



УДК 581.526.325(262.5)

М. И. Сеничева, н.с.

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, Севастополь, РФ

НЕОБЫЧНО СИЛЬНЫЕ ВСПЫШКИ РАЗВИТИЯ КРУПНОКЛЕТОЧНЫХ ВИДОВ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ г. СЕВАСТОПОЛЯ В 2007 – 2010 гг. (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Результаты многолетнего мониторинга в прибрежных водах г. Севастополя (1994 – 2010 гг.) показали, что в холодный период года при низкой температуре воды и высокой концентрации минеральных форм биогенных элементов «цветение» воды вызывали колониальные мелкоклеточные (менее 50 мкм) диатомовые водоросли: *Skeletonema costatum*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *P. seriata*, виды рода *Chaetoceros*. По мере прогревания вод, снижения концентрации биогенных элементов и увеличения их органических форм «цветение» воды обуславливали крупноклеточные колониальные или одиночные виды диатомей (50 – 2000 мкм), менее требовательные к условиям минерального питания: *Cerataulina pelagica*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Proboscia alata*. В тёплые 2000-е годы, со слабым вертикальным перемешиванием вод и с повышенным поступлением в Севастопольскую бухту стока реки Чёрная, обогащённого нитратами и растворённым органическим веществом, отмечены необычно сильные и продолжительные вспышки развития крупноклеточных видов. Их биомасса возросла на порядок (до 23 – 51 г·м⁻³), по сравнению с 1990-ми годами (1 – 6 г·м⁻³). Массовое развитие *C. pelagica* и *D. fragilissimus* проходило в верхнем 6 – 10-метровом слое, *P. calcar-avis* и *P. alata* – во всём слое вод, с глубиной количество клеток возрастало. В аномально тёплом 2009 г. *P. alata* вегетировала в планктоне круглый год, вызывая ранневесеннее и летне-осеннее «цветение» воды. Массовое развитие крупноклеточных диатомей в тёплые годы при низкой концентрации минеральных форм биогенных элементов позволяет предположить наличие у них способности к миксотрофному способу питания.

Ключевые слова: фитопланктон, диатомовые водоросли, крупноклеточные виды, биомасса, «цветение» воды, биогенные элементы, Севастополь, Чёрное море.

Многолетние исследования фитопланктона в прибрежных водах г. Севастополя (1994 – 2010 гг.) показали, что в холодный период года при низкой температуре воды и высокой концентрации минеральных форм биогенных элементов «цветение» воды (биомасса 1 г·м⁻³) вызывали колониальные мелкоклеточные (менее 50 мкм) диатомовые водоросли: *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve, 1873, *Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cleve) Heiden, 1928, *P. seriata* (Cleve) H.Perag., 1899 и виды рода *Chaetoceros* Ehrenb., 1844. По мере прогревания вод, снижения концентрации минеральных биогенных элементов и увеличения их органических форм «цветение» воды обуславливали крупноклеточные колониальные или одиночные (50 – 2000 мкм) виды диатомовых водорослей, достигающие численности 1 млрд. кл·м⁻³ [12]. Во второй половине 1990-х годов «цветение» воды вызывали два из них – *Pseudosolenia calcar-avis* (M. Schultze) Sundström, 1986 и *Cerataulina*

pelagica (Cleve) Hendeby, 1937, создавая биомассу 1 – 6 г·м⁻³. Исключение составляла осень 1996 г., когда после продолжительных (в августе – сентябре) ливневых дождей в Севастопольской бухте была зарегистрирована сильнейшая вспышка развития *C. pelagica*. В октябре её численность достигала 9 млрд. кл·м⁻³, биомасса – 66 г·м⁻³ [9], что характерно только для опреснённой и эвтрофированной северо-западной части Чёрного моря [7]. В тёплые 2000-е годы, со слабым вертикальным перемешиванием вод и с увеличением объёма сбрасываемых в Севастопольскую бухту вод Черноречинского водохранилища, обогащённых нитратами и растворённым органическим веществом [2], уровня «цветения» воды стали достигать и два других крупноклеточных вида *Dactyliosolen fragilissimus* (Bergon) Hasle, 1996 и *Proboscia alata* (Brightwell) Sundström, 1986. Случаи массового развития крупноклеточных видов стали чаще, а их биомасса возросла на поря-

док, по сравнению с 1990-ми годами (табл. 1, 2).

