

# НОВЫЕ ВИДЫ В СОСТАВЕ ФИТОПЛАНКТОНА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

© 2010 Ясакова О.Н.

Южный научный центр РАН, ул. Чехова, 41, Ростов-на-Дону, 344006,

[yasak71@mail.ru](mailto:yasak71@mail.ru)

Поступила в редакцию 12.10.2010

В составе фитопланктона северо-восточной части Черного моря в 1998–2009 гг. были зарегистрированы новые для этого района виды диатомовых (*Asterionellopsis glacialis* (Castr.) Round., *Lioloma pacificum* (Capp) Hasle), динофитовых (*Dinophysis odiosa* (Pavillard) Tai & Scogsberg., *Alexandrium ostenfeldii* (Pauls.) Balech et Tangen, *Oxytoxum variabile* Schill., *Gymnodinium stellatum* Hulburt) и золотистых водорослей (*Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim), ранее распространенных исключительно в северо-западной части Черного моря и прибосфорском районе. Сделано предположение об их интродукции с балластными водами коммерческих судов.

**Ключевые слова:** новые виды фитопланктона, северо-восточная часть Черного моря, Новороссийская бухта, балластные воды коммерческих судов.

## Введение

В последние годы в Черном море все чаще стали регистрировать новые, не характерные для данного водоема виды фитопланктона [Георгиева, 1993; Сеничева, 2002; Мурина и др., 2008; Селифонова, 2009; Селифонова, Шмелева, 2010]. Многие авторы связывают этот факт с балластными водами коммерческих судов [Александров, 2004; Матишов, Селифонова, 2006; Звягинцев и др., 2009; Selifonova et al., 2008]. Достоверно установлено, что из недавно отмеченных для украинского побережья 28 видов фитопланктона [Теренько, 2005], пять были завезены с балластными водами судов из умеренных и тропических широт Атлантического, Тихого, Индийского океанов и Средиземного моря – *Gymnodinium uberrimum* (Allman) Kof. et Sw., *Spatulodinium pseudonociluca* (Pouchet) Cachon et Cachon, *Cochlodinium polykrikoides* Margelef, *Gyrodinium cf. aureolum* Hulburt, *Alexandrium pseudogoniaulax* (Biecheler) Horiguchi. Некоторые виды планктонных водорослей, ранее отмечаемые только в северо-западном и прибосфорском

районах Черного моря, стали появляться в северном и северо-восточном районах. Последняя ревизия фитопланктона в северо-восточной части проводилась в 2000–2005 гг. [Вершинин, Моручков, 2003; Вершинин и др., 2005; Vershinin, Morton, 2005; Vershinin et al., 2006]. Авторами были обнаружены несколько новых потенциально токсичных видов динофитовых *Cochlodinium polykrikoides*, *Alexandrium minutum* Halim, *Protoperidinium ponticum* Vershinin et Morton и диатомовых водорослей – *Pseudonitzschia pungens* Hasle, *Chaetoceros tortissimus* Gran., *Asterionellopsis glacialis* (Castr.) Round. Вселение и массовое развитие этих видов могут иметь непредсказуемые последствия для окружающей среды и здоровья человека, поэтому задачей наших исследований было выявление новых инвазийных видов фитопланктона и анализ их распространения в северо-восточной части Черного моря.

## Материал и методика

Материалом для настоящего исследования послужили пробы фитопланктона, собранные в экспедициях Южного научного центра РАН в открытой северо-

восточной части Черного моря в апреле, июне и октябре 2008 г. и портах городов Новороссийск, Туапсе, Геленджик, Анапа 1–3 раза в сезон в 1998, 2004–2009 гг. (рис.1). Для выявления причины расселения видов в Новороссийском порту пробы отбирали из балластных танков судов, приходящих под погрузку

нефтепродуктами в 2006–2009 гг. Пробы фитопланктона фиксировали раствором формалина до конечной концентрации 1 % и обрабатывали стандартными методами [Сорокин, 1979, Федоров, 1979]. Определение видов фитопланктона производили по [Dodge, 1982, Carmelo, 1997].

