

Состояние сообщества фитопланктона в северо-восточной части Черного моря (2011–2020 гг.)

О. Н. Ясакова

Южный научный центр Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: yasak71@mail.ru

Аннотация

Представлены результаты исследования таксономического состава и количественного развития фитопланктона в районе Абхазии (Черное море) в весенне-осенний периоды 2011–2020 гг. Пробы воды отбирали с борта НИС «Денеб» ЮНЦ РАН на нескольких горизонтах, расположенных в верхнем слое моря, до 50 м. Обнаружено 109 видов фитопланктона из 10 классов, среди них 18 потенциально токсичных и вредоносных и два новых для восточного побережья Черного моря вида планктонных водорослей. Средние по акватории значения численности и биомассы составили 40.26 тыс. кл./л (от 8.8 тыс. кл./л осенью до 90 тыс. кл./л весной) и 74 мг/м³ (от 64 мг/м³ осенью до 78 мг/м³ летом). Наиболее высокие значения (79 тыс. кл./л и 113 мг/м³) отмечены в поверхностном слое моря (0–2 м), что в 1.5–18 раз выше, чем в других исследуемых слоях (10–50 м). Максимальное количество планктонных клеток (476 тыс. кл./л) наблюдали в верхнем слое моря в мае 2013 г., что было связано с интенсивным развитием примнезиевых водорослей (*Emiliania huxleyi*), которые в этот период формировали 95 % общей численности и 53 % биомассы. В целом основу численности и биомассы фитопланктона формировали диатомовые (30 и 31 % соответственно) и динофитовые водоросли (30 и 60 % соответственно). Весной и осенью повышалась роль криптофитовых водорослей (до 20 % общей численности).

Ключевые слова: фитопланктон, таксономический состав, численность, биомасса, район Абхазии, Черное море

Благодарности: публикация подготовлена в рамках государственного задания ЮНЦ РАН № 122011900153-9. Выражаю глубокую признательность директору ЮНЦ РАН С. В. Бердникову, научному руководителю ЮНЦ РАН академику Г. Г. Матишову за организацию работ; команде НИС «Денеб» и научной группе ЮНЦ РАН за помощь в отборе гидробиологического материала в исследуемой акватории моря.

Для цитирования: Ясакова О. Н. Состояние сообщества фитопланктона в северо-восточной части Черного моря (2011–2020 гг.) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2022. № 1. С. 82–103. doi:10.22449/2413-5577-2022-1-82-103

© Ясакова О. Н., 2022



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License

The Status of Plankton Algocenosis in the North-East Part of the Black Sea (2011–2020)

O. N. Yasakova

*Southern Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
e-mail: yasak71@mail.ru*

Abstract

The paper presents the research results of taxonomic composition and quantitative development of phytoplankton in the Abkhazian sector of the Black Sea in spring-and-autumn periods 2011–2020. Water was sampled onboard the R/V *Deneb* of SSC RAS on several horizons in the upper layer of the sea, up to 50 m. One hundred and nine (109) species of phytoplankton of 10 classes were found, among them 18 potentially toxic and harmful and 2 new for the eastern coast of the Black Sea species of planktonic algae. The average values of abundance and biomass in the water area were 40.26 thousand cells/L (from 8.8 thousand cells/L in autumn to 90 thousand cells/L in spring) and 74 mg/m³ (from 64 mg/m³ in autumn to 78 mg/m³ in summer). The highest values (79 thousand cells/L and 113 mg/m³) were observed on the sea surface (0–2 m), which was 1.5–18 times higher than on other studied horizons (10–50 m). The maximum abundance of plankton cells (476 thousand cells/L) was observed in the upper sea horizon in May 2013. This was associated with intense development of primnesian algae (*Emiliania huxleyi*), which formed 95 % of the total abundance and 53 % of the biomass during that period. The basis of the phytoplankton abundance and biomass generally was formed by diatomic (30 % and 31 %, respectively) and dinophytic algae (30 % and 60 %, respectively). In spring and autumn, the role of cryptophytic algae increased (up to 20 % of the total abundance).

Keywords: phytoplankton, taxonomic composition, abundance, biomass, Abkhazian sector, Black Sea

Acknowledgements: the paper is prepared under SSC RAS state assignment no. 122011900153-9. The author is most grateful to S. V. Berdnikov, Director of SSC RAS, and G. G. Matishov, Scientific Supervisor of SSC RAS, for organization of work, and to R/V *Deneb* crew and scientific group of SSC RAS for assistance with hydrobiological sampling in the studied water area.

For citation: Yasakova, O.N., 2022. The Status of Plankton Algocenosis in the North-East Part of the Black Sea (2011–2020). *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, (1), pp. 82–103. doi:10.22449/2413-5577-2022-1-82-103

Морские научные исследования в водах Республики Абхазия проводились до середины 1980-х гг. и были полностью прекращены в 1991 г. в связи с распадом СССР и военным конфликтом между Абхазией и Грузией. В июне 2010 г. в территориальных водах Республики Абхазия сотрудниками ЮНЦ РАН были возобновлены комплексные экосистемные исследования и сделана фоновая оценка современного экологического состояния абхазских вод. В составе фитопланктона идентифицирован 91 таксон (рангом ниже рода) микроводорослей из 8 отделов. Наибольшим видовым разнообразием отличались динофитовые и диатомовые водоросли – 49 и 17 видов

соответственно. Наибольшее количество видов было выявлено в родах *Chaetoceros*, *Protoperidinium*, *Prorocentrum*, *Gymnodinium*, *Dinophysis*, *Ceratium*. Основной вклад в формирование численности фитопланктона вносили мелкоклеточные зеленые и динофитовые водоросли [1, 2]. Максимальные значения численности и биомассы отмечены в приповерхностном слое моря (663.7 тыс. кл./л и 1.7 г/м³). Биомасса фитопланктона формировалась преимущественно за счет развития двух групп фитопланктона: динофитовых и диатомовых водорослей, что типично для летнего периода развития альгоценоза Черного моря [2]. В марте 2011 г. и в конце мая 2013 г. отмечали «цветение» кокколитофорид ($2 \cdot 10^6 - 4.4 \cdot 10^6$ кл./л) в Абхазском секторе Черного моря [3, 4].