Цель настоящей работы: выявить причины, вызывающих вспышки массового развития крупноклеточных видов в прибрежных водах Севастополя.

Материал и методы. В 1994 – 2009 гг. наблюдения проводили на стационарном разрезе из трёх станций: № 8 – над глубиной 10 м, ст. «Вежа» – над глубиной 20 м и ст. № 7 – контрольная над глубиной 50 м. В 1999 – 2005 гг. материал собран на станциях, расположенных у входа в бухты: Севастопольская – № 4, Карантинная – № 10, Стрелецкая – № 11, Омега – № 12, Камышовая – № 13, Казачья – № 14. В Севастопольской бухте материал собран на двух станциях, расположенных вблизи её входного створа: в 2001 – 2009 гг. – на станции № 17 и в 2006 – 2010-м – на ст. № 18 (рис. 1). Пробы фитопланктона отбирали батометром с 8 до 10 ч утра один – три раза в месяц. С 1999 по 2010 гг. один раз в месяц

одновременно проводили гидрологические, гидрохимические и биологические исследования. На разрезе пробы отбирали с горизонтов 0, 5, 10 м, дно на прибрежных станциях и с 0, 5, 10, 30, 40 м на глубоководной станции 7, в Севастопольской бухте с горизонтов 0 и дно, на станциях у входа в бухты – с поверхности. Морскую воду объёмом 1.5 – 2 л концентрировали методом обратной фильтрации с использованием ядерных (трековых) мембран с диаметром пор 1 мкм, изготовленных в Исследовательском центре прикладной ядерной физики г. Дубна (Россия). В полученном концентрате (50 – 70 мл) учёт клеток до 20 мкм проводили в капле объёмом 0.01 мл, клетки более 20 мкм учитывали в камере объёмом 0.8 мл. По форме и размерам клеток рассчитывали их объём и биомассу. За период исследований (1994 – 2010 гг.) собрано и обработано 1300 проб.

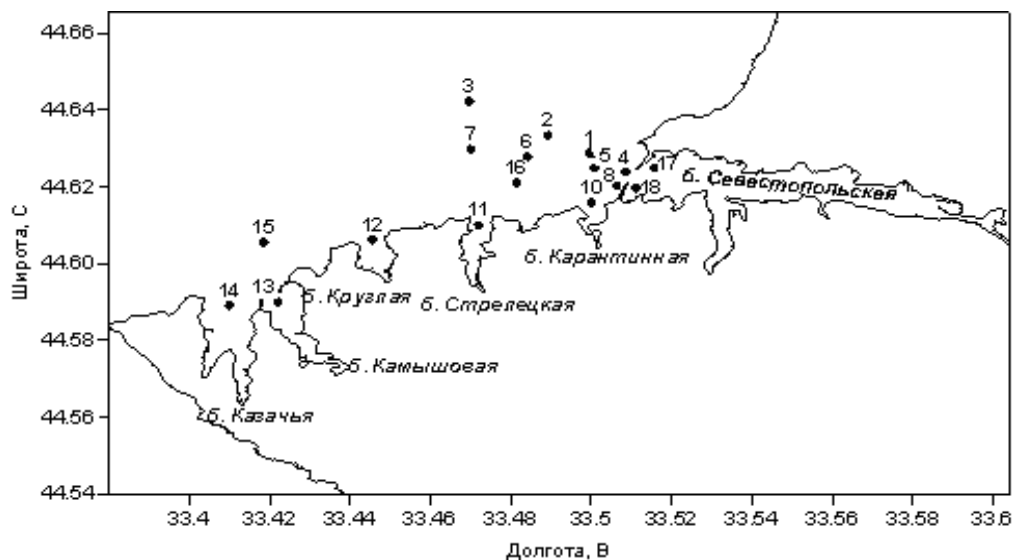


Рис. 1 Схема отбора проб в прибрежных водах г. Севастополя
Fig. 1 The sampling scheme in coastal waters of Sevastopol