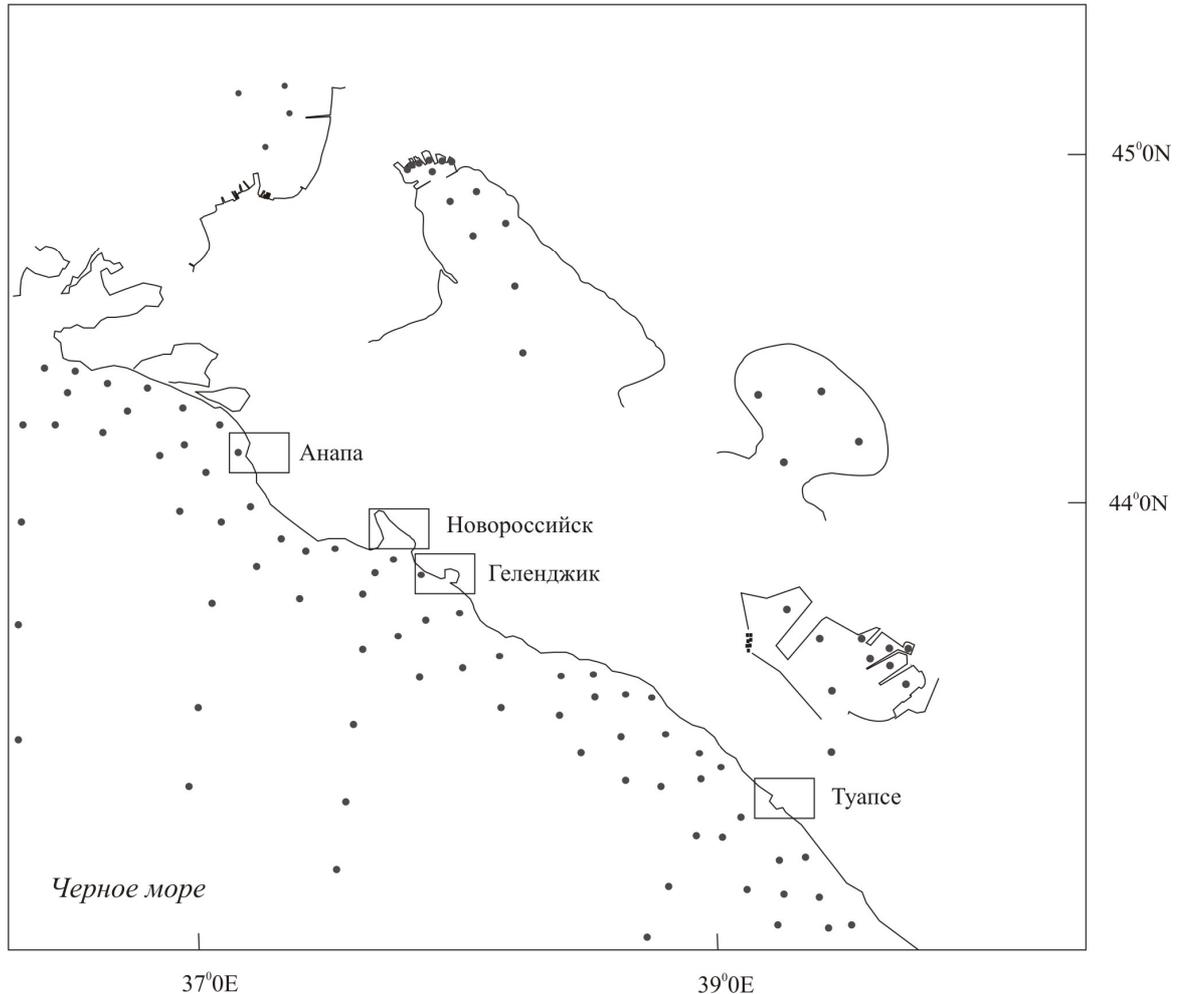


Рис. 1. Карта-схема района исследований.