В июне – сентябре 2016–2017 гг. в фитопланктоне Сухумского залива было обнаружено 55 таксонов: Bacillariophyta (21), Dinophyta (28), а также Cyanophyta, Cryptophyta, Euglenophyta, Chrysophyta. Средние значения численности фитопланктона за исследуемый период составили 234.0 ± 67.9 тыс. кл./л, биомассы – 471.0 ± 141.2 мг/м³. Максимальная численность (582 тыс. кл./л) наблюдалась в июле, максимальная биомасса (658–1120 мг/м³) – в августе. Летом (июнь – июль) повышалось значение кокколитофориды *Emiliania huxleyi* (80–96 % от общей численности фитопланктона). Диатомовые водоросли доминировали в конце лета – начале осени (82–94 % от общего обилия фитопланктона). В августе наблюдали обилие *Dactyliosolen fragilissimu*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*, *Talassiosira* sp., *Skeletonema costatum* и в сентябре – *Cylindrotheca closterium*. Доля динофлагеллят в общей биомассе фитопланктона в июне – июле варьировала от 65 до 48 % (300–130 мг/м³). Массовыми были *Prorocentrum micans*, *Scrippsiella trochoidea*, *Dinophysis rotundata*, виды родов *Protoperidinium*, *Gyrodinium*, *Glenodinium*, *Gymnodinium*. Среди динофитовых водорослей зарегистрирован редкий для Черного моря вид *Peridinium quinquecorne*. В ходе исследования 2–8 % от общего обилия фитопланктона было сформировано эвгленовыми водорослями (родов *Eutreptia*, *Euglena*) и цианобактериями (*Oscillatoria*, *Lyngbya*). Присутствие этих видов указывает на более высокий уровень питательных веществ, загрязнение и опреснение морской акватории [5]. В составе фитопланктона устьевых участков рек побережья Абхазии было выявлено 84 таксона рангом ниже рода, среди них диатомовых – 44, зеленых – 17, эвгленовых – 10, других – 13 [6].

Таким образом, ранее проведенные в районе Абхазии исследования фитопланктона носили эпизодический характер и не отражали особенностей сезонных изменений обилия планктонных водорослей за многолетний период. Поэтому цель нашей работы – проследить основные изменения, происходящие в таксономической структуре, величинах численности и биомассы планктонных альгоценозов в основной вегетационный период (весна – осень) в 2011–2020 гг.

Характеристика района исследования

Гидрофизические условия в районе Абхазии были изучены в 2011–2013 гг. [3, 4]. Анализ многолетних данных, полученных в районе исследования показал, что среднемесячная температура воды на поверхности моря в течение года меняется от 8.7 °С в феврале до 25.7 °С в августе. Годовой диапазон среднемесячных значений солености в прибрежных районах моря не столь велик: средние значения были отмечены в июне – июле (16.63–16.68 ‰), наибольшие значения солености наблюдали с августа по январь (17.35–17.74 ‰), с февраля по май в связи с увеличением объема территориального стока значения солености сокращались (с 17.07 до 16.08 ‰).

Материал и методы

Исследования были выполнены в открытой части Черного моря в районе Абхазии в рейсах НИС «Денеб» ЮНЦ РАН в разные сезоны 2011–2020 гг. Изучение вертикальной структуры фитопланктона проводили на горизонтах 0, 5, 10, 25 и 50 м либо на 3–5 горизонтах: поверхность, ½ слоя воды до термоклина; в начале, непосредственно в слое и в конце термоклина. Всего было отобрано и обработано 247 проб. Пробы фитопланктона отбирали в светлое время суток в бутылки объемом 1–1.5 л, фиксировали раствором Люголя. С целью сохранения кокколитофорид дубликат проб фиксировали формалином до конечной концентрации 1–2 %. Для концентрирования проб применяли осадочный метод^{1,2)}. Количественный учет организмов фитопланктона производили с помощью микроскопов МИКМЕД-2 и МИКМЕД-5 в камерах объемом 0.05 и 0.1 мл с помощью объективов 10×/0.30 и 40×/0.65 не менее чем в трех повторностях. Для определения редких и крупных форм фитопланктона просматривали часть концентрата (1/5–1/10). Минимальный размер учитываемых клеток – 3–5 мкм. При идентификации видов использовали руководства [7, 8]. Сырую биомассу водорослей оценивали объемным методом, исходя из размеров и форм клеток по наиболее сходному геометрическому подобию, считая удельный вес водорослей равным единице, используя оригинальные и литературные данные измерений объема клеток для каждого вида [9].

Для оценки сходства таксономического состава³⁾ микроводорослевых сообществ исследуемых акваторий Черного моря использовали коэффициент Сёренсена – Чекановского (Дайса) (C_s) [10]:

$$C_s = (2C / (A+B)) \cdot 100 \%,$$

где A , B – общее число видов, зарегистрированных в сравниваемых пробах; C – количество форм, общих для двух сравниваемых проб.

¹⁾ 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 : КНЦ РАН, ММБИ, 1989. 50 с.

²⁾ Фёдоров В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М. : МГУ, 1979. С. 106–108.

³⁾ Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. Л. : ЛГУ, 1984. 288 с.

Результаты исследований

Таксономический состав

В период с 2011 по 2020 г. в составе фитопланктона исследованного района Абхазии было обнаружено 109 видов водорослей и несколько не идентифицированных до вида таксономических форм, относящихся к классам Bacillariophyceae (диатомовые), Dinophyceae (динофитовые), Prymnesiophyceae (примнезивые), Cyanophyceae (сине-зеленые), Dictyochophyceae (диктиоховые) и Ebridiphyceae (эбридиевые), Cryptophyceae (криптофитовые), Euglenophyceae (эвгленовые), Prasinophyceae (празинофитовые) и Chlorophyceae (зеленые) (приложение, табл. А.1). Наибольшим видовым разнообразием отличались динофитовые (71 вид) и диатомовые водоросли (27 видов). Другие классы насчитывали от 1 до 3 видов. Ранее (весенне-осенние периоды 2005–2011 гг.) проведенные исследования показали, что таксономический состав фитопланктона в открытой северо-восточной части Черного моря (СВЧМ) – от Керченского пролива до Абхазии – включает значительное количество видов динофитовых (78), в то время как разнообразие диатомовых водорослей (37) значительно им уступает [11]. Показатель общности видового состава (C_s) в районе Абхазии и российской открытой СВЧМ составил 86 %. Наибольшее количество видов (62–71) в районе Абхазии обнаружено в весенне-летние сезоны (май – июль) 2011–2013 гг., что обусловлено высоким разнообразием в составе альгоценоза тепловодных видов динофитовых водорослей (43–58). В другое время общее число видов фитопланктона было несколько ниже (42–50).

