

УДК 574.583 и 574.91, 581.95

ОБНАРУЖЕНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ДИНОФЛАГЕЛЛЯТ В ПЕЛАГИАЛИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ

© 2024 г. Академик РАН Г. Г. Матишов, О. Н. Ясакова*

Поступило 18.01.2024 г.

После доработки 04.04.2024 г.

Принято к публикации 15.04.2024 г.

В водах северо-восточной части Чёрного моря отмечены новые для этого района виды динофлагеллят: *Oxyphysis oxytoxoides*, *Spatulodinium pseudonociluca*, *Scaphodinium mirabile*, *Actiniscus pentasterias*. Эти виды, ранее указанные только для вод Болгарии, Румынии, Турции, Грузии, Украины и Крыма, в последние десятилетия встречались в пелагиали северо-восточной части Чёрного моря: в районе от Абхазии до Керченского пролива.

Ключевые слова: северо-восточная часть Чёрного моря, фитопланктон, динофлагелляты, новые виды

DOI: 10.31857/S2686739724080157

В последнее время состав фитопланктона Чёрного моря значительно расширился за счёт новых, не характерных для данного водоёма видов фитопланктона [1–3]. Одной из причин повышения биоразнообразия планктонной флоры является перенос видов с балластными водами коммерческих судов [4–6]. В последние годы наблюдается активная натурализация инвазионных видов планктонных водорослей в северо-восточной части Чёрного моря (СВЧМ).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили сборы фитопланктона в открытой СВЧМ (от Керченского пролива до Абхазии включительно) (1056 проб), в акваториях Новороссийской, Геленджикской, Анапской, Туапсинской бухт и в районе порта Тамань (836 проб) в разные сезоны 2007–2023 гг. (рис. 1). Сезонные исследования фитопланктона открытой СВЧМ были проведены во время комплексных экспедиций НИС “Денеб” ЮНЦ РАН и в рамках проекта EMBLAS-II. Изучение вертикальной структуры фитопланктона проводили на стандартных горизонтах 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50 м; либо на 3–5 горизонтах: поверхность, $\frac{1}{2}$ слоя воды до термоклина (ТК); в начале, непосредственно в слое и в конце ТК. Отбор проб в акваториях исследуемых бухт

выполняли с поверхности моря во время коротких рейсов на маломерных судах ФГБУ “АМП ЧМ”. Пробы морской воды отбирали в дневное время суток с борта судна с помощью химических батометров, сгущали методом осаждения, фиксировали 5% кислым раствором Люголя, нейтральным формалином или кислым раствором Уотермеля до конечной концентрации 1–2% [7]. Количественный учёт организмов фитопланктона производили с помощью микроскопа МИКМЕД-2 с увеличением $\times 100$, $\times 200$ и $\times 400$ в счётной камере Нажотта, объёмом 0.05 мл. Для определения редких и крупных видов фитопланктона просматривали часть концентрата (1/2–1/10) либо всю пробу в камере Седжвика-Рафтера (Sedgwick–Rafter) объёмом 1 мл. При идентификации видов использовали общепринятые руководства [8, 9]. Биомассу фитопланктона определяли, исходя из размеров и форм клеток согласно их подобию наиболее сходным стереометрическим фигурам, считая удельный вес водорослей равным единице [10]. В настоящей работе следовали классификации водорослей, принятой в Algae Base.org [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате многолетних исследований пелагических сообществ в открытой СВЧМ и в акваториях бухт в составе фитопланктона удалось обнаружить новые для этих районов моря виды динофлагеллят: *Oxyphysis oxytoxoides*, *Spatulodinium pseudonociluca*, *Scaphodinium mirabile*, *Actiniscus*

Южный Научный Центр Российской Академии наук,
Ростов-на-Дону, Россия
*E-mail: yasak71@mail.ru

