микроводорослей; жирным шрифтом выделены минимальные и максимальные значения каждого параметра.

Как уже было сказано, по биомассе повсеместно доминировал вид *Pseudosolenia calcar-avis* и только на одной станции – *Scrippsiella trochoidea*, в то время как по численности, видовой состав был достаточно разнообразен и насчитывал 12 наименований (табл. 3).

На большей акватории, преимущественно у берегов Крыма (также 2 станции северо-западного полигона – 16 и 20), преобладали мелкоклеточные формы динофлагеллят (5 наименований). Из них чаще всего доминировала голая форма *Gimnodinium simplex*, преимущественно у северо-западной оконечности Крыма, а у берегов Севастополя и Ялты – динофлагеллята *Prorocentrum cordatum*.

Самые глубоководные станции (13, 14), а также станция у берегов Феодосии (10) и ст. 18 в центре северо-западного полигона характеризовались доминированием диатомовых водорослей. На остальных доминировали мелкоклеточные флагелляты, примнезиевая водоросль *Emiliana huxleyi* и цианобактерия *Planktolyngbya limnetica*.

Суммарные значения по таксонам крупного ранга (классы) распределялись по станциям следующим образом: на всех станциях по биомассе доминировали диатомовые водоросли, по численности на 16 станциях доминировали динофлагелляты. Только 7 станций характеризовались преобладанием по численности других групп водорослей.

Необходимо учитывать, что кормовая ценность фитопланктона была заниженной, т.к. большую часть биомассы фитопланктона была недоступной для выедания (поскольку, как указывалось выше, водоросль *Pseudosolenia calcar-avis* практически никто не ест [4]). В связи с этим интересно было оценить обилие динофлагеллят – основного кормового объекта зоопланктона и личинок рыб (табл. 4).

Численность динофлагеллят колебалась в узких пределах, от 7,9 до 48,6 млн. кл./м<sup>3</sup>, хотя их вклад в суммарную численность всех водорослей был существенный (до 71,7%). По биомассе их вклад был ниже (не превышал 48,6%), но значения их были достаточно высокими – от 19,4 до 281 мг/м<sup>3</sup>. Зоны повышенного обилия динофлагеллят располагались преимущественно в центре северо-западного разреза (от станции напротив Березанского лимана в сторону западной халистазы) и у западных берегов Крыма (разрез от мыса Айя до Каркинитского залива). В восточной части побережья Крыма только в Феодосийском заливе отмечены высокие значения биомассы динофлагеллят, но численность их была незначительной.

## ВЫВОДЫ

1. Видовое разнообразие (по индексу выравненности) было относительно высоким, всего определено 107 наименований водорослей, относящихся к 8 классам и сборной группе *Flagellata*. Видовой состав проб соответствовал летнему состоянию фитоценоза в период стагнации в приповерхностном слое вод, с преобладанием динофлагеллят (54 таксона) и диатомовых (28).

2. Уровень количественного развития характеризовался низкими значениями численности и высокими значениями биомассы, преимущественно за счет крупноклеточной диатомовой водоросли *Pseudosolenia calcar-avis*, вклад которой в суммарную биомассу составлял от 40 до 94%, а биомасса вида колебалась в широких пределах, в зависимости от района, от 96,5 до 2185,6 мг/м<sup>3</sup> (максимум у берегов Евпатории).

3. Максимумы биомассы были локализованы на траверзах курортных городов – Ялты (1914 мг/м<sup>3</sup>) и Евпатории – 2368 мг/м<sup>3</sup>. В среднем для всего исследованного полигона она составила 744±233,5 мг/м<sup>3</sup>.

4. Пространственное распределение обилия было в целом равномерным, увеличиваясь с востока на запад и по направлению к берегам Крыма. На этом фоне резко выделялась станция, расположенная напротив Березанского лимана и испытывающая влияние распресненных вод стока Днепра. Массовое развитие цианобактерий здесь определило минимальные для всего моря значения среднего

размера клеток ( $233 \text{ мк}^3$ ) и максимальную численность ( $2735,6 \text{ млн. кл./м}^3$ ), что обусловило минимальное видовое разнообразие в сообществе ( $0,21$  – по индексу выравненности).