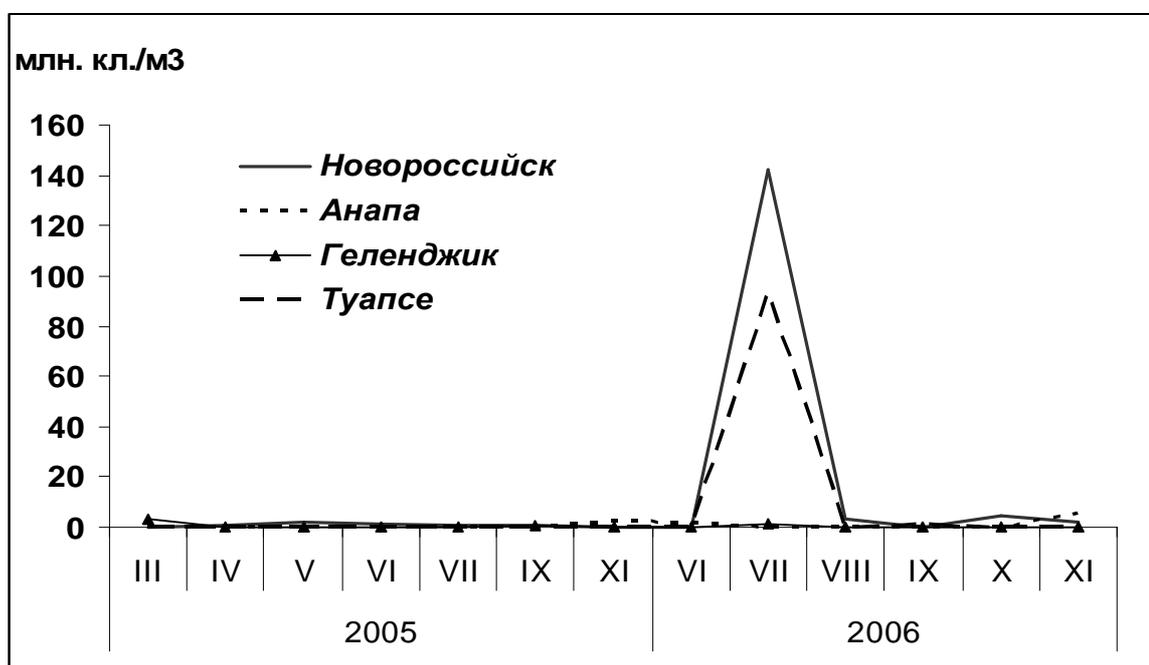
### Полученные результаты

В результате исследований в открытой части северо-восточного шельфа было обнаружено 114 видов фитопланктона. Среди динофитовых были отмечены два новых вида: океанический тропический *Oxytoxum variabile* Schill и *Gymnodinium stellatum* Hulbert, а также редкий для Черного моря океанический, бореальный *Cochlodinium citron* Kof.et Sw. Первый вид с численностью 217–325 тыс. кл./м<sup>3</sup> встречался на глубоководных станциях

(> 50 м) от Новороссийска до Сочи в июне 2008 г., вид был отмечен на горизонте от поверхности до 20 м. Второй – с численностью 37–223 тыс. кл./м<sup>3</sup> был обнаружен в тот же период времени на Керченском и Сочинском разрезах на горизонте 30–50 м. *Cochlodinium citron* зарегистрирован в октябре 2008 г. на Анапском и Новороссийском разрезах на глубинах от 0 до 30 м. Его численность составляла 47–110 тыс. кл./м<sup>3</sup>.