Результаты и обсуждение. Результаты многолетних исследований показали, что в холодное время года с интенсивным конвективным перемешиванием вод крупноклеточные виды диатомовых встречались во всём слое от поверхности до дна. В тёплый период года их основное количество концентрировалось у нижней границы слоя сезонного термоклина или в ХПС, чем, очевидно, объясняется глубинный максимум хлорофилла [13]. После апвеллингов (температура воды на поверхности моря снижалась на 3 – 8°C, солёность повышалась до 17.99 – 18.05 ‰) крупноклеточные *S.*

pelagica, *D. fragilissimus*, *P. calcar-avis*, *P. alata* и, очевидно, их споры, сохраняющиеся в илах, поднимались в верхние слои моря, где при высокой концентрации минеральных форм биогенных элементов начиналось их бурное развитие, достигающее уровня «цветения» воды. Оно начиналось на взморье и затем распространялось в бухту, в которую поступали солёные морские воды. В такие периоды «цветение» воды на взморье было более сильным, чем в бухте. Но в тёплые и аномально тёплые 2007 – 2010 гг. слабое конвективное перемешивание вод не затрагивало глубокие слои моря,

обогатённые биогенными элементами. В тёплый период года после скрытых, не выходящих на поверхность апвеллингов, характерных для прибрежных вод Севастополя [12], в верхнем слое моря резко повышалась солёность, но концентрация минеральных форм нитратов, фосфатов и кремния оставалась низкой [3]. Осенью после продолжительных ливневых дождей в бухте преобладало однослойное стоковое течение по всей вертикали [6], речные воды поставляли преимущественно нитраты и органические формы биогенных элементов [3]. У выхода из бухты солёность снижалась до 17.58

– 17.26‰, на взморье – до 17.45 – 17.32 ‰. При такой гидрохимической ситуации отмечены сильные и продолжительные вспышки развития крупноклеточных видов: их численность достигала 3 – 5 млрд. кл.·м⁻³, биомасса – 22 – 51 г·м⁻³, составляя до 94 – 99 % общей биомассы фитопланктона (табл. 1, 2).

Cerataulina pelagica – неритический, колониальный вид, космополит. Клетки цилиндрические, диаметр 10 – 22, высота 35– 80 мкм, в длинных, перекрученных вокруг своей оси цепочках.

Табл. 1 Крупноклеточные виды диатомовых водорослей *Cerataulina pelagica* и *Dactyliosolen fragilissimus*, вызывающие «цветение» воды в прибрежной акватории г. Севастополя и в Севастопольской бухте (Ч – численность, млн. кл.·м⁻³, Б – биомасса г·м⁻³, Т°С – температура, S‰ – солёность воды на поверхности моря).
Table 1 A large-cell species of diatoms *Cerataulina pelagica* and *Dactyliosolen fragilissimus* causing a «water-bloom» on the coastal area of Sevastopol and in the Sevastopol bay (Ч – million cells·m⁻³, Б – biomass g·m⁻³, Т°С – temperature, S‰ – salinity of water surface).