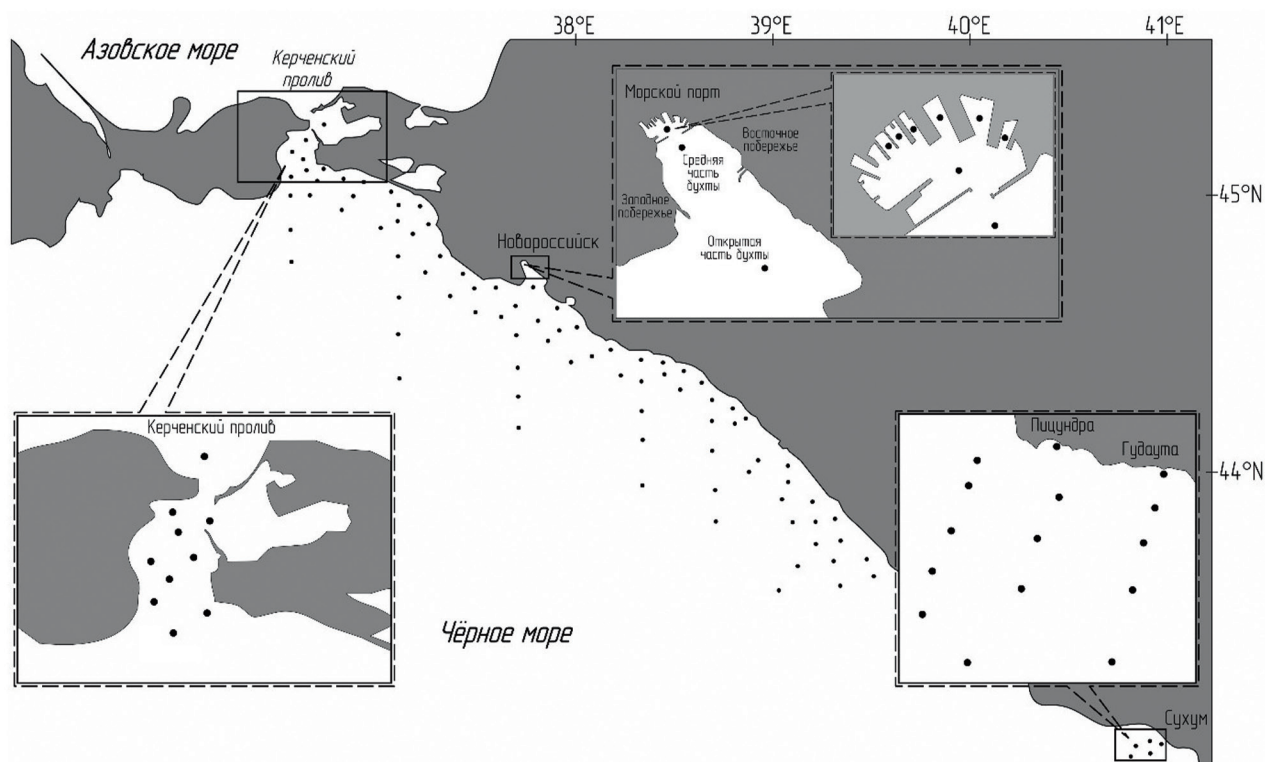


Рис. 1. Карта-схема отбора проб фитопланктона в северо-восточной части Чёрного моря в период исследований (2007–2023 гг.).

pentasterias (рис. 2–4). Эти виды, ранее были отмечены только в водах Болгарии, Румынии, Турции, Грузии, Украины и Крыма.

Крупноклеточный морской вид динофлагеллят *Oxyphysis oxytoxoides* Kofoed, 1926 (Dinophyta), указанный М.С. Селиной как новый для морских вод России [12], был широко известен в пелагиали Средиземного моря, атлантического побережья Испании, Франции, Португалии, Нидерландов, а также обитал в прибрежье Мексики, Бразилии, Колумбии (AlgaeBase). Впервые был обнаружен в водах северо-восточной части Чёрного моря (СВЧМ) в сентябре 2014 г. Вид в количестве от 7 до 147 кл. $\cdot$ л $^{-1}$ вегетировал вдоль всего побережья СВЧМ, в том числе в районе Абхазии (10–65 кл. $\cdot$ л $^{-1}$). В июне 2017 г. был также отмечен в районе п-ова Абрау. Глубина его распространения ограничивалась 50 м. В своей обзорной статье по динофитовым водорослям Чёрного моря Л.М. Теренько [13] указывает его для вод болгарского побережья, где он зачастую становится причиной “цветения воды”. Впервые вид был обнаружен в Румынии в 1994 г. [14–17].

