

Научная статья  
УДК 581.526.325(262.81)  
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-13-21>

## Изменения в развитии фитопланктона Среднего Каспия в 2021 году

Татьяна Николаевна Зими́на<sup>1</sup>, Алевтина Георгиевна Ардабьева<sup>2</sup>,  
Андрей Вячеславович Котельников<sup>3</sup>✉

<sup>1,3</sup>Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Россия, [kotas@inbox.ru](mailto:kotas@inbox.ru) ✉

<sup>2</sup>Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института  
рыбного хозяйства и океанографии,  
Астрахань, Россия

**Аннотация.** Выполнены исследования таксономического разнообразия фитопланктона на акватории Среднего Каспия за 2021 г. в целом и по разрезам (г. Махачкала – м. Сагындык, г. Дербент – м. Песчаный, п. Дивичи – залив Кендерли). За период исследования собрано и обработано 108 проб. В результате выполненной работы обнаружено 105 таксономических единиц, что больше среднемноголетней величины (87), но меньше показателей предыдущего года исследования (130). Доминирующей группой были диатомовые водоросли, на долю которых приходилось 50 % общего состава. Субдоминантами выступали динофитовые водоросли. Основу экологического комплекса 2021 г. формировали представители морских водорослей. На формирование численности повлиял представитель группы зеленых водорослей *Ankistrodesmus pseudomirabilis* v. *spiralis*, наибольшего развития достигая на разрезе г. Дербент – м. Песчаный. На этом же разрезе моря отмечены и максимальные биомассы фитопланктона, с преобладанием группы динофитовых водорослей. В целом в Среднем Каспии наиболее продуктивным был слой 0–25 м. Максимальная концентрация растительных клеток отмечена на горизонте 25–50 м на разрезе г. Махачкала – м. Сагындык, на разрезе г. Дербент – м. Песчаный она увеличивалась от поверхностного горизонта (34,22 мг/м<sup>3</sup>) до слоя 25–50 м; на разрезе п. Дивичи – бух. Кендерли наибольшие концентрации отмечены в слое воды 10–25 м. В 2020–2021 гг. β-мезосапробы *T. nitzschioides*, *E. cordata*, *Fragilaria construens* были доминирующими видами-индикаторами. Эти виды не так требовательны к окружающим условиям. Организмы α-сапробной зоны встречались реже, что дает основание считать сапробиологическое состояние вод Среднего Каспия стабильно умеренно-загрязненным.

**Ключевые слова:** фитопланктон, Средний Каспий, диатомовые водоросли, сапробность, численность, биомасса

**Для цитирования:** Зими́на Т. Н., Ардабьева А. Г., Котельников А. В. Изменения в развитии фитопланктона Среднего Каспия в 2021 году // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2022. № 1. С. 13–21. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-13-21>.

Original article

## Changes in phytoplankton development in Middle Caspian in 2021

Tatiana N. Zimina<sup>1</sup>, Alevtina G. Ardabyeva<sup>2</sup>, Andrey V. Kotelnikov<sup>3</sup>✉

<sup>1,3</sup>Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russia, [kotas@inbox.ru](mailto:kotas@inbox.ru) ✉

<sup>2</sup>Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Astrakhan, Russia

**Abstract.** The research of taxonomic diversity was completed in the water area of the Middle Caspian as a whole and by sections (Makhachkala - Cape Sagyndyk, Derbent - Cape Peschany, Divichi settlement - Kenderli Bay) for 2021. During the research period 108 samples were collected and processed. As a result of the work performed 105 taxonomic units were found, which is more than the average long-term value (87), but less than the indicators of the previous year of the research (130). The diatoms were the dominant group and accounted for 50% of the total composition. Dinophyte algae were the subdominants. The basis of the ecological complex of 2021 was formed by the representatives of seaweeds. A representative of green algae *Ankistrodesmus pseudomirabilis* v. *spiralis* influenced the formation of the abundance, reaching the greatest development in the section of the city of Derbent - Cape Peschany. In the same section of the sea the maximum biomass was also noted with a predominance of a group of dinophytes. In general, in the Middle Caspian the layer of 0–25 m was the most productive. The maximum concentration of plant cells was noted at a horizon of 25–50 m in the section of the city of Makhachkala - Cape Sagyndyk. In the section of

the city of Derbent - Cape Peschany it increased from the surface horizon (34.22 mg/m<sup>3</sup>) up to a layer of 25–50 m. On the section of Divichi village - Kenderli Bay the highest concentrations were noted in the 10–25 m water layer. In 2020–2021  $\beta$ -mesosaprobites *T. nitzschioides*, *E. cordata*, *Fragilaria construens* were the dominant indicator species. These species are not so demanding to the environment. Organisms of the  $\alpha$ -saprobic zone were less common, which suggests that the saprobiological state of the waters of the Middle Caspian is moderately polluted.

**Keywords:** phytoplankton, the Middle Caspian, diatoms, saprobity, abundance, biomass

**For citation:** Zimina T. N., Ardabyeva A. G., Kotelnikov A. V. Changes in phytoplankton development in Middle Caspian in 2021. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2022;1:13-21. (In Russ.) <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-13-21>.