Виды	Год	Месяц	Взморье				Севастопольская бухта			
			Ч	Б	Т°С	S‰	Ч	Б	Т°С	S‰
<i>Cerataulina pelagica</i>	1996	июль	660	7	25.00	-	-	-	-	-
	1996	октябрь	-	-	-	-	9100	66	17.0	-
	1997	октябрь	-	-	-	-	1700	8	16.0	-
	1999	июнь	1214	8	24.00	-	-	-	-	-
	2000	сентябрь	1377	1	24.00	-	-	-	-	-
	2000	октябрь	319	2	18.00	17.73	-	-	-	-
	2000	ноябрь	265	2	16.00	-	-	-	-	-
	2001	ноябрь	1350	8	14.00	17.98	600	2	13.00	17.83
	2002	октябрь	-	-	-	-	859	4	17.91	17.78
	2003	январь	366	2	8.73	17.98	-	-	-	-
	2003	октябрь	-	-	-	-	558	3	17.95	17.99
	2005	октябрь	85	1	16.00	-	476	6	16.00	-
	2006	сентябрь	127	2	15.70	17.67	90	1	16.48	17.63
	2006	ноябрь	-	-	-	-	530	5	16.00	-
	2007	сентябрь	1500	23	20.00	17.66	3200	48	20.48	17.58
	2008	октябрь	-	-	-	-	234	4	17.66	17.58
	2009	апрель	-	-	-	-	92	1	11.27	17.74
	2009	июнь	373	2	25.00	17.60	3500	26	25.00	17.45
	2010	февраль	-	-	-	-	74	1	8.79	17.82
	2010	октябрь	-	-	-	-	256	3	16.98	17.63
2010	ноябрь	2200	12	15.27	17.60	3700	20	15.21	17.60	
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	2002	сентябрь	3000	17	23.30	17.33	-	-	-	-
	2002	октябрь	-	-	-	-	859	4	17.91	17.78
	2002	ноябрь	-	-	-	-	500	2	14.20	17.87
	2004	сентябрь	700	6	20.50	17.91	300	3	19.81	17.70
	2005	сентябрь	-	-	-	-	2400	19	23.00	17.79
	2008	октябрь	-	-	-	-	5100	51	18.00	17.39
	2008	октябрь	-	-	-	-	1800	18	17.66	17.58

Табл. 2 Крупноклеточные виды диатомовых водорослей *Pseudosolenia calcar-avis* и *Proboscia alata*, вызывающие «цветение» воды в прибрежной акватории г. Севастополя и в Севастопольской бухте (Ч – численность млн. кл.·м⁻³, Б – биомасса г·м⁻³, Т°С – температура, S‰ – солёность воды на поверхности моря).

Table 2 A large-cell species of diatoms *Pseudosolenia calcar-avis* and *Proboscia alata* causing a «bloom» on the coastal area of Sevastopol and in the Sevastopol bay (Ч – million cells·m⁻³, Б – biomass g·m⁻³, Т°С – temperature, S‰ – salinity of water surface).

Виды	Год	Месяц	Взморье				Севастопольская бухта			
			Ч	Б	Т°С	S‰	Ч	Б	Т°С	S‰
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	1994	сентябрь	29	2	23.5	-	-	-	-	-
	1994	ноябрь	13	1	-	-	-	-	-	-
	1995	август	26	2	22.80	-	-	-	-	-
	1996	август	30	3	-	-	-	-	-	-
	2000	август	12	1	-	-	-	-	-	-
	2002	август	29	4	22.80	-	-	-	-	-
	2003	август	14	1	-	-	-	-	-	-
	2003	сентябрь	6	1	21.16	-	-	-	-	-
	2005	октябрь	250	22	16.00	17.92	-	-	-	-
	2008	май	7	1	16.60	-	14	2	18.90	17.50
	2008	август	13	2	26.80	-	13	2	26.80	-
	2008	сентябрь	-	-	-	-	9	1	23.90	17.83
	2010	июль	100	7	26.54	17.32	70	3	26.60	17.26
	<i>Proboscia alata</i>	2003	апрель	234	6	9.04	18.05	145	4	8.93
2003		май	200	4	15.96	17.36	-	-	-	-
2003		ноябрь	59	3	11.73	17.99	-	-	-	-
2004		июнь	23	1	22.79	17.85	-	-	-	-
2007		сентябрь	461	16	12.50	-	222	8	20.24	17.70
2007		октябрь	541	18	18.00	-	657	22	19.00	-
2008		сентябрь	35	1	19.70	-	66	2	19.70	-
2008		октябрь	217	7	17.95	17.74	382	13	17.66	17.58
2008		ноябрь	95	3	16.90	17.60	54	2	16.38	17.66
2008		декабрь	105	3	11.70	17.87	128	4	11.70	17.70
2009		февраль	378	9	8.82	17.89	378	9	8.91	17.95
2009		март	91	2	9.00	-	-	-	-	-
2009		июнь	148	3	25.00	17.56	-	-	-	-
2009	июль	207	7	24.80	17.93	783	26	24.80	-	
2009	август	283	10	23.40	17.45	489	17	23.80	17.61	
2009	сентябрь	240	6	22.02	17.47	850	11	22.55	17.42	
2009	октябрь	250	3	19.50	17.90	430	8	19.50	17.90	