В мае 2013 г. в районе Абхазии в слое воды от поверхности до 20 м был обнаружен другой

крупноклеточный морской вид *Spatulodinium pseudonocitluca* (Pouchet) J.Cachon & M.Cachon, 1968 (7–171 кл. $\cdot$ л $^{-1}$), считающийся недавним вселенцем в акваторию Чёрного моря. Вид широко распространен в пелагиали Мирового океана и был известен в водах Средиземного моря, северной и тропической Атлантики, Мексики, Австралии и Новой Зеландии (AlgaeBase). Ранее вид был отмечен в водах побережья Турции, Болгарии, Крыма, в северо-западной части Чёрного моря [13, 16–21]. В июне 2015 г. вид был отмечен на некоторых станциях п-ова Абрау в слое ТК (36–80 кл. $\cdot$ л $^{-1}$), а в июне 2017 г. обнаружен (22 кл. $\cdot$ л $^{-1}$) в акватории порта Новороссийск. В 2020 и 2022 гг. вид в небольших концентрациях (до 56 кл. $\cdot$ л $^{-1}$) был отмечен в планктоне бухт Новороссийск, Туапсе и Геленджик (рис. 5).

Морской вид динофлагеллят *Scaphodinium mirabile* Margalef, 1963 известен из Средиземного моря, берегов Мексики (AlgaeBase), в Чёрном море ранее был отмечен в водах побережья Турции, Болгарии, Крыма, в северо-западной части моря [16, 17, 22, 23]. В водах открытой СВЧМ впервые был зафиксирован в ноябре 2013 г. (4–28 кл. $\cdot$ л $^{-1}$), в дальнейшем периодически