### Список литературы

1. Брянцева Ю. В. Пространственное распределение диатомовой водоросли *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) Sundström у берегов Крыма летом 2011 г. / Ю. В. Брянцева, В. П. Горбунов // Экологічні проблеми Чорного моря: зб. докл. та статей: міжнар. наук.-практ. конф. (2011; Одеса). – Одеса, 2011. – С. 261–264.
2. Зенкевич Л. А. Биология морей СССР / Л. А. Зенкевич. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 739 с.
3. Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность / [В. Д. Левшакова, А. Г. Ардабьева, Т. А. Татаринцева и др.]. – М.: Наука, 1985. – С. 23–59.
4. Карпинский М. Г. *Pseudosolenia calcar-avis* (Bacillariophyta, Centrophyceae) в Каспии. / М. Г. Карпинский // Росс. журн. биол. инвазий. – 2010. – № 1. – С. 2–11.
5. Суханова И. Н. Видовой состав, распределение и суточные изменения фитопланктона Черного моря в октябре 1978 г. / И. Н. Суханова, Т. В. Беляева // Экосистемы пелагиали Черного моря. – М.: Наука, 1980. – С. 65–91.
6. Сеничева М. И. Видовое разнообразие, сезонная и межгодовая изменчивость микроводорослей в планктоне у берегов Крыма / М. И. Сеничева // Микроводоросли Черного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования [ред. Ю. Н. Токарев и др.]. НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЄКОСИ-Гідрофізика, 2008. – С. 5–17.
7. Матишов Г. Г. Фуштей Т. В. К проблеме вредоносных «цветений» воды в Азовском море / Г. Г. Матишов, Т. В. Фуштей [Электронный ресурс] // электронный журнал «Исследовано в России». – 2003. Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2003/022.pdf>.

**Брянцева Ю. В., Горбунов В. П. Просторовий розподіл основних параметрів фітопланктону в північній частині Чорного моря** // Экосистемы, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2012. Вип. 7. С. 126–137.

С метою оцінки сучасного стану прибережних акваторій моря досліджені структура та просторовий розподіл основних характеристик фітопланктону у літній період 2011 року. Матеріал для дослідження був зібраний у 70-му рейсі НДС «Професор Водяницький» в прибережній зоні Криму і в північно-західній частині Чорного моря (в межах економічної зони України). Рівень розвитку фітопланктону характеризувався низькими значеннями чисельності, високими значеннями біомаси та видового різноманіття в угрупованнях микроводоростей. Переважання динофлагеллят за кількістю видів та чисельності, а діатомових – по біомасі, властиве для літнього періоду. На всіх станціях полігону від 40 до 95% сумарної біомаси формувала крупноклітинна діатомова водорість *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) Sundström, біомаса якої коливалася, в залежності від району, від  $96,5$  до  $2186 \text{ мг/м}^3$ .

*Ключові слова:* микроводорости, чисельність, біомаса, відове різноманіття.

**Bryantseva Yu. V., Gorbunov V. P. Spatial distribution phytoplankton basic parameters at the northern Black Sea** // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2012. Iss. 7. P. 126–137.

For the purpose of assessing the current state of the Black Sea coastal waters the structure and spatial distribution of phytoplankton main characteristics were studied during summer 2011. Materials were collected in 70-th cruise of R/V «Professor Vodyanitskiy» in the Crimea coastal zone and north-west part of the Black Sea (limited to the Ukrainian economic zone). The level of phytoplankton development was characterized by low abundance, high biomass and species diversity values in the microalgae community. Dinoflagellates dominated by the population both in number of species and abundance while diatoms dominated in biomass which is typical for the summer period. The large cell microalgae *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) Sundström with the biomass varied from  $96.5$  to  $2186 \text{ mg/m}^3$  contributed from 40% to 95% of the total biomass on the all stations.

*Key words:* microalgae, abundance, biomass, species diversity.