В составе фитопланктона Новороссийской бухты было отмечено 160 видов, среди которых зарегистрированы новые для региона виды диатомовых *Asterionellopsis glacialis*, *Lioloma pacificum* (Capp) Hasle (= *Thalassiothrix mediterranea* var. *pacifica* Cupp), *Thalassiothrix frauenfeldii* (Grun) Hallegraef, динофитовых *Alexandrium ostenfeldii* (Pauls.) Balech et Tangen., *Dinophysis odiosa* (Pavillard) Tai & Scogsberg. и золотистых водорослей *Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim. Следует отметить, что данные виды с 40-х гг. прошлого века отмечались

другими исследователями исключительно в северо-западной части Черного моря и прибосфорском заливе [Иванов, 1965; Георгиева, 1993; Сеничкина и др., 2001; Сеничева, 2002]. Общим для всех исследуемых бухт был *Thalassiothrix frauenfeldii* – вид, развивавшийся со средней численностью от 0.5 до 142 млн кл./м<sup>3</sup> в период с марта 2005 г. по ноябрь 2006 г. (рис. 2). Вспышка численности вида в районах Туапсе и Новороссийска (93 и 142 млн кл./м<sup>3</sup>) пришлась на июль 2006 г. Дальнейшее развитие вида в планктоне бухт отмечено не было.



**Рис. 2.** Динамика средней численности *Thalassiothrix frauenfeldii* в бухтах северо-восточной части Черного моря. По оси абсцисс – годы и месяцы исследований.

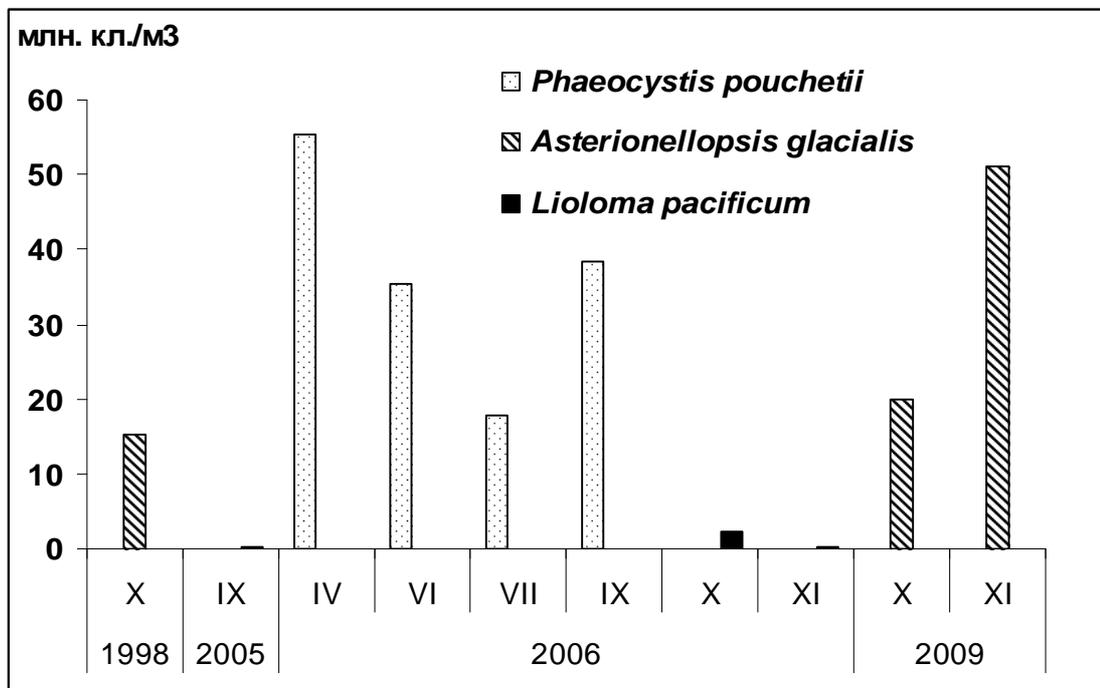
В открытой части Новороссийской бухты в 2004 г. в небольшом количестве были зафиксированы виды рода *Alexandrium* (0.2 млн кл./м<sup>3</sup>). Их появление можно рассматривать как пример биологической инвазии посредством водяного балласта, так как ранее эти виды на акватории бухты не встречались, но были отмечены в балластных водах танкера «Achilleas» (0.12 млн кл./м<sup>3</sup>), следовавшего из порта Бургас (Болгария) под погрузку в порт Новороссийск в октябре 2006 г. Цисты водорослей этого рода давно известны