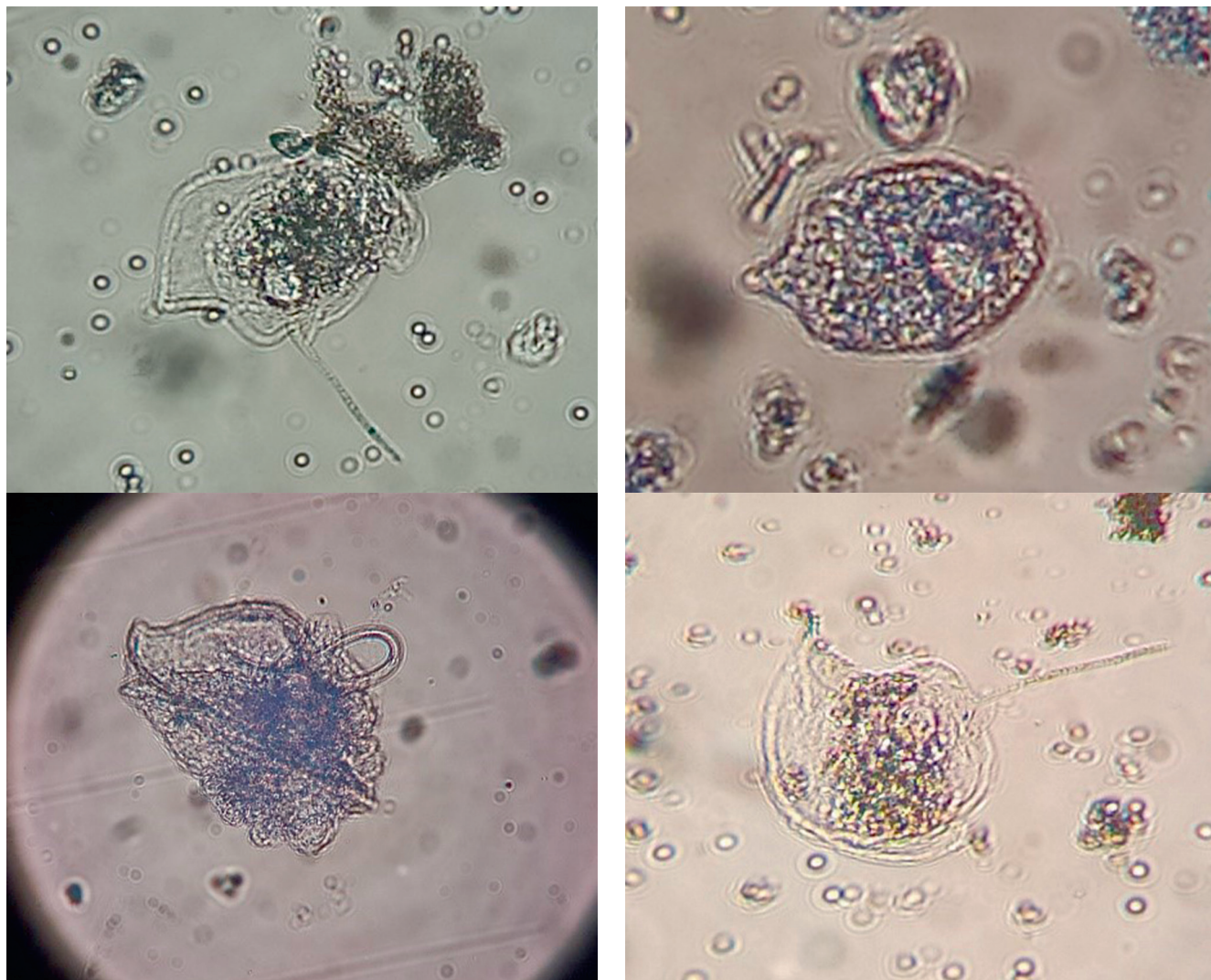


Рис. 2. *Spatulodinium pseudonostilica* (фото автора).

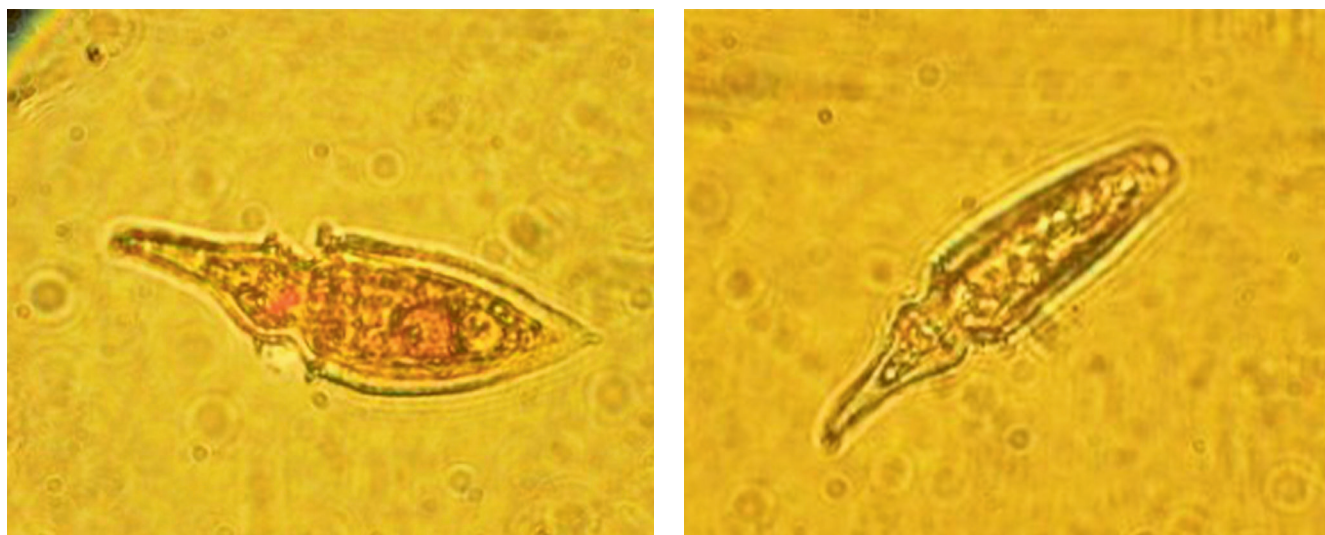


Рис. 3. *Oxyphysis oxytoxoides* (фото автора).