### Введение

Исследование фитоценоза Среднего Каспия имеет важнейшее значение для всего Прикаспийского региона. Фитопланктон моря, синтезирующий практически все первичное органическое вещество – пищу для планктонных и бентосных животных – играет, таким образом, важную роль в биотическом круговороте [1]. Количественные и качественные показатели биологических объектов, в особенности водорослей, позволяют получить наиболее точные данные о состоянии окружающей среды.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлся фитопланктон Среднего Каспия в летний период 2021 г. по разрезам г. Махачкала – м. Сагындык, г. Дербент – м. Песчаный, п. Дивичи – залив Кендерли. Мате-

риал отбирался гидрозондом Seabird SBE 19 со стандартных горизонтов 0, 10, 25, 50, 100, 200 м.

Всего было собрано и обработано в соответствии с методикой П. И. Усачева [2] 108 проб. Для сравнительной характеристики приведены данные за 2020 г.

### Результаты исследований и их обсуждение

Качественный состав фитопланктона Среднего Каспия ежегодно увеличивался с 2014 по 2018 гг., после чего изменения приобрели скачкообразный характер [3]. Снижение количества видов наблюдалось в 2021 г., их количество составляло в целом по морю 105 таксономических единиц, что больше среднелетней величины (87 видов), но меньше показателей 2020 г. (130) (рис. 1).

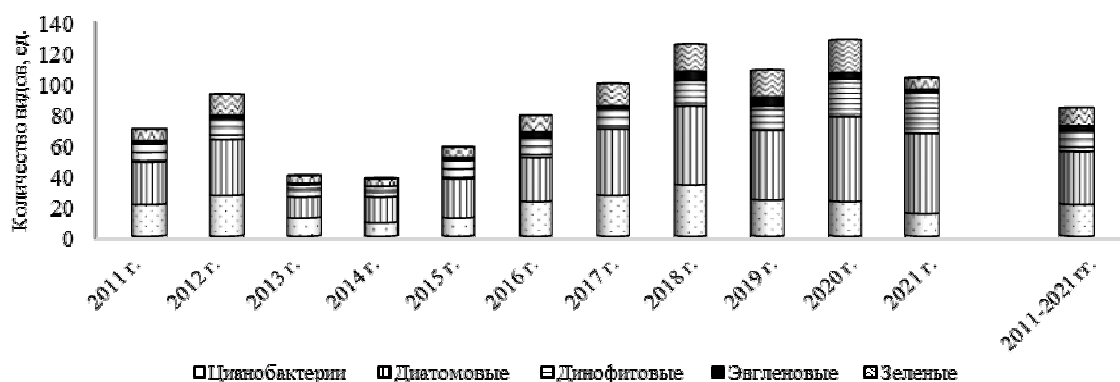


Рис. 1. Изменения видового разнообразия Среднего Каспия в 2011–2021 гг.

Fig. 1. Changes in species diversity of the Middle Caspian in 2011–2021

Доминировали традиционно [4] диатомовые водоросли, составляя 50 % общего состава, субдоминировали динофитовые водоросли (26 %). Развитие цианобактерий (14 %) и зеленых водорослей (8 %) происходило менее интенсивно. Эвгленовые водоросли, как и в предыдущие годы исследований [5], являлись самой незначительной группой (2 %).

На разрезе г. Махачкала – м. Сагындык количество видов фитопланктонных организмов в 2021 г. снизилось относительно 2020 г. (59 и 94 вида соответственно). Наибольшее число видов

в 2021 г. наблюдалось в западном, а в 2020 г. – в восточном районе.

Качественный состав фитопланктона на разрезе г. Дербент – м. Песчаный продолжал тенденцию к снижению видового разнообразия с 2018 г. (127 видов) до 2021 г. (67 видов). Преобладание качественного развития наблюдалось в центральной части разреза.

На разрезе п. Дивичи – бух. Кендерли количество таксономических единиц увеличилось по сравнению с 2020 г. и составило 63 вида. Наиболее благоприятными условиями для развития водорос-

лей отличался восточный район разреза, где обнаружено 49 видов, тогда как в глубоководье – 38 таксонов (центральный район) (рис. 2).