из донных отложений северо-западного района моря и были успешно пророщены в лабораторных условиях на черноморской воде [Александров и др., 2001]. Токсины этих водорослей обладают сильным нервно-паралитическим действием. При попадании вида в новую среду обитания, с оптимальными для него условиями существования, может произойти «экологический взрыв» численности, что в конечном итоге приведет к непредсказуемым последствиям. Следовательно, потенциально токсичные

микроводоросли, обнаруженные в балластных водах, подлежат особому контролю; необходимо исследовать их возможное распространение в составе планктонных сообществ и токсичный эффект.

В сентябре 2005 г. в Новороссийской бухте в количестве 0.1–0.2 млн кл./м<sup>3</sup> было обнаружено развитие нового вида диатомовых *Lioloma pacificum*, впервые отмеченного в прибосфорском и северо-западном (Одесский порт) районах Черного моря [Георгиева, 1993; Александров и др., 2001; Теренько, Теренько; 2001]. Кратковременная вспышка численности вселенца (до 5.6 млн кл./м<sup>3</sup>) была отмечена в открытом

районе бухты в октябре 2006 г., в ноябре его численность вновь снизилась до 0.2–0.6 млн кл./м<sup>3</sup> (рис. 3). В сентябре 2006 г. со средней численностью 240 тыс. кл./м<sup>3</sup> (< 1 % от общей численности фитопланктона) вселенец развивался в Туапсинской бухте; в ноябре того же года – в районе Анапы (550 тыс. кл./м<sup>3</sup>) (1 % от общей численности фитопланктона). В последующие годы вид более не встречался. Первоначальное появление *Lioloma pacificum* в 2005 г. в открытой части Новороссийской бухты, в местах интенсивного сброса балластных вод, указывает на его вероятное вселение посредством водяного балласта.



**Рис. 3.** Динамика средней численности основных инвазийных видов фитопланктона в Новороссийской бухте в период исследований. По оси абсцисс – годы и месяцы исследований.

Новый неритический эвригалинный тропическо-бореально-арктический вид диатомовых водорослей *Asterionellopsis glacialis* впервые в Новороссийской бухте был зарегистрирован в октябре 1998 г. (15.7–46 млн кл./м<sup>3</sup>). Затем на несколько лет он исчез из состава фитопланктона (рис. 3). В октябре 2009 г. на акватории Новороссийского порта вновь были обнаружены клетки этого вида (20 млн

кл./м<sup>3</sup>), что составило 8 % от общей численности диатомовых водорослей. В ноябре относительная численность вселенца повышалась до 67 % (51 млн кл./м<sup>3</sup>). Наблюдалось также расширение ареала вплоть до открытой части бухты, где на фоне доминировавшей золотистой *Emiliania huxleyi* (Lohm.) Hay at Mohler (68 %) он составил менее 1 % общей численности планктонных водорослей

(6 млн кл./м<sup>3</sup>). Вероятной причиной вторичной инвазии вида мог стать сброс водяного балласта судов в Новороссийском порту, подтверждением чему служило отсутствие *Asterionellopsis glacialis* в планктоне других бухт северо-восточной части моря в исследуемый период. Вид мог быть завезен из бухт северо-западного района моря и открытого побережья Крыма, где он образовал устойчивую популяцию с периодом вегетации с сентября по февраль, в диапазоне температур 14–24 °С. Его максимальная численность в этом районе достигала 1.3–1.6 млн кл./м<sup>3</sup> [Сеничева, 2002; Сеничкина и др., 2001]. Для открытой северо-восточной части моря вид был указан А.О. Вершининым в октябре-ноябре 2001 г. [Вершинин и др., 2005].