Солоноватоводные представители сине-зеленых (родов *Oscillatoria*, *Planktolyngbya*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*) и эвгленовых водорослей (*Eutreptia lanowii*, *Euglena viridis* и *Euglena* sp.), типичные для опресненных и эвтрофных водоемов, не были широко распространены и предпочитали верхние слои моря (0–15 м). Немногочисленные представители диктиоховых (*Dictyocha speculum*, *Octactis octonaria*) и эбридиевых (*Hermesinum adriaticum*) обычно обнаруживались в нижних исследуемых слоях (30–50 м). В районе исследований было выявлено 14 потенциально токсичных и вредоносных видов планктонных динофитовых водорослей родов *Ceratium*, *Prorocentrum*, *Dinophysis*, *Lingulodinium*, *Polykrikos*, *Protoceratium*, *Protoperidinium*; 2 вида диатомовых рода *Pseudonitzschia*; 2 вида сине-зеленых родов *Planktolyngbya*, *Aphanizomenon*, которые вследствие небольшой численности не могли оказать существенного негативного воздействия на морскую флору и фауну (приложение, табл. А.1).

В сентябре 2014 г. в исследуемом районе моря в небольшом количестве (в среднем 23 кл./л) встречался новый для восточной части Черного моря вид динофитовых водорослей – *Oxyphysis oxytoxoides* Kofoid. В своей обзорной статье по динофитовым водорослям Черного моря Л. М. Теренько указывает его как экзотический вид, известный только в водах болгарского побережья, где он, однако, зачастую становился причиной «цветения» воды [12, 13]. В мае 2013 г. был обнаружен (со средней численностью 8 кл./л) еще один новый для исследуемого района моря вид *Spatulodinium pseudonoctiluca* (Pouchet) J.Cachon & M.Cachon.

Количественные величины развития и их вертикальное распределение

Средние за весь исследуемый период значения численности и биомассы составили 40.26 тыс. кл./л и 74 мг/м³ соответственно. Значения численности были близки к среднеголетним показателям (54 тыс. кл./л), отмеченным в открытой СВЧМ в слое 0–50 м в весенне-осенние периоды 2007–2011 гг.; а значения биомассы существенно (в четыре раза) им уступали (280 мг/м³) [11]. Наиболее высокие значения численности и биомассы в районе Абхазии (79 тыс. кл./л и 113 мг/м³) были отмечены на поверхности моря (0–2 м). В слое 10–20 м эти значения были в 1.4–2.3 раза ниже (35 тыс. кл./л и 81 мг/м³), а в слое 25–30 м (19 тыс. кл./л и 48 мг/м³) – в 2.3–4 раза ниже (рис. 1 и 2). В нижнем исследуемом слое моря (40–50 м) значения обилия фитопланктона (4.5 тыс. кл./л и 28 мг/м³) соответственно в 4–18 раз уступали поверхностным значениям.

Максимальное обилие планктонных клеток (476 тыс. кл./л) наблюдали в верхнем слое моря в мае 2013 г. Высокие значения численности (51 и 104 тыс. кл./л) на поверхности моря отмечали также в летние периоды 2011 и 2012 гг. Все пики численности были обусловлены интенсивным развитием примезиевых водорослей (*Emiliania huxleyi*), которые в этот период формировали до 95 % общей численности и 53 % биомассы фитопланктона⁴⁾. По сведениям исследователей ИО РАН, этот вид был причиной «цветения» воды в районе Абхазии на поверхности моря весной 2011 и 2013 гг. [3, 4]. В другие сезоны значения численности на поверхности моря не превышали 26 тыс. кл./л. В слое 10–20 м было отмечено два пика плотности клеток (87 и 112 тыс. кл./л) в июле 2012 г. и в мае 2013 г. В слое 25–30 м обнаружен один пик обилия (68 тыс. кл./л) в мае 2013 г.

Высокие значения биомассы (120–216 мг/м³) на поверхности моря отмечали в мае, июле 2011–2013 гг., в октябре 2011 г. и сентябре 2014 г.; в другое время эти значения в верхнем слое моря изменялись в диапазоне 45–92 мг/м³. Максимальные значения биомассы (140 мг/м³) в слое 10–20 м наблюдали в июле 2012 г., в течение остального исследуемого периода они составляли 32–93 мг/м³. В слое 25–30 м значения биомассы изменялись от 33 мг/м³ (июль 2011 г.) до 72 мг/м³ (апрель 2012 г.).

Сезонная динамика доминирующих классов и видов водорослей

В целом наиболее высокие общие значения численности фитопланктона в исследуемом столбе воды (поверхность – 50 м) были зарегистрированы в весенний период (90 тыс. кл./л). Летом общая численность снизилась более чем в два раза (39 тыс. кл./л), осенью – была минимальной (8.8 тыс. кл./л) и на порядок уступала весенним значениям. В то же время значения биомассы всего сообщества планктонных микроводорослей в исследуемом слое моря мало изменялись в зависимости от сезона: 66 мг/м³ весной и 64 мг/м³ – осенью, при этом некоторое увеличение биомассы наблюдали в летний период (78 мг/м³).

⁴⁾ Ясакова О. Н. Развитие фитопланктона в акватории Черного моря, район Абхазии в весенне-осенний период 2012 года // Материалы конференции «Современные методы и средства океанологических исследований» (МСОИ-2015), г. Москва, 19-21 мая 2015 г. 2015. Т. 2. С. 362–365.

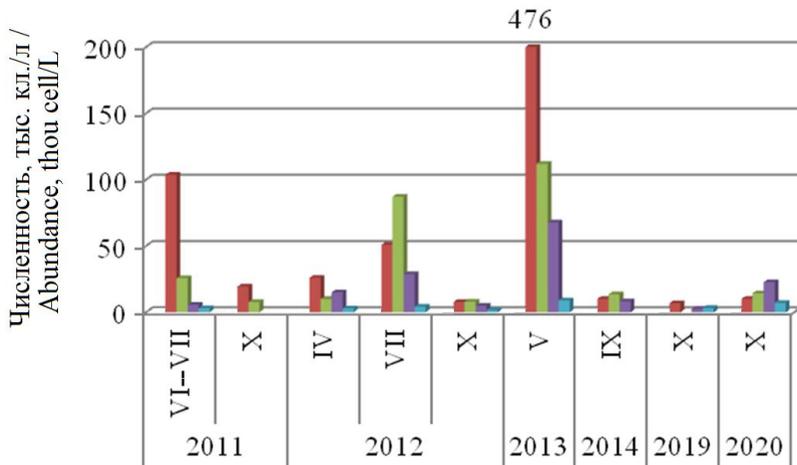


Рис. 1. Вертикальное распределение значений общей численности фитопланктона в слоях 0–2 м (красный цвет), 10–20 м (зеленый цвет), 25–30 м (фиолетовый цвет), 40–50 м (синий цвет) в районе Абхазии в разные сезоны 2011–2020 гг.