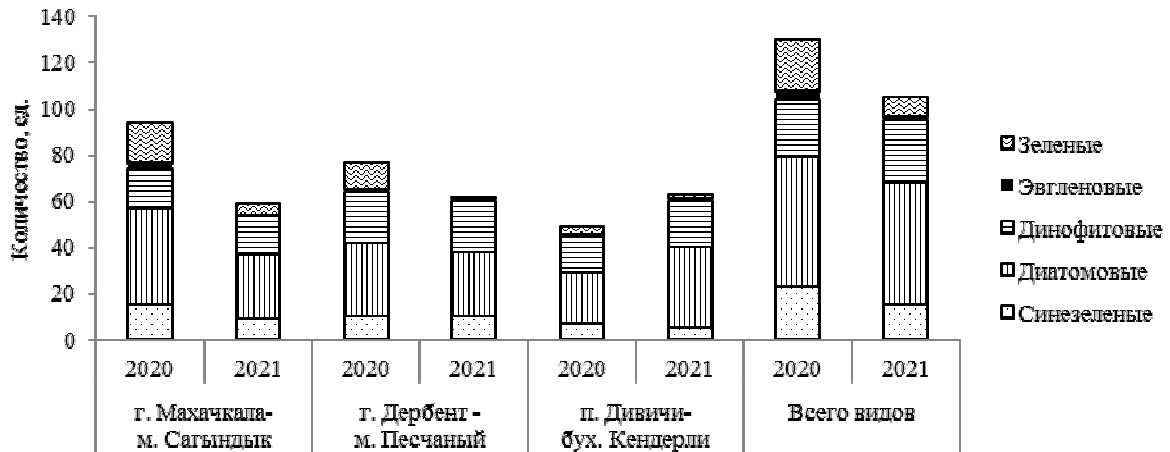


Рис. 2. Таксономический состав фитопланктона по разрезам Среднего Каспия

Fig. 2. Taxonomic composition of phytoplankton in sections of the Middle Caspian

Альгофлора 2021 г. была представлена всеми экологическими группами с преобладанием морских представителей [6], в основном группы динофитовых водорослей. Разнообразие остальных групп фитопланктона находилось приблизительно на одном уровне (рис. 3).

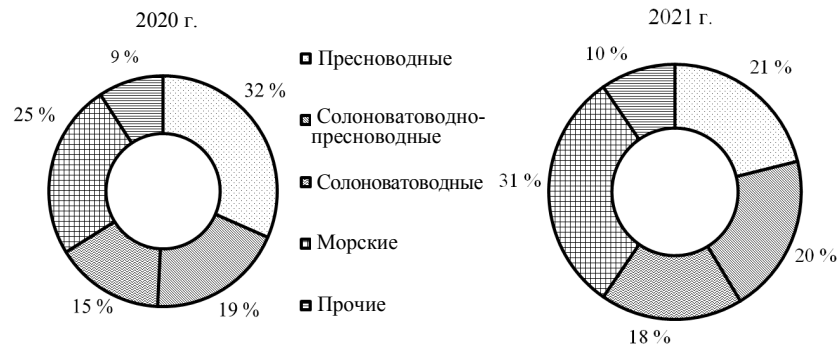


Рис. 3. Экологические группы водорослей Среднего Каспия в 2020 и 2021 гг.

Fig. 3. Ecological groups of algae in the Middle Caspian in 2020 and 2021

В многолетней динамике количественных показателей Среднего Каспия отмечено их увеличение с 2014 до 2016 гг., когда был отмечен максимум численности и биомассы, после чего вплоть до 2021 г. наблюдался резкий спад (рис. 4).

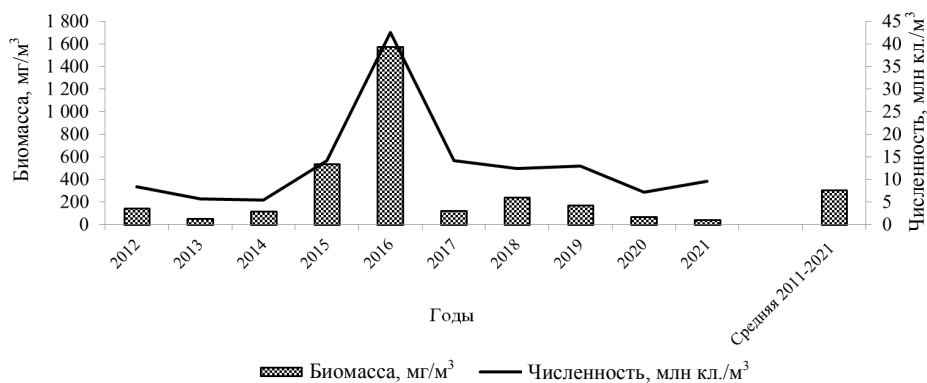


Рис. 4. Многолетние количественные показатели фитопланктона Среднего Каспия

Fig. 4. Long-term quantitative indicators of phytoplankton in the Middle Caspian

Биомасса фитопланктона была ниже прошлогодней (в 1,5 раза) и среднееголетней величины (в 5 раз) [7].

На разрезе г. Махачкала – м. Сагындык количественные показатели в слое 0–25 м снижались по отношению к 2020 г. (17,7 против 9,0 млн кл./м<sup>3</sup> и 30,29 против 75,39 мг/м<sup>3</sup> соответственно) (рис. 5).