В годы с тёплыми зимами (температура воды около 9°С) *S. pelagica* вызывала «цветение» воды. Так, в декабре 1974 и 1982 гг. в Севастопольской бухте её численность достигала 1 млрд. кл.·м⁻³, биомасса – 6 г·м⁻³ [1, 8], а в январе 2003 г. на взморье – соответственно 366 млн. кл.·м⁻³ и 2 г·м⁻³. В тёплый период года «цветение» воды, вызываемое *S. pelagica*, начиналось после сильных сгонных процессов, когда холодные глубинные воды (9°С) поднимались до 15 – 17-метрового горизонта. Массовое развитие *S. pelagica* проходило в верхнем 6-метровом слое и продолжалось на взморье в течение недели, в бухте – в течение месяца. Максимальное количественное развитие на-

блюдалось осенью. В бухте при увеличении речного стока или после обильных дождей (солёность снижалась до 17.58 – 17.45 ‰) отмечены рекордные для этого вида значения численности (3.7 – 9.0 млрд. кл.·м⁻³) и биомассы (20 – 66 г·м⁻³). На взморье эти величины были значительно ниже: 1.5 млрд. кл.·м⁻³ и 23 г·м⁻³ соответственно (табл. 1).

Dactyliosolen fragilissimus – неритический, теплолюбивый, колониальный вид. Клетки цилиндрические, соединённые в цепочки, диаметром 8 – 19, высотой 50 – 100 мкм. В очень тёплые годы, когда вода у берегов прогревалась до дна, осенью этот вид вызывал «цветение» воды в бухте и в прилегающей к

бухте узкой прибрежной зоне моря. Основное развитие проходило в верхнем 10-метровом слое с максимумом на глубине 5 м. «Цветение» воды начиналось после апвеллингов при температуре воды в сентябре 23°C, в октябре 18°C и продолжалось в течение 3 – 7 дней. Максимальное количественное развитие зарегистрировано в периоды преобладающего стокового течения в бухте, где при солёности 17.39 ‰ численность достигала 5 млрд. кл.·м⁻³, биомасса – 51 г·м⁻³ (октябрь 2008), на взморье при 17.33 ‰ – 3 млрд. кл.·м⁻³ и 17 г·м⁻³ соответственно (сентябрь 2002). В конце прошлого столетия в бухте биомасса *D. fragilissimus* не превышала 2.4 г·м⁻³ [1] (табл. 1).

Pseudosolenia calcar-avis – океанический вид, широко распространённый в тропических водах. Клетки цилиндрические, одиночные, диаметром 10 – 39, длина клеток 200 – 980 мкм. Массовое развитие начиналось после сгонных процессов и продолжалось в течение одной – двух недель. В тёплые годы, когда вода у берегов прогревалась до дна, «цветение» воды отмечалось во всём 40-метровом слое, с глубиной численность клеток увеличивалась. Максимальное количественное развитие наблюдалось на взморье в октябре 2005 г. при температуре воды 16°C и солёности 17.92 ‰, при этом численность достигала 250 млн. кл.·м⁻³, биомасса – 22 г·м⁻³. В бухте величины численности и биомассы не превышали 12 – 14 млн. кл.·м⁻³ и 2 г·м⁻³ соответственно (табл. 2).