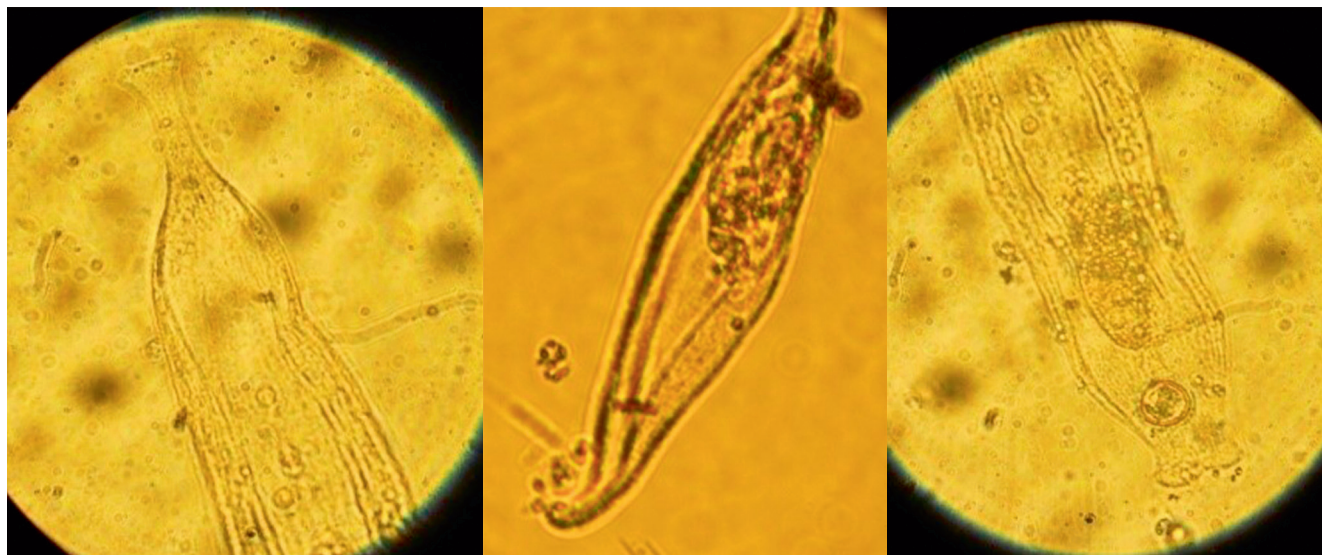


Рис. 4. *Scaphodinium mirabile* (фото автора).

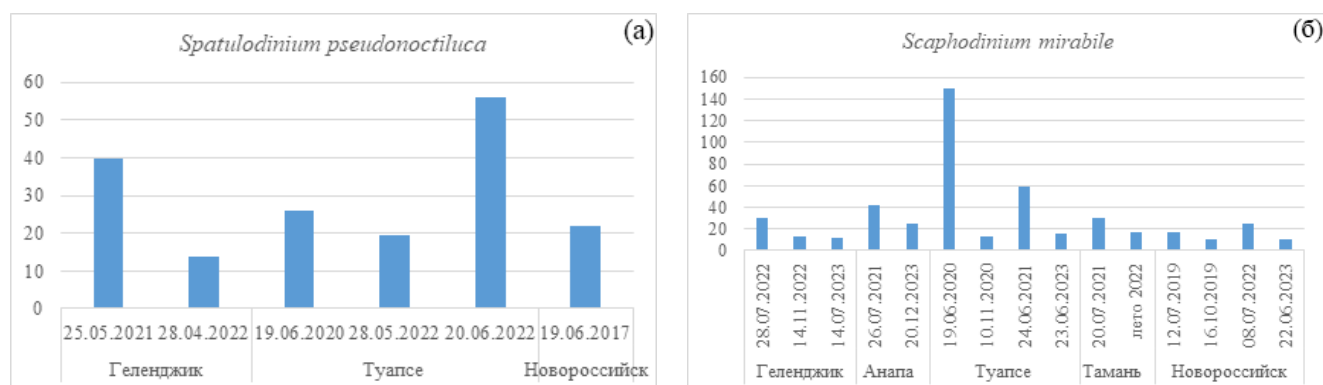


Рис. 5. Динамика численности (кл./л) новых видов динофлагеллят *Spatulodinium pseudonociluca* (a) и *Scaphodinium mirabile* (б) в акваториях исследуемых бухт СВЧМ.