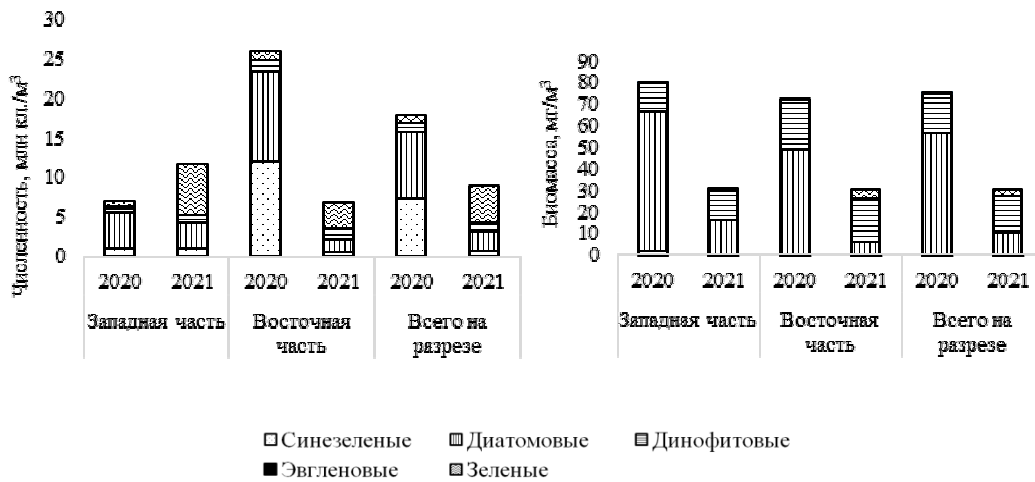


Рис. 5. Количественные показатели фитопланктона Среднего Каспия на разрезе г. Махачкала – м. Сагындык (0–25 м)

Fig. 5. Quantitative indices of phytoplankton in the Middle Caspian on the section of Makhachkala - Cape Sagyndyk (0–25 m)

Преобладание в развитии численности фитопланктона сместилось в отчетный год в сторону западного района. Здесь отмечалось увеличение плотности клеток по отношению к прошлому году с 6,9 до 11,17 млн кл./м<sup>3</sup>, а в восточном районе – уменьшение почти в 4 раза. Показатели биомассы восточного (30,02 мг/м<sup>3</sup>) и западного (30,65 мг/м<sup>3</sup>) районов были на одном уровне, но более чем в 2 раза ниже показателей 2020 г.

Основу биомассы фитопланктона определяли динофитовые водоросли. Биомасса их в отчетный год незначительно снизилась, а численность осталась приблизительно на уровне прошлого года (18,21 и 17,24 мг/м<sup>3</sup>, 1,1 и 1,2 млн кл./м<sup>3</sup> соответственно). Доминирующим видом по биомассе был *Prorocentrum micans*, немаловажное значение в формировании численности имела *Exuviaella cordata*.

Группа зеленых водорослей, слабо развивавшаяся в предыдущий год исследований, стала лидирующей по показателю численности в 2021 г. и составила 4,7 млн кл./м<sup>3</sup>. Наибольшее развитие группа получила в западном районе разреза. Такая ситуация сложилась в связи с массовым развитием вида *Ankistrodesmus pseudomirabilis* v. *spiralis*, который составлял почти 50 % от общей численности всех водорослей.

За исследуемый год количественные показатели группы диатомовых водорослей, преобладавшей в 2020 г., значительно снизились как по чис-

ленности (8,3 против 2,4 млн кл./м<sup>3</sup>), так и по биомассе (54,83 против 9,26 мг/м<sup>3</sup>). Это связано главным образом с изменением показателей *Pseudosolenia calcar-avis*, которая составила лишь 6 % общей биомассы, тогда как в 2020 г. доля ее биомассы составляла более 50 %.

Цианобактерии по количественным показателям имели наименьшее развитие среди остальных групп. Численность и биомасса их снизилась в 2021 г., увеличиваясь от восточного к западному району (0,4–0,9 млн кл./м<sup>3</sup> и 0,59–1,21 мг/м<sup>3</sup> соответственно). Основу количественных показателей формировала *Oscillatoria* sp. Группа эвгленовых водорослей в 2021 г. не встречалась.

На разрезе г. Дербент – м. Песчаный в 2021 г. относительно 2020 г. средние количественные показатели развития фитопланктона в верхнем продуктивном слое 0–25 м повышались, составив 14,1 против 6,1 млн кл./м<sup>3</sup> и 49,84 мг/м<sup>3</sup> против 46,28 мг/м<sup>3</sup>. Основу численности фитопланктона формировали зеленые водоросли (более 70 % общей численности), в основном за счет развития *A. pseudomirabilis* v. *spiralis*. Массовое развитие этот вид получил в центральном районе. В западном и восточном районах количество его уменьшалось, что и отразилось на численности зеленых водорослей (рис. 6: черными точками обозначена численность *Pseudosolenia* в соответствующие годы).