Proboscia alata – океанический вид, но часто встречается у берегов и в бухтах, космополит. Клетки нитевидные, одиночные, длиной 240 – 2000, диаметром 5 – 14 мкм. В прибрежных водах г. Севастополя «цветение» воды, вызванное этим видом, впервые наблюдали с начала апреля до середины мая 2003 г. после глубокого вертикального перемешивания вод. Пик отмечен в конце апреля при температуре воды на поверхности моря около 9°C и солёности 18.05 ‰. Массовое развитие *P. alata* зарегистрировано в 2-мильной зоне от Севастопольской бухты до бухты Казачьей во всём 40-метровом слое вод. В вертикальном распределении на-

блюдались три максимума: на поверхности и на горизонтах 10 и 40 м, где численность достигала 210 – 240 млн. кл.·м⁻³, биомасса – 6 г·м⁻³. В это время в Севастопольской бухте, где солёность в связи с начавшимся паводком на р. Чёрная снижалась до 17.28 ‰, развитие *P. alata* было слабее, численность не превышала 145 млн. кл.·м⁻³, биомасса – 4 г·м⁻³.

Максимальное количественное развитие *P. alata* отмечено осенью 2007 – 2010 гг., когда апвеллинги на взморье и паводки на р. Чёрная совпадали по времени. «Цветение» воды продолжалось в течение двух месяцев (сентябрь и октябрь), на взморье численность достигала 461 – 541 млн. кл.·м⁻³, биомасса – 16 – 18 г·м⁻³, в бухте – 657 млн. кл.·м⁻³ и 22 г·м⁻³ соответственно (табл. 2).

В октябре 2008 г. при температуре воды около 18°C и изменяющейся в пределах 17.58 – 17.39 ‰ солёности одновременно с *P. alata* «цветение» воды в бухте вызывали и два других крупноклеточных вида – *D. fragilissimus* и *C. pelagica*. (табл. 1, 2).

Необычным было развитие *P. alata* в аномально тёплом 2009 г. [11]. Впервые за весь период наблюдений этот вид вегетировал в планктоне круглый год, вызывая ранневесеннее и летне-осеннее «цветение» воды. В феврале, при необычно высокой для этого времени года температуре воды (8.82 – 8.91°C) и высокой солёности, причём в бухте она была выше (17.95 ‰), чем на взморье (17.87 ‰), численность *P. alata* достигала 380 млн. кл.·м⁻³, биомасса – 8 – 9 г·м⁻³. В конце июня начавшееся после апвеллинга «цветение» воды продолжалось на взморье до начала октября, в бухте – до середины ноября. В летне-осенний период «цветение» воды проходило при температуре 22 – 24°C в верхнем 16-метровом слое и пониженной до 17.67 – 17.42 ‰ солёности. В конце июля – начале августа на взморье численность достигала 210 – 280 млн. кл.·м⁻³, биомасса 7 – 10 г·м⁻³, в бухте эти величины были значительно выше – 780 – 490 млн. кл.·м⁻³ и 26 – 17 г·м⁻³ (табл. 2).

В сентябре – ноябре у *P. alata* наблюдался процесс образования аукоспор. До

настоящего времени причины, порождающие этот процесс, полностью не ясны. Согласно наиболее распространённому мнению, он наступает вследствие многократных делений, приводящих к уменьшению размеров клеток. Достигнув минимальных размеров, клетки развивают аукоспоры, что приводит к восстановлению их размеров. По мнению других исследователей, аукоспоры образуются при наступлении неблагоприятных условий [4, 5].

В аномально тёплом 2009 г. в результате глубокого прогревания вод в летне-осенний период в середине декабря в прибрежных водах Севастополя при температуре воды около 12°C вновь появилась эвритермная, мелкоклеточная (объём клеток 160 мкм³), колониальная диатомея *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round, 1990. На расстоянии 1 мили от берега на поверхности моря её численность составляла 3.2 млн. кл.·м⁻³, в Севастопольской бухте – 900 тыс. кл.·м⁻³. *A. glacialis* – редкий вид, вселенец, впервые обнаружен нами в 10-мильной зоне акватории Севастополя осенью 1968 г. [10]. Покоящиеся в илах споры этого вида прорастают только в годы, когда вода у берегов прогревается до дна. Осенью 1994 г. на взморье численность *A. glacialis* достигала 487 млн. кл.·м⁻³, осенью 1995 г. – 1.7 млрд. кл.·м⁻³. С 1999 г. до 2009 г. вид в прибрежных водах Севастополя не встречался.