Fig. 1. Vertical distribution of the total phytoplankton abundance in layers 0–2 m (red), 10–20 m (green); 25–30 m (purple), 40–50 m (blue) in the Abkhazian sector of the Black Sea in different seasons of 2011–2020

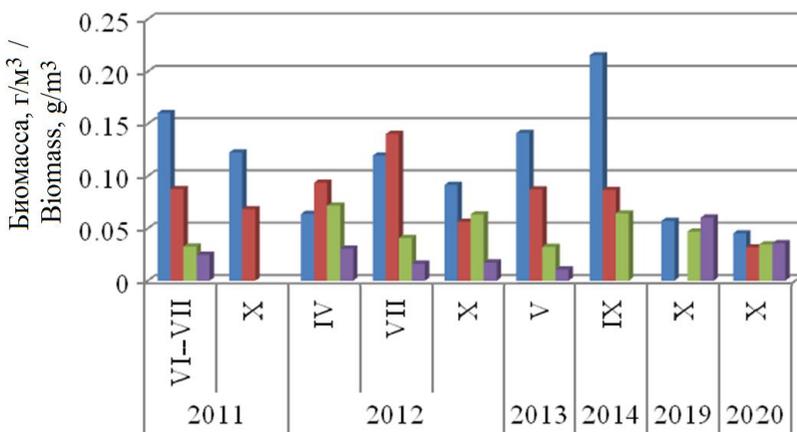


Рис. 2. Вертикальное распределение значений общей биомассы фитопланктона в слоях 0–2 м (синий цвет), 10–20 м (красный цвет), 25–30 м (зеленый цвет), 40–50 м (фиолетовый цвет) в районе Абхазии в разные сезоны 2011–2020 гг.

Fig. 2. Vertical distribution of the total phytoplankton biomass in layers 0–2 m (blue), 10–20 m (red), 25–30 m (green), 40–50 m (purple) in the Abkhazian sector of the Black Sea in different seasons of 2011–2020

Как указывалось выше, примнезиевые водоросли были одним из доминирующих компонентов планктона: они формировали от 36–68 % численности в июле 2011 и 2012 гг., 35–45 % – в октябре 2019 и 2020 гг., до 95 % численности в мае 2013 г.

Криптофитовые водоросли значительную часть численности (от 4 до 20 %) составляли в 2011, 2012 и 2014 гг. с максимальной долей (17–20 %), наблюдавшейся в апреле 2012 г. и сентябре 2014 г.

Диатомовые водоросли в среднем за период исследования формировали 30 % (от 1 до 55 %) общей численности и 31 % (от 5 до 77 %) биомассы. Их максимальную долю в значениях численности (55 %) наблюдали в апреле 2012 г.; в значениях биомассы (58–77 %) – в осенний период 2014 и 2019 гг. В значительном количестве среди них встречались некрупные виды водорослей родов *Chaetoceros*, *Pseudonitzschia*, а также *Dactyliosolen fragilissimus*, *Nitzschia tenuirostris*, *Thalassionema nitzschioides* и др. (приложение, табл. А.2). Основу биомассы диатомовых, как правило, формировал крупноклеточный вид *Pseudosolenia calcar-avis*, иногда повышалась роль *Proboscia alata*, *Chaetoceros affinis*, *Ch. curvisetus* и *Thalassionema nitzschioides*.

Динофитовые водоросли также формировали в среднем 30 % общей численности (от 3 до 59 %), при этом на их долю приходилась основная компонента биомассы фитопланктона – в среднем 60 % (от 22 до 84 %). Высокую долю (50–59 %) динофитовых в значениях численности отмечали в осенний период 2012 и 2014 гг. В значениях биомассы (76–84 %) их роль возрастала в весенне-летние периоды 2011, 2012 гг. и в осенние периоды 2014 и 2020 гг. Доминирующими по численности были мелкие виды водорослей родов *Prorocentrum*, *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, а также *Heterocapsa rotundata*, *Katodinium glaucum*, *Torodinium robustum*. Основу биомассы чаще всего формировали крупноклеточные представители родов *Ceratium*, *Protoperidinium*, *Dinophysis*, а также *Polykrikos cofoidi*, *Gyrodinium spirale*, *Protoceratium reticulatum*, *Diplopsalis lenticula* и некоторые другие.

Надо отметить, что если в верхних слоях (0–20 м) наблюдали обилие примнезиевых водорослей, то в более глубоких слоях моря (30–50 м) повышалась роль динофитовых водорослей, вероятно вследствие их возможного перехода на гетеротрофный и миксотрофный типы питания.

Основу численности фитопланктона в открытой СВЧМ в весенне-осенние периоды 2007–2011 гг. также формировали диатомовые (40 %), примнезиевые (34 %) и динофитовые (23 %) водоросли. Наибольший вклад в биомассу фитопланктона вносили диатомовые (55 %) и динофитовые (42 %) водоросли. Руководящими видами по численности среди диатомовых были *Nitzschia tenuirostris*, *Thalassionema nitzschioides*, *Proboscia alata*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Skeletonema costatum*, виды родов *Chaetoceros* и *Pseudo-nitzschia*; среди динофитовых – *Prorocentrum cordatum*, *Scrippsiella trochoidea*, представители родов *Gymnodinium* и *Gyrodinium* [11]. Основную компоненту биомассы формировали многочисленные средне- и крупноклеточные виды диатомовых – *Proboscia alata*, *Pseudosolenia calcar-avis* и динофитовых водорослей родов *Ceratium*, *Protoperidinium*, *Scrippsiella* и *Prorocentrum*. В теплый период года (июнь – июль) в диапазоне температур от 20 до 24 °С также наблюдали увеличение доли *Emiliania huxleyi* (до 67 % обилия фитопланктона), вид предпочитал верхний (до 20 м) слой моря.