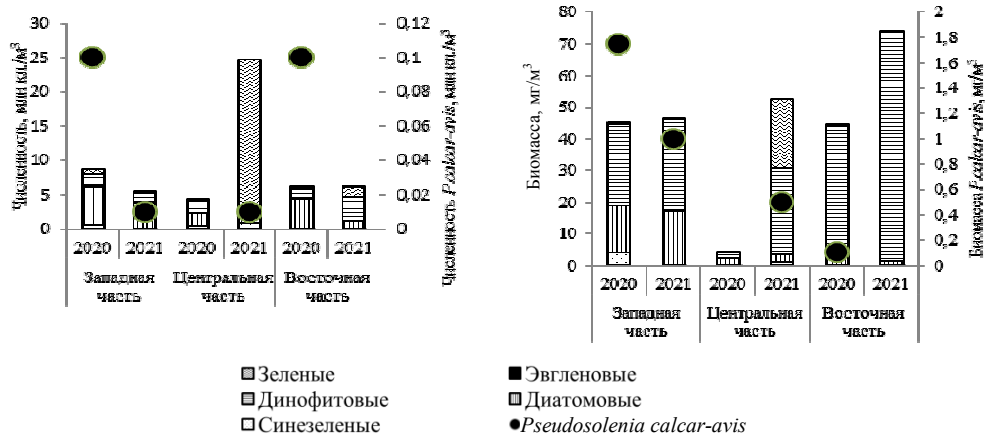


Рис. 6. Количественные показатели фитопланктона Среднего Каспия на разрезе г. Дербент – м. Песчаный (0–25 м)

Fig. 6. Quantitative indices of phytoplankton of the Middle Caspian in the section Derbent - Cape Peschany (0–25 m)

По сравнению с 2020 г. число и масса клеток динофитовых водорослей увеличились и составили 80 % общей биомассы. Увеличение отмечено в направлении от западного к восточному району. Доминирующая роль принадлежала *P. micans*, дополняли количественные показатели *Peridinium spiniferum*, виды рода *Peridinium*.

Диатомовые водоросли по числу клеток находились на третьем месте, по биомассе на втором. В связи с существенным уменьшением доминанта прошлых лет *P. calcar-avis* (в западном районе составил 2,2 % биомассы диатомей, центральном – 1,2 %, восточном – не встречался) биомасса диатомовых водорослей и, как следствие, всего фитопланктона продолжала снижаться. При этом одновременно наблюдалось увеличение численности *Dactyliosolen fragilissimus*. Данный вид являлся

доминирующим до вселения в Каспий *P. calcar-avis*, однако затем был практически вытеснен [8]. Немаловажное значение для численности диатомовых водорослей имел мелкоклеточный вид *Thalassionema nitzschoides*.

Показатели биомассы цианобактерий снизились при незначительном увеличении численности с 0,4 до 0,5 млн кл./м<sup>3</sup>. Интенсивная вегетация их отмечена в центральном районе разреза. Доминировала по всей акватории разреза, как и в прошлом году, *Oscillatoria sp.*

На разрезе п. Дивичи – бух. Кендерли в верхнем продуктивном слое (0–25 м) количественные показатели развития фитопланктона снизились относительно 2020 г. почти в 2 раза и составили: численность 3,7 млн кл./м<sup>3</sup>, биомасса 36,65 мг/м<sup>3</sup> (рис. 7).

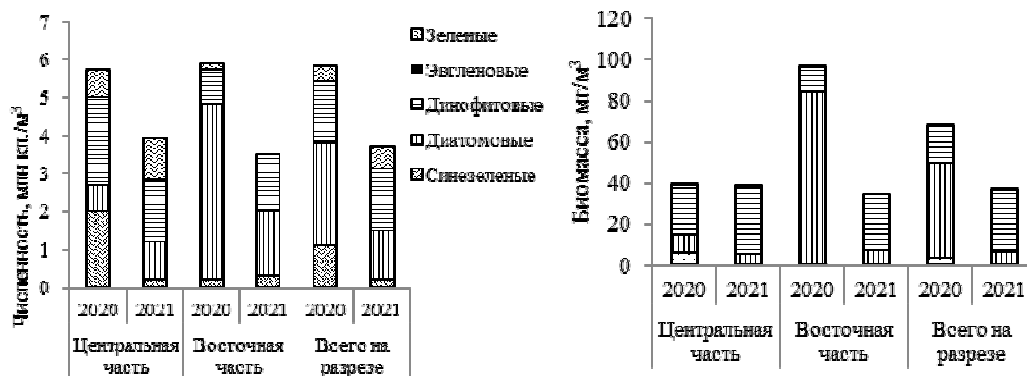


Рис. 7. Количественные показатели фитопланктона Среднего Каспия на разрезе п. Дивичи – бух. Кендерли (0–25 м)

Fig. 7. Quantitative indices of phytoplankton of the Middle Caspian in the section Divichi Village-Kenderli Bay (0–25 m)

Развитие количественных показателей по районам разреза было практически равным. В централь-

ной части биомасса составляла 38,61 мг/м<sup>3</sup>, численность 3,9 млн кл./м<sup>3</sup>, в восточной части – 34,6 мг/м<sup>3</sup>

и 3,5 млн кл./м<sup>3</sup> соответственно. Основу количественных показателей формировали динофитовые водоросли (40 % общей численности, 80 % общей биомассы). По массе доминировал *P. micans*, по численности – *E. cordata*.