В 2008 г. в планктоне Новороссийской бухты впервые был обнаружен редкий эвритермный вид динофитовых водорослей *Dinophysis odiosa* (0.3 млн кл./м<sup>3</sup>), встречавшийся в районе Севастополя в летний период 2001 г. при температуре 17.2 °С на глубине 30 м со средней численностью 1 тыс. кл./м<sup>3</sup> [Сеничева, 2002]. Среди новых видов золотистых водорослей в Новороссийском порту с апреля по август 2006 г. в массе (до 160 млн кл./м<sup>3</sup>) развивался мелкоклеточный токсичный вид *Phaeocystis pouchetii* (26 % численности фитопланктона) (рис. 3). Мы полагаем, что эти виды также как и предыдущие, могли быть занесены с балластными водами судов.

Исследования фитопланктона балластных вод судов, пришедших под погрузку в порт Новороссийск в 2006–2009 гг. показали, что расширение биологического разнообразия фитопланктона Черного моря происходит также посредством судового водяного балласта. В каждом литре балласта содержалось от 6 до 40 видов фитопланктона со средней численностью 380 млн кл./м<sup>3</sup>. В общей сложности в балласте исследуемых судов было обнаружено развитие 90 видов водорослей, относящихся к семи

отделам: *Bacillariophyta*, *Dinophyta*, *Chrysophyta*, *Euglenophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Cryptophyta*. Наибольшее число видов было отмечено среди диатомовых (49 видов) и динофитовых водорослей (33 вида). Фитопланктон, присутствовавший в балластных танках этих судов, в основном состоял из черноморских видов водорослей, развивающихся на акватории открытого моря, что указывало на соблюдение экипажем правил Международной конвенции 2004 [Международная конвенция, 2005]. В редких случаях нами были выявлены нарушения некоторыми судами предписаний о смене балластных вод. Так в балласте танкера “*Bianco Amoretti*”, прибывшего из Средиземного моря в октябре 2006 г. содержались жизнеспособные клетки океанического вида диатомовых *Bacteriastrum hyalinum* Laud (200 тыс. кл./м<sup>3</sup>), свойственного для фитопланктона Средиземного моря, что составило менее 1% общей численности фитопланктона (104.4 млн. кл./м<sup>3</sup>). Причиной находки могла стать неполная смена балласта в открытой зоне Черного моря, либо операция по перебалластировке была начата в проливе Босфор.

В балласте танкера «*Super Lady*», пришедшего в октябре 2009 г. из порта Амстердам (Северное море), среди 33 видов водорослей общей численностью 18.4 млн кл./м<sup>3</sup> были обнаружены несвойственные для Черного моря виды диатомовых водорослей северного умеренного пояса: неритический *Rhizosolenia setigera* Bright. (75 тыс. кл./м<sup>3</sup>) и океанический *R. cf. styliformis* Bright. (80 тыс. кл./м<sup>3</sup>), *Lithodesmium cf. undulatum* Ehren. (90 тыс. кл./м<sup>3</sup>) и космополит *Odontella sinensis* (Greville) Grunow. (15 тыс. кл./м<sup>3</sup>).

#### Обсуждение результатов

В результате проведенных исследований в составе фитопланктона северо-восточной части Черного моря удалось обнаружить 10 новых для этого района видов планктонных водорослей. Среди них динофитовые *Oxytoxum*

*variabile*, *Gymnodinium stellatum*, *Cochlodinium citron* (отмеченные в открытой части моря) и *Dinophysis odiosa*, *Alexandrium ostenfeldii* (отмеченные в бухтах) развивались в небольшом количестве (до 0.3 млн кл./м<sup>3</sup>) и потенциально не могли создавать конкурентных отношений с видами аборигенами. Тогда как обильное развитие (до 160 млн кл./м<sup>3</sup>) новых видов диатомовых *Asterionellopsis glacialis*, *Lioloma pacificum*, *Thalassiothrix frauenfeldii* и золотистых водорослей *Phaeocystis pouchetii* могло отразиться на состоянии планктонного фитоценоза исследуемых бухт в целом. Нужно отметить, что ни один из перечисленных видов не образовывал устойчивой популяции: численность большинства из них в последующие годы резко снижалась либо они полностью выпадали из состава фитопланктона (рис. 2, 3). Вероятно, их развитие сдерживалось неблагоприятными условиями среды и конкурентными взаимоотношениями с аборигенными видами. Поэтому возможность акклиматизации новых видов фитопланктона в северо-восточной части Черного моря еще под вопросом и требует дальнейшего изучения.