Выводы

В весенне-осенние периоды 2011–2020 гг. в районе Абхазии было обнаружено 109 видов фитопланктона из 10 классов, среди них 18 потенциально токсичных и вредоносных, и 2 новых для восточного побережья Черного моря вида планктонных водорослей. Видовое разнообразие несколько уступало видовому разнообразию, отмеченному в российском секторе открытой СВЧМ в 2005–2011 гг. (136 видов), однако показатель общности видового состава (коэффициент Сёренсена – Чекановского (Дайса), Cs) в сравниваемых районах был довольно высоким – 86 %.

Средние по акватории значения численности составили 40.26 тыс. кл./л и были близки к среднемноголетним показателям (54 тыс. кл./л), отмеченным в открытой СВЧМ в слое 0–50 м в весенне-осенние периоды 2007–2011 гг. Средние значения биомассы (74 мг/м^3) значительно (в четыре раза) уступали среднемноголетним значениям (280 мг/м^3).

В сезонной динамике пик численности фитопланктона (90 тыс. кл./л) в исследуемом слое моря (поверхность – 50 м) был зарегистрирован в весенний период; летом и осенью эти значения уменьшались в 2–10 раз. Значения биомассы мало изменялись в зависимости от сезона: 66 мг/м^3 – весной, 64 мг/м^3 – осенью и 78 мг/м^3 – летом.

Наиболее высокие значения (79 тыс. кл./л и 113 мг/м^3) отмечены в поверхностном слое моря (0–2 м), что в 1.5–18 раз выше, чем в других исследуемых слоях (10–50 м). Максимальное количество планктонных клеток (476 тыс. кл./л) наблюдали в верхнем слое моря в мае 2013 г., что было связано с интенсивным развитием примнезиевых водорослей (*Emiliania huxleyi*), которые в этот период формировали 95 % общей численности и 53 % биомассы. Повышение доли примнезиевых в теплый период года в целом регистрируют на всей открытой акватории СВЧМ.

Максимальное значение биомассы (216 мг/м^3) на поверхности моря отмечали в сентябре 2014 г. На 77 % она была образована крупноклеточным видом диатомовых водорослей *Pseudosolenia calcar-avis*, являющимся одним из доминирующих видов фитопланктона Черного моря.

В период исследований диатомовые и динофитовые водоросли в районе Абхазии так же, как и в российской открытой СВЧМ, формировали основу численности (в сумме 60 %) и биомассы фитопланктона (91 %). В апреле 2012 г. и сентябре 2014 г. значительную часть (17–20 %) общей численности составляли криптофитовые водоросли.

Таким образом, представленные материалы существенно дополняют опубликованные ранее результаты исследований фитопланктона Абхазского сектора Черного моря. Приведены новые данные о сезонной динамике видового разнообразия, количественного развития и горизонтального распределения планктонных водорослей в исследуемом районе моря.

Таблица А.1. Таксономический состав фитопланктона Черного моря в районе Абхазии в 2011–2020 гг.

Table A.1. Taxonomic composition of phytoplankton in the Abkhazian sector of the Black Sea in 2011–2020

Таксоны водорослей / Algae taxa	Год и месяц исследования / Year and month of the study									
	2011		2012			2013	2014	2019	2020	
	VI–VII	X	IV	VII	X	V	IX	X	X	
<i>BACILLARIOPHYCEAE:</i>										
<i>Serataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Chaetoceros anastomosans</i> Grun	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+
<i>Chaetoceros diversus</i> Cleve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Chaetoceros insignis</i> Proshkina-Lavrenko	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Chaetoceros scabrosus</i> Proshkina-Lavrenko	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+
<i>Chaetoceros tortissimus</i> Gran	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Chaetoceros</i> spp.	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus granii</i> Gough	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus</i> sp.	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-
<i>Cyclotella</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+

Таксоны водорослей / Algae taxa	Год и месяц исследования / Year and month of the study									
	2011		2012		2013	2014	2019	2020		
	VI-VII	X	IV	VII	X	IX	X	X		
<i>Ditylum brightwellii</i> (T. West) Grunow	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gyrosigma</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs in Pritchard	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Nitzschia tenuirostris</i> Mer.	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
<i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grunow	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Planktoniella sol</i> (Wallich) Schutt	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-
<i>Pleurosigma elongatum</i> Smith	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i> (Hasle) Hasle (complex)**	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> (Cleve) H.Peragallo (complex)**	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundstrom	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
<i>Thalassiosira</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-
DINOPHYCEAE:										
<i>Akashiwo sanguinea</i> (Hirasaka) Hansen et Moestrup**	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Alexandrium</i> sp.**	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-

Таксоны водорослей / Algae taxa	Год и месяц исследования / Year and month of the study									
	2011		2012			2013	2014	2019	2020	
	VI-VII	X	IV	VII	X	V	IX	X	X	
<i>Amphidinium amphidinooides</i> (Geitler) Schiller	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Amphidinium crassum</i> Lohmann	-	-	-	-	-	+	-	+	-	
<i>Amphidinium longum</i> Lohmann	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
<i>Amphidinium sphenoides</i> Wulff	-	-	-	-	-	-	-	+	+	
<i>Amphidinium</i> sp.	+	+	-	-	-	+	+	-	-	
<i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Claparède & Lachmann	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Ceratium fuscus</i> (Ehrenberg) Dujardin**	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Ceratium tripos</i> (O.F.Müller) Nitzsch**	+	+	+	+	+	+	+	-	+	
<i>Cochlodinium archimedes</i> (Pouchet) Lemmermann	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>Cochlodinium citron</i> Kofoed & Swezy	+	+	+	+	-	+	-	+	+	
<i>Cochlodinium</i> sp.	+	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Dinophysis acuminata</i> Clap. et Lachm.**	+	-	+	+	+	+	-	+	-	
<i>Dinophysis acuta</i> Ehrenberg**	+	+	-	+	+	+	+	+	+	
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent**	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Dinophysis fortii</i> Pavillard	+	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Dinophysis hastata</i> Stein	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Dinophysis odiosa</i> (Pavillard) Tai & Skogsberg	+	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Dinophysis rotundata</i> Claparède & Lachmann	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Dinophysis pulchella</i> (Lebour) Balech	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
<i>Dinophysis sacculus</i> Stein	+	+	-	-	-	+	+	-	-	