Диатомовые водоросли, доминировавшие в 2020 г., занимали второе место по развитию. Численность этой группы снизилась почти в 2 раза, биомасса более чем в 7 раз, что связано с отсутствием на разрезе крупной водоросли *P. calcaravis*. Наиболее благоприятные условия для развития диатомовых водорослей складывались в восточной части разреза.

Количественные показатели цианобактерий имели малозначительное развитие. Их численность и биомасса резко снизились по сравнению с преды-

дущим годом исследования. Основу количественных показателей формировал вид *Oscillatoria sp.*

Группа эвгленовых водорослей, как и в прошлом году исследований, не была обнаружена.

Показатели группы зеленых водорослей оказались немного выше прошлогодних, но находились на низком уровне. Численность группы определял мелкоклеточный вид *A. pseudomirabilis v. spiralis*. В восточной части разреза эта группа водорослей не обнаружена.

Рассматривая развитие фитопланктона в Среднем Каспии, отмечаем, что наиболее продуктивным был слой 0–25 м. Послойное распределение фитопланктона в поверхностном слое Среднего Каспия было переменным (рис. 8).

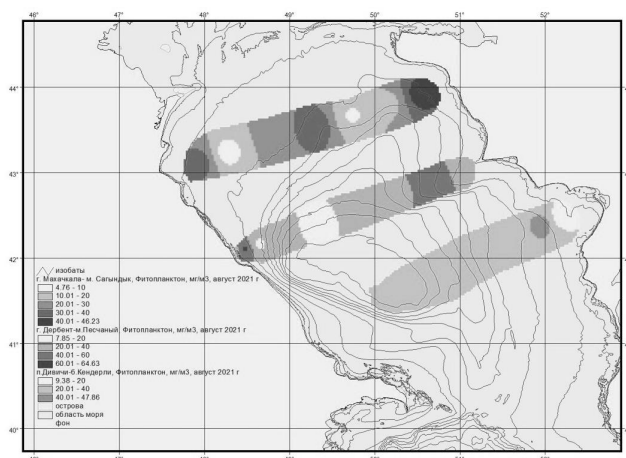


Рис. 8. Распределение общей биомассы водорослей в поверхностном слое Среднего Каспия в 2021 г.

Fig. 8. Distribution of the total biomass of algae on the surface layer of the Middle Caspian in 2021

На разрезе г. Махачкала – м. Сагындык максимальная концентрация растительных клеток отмечена на горизонте 25–50 м за счет интенсивного

развития динофитовых и отчасти диатомовых водорослей (рис. 9).

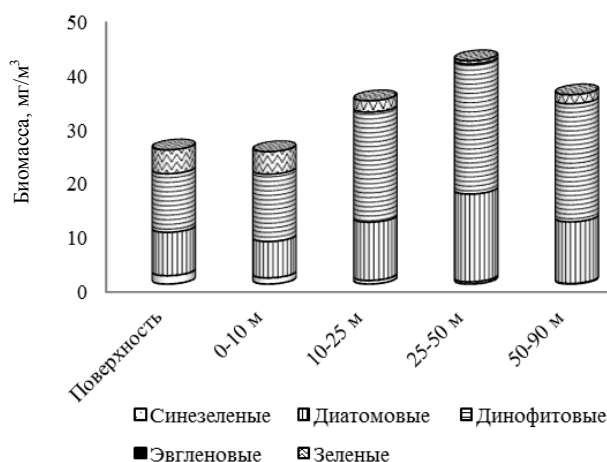


Рис. 9. Послойное распределение биомассы фитопланктона Среднего Каспия на разрезе г. Махачкала – м. Сагындык

Fig. 9. Layered distribution of phytoplankton biomass in the Middle Caspian in the section Makhachkala - Cape Sagyndyk

В сравнении с 2020 г. показатели снизились. Биомасса фитопланктона на следующих разрезах распределялась до предельных 200-метровых глубин (рис. 10, 11).

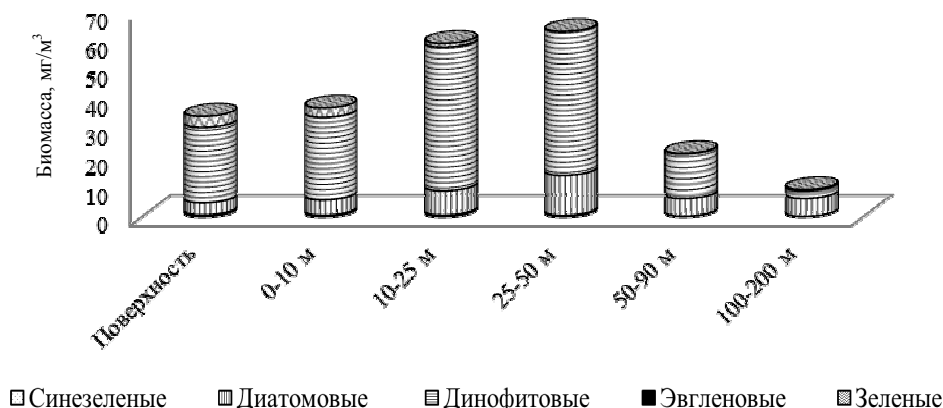


Рис. 10. Послойное распределение биомассы фитопланктона Среднего Каспия на разрезе г. Дербент – м. Песчаный