Как отметила М.И. Сеничева (2002): «Новые виды водорослей, в случае их успешной акклиматизации, могут значительно разнообразить кормовую базу гидробионтов Черного моря». Однако появление и массовое развитие потенциально токсичных видов-вселенцев, таких как *Phaeocystis pouchetii* и *Alexandrium ostenfeldii*, создает угрозу гибели животных, потребляющих фитопланктон, и отравления людей, использующих в пищу морепродукты, особенно моллюсков-фильтраторов [Сеничева, 2002].

Обнаружение форм чужеродной флоры в балластных водах некоторых коммерческих судов, заходивших под погрузку в порт Новороссийск, и новых видов планктонных водорослей *Alexandrium ostenfeldii*, *Lioloma pacificum*, *Asterionellopsis glacialis* в районах интенсивного сброса балласта, дает

возможность предположить, что основным из путей расширения биологического разнообразия фитопланктона Черного моря является коммерческое судоходство.

### Выводы

Таким образом, расселение новых видов токсичных водорослей, в том числе с балластными водами коммерческих судов, может стать причиной серьезных изменений в экосистеме северо-восточной части Черного моря. В связи с этим проводимые мониторинговые исследования таксономического состава фитопланктона на предмет обнаружения видов-вселенцев в прибрежной зоне моря и в судовом балласте весьма актуальны и нуждаются в продолжении.

### Благодарности

Автор выражает глубокую признательность вед. научн. сотр. Ж.П. Селифоновой (ММБИ КНЦ РАН) за помощь в отборе проб морского балласта и написании статьи.

The work is supported by Federal program "World Ocean" 2008-МО-2-03-02 (№ 01.420.1.2.0003).

### Литература

- Александров Б.Г. Проблема переноса водных организмов с судами и некоторые подходы к оценке риска новых инвазий // Морск. экологичн. журн. 2004. Т. 3. № 1. С. 5–16.
- Александров Б.Г., Берлинский Н.А., Богатова Ю.И. Экологический мониторинг акватории Одесского порта в рамках международного проекта «Глобалласт» // Тр. междунар. науч. практ. конф. «Экологические проблемы Черного моря». Одесса, 2001. С. 3–8.
- Вершинин А.О., Моручков А.А. Потенциально-токсичные водоросли в прибрежном фитопланктоне северо-восточной части Черного моря // Экология моря. 2003. Вып. 64. С. 45–50.
- Вершинин А.О., Моручков А.А., Лифилд Т., Суханова И.Н., Паньков С.А., Мортан С.Л.,