Заключение. В прибрежных водах Севастополя после вертикального перемешивания вод крупноклеточные виды диатомовых *S. pelagica*, *D. fragilissimus*, *P. calcar-avis*, *P. alata* и, очевидно, их покоящиеся споры поднимались в верхние слои моря, где начиналось их бурное развитие, достигающее уровня «цвете-

ния» воды. В тёплые 2007 – 2010 гг. слабое вертикальное перемешивание вод не затрагивало слои, обогащённые биогенными элементами, и в верхнем слое моря зарегистрированы минимальные концентрации минеральных форм фосфатов, нитратов и кремния. С повышенным стоком р. Чёрная в бухту поступали преимущественно нитратный и органический азот. При такой гидрохимической ситуации на взморье и в бухте наблюдались необычно сильные и продолжительные вспышки крупноклеточных видов диатомовых водорослей, численность которых достигала 3 – 5 млрд. кл.·м⁻³, биомасса – 22 – 51 г·м⁻³. Высокое количественное развитие крупноклеточных видов при дефиците минеральных форм биогенных элементов и преобладании их органических форм позволяет предположить наличие у них способности к миксотрофному способу питания.

В аномально тёплом 2009 г. *P. alata* вегетировала в планктоне круглый год, вызывая ранневесеннее и летне-осеннее «цветение» воды. Высокая плотность клеток *P. alata* во всём слое моря от поверхности до дна ухудшала условия питания для многих гидробионтов. По нашим данным, мидии, обитающие на скалах и культивируемые на ферме в бухте, испытывали недостаток корма, о чём свидетельствовало слабое наполнение их пищеварительного тракта и неполное развитие гонад.

В результате глубокого прогревания вод в летне-осенний период 2009 г., в декабре при температуре воды 12°C в прибрежных водах вновь появилась колониальная диатомея *Asterionellopsis glacialis*, численность которой составляла 3.2 млн. кл.·м⁻³.

1. Георгиева Л. В., Климентова О. В. Мониторинг фитопланктона Севастопольской бухты // Результаты биологического мониторинга вод Севастопольской бухты: К 200-летию города-героя Севастополя. – Севастополь, 1983. – С. 5 – 23.
2. Иванов В. А., Овсяный Е. И., Репетин Л. Н., Романов А. С., Игнатъева О. Г. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климати-

- ческих и антропогенных факторов. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2006. – 91 с.
3. Куфтаркова Е. А., Сеничева М. И. Биогенные элементы как основа биопродуктивности вод района мидийной фермы // Экология моря. – 2009. – Вып. 77. – С. 62 – 66.
4. Михайлова Н. Ф. Спорообразование и его значение в биологии видов р. *Chaetoceros* Ehr. // Труды СБС. – М: Изд-во АН СССР. – 1960. – 13. – С. 17 – 26.

5. Морозова-Водяницкая Н. В., Ланская Л. А. Темп и условия деления морских диатомовых водорослей в культурах // Труды СБС. – М: Изд-во АН СССР. – 1959. – **12**. – С. 30 – 70.
6. Немировский М. С., Еремин И. Ю. Динамика вод рейда Севастополя // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С.59-66.
7. Нестерова Д. А. Массовое развитие перидинеи *Euxydiaella cordata* Ostf. и диатомеи *Cerataulina bergonii* Perag. в западной части Черного моря // Гидробиол. журн. – 1985. – **21**, № 4. – С. 44 – 48.
8. Сеничева М. И. Сезонная динамика численности, биомассы и продукции фитопланктона Севастопольской бухты // Экология моря. – 1980. – Вып. 1. – С. 3 – 11.
9. Сеничева М. И. Годичные изменения фитопланктонного сообщества в районе Севастопольского океанариума // Экология моря. – 2000. – Вып. 53. – С. 15 – 19.
10. Сеничева М. И. Новые и редкие для Черного моря виды диатомовых и динофитовых водорослей // Экология моря. – 2002. – Вып. 62. – С. 25 – 29.
11. Сеничева М. И. Необычное «цветение» в прибрежных водах г. Севастополя // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту : серия: Биология. – Житомир, 2010. – № 3 (44). – С. 227 – 229.
12. Сеничева М. И., Куфтаркова Е. А., Ковригина Н.П. Условия формирования кормовой базы мидий в районе экспериментального марихозяйства в районе Севастополя // Эколого-функціональні та фауністичні аспекти дослідження молюсків, їх роль у біоіндикації стану навколишнього середовища: сб. науч. тр. – Житомир, 2006. – Вып. 2. – С. 257 – 261.
13. Финенко З. З., Чурилова Т. Я., Ли Р. И. Вертикальное распределение хлорофилла и флюоресценции в Черном море // Морск. экол. жур. – 2005. – **4**, № 1. – С. 15 – 45.