Fig. 10. Layered distribution of phytoplankton biomass in the Middle Caspian in the section Derbent – Cape Peschany

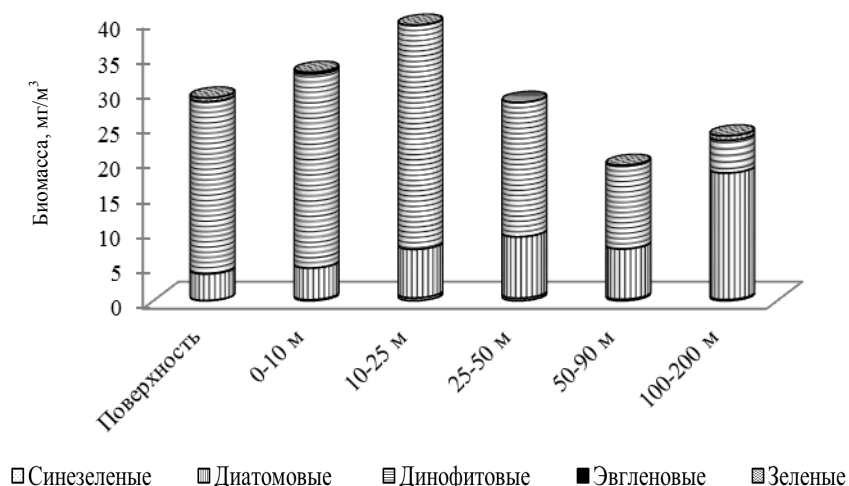


Рис. 11. Послойное распределение биомассы фитопланктона Среднего Каспия на разрезе п. Дивичи – бух. Кендерли

Fig. 11. Layered distribution of phytoplankton biomass in the Middle Caspian in the section Divichi Village – Kenderly Bay

Значение биомассы фитопланктона на разрезе г. Дербент – м. Песчаный увеличивалось от поверхностного горизонта ( $34,22 \text{ мг/м}^3$ ) до слоя 25–50 м ( $59,01 \text{ мг/м}^3$ ), а затем резко снижалось.

Наибольшие концентрации водорослей на разрезе п. Дивичи – бух. Кендерли отмечены в слое воды 10–25 м. Показатель биомассы не превышал  $40 \text{ мг/м}^3$ .

#### Исследование сапробности

Среди представителей фитопланктона было выявлено 35 видов-индикаторов. Рассчитанный индекс

сапробности (1,9) свидетельствует о том, что исследуемый район по-прежнему относится к  $\beta$ -мезосапробной зоне, где класс качества вод (третий) характеризует ее как умеренно загрязненную.

Доминирующими видами-индикаторами за период исследования были *T. nitzschoides*, *E. cordata*, *Fragilaria construens* –  $\beta$ -мезосапробы. Эти виды не так требовательны к окружающим условиям. Организмы  $\alpha$ -сапробной зоны встречались реже, наиболее значимые показатели у *Oscillatoria sp.* Среди олигосапробов доминировал вид зеленых водорослей *Mougeotia sp.*

### Заключение

Таким образом, на акватории Среднего Каспия видовой состав фитопланктона в 2021 г. был менее разнообразен, чем в 2020 г. По биоразнообразию и массе клеток стали доминировать зеленые и динофитовые водоросли. Количественные показатели фитопланктона по численности в среднем по морю незначительно увеличились, тогда как биомасса снизилась почти в 2 раза. Снижение количества *P. calcar-avis* повлияло на показатели группы диатомовых водорослей и на весь фитопланктон в целом.

Численность группы зеленых водорослей резко увеличилась за счет массового развития *A. pseudomirabilis* v. *spiralis*. Данный вид является

мелкоклеточным, на биомассу повлиял в меньшей доле, однако в кормовом отношении мелкоразмерные виды наиболее предпочтительны.

Наибольшие количественные показатели растительных клеток были сосредоточены в прибрежной зоне западных и восточных (зона апвеллинга) акваторий моря. Наиболее благоприятные условия для высококормных динофитовых водорослей складывались в шельфовой зоне восточного побережья и были приурочены в большой степени к слою 10–25 м.

Исследование сапробности указывает на умеренно-загрязненную степень вод акватории Среднего Каспия.

### Список источников

1. Зинова А. Д. Сравнительная характеристика флоры водорослей южных морей // Биологическая продуктивность южных морей. Киев: Наук. думка, 1974. С. 312–328.
2. Усачев П. И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Тр. ВГБО АН СССР. 1961. Т. 11. С. 411–415.
3. Зими́на Т. Н., Ардабьева А. Г., Котельников А. В. Особенности развития фитопланктона Среднего Каспия в летний период // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2021. № 3. С. 28–34.
4. Татаринцева Т. А. Экологические особенности формирования биопродуктивности вод Среднего Каспия: дис. ... канд. биол. наук. Махачкала, 2009. 157 с.
5. Зими́на Т. Н., Ардабьева А. Г., Котельников А. В. Оценка фитопланктона как кормовой базы в акватории Среднего Каспия // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2020. № 3. С. 96–102.