- Рамсделл Дж.С. Потенциально токсичные водоросли в составе прибрежного фитопланктона северо-восточной части Черного моря в 2001–2002 гг. // Океанология. 2005. Т. 45. № 2. С. 224–232.
- Георгиева Л.В. Видовой состав и динамика фитоценоза // В кн.: Планктон Черного моря. Киев: Наук. думка, 1993. С. 31–55.
- Звягинцев А.Ю., Кашин И.А., Орлова Т.Ю., Селина М.С., Касьян В.В., Корн О.М., Корниенко Е.С., Куликова В.А., Безвербная И.П., Зверева Л.В., Радашевский В.И., Белогурова Л.С., Бегун А.А., Городков А.Н. Население балластных вод судов в порту Владивосток // Биол. моря. 2009. Т. 35. № 1. С. 29–40.
- Иванов А.И. Характеристика качественного состава фитопланктона Черного моря // Исследования планктона Черного и Азовского морей. Киев: Наук. думка, 1965. С. 17 – 35.
- Матишов Г.Г., Селифонова Ж.П. Опыт контроля водяного балласта торговых судов в Новороссийском порту // Вестник ЮНЦ. 2006. Т. 2. №3. С. 62–66.
- Международная конвенция о контроле судовых балластных вод и осадков и управления ими 2004 г. СПб.: ЦНИМФ, 2005. 120 с.
- Мурина В.В., Селифонова Ж.П., Мельник В.Ф. Находка многощетинкового червя *Streblospio* sp. (Polychaeta: Spionidae) в Новороссийском порту Черного моря // Морський екологічний журн. 2008. Т. 7. № 1. С. 46.
- Селифонова Ж.П. Морские биоинвазии в водах Новороссийского порта Черного моря // Биол. моря. 2009. Т. 35. № 3. С. 212–219.
- Селифонова Ж.П., Шмелева А.А. О медитерранизации фауны веслоногих раков (Copepoda) Черного моря // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2010. Т. 115. №. 1. С. 55–58.
- Сеничева М.И. Новые и редкие для Черного моря виды диатомовых и динофитовых водорослей // Экология моря. 2002. Вып. 62. С. 25 – 29.
- Сеничкина Л.Г., Алтухов Д.А., Кузьменко Л.В., Георгиева Л.В., Ковалева Т.М., Сеничева М.И. Видовое разнообразие черноморского фитопланктона у юго-восточного побережья Крыма // Сб. науч. трудов, посвященных 85-летию Карадагской науч. станции. Симферополь: Изд-во СОНАТ, 2001. С. 119–125.
- Сорокин Ю.И. К методике концентрирования фитопланктона // Гидробиол. журнал. 1979. №2. С. 71–76.
- Теренько Л.М. Новые для Черного моря виды Dinophyta // Альгология. 2005. Т. 15. № 2. С. 236–245.
- Теренько Л.М., Теренько Г.В. Редкий и интересный вид *Thalassiothrix mediterranea* Pavill. (Bacillariophyta) в Черном море // Альгология. 2001. Т. 11, 3. С. 398–402.
- Фёдоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: МГУ, 1979. С. 106–108.
- Carmelo K.T. Identifying Marine Phytoplankton // Academic Press. Harcourt Brace Company. 1997. 821 p.
- Dodge J.D. Marine Dinoflagellates of the British Island. London: HMSO. 1982. 301 p.
- Selifonova J.P., Shmeleva A.A., Kideys A.E. Study of Copepod Species from the Western Black Sea in the Cruise r/v “Knorr” during May-June 2001 // Acta zool. bulg. 2008. Vol. 60. no. 3. P. 305–309.
- Vershinin A.O., Morton S. *Protoperidinium ponticum* sp. nov. (Dinophyceae) from North-East Black Sea // Botanica marina. 2005. 48. P. 244–247.
- Vershinin A.O., Morton S., Leighfield T. et al. Alexandrium in the Black Sea – identity, ecology and PSP toxicity // African Journal of Marine Science. 2006. V. 28. № 2. P. 209–213.

# THE NEW SPECIES OF PHYTOPLANKTON IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE BLACK SEA

© 2010 Yasakova O.N.

Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 41 Chekhov Street,  
344006 Rostov-on-Don, [yasak71@mail.ru](mailto:yasak71@mail.ru)

Among the species of phytoplankton of the north-eastern Black Sea the new for this region species of Bacillariophyta (*Asterionellopsis glacialis* (Castr.) Round., *Lioloma pacificum* (Capp) Hasle), Dinophyta (*Dinophysis odiosa* (Pavillard) Tai & Scogsberg., *Alexandrium ostenfeldii* (Pauls.) Balech et Tangen, *Oxytoxum variabile* Schill., *Gymnodinium stellatum* Hulburt), and Chrysophyta (*Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim) were registered during 2004–2009. These species of the phytoplankton were previously found exclusively in the northern-western part of the Black Sea and in Bosphorus region. It was supposed that they were introduced with the ballast waters of commercial ships.

**Key words:** exotic species of phytoplankton, north-eastern Black Sea, Novorossiysk bay, ballast water of commercial ships.