Таксоны водорослей / Algae taxa	Год и месяц исследования / Year and month of the study									
	2011		2012			2013	2014	2019	2020	
	VI-VII	X	IV	VII	X	V	IX	X	X	
<i>Dinophysis</i> sp.	+	+	-	-	+	+	-	-	-	
<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Diplopsalis</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Dissodinium pseudolumula</i> Swift ex Elbrächter & Drebes	-	-	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Ensculifera carinata</i> Matsuoka, Kobayashi & Gains	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Glenodinium</i> sp.	+	-	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Gymnodinium agile</i> Kofoid et Swezy, 1921	-	+	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Gymnodinium aglifforme</i> J.Schiller, 1928	-	+	-	+	+	+	+	-	-	
<i>Gymnodinium blax</i> Harris.	+	-	-	+	-	+	+	-	+	
<i>Gymnodinium nana</i> Schiller	+	+	-	+	+	+	-	-	-	
<i>Gymnodinium simplex</i> (Lohm.) Kofoid et Swezy	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
<i>Gymnodinium wulffii</i> Schill.	+	+	+	+	+	+	+	-	+	
<i>Gymnodinium</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Gyrodinium flagellare</i> Schiller	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid & Swezy	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
<i>Gyrodinium spirale</i> (Bergh) Kofoid et Swezy	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Gyrodinium</i> sp.	+	+	-	+	+	+	-	+	-	
<i>Gonyaulax digitalis</i> (Pouchet) Kofoid	+	+	-	+	+	+	-	+	-	
<i>Gonyaulax polygramma</i> Stein	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
<i>Gonyaulax spinifera</i> (Clap.et Lachm.) Diesing	+	-	+	+	+	+	+	+	-	

Продолжение таблицы / Continued

Таксоны водорослей / Algae taxa	Год и месяц исследования / Year and month of the study													
	2011		2012		2013	2014	2019	2020						
	VI-VII	X	IV	VII	X	V	IX	X	X	X				
<i>Gonyaulax verior</i> Sourmia	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Gonyaulax</i> sp.	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+
<i>Heterocapsa rotundata</i> (Lohmann) G.Hansen	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Heterocapsa</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenberg) Stein	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-
<i>Katodinium glaucum</i> (Lebour) Loeblich	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Lessardia elongata</i> Saldaniaga & Taylor	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Lingulodinium polyedrum</i> (Stein) Dodge**	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Mesoporos perforatus</i> (Gran) Lillick	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Oblea rotunda</i> (Lebour) Balech ex Sourmia	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i> Kofoid*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oxytoxum variabile</i> Schill.	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Pronoctilica pelagica</i> Fabre-Domergue	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé ex Dodge	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Prorocentrum cordatum</i> (Ostenfeld) Dodge**	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg**	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) Schiller	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Prorocentrum</i> sp.	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Protoperidinium bipes</i> (Paulsen) Balech (= <i>Peridinium minusculum</i> Pav.)	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-

Таксоны водорослей / Algae taxa	Год и месяц исследования / Year and month of the study									
	2011		2012		2013	2014	2019	2020		
	VI-VII	X	IV	VII	X	IX	X	X		
<i>Protoperidinium brevipes</i> (Paulsen) Balech	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+
<i>Protoperidinium conicum</i> (Gran) Balech	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
<i>Protoperidinium crassipes</i> (Kofoid) Balech**	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Protoperidinium depressum</i> (Bailey) Balech	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+
<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Protoperidinium globulus</i> (Stein) Balech	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Protoperidinium granii</i> (Ostenfeld) Balech	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Protoperidinium knipowitschii</i> (Usachev) Balech	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-
<i>Protoperidinium oblongum</i> (Auriv.) Parke et Dodge	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Protoperidinium pallidum</i> (Ostenfeld) Balech	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+
<i>Protoperidinium pellucidum</i> Bergh	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+
<i>Protoperidinium sinaticum</i> (Matzenauer) Balech	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoperidinium steinii</i> (Jørgensen) Balech	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Protoperidinium thorianum</i> (Paulsen) Balech	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoperidinium</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Polykrikos kofoidii</i> Chatton**	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Protoceratium reticulatum</i> (Clap. et Lachm.) Butschli**	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Protoceratium areolatum</i> Kofoid**	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pyrocystis lunula</i> (Schütt) Schütt (= <i>Gymnodinium lunula</i> Schütt)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы / Continued

Таксоны водорослей / Algae taxa	Год и месяц исследования / Year and month of the study									
	2011		2012		2013	2014	2019	2020		
	VI-VII	X	IV	VII	X	IX	X	X		
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Balech ex Loeblich	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
<i>Spatulodinium pseudonostolucica</i> (Pouchet) J.Cachon & M.Cachon*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Torodinium robustum</i> Kofoed & Swezy	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Spora dinophyta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRYMNESIOPHYCEAE:										
<i>Emiliania huxleyi</i> (Lohmann) Hay et Mohler	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+
<i>Isochrysis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
DICTYOCOPHYCEAE:										
<i>Dityocha speculum</i> Ehrenberg	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Octactis octonaria</i> (Ehrenberg) Hovasse	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+
EBRIAPHYCEAE:										
<i>Hermesinium adriaticum</i> Zacharias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
CYANOPHYCEAE:										
<i>Anabaena</i> sp.	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Aphanizomenon elenkinii</i> Kisselev**	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) Komarková-Legnerová & Cronberg**	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+

Таксоны водорослей / Algae taxa	Год и месяц исследования / Year and month of the study									
	2011		2012		2013	2014	2019	2020		
	VI-VII	X	IV	VII	X	V	IX	X	X	X
CRYPTOPHYCEAE: <i>Plagioselmis prolonga</i> Butcher ex Novarino	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
EUGLENOPHYCEAE: <i>Euglena</i> sp.	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Eutreptia lanowii</i> Steuer	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
PRASINOPHYCEAE: <i>Pterosperma undulatum</i> Ostensfeld	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
CHLOROPHYCEAE: <i>Scenedesmus</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-

* Новый для восточной части Черного моря вид / New for the eastern part of the Black Sea species.

** Потенциально токсичный или вредоносный вид / Potentially toxic or harmful species.

Примечание: Названия видов даны в соответствии с международной классификацией *Algaebase* (URL: <https://www.algaebase.org/search/species>) и *WORMS* (URL: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=search>).