6. Ардабьева А. Г., Татаринцева Т. А., Терлецкая О. В. Характеристика фитопланктона Каспийского моря // Всерос. конф. по проблемам промышленного прогнозирования. Мурманск, 1995. С. 12–14.
7. Татаринцева Т. А., Терлецкая О. В. Видовой состав и количественные показатели развития фитопланктона Среднего и Южного Каспия летом // Рыбохозяйственные исследования в низовьях реки Волги и Каспийском море: сб. науч. тр. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2012. С. 170–175.
8. Левшакова В. Д. О важнейших видах фитопланктона Каспийского моря, их количественном развитии и взаимоотношениях // Биологические ресурсы Каспийского моря: тез. конф. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 1972. С. 100–101.

### References

1. Zinova A. D. Sravnitel'naiia kharakteristika flory vodoroslei iuzhnykh morei [Comparative characteristic of algae flora of southern seas]. *Biologicheskaiia produktivnost' iuzhnykh morei*. Kiev, Naukova dumka, 1974. Pp. 312-328.
2. Usachev P. I. Kolichestvennaia metodika sbora i obrabotki fitoplanktona [Quantitative method of collecting and processing phytoplankton]. *Trudy VGBO AN SSSR*, 1961, vol. 11, pp. 411-415.
3. Zimina T. N., Ardab'eva A. G., Kotel'nikov A. V. Osobennosti razvitiia fitoplanktona Srednego Kaspiia v letnii period [Peculiarities of phytoplankton development in Middle Caspian Sea in summer period]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Serii: Rybnoe khoziaistvo*, 2021, no. 3, pp. 28-34.
4. Tatarintseva T. A. *Ekologicheskie osobennosti formirovaniia bioproduktivnosti vod Srednego Kaspiia. Dissertatsiia ... kand. biol. nauk* [Ecological peculiarities of bioproductivity formation in waters of Middle Caspian. Diss ... Cand. Bio. Sci.]. Makhachkala, 2009. 157 p.
5. Zimina T. N., Ardab'eva A. G., Kotel'nikov A. V. Otsenka fitoplanktona kak kormovoi bazy v akvatorii Srednego Kaspiia [Evaluation of phytoplankton as forage base in water area of Middle Caspian]. *Vestnik Astrakhanskogo*

- gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Serii: Rybnoe khoziaistvo*, 2020, no. 3, pp. 96-102.
6. Ardab'eva A. G., Tatarintseva T. A., Terletskaia O. V. Kharakteristika fitoplanktona Kaspiiskogo moria [Characteristics of phytoplankton of Caspian Sea]. *Vserossiiskaia konferentsiia po problemam promyshlennogo prognozirovaniia*. Murmansk, 1995. Pp. 12-14.
7. Tatarintseva T. A., Terletskaia O. V. Vidovoi sostav i kolichestvennye pokazateli razvitiia fitoplanktona Srednego i Iuzhnogo Kaspiia letom [Species composition and quantitative indicators of phytoplankton development in the Middle and Southern Caspian Sea in summer]. *Rybokhoziaistvennye issledovaniia v nizov'iakh reki Volgi i Kaspiiskom more: sbornik nauchnykh trudov*. Astrakhan', Izd-vo KaspNIRKh, 2012. Pp. 170-175.
8. Levshakova V. D. O vazhneishikh vidakh fitoplanktona Kaspiiskogo moria, ikh kolichestvennom razvitiie i vzaimootnosheniakh [On most important phytoplankton species of Caspian Sea, their quantitative development and relationships]. *Biologicheskie resursy Kaspiiskogo moria: tezisy konferentsii*. Astrakhan', Izd-vo KaspNIRKh, 1972. Pp. 100-101.

Статья поступила в редакцию 04.02.2022; одобрена после рецензирования 22.02.2022; принята к публикации 10.03.2022  
The article is submitted 04.02.2022; approved after reviewing 22.02.2022; accepted for publication 10.03.2022



**Информация об авторах / Information about the authors**

**Татьяна Николаевна Зимина** – аспирант кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; tanyshka\_0704@mail.ru

**Tatiana N. Zimina** – Postgraduate Student of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishcheva St., 16; tanyshka\_0704@mail.ru

**Алевтина Георгиевна Ардабьева** – кандидат биологических наук; ведущий специалист лаборатории гидробиологии; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; Астрахань, ул. Савушкина, 1; ardabeva202@mail.ru

**Alevtina G. Ardabyeva** – Candidate of Biology; Leading Specialist of the Laboratory of Hydrobiology; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Astrakhan, Savushkina St., 1; ardabeva202@mail.ru

**Андрей Вячеславович Котельников** – доктор биологических наук, доцент; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; kotas@inbox.ru

**Andrey V. Kotelnikov** – Doctor of Biology, Assistant Professor; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishcheva St., 16; kotas@inbox.ru