встречался как в планктоне открытого шельфа, так и в акваториях исследуемых бухт. Максимальная численность вида ($150 \text{ кл.} \cdot \text{л}^{-1}$) была отмечена в районе Туапсе в июне 2020 г. (рис. 5).

Новый морской вид динофитовых *Actiniscus pentasterias* (Ehrenberg) Ehrenberg, 1844 в небольшом количестве ($6 \text{ кл.} \cdot \text{л}^{-1}$) встречался в районе Б. Утриша, на прибрежной мелководной станции в придонном горизонте моря в июне 2015 г. Вид известен из Средиземного моря, Балтийского моря, северных морей России, побережья Скандинавии, Калифорнии, Мексики, Индии (AlgaeBase).

Вселение и массовое развитие некоторых видов могут иметь непредсказуемые последствия для окружающей среды и здоровья человека [3, 6]. Современные исследования морского балласта показали, что применение различных

методов обработки либо смены балластных вод в открытом море не гарантирует 100%-й результат избавления от нежелательных вселенцев в морскую среду [24, 25]. Так как балластные воды до сих пор зачастую содержат инвазивные виды фитопланктона, можно предположить, что причиной интродукции новых видов динофитовых в пелагиаль СВЧМ могли быть балластные воды коммерческих судов. Нужно отметить, что некоторые из перечисленных видов, такие как *Actiniscus pentasterias*, были отмечены единично и не образовывали самовоспроизводящейся популяции. Вероятно, их развитие сдерживалось неблагоприятными условиями среды и конкурентными взаимоотношениями с аборигенными видами. Другие три вида динофлагеллят периодически встречаются в планктоне восточного побережья моря. Поэтому возможность акклиматизации новых видов фитопланктона