Note: Species names are given according to global classification *Algaebase* (Available at: <https://www.algaebase.org/search/species>) and *WORMS* (Available at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=search>).

Таблица А.2. Доминирующие классы и виды водорослей в районе Абхазии в разные сезоны 2011–2020 гг.
 Table A.2. Dominant taxa of phytoplankton in the Abkhazian sector of the Black Sea in different seasons of 2011–2020

Год и месяц исследования / Year and month of the study	Доминирующие по численности / Dominant in abundance	Доминирующие по биомассе / Dominant in biomass
VI–VII	Криптофитовые, 6 %: <i>Plagioselmis prolonga</i> Примнезневые, 36 %: <i>Emiliania huxleyi</i> Диадомовые, 39 %: <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Thalassionema nit-schitoides</i> Динофитовые, 17 %: <i>Gyrodinium fusiforme</i> , виды рода <i>Gymnodinium</i> , <i>Prorocentrum cordatum</i> , <i>Scrippsiella trochoidea</i>	Диадомовые, 22 %: <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> Динофитовые, 76 %: <i>Ceratium tripos</i> , <i>C. furca</i> , <i>Diplopsalis lenticula</i> , <i>Ensiculifera carinata</i> , <i>Protoperidinium divergens</i> , <i>P. crassipes</i> , <i>P. steinii</i> , <i>Scrippsiella trochoidea</i> .
2011	Криптофитовые, 9 %: <i>Plagioselmis prolonga</i> Диадомовые, 47 %: <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Ch. compressum</i> , <i>Dactylosolen fragilissimus</i> , <i>Pseudonitzschia pseudodelicatissima</i> , <i>Thalassionema nit-schitoides</i> , <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> Динофитовые, 42 %: виды рода <i>Gymnodinium</i> , <i>Prorocentrum cordatum</i> , <i>P. micans</i> , <i>Katodinium glaucum</i> , <i>Torodinium robustum</i>	Диадомовые, 34 %: <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> Динофитовые, 65 %: виды рода <i>Ceratium</i> , <i>Dinophysis caudata</i> , <i>D. rotundata</i> , <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Protoperidinium divergens</i> , <i>P. crassipes</i> , <i>P. steinii</i> , <i>Protoceratium reitculatum</i>
2012	Криптофитовые, 17 %: <i>Plagioselmis prolonga</i> Диадомовые, 55 %: <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>C. insignis</i> , <i>C. curvisetus</i> , <i>Chaetoceros</i> sp., <i>Nitzschia tenuirostris</i> , <i>Pseudonitzschia pseudodelicatissima</i> и <i>Proboscia alata</i> Динофитовые, 26 %: <i>Prorocentrum cordatum</i> , <i>Katodinium glaucum</i> , <i>Scrippsiella trochoidea</i> , виды родов <i>Gymnodinium</i> и <i>Gyrodinium</i>	Диадомовые, 22 %: <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> и <i>Proboscia alata</i> , виды родов <i>Chaetoceros</i> и <i>Coscinodiscus</i> Динофитовые, 77 %: <i>Ceratium tripos</i> , <i>C. fusus</i> , <i>C. furca</i> , <i>Diplopsalis lenticula</i> , <i>Protoperidinium crassipes</i> и <i>P. depressum</i>

Год и месяц исследования / Year and month of the study	Доминирующие по численности / Dominant in abundance	Доминирующие по биомассе / Dominant in biomass
VII	<p>Примнезевые, 68 %: <i>Emiliana huxleyi</i></p> <p>Диатомовые, 5 %: <i>Pseudonitzschia pseudodelicatissima</i>, <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> и <i>Nitzschia tenuirostris</i></p> <p>Динофитовые, 21 %: <i>Gymnodinium simplex</i>, <i>G. nana</i>, <i>G. blax</i>, <i>Gymnodinium</i> sp., <i>Gyrodinium fusiforme</i>, <i>Katodinium glaucum</i>, <i>Prorocentrum cordatum</i>, <i>Lessardia elongata</i>, <i>Amphidinium longum</i></p>	<p>Диатомовые, 12 %: <i>Pseudosolenia calcar-avis</i>.</p> <p>Динофитовые, 83 %: <i>Ceratium furca</i>, <i>C. tripos</i>, <i>Diplopsalis lenticula</i>, <i>Dinophysis caudata</i>, <i>D. rotundata</i>, <i>Lingulodinium polyedrum</i>, <i>Protoperidinium divergens</i>, <i>P. crassipes</i>, <i>Polykrikos kofoidii</i></p>
2012	<p>Криптофитовые, 4 %: <i>Plagioselmis prolonga</i></p> <p>Диатомовые, 45 %: <i>Pseudosolenia calcar-avis</i>, <i>Chaetoceros affinis</i>, <i>Thalassionema nitzschioides</i>, <i>Chaetoceros compressum</i>, <i>Skeletonema costatum</i>, <i>Hemiaulax hauckii</i></p> <p>Динофитовые, 50 %: <i>Prorocentrum cordatum</i>, род <i>Gymnodinium</i>, <i>Gyrodinium fusiforme</i> <i>Scrippsiella trochoidea</i>, <i>Torodinium robustum</i></p>	<p>Диатомовые, 42 %: <i>Pseudosolenia calcar-avis</i></p> <p>Динофитовые, 57 %: <i>Ceratium furca</i>, <i>C. tripos</i>, <i>Dinophysis rotundata</i>, <i>Akashiwo sanguinea</i>, <i>Protoperidinium divergens</i>, <i>P. crassipes</i></p>
2013	<p>Примнезевые, 95 %: <i>Emiliana huxleyi</i></p> <p>Диатомовые, 1 %: <i>Pseudonitzschia pseudodelicatissima</i></p> <p>Динофитовые, 3 %: виды родов <i>Gymnodinium</i>, <i>Gyrodinium</i>, <i>Prorocentrum</i>, <i>Scrippsiella trochoidea</i>, <i>Torodinium robustum</i></p>	<p>Примнезевые, 53 %: <i>Emiliana huxleyi</i></p> <p>Диатомовые, 5 %: <i>Pseudosolenia calcar-avis</i></p> <p>Динофитовые, 41 %: <i>Ceratium furca</i>, <i>C. tripos</i>, <i>P. micans</i>, <i>Protoperidinium crassipes</i>, <i>Dinophysis acuta</i>, <i>D. rotundata</i>, <i>Spatulodinium pseudonociluca</i>, <i>Polykrikos kofoidii</i></p>