Поступила 13 марта 2014 г.

В окончательном виде 31 июля 2014 г.

Надзвичайне «цвітіння» великоклітинні видів діатомових водоростей в прибережних водах м. Севастополя в 2007 – 2010 рр. (Чорне море). М. І. Сеничева. З 1994 по 2010 рр. проводили комплексний гідрохімічний і біологічний моніторинг прибережних вод м. Севастополя. Результати досліджень показали, що в холодний період року «цвітіння» води викликали дрібноклітинні види діатомових водоростей (менше 50 мкм), в теплий період (з квітня по жовтень) при зниженні концентрації мінеральних форм біогенних елементів і підвищенні концентрації їх органічних форм – великоклітинні види (50 – 1500 мкм). У 2000-і роки у зв'язку зі збільшенням прісноводного стоку в Севастопольську бухту біомаса великоклітинних видів *Dactyliosolen fragilissimus*, *Cerataulina pelagica*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Proboscia alata* зросла на порядок (до 19 – 51 г·м⁻³), в порівнянні з 90-ми роками минулого століття (2 – 6 г·м⁻³). Масовий розвиток *D. fragilissimus* і *C. pelagica* проходив у верхньому 5-метровому шарі, *P. calcar-avis* та *P. alata* – у всьому шарі вод, з глибиною біомаса їх зростала. У аномально теплому 2009 р. *P. alata* вегетувала в планктоні весь рік, викликаючи ранньовесняне і літньо-осінньо-зимове «цвітіння». Розвиток великоклітинних видів в періоди з підвищеною концентрацією розчиненої органічної речовини дозволяє передбачити наявність у них здібності до міксотрофного способу живлення.

Ключові слова: фітопланктон, діатомові водорості, великоклітинні види, біомаса, «цвітіння» води, біогенні елементи, Чорне море.

Unusual «water-bloom» of large-cell diatoms algae' species in off-shore waters of Sevastopol in 2007 – 2010 (the Black Sea). M. I. Senicheva. From 1994 to 2010 the complex hydrochemical and biological monitoring of Sevastopol off-shore waters were carried out. The research results showed that in a cold period of year a «water-bloom» was caused by small-cell species of diatoms algae (less than 50 mkm), in a warm period (from April to October) at the decline of concentration of mineral forms of biogenic elements and increase of concentration of their organic forms a «water-bloom» was caused by large-cell species (50 – 1500 mkm). In 2000th due to the increasing of freshwater flow in the Sevastopol bay biomass of large-cell species *Dactyliosolen fragilissimus*, *Cerataulina pelagica*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Proboscia alata* increased by an order (to 19 – 51 g·m⁻³) compared to 90th years of past century (2 – 6 g·m⁻³). A mass growth of *D. fragilissimus* and *C. pelagica* was in a 5-meter layer, ones of *P. calcar-avis* and *P. alata* was in the whole water layer, them biomass increased with a depth. In abnormally warm 2009 *P. alata* vegetated in plankton during whole year causing the early-spring and summer – autumn – winter «water-bloom». The growth of large-cell species in periods with an increased concentration of dissolved organic substance supposes that they have the ability to mixotrophic nutrition.

Keywords: phytoplankton, diatom algae, large-cell species, biomass, «water-bloom», biogenic elements