в северо-восточной части Чёрного моря ещё под вопросом и требует дальнейшего изучения.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Публикация подготовлена в рамках государственного задания ЮНЦРАН № 122011900153-9.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сеничева М. И. Новые и редкие для Черного моря виды диатомовых и динофитовых водорослей // Экология моря. 2002. Вып. 62. С. 25–29.
2. Vershinin A., Morton S. *Protoperidinium ponticum* sp. nov. (Dinophyceae) from the Northeastern Black Sea coast of Russia // Botanica Marina. 2005. V. 48. P. 244–247.
3. 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.
4. Матишов Г. Г., Селифонова Ж. П. Опыт контроля балластных вод коммерческих судов в порту Новороссийск // Вестник Южного научного центра. 2006. Т. 2. № 3. С. 62–66.
5. 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.
6. Alexandrov B. G. Problem of aquatic organisms transportation by ships and some approaches for risk assessment of the new invasions // Mar. Ecol. J. 2004. 3(1): 5–17.
7. Макаревич П. Р., Дружков Н. В. Методические рекомендации по анализу количественных и функциональных характеристик морских биоценозов северных морей. Ч. 1. Фитопланктон. Зоопланктон. Взвешенное органическое вещество. Апатиты, 1989. 50 с.
8. Dodge J. D. Marine Dinoflagellates of the British Isles. London: H. M. S. O., 1982. 301 p.
9. Identifying Marine Phytoplankton. C. Tomas (Ed.). San Diego, CA: Academic Press, 1997. 821 p.
10. Брянцева Ю. В., Лях А. М., Сергеева А. В. Расчет объемов и площадей поверхности одноклеточных водорослей Черного моря. Севастополь, 2005. 25 с. (Препринт / НАН Украины, Институт Биологии Южных морей).
11. Guiry M. D., Guiry G. M. AlgaeBase 2023. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>
12. Селина М. С., Морозова Т. В., Бегун А. А. Морфология динофлагеллят *Oxyphysis oxytoxoides* Kofoid и *Scrippsiella spinifera* Honsell et Cabrini (Dinophyta), новых для морских вод России // Бот. журн. 2009. Т. 94, № 4. С. 42–46.
13. Terenko L. M. Species composition and distribution of Dinophyta in the Black Sea // Algologia. 2007. 17(1): 53–69.
14. Moncheva S., Petrova-Karadjova V., Palasov A. Harmful algae blooms along the Bulgarian Black Sea coast and possible patterns of fish and zoobenthic mortalities / In: P. Lassus, G. Arzul, E. Denn and P. Gentien (Eds). Harmful Marine Algal Blooms. Lavoisier Publ. Inc., 1995. P. 193–198.
15. Konsulov A. Black Sea Biological diversity, Bulgaria. Black Sea Environmental Series, V. 5. New York: United Nations Publications, 1998. 131 p.
16. Gómez F., Boicenco L. An annotated checklist of dinoflagellates in the Black Sea // Hydrobiologia. 2004. 517: 43–59.
17. BSPC Editorial Board. Black Sea phytoplankton checklist. 2014. URL: <http://phyto.bss.ibss.org.ua> (date of application: April 19, 2014).
18. Stoyanova A. P. New representatives of Noctilucales in the Bulgarian Black Sea coastal water // Compt. Rend. de l'Acad. Bul. Des Sci. 1999. 52(9–10): 119–122.
19. Krakhmalnyy A. F., Panina Z. A., Krakhmalnyy M. A. Dinophyta / In: Algae of Ukraine: Diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography, Vol. 1. Cyanoprocaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta, Rhodophyta. P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo (Eds). Ruggell, Liechtenstein: A.R.A. Gantner Verlag K.-G., 2006. P. 470–532.
20. Krakhmalny A. F. Dinophyta of Ukraine (illustrated book for identification) / P.M. Tsarenko (Ed.). Kiev: Alterpress, 2011. 444 p.
21. Bryantseva Yu. V., Krakhmalny A. F., Velikova V., Sergeeva O. Dinoflagellates in the Sevastopol Coastal Zone (Black Sea, Crimea) // Int. J. Algae. 2016. 18(1): 21–32.
22. Krakhmalnyi A. F., Okolodkov Y. B., Bryantseva Yu. V., Sergeeva A. V., Velikova V. N., Derezyuk N. V., Terenko G. V., Kostenko A. G. Krakhmalnyi M. A. Revision of the dinoflagellate species composition of the Black Sea // Algology. 2018, 28 (4): 428–448.
23. Zotov A. B. Unification of calculation the volume of alga for phytoplankton of the Black Sea to the

- standards of the EU Marine Strate // *Algologia*. 2018. 28(2): 208–232.
24. Ясакова О. Н. Новые виды в составе фитопланктона северо-восточной части Черного моря // *Российский журнал биологических инвазий*. № 4. 2010. С. 90–97.
25. Ясакова О. Н., Зуйков О. Т., Окологков Ю. Б. Эффективность применения систем обработки балластных вод на судах, заходящих в порт Новороссийск, Чёрное море // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря*. 2023. № 4. С. 134–154.

DISCOVERY OF NEW SPECIES OF DINOFLAGELLATES IN THE PELAGIAL OF THE NORTHEASTERN PART OF THE BLACK SEA

Academician of the RAS G. G. Matishov, O. N. Yasakova[#]

Southern Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation

[#]*E-mail: yasak71@mail.ru*

In the waters of the northeastern part of the Black Sea, new species of dinoflagellates have been noted for this area: *Oxyhysis oxytoxoides*, *Spatulodinium pseudonociluca*, *Scaphodinium mirabile*, *Actiniscus pentasterias*. These species, previously indicated only for the waters of Bulgaria, Romania, Turkey, Georgia, Ukraine and Crimea, have been found in the pelagial of the northeastern part of the Black Sea in the last decade: in the area from Abkhazia to the Kerch Strait.

Keywords: northeastern part of the Black Sea, phytoplankton, dinoflagellates, new species