Год и месяц исследования / Year and month of the study	Доминирующие по численности / Dominant in abundance	Доминирующие по биомассе / Dominant in biomass
2014	IX Криптофитовые, 20 %: <i>Plagioselmis prolunga</i> Диадомовые, 20 %: <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> и <i>Thalassionema nitzschioides</i> Динофитовые, 59 %: <i>Gyrodinium fusiforme</i> , <i>Katodinium glaucum</i> , <i>Akashiwo sanguinea</i> , род <i>Gymnodinium</i>	Диадомовые, 77 %: <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> Динофитовые, 22 %: <i>Ceratium tripos</i> , <i>C. fuscus</i> , <i>C. furca</i> , <i>Dinophysis rotundata</i> , <i>Protoperidinium depressum</i>
2019	X Примнезневые, 35 %: <i>Emiliania huxleyi</i> Диадомовые, 44 %: <i>Proboscia alata</i> , <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Ch. scabrosus</i> , <i>Ch. tortissimus</i> , <i>Pseudo-nitzschia seriata</i> , <i>Ps. pseudodelicatissima</i> , и <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> Динофитовые, 17 %: <i>Prorocentrum cordatum</i> и <i>P. micans</i> , виды родов <i>Gymnodinium</i> , <i>Gyrodinium</i>	Диадомовые, 58 %: <i>Proboscia alata</i> , род <i>Chaetoceros</i> , <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> Динофитовые, 41 %: <i>Ceratium furca</i> , <i>C. fuscus</i> , <i>Diplopsalis lenticula</i> , <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Protoceratium reticulatum</i> , представители родов <i>Dinophysis</i> , <i>Gyrodinium</i> и <i>Protoperidinium</i>
2020	X Примнезневые, 45 %: <i>Emiliania huxleyi</i> и <i>Isochrysis</i> sp. Диадомовые, 17 %: <i>Thalassionema nitzschioides</i> , <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Nitzschia tenuirostris</i> Динофитовые, 36 %: <i>Prorocentrum cordatum</i> , <i>P. micans</i> , <i>Heterosapsa rotundata</i> , <i>Katodinium glaucum</i> , <i>Torodinium robustum</i>	Диадомовые, 9 %: <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Ch. curvisetus</i> , <i>Thalassionema nitzschioides</i> и <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> Динофитовые, 84 %: <i>Dinophysis rotundata</i> , <i>Polykrikos cofoidi</i> , <i>Gyrodinium spirale</i> , <i>Protoceratium reticulatum</i> , <i>Protoperidinium divergens</i> , <i>Ceratium tripos</i> , <i>C. fuscus</i> , <i>C. furca</i> и <i>Prorocentrum micans</i>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матишов Г. Г., Матишов Д. Г., Степаньян О. В. Оценка современного состояния экосистемы Черного моря (Республика Абхазия) // Доклады Академии наук. 2014. Т. 454, № 6. С. 715–719. <https://doi.org/10.7868/S0869565214060218>
2. Матишов Г. Г., Степаньян О. В. Морские исследования у берегов Абхазии // Природа. 2014. № 11. С. 70–78.
3. Гидрофизические условия формирования цветения кокколитофорид в водах Абхазского сектора северо-восточной части Черного моря в марте 2011 г. / В. Г. Якубенко [и др.] // Экология гидросферы. 2018. № 1.
4. Гидрофизические факторы формирования интенсивного «цветения» кокколитофориды *Emiliania huxleyi* в Абхазском секторе Черного моря в конце мая 2013 г. / В. Г. Якубенко [и др.] // Экология гидросферы. 2019. № 1(3). С. 52–67.
5. Study of ecosystem of the Sukhum Bay with emphasis anthropogenic impact, Abkhazian Black Sea coast / Zh. P. Selifonova [et al.] // *Ecologica Montenegrina*. 2019. Vol. 22. P. 108–116. <https://doi.org/10.37828/em.2019.22.8>
6. Состояние устьевых участков рек республики Абхазия и их влияние на побережье Черного моря / Н. М. Мингазова [и др.] // Морской биологический журнал. 2016. Т. 1, № 4. С. 30–39. <https://doi.org/10.21072/mbj.2016.01.4.04>
7. *Dodge J. D.* Marine Dinoflagellates of the British Isles. London : HMSO, 1982. 303 p.
8. Identifying marine phytoplankton / Edited by C. R. Tomas. Academic Press, 1997. 821 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-693018-4.X5000-9>
9. Зотов А. Б. Унификация расчета объема клеток микроводорослей Черного моря в соответствии со стандартом ЕС // Альгология. 2018. Т. 28, № 2. С. 208–232.
10. *Clarke K. P., Warwick R. M.* Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Bournemouth : Natural Environment Res. Council, 1994. 144 p.
11. Ясакова О. Н., Макаревич П. П. Фитопланктон северо-восточной части Черного моря. Ростов-на-Дону : Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. 176 с.
12. Теренько Л. М. Видовой состав и распространение динофитовых водорослей (DINOPHYTA) Черного моря // Альгология. 2007. Т. 17. С. 53–70.
13. *Moncheva S., Krastev A.* Some aspects of phytoplankton long-term alterations off Bulgarian Black Sea shelf // Sensitivity to Change: Black Sea, Baltic Sea and North Sea / Edited by E. Özsoy, A. Mikaelyan. Dordrecht : Springer, 1997. P. 79–93. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-5758-2>

Поступила 17.09.2021 г.; одобрена после рецензирования 18.01.2022 г.;
принята к публикации 4.02.2022 г.; опубликована 25.03.2022 г.

Об авторе:

Ясакова Ольга Николаевна, научный сотрудник, Южный научный центр РАН (344006, Россия, Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41), кандидат биологических наук, **ORCID ID: 0000-0002-0728-6836**, **ResearcherID: AAQ-2213-2021**, **Scopus Author ID: 21744327900**, *yasak71@mail.ru*

About the author:

Olga N. Yasakova, Research Associate, Southern Scientific Center of RAS (41 Chekhova Ave., Rostov-on-Don, 344006, Russian Federation), Ph.D. (Biol.), **ORCID ID: 0000-0002-0728-6836**, **ResearcherID: AAQ-2213-2021**, **Scopus Author ID: 21744327900**, *yasak71@mail.ru*

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

The author has read and approved the final manuscript.