

Научная статья

УДК 574.583:581.526.325.3 (262.81)

<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2025-2-21-27>

EDN NZJACE

Многолетняя динамика показателей структурной организации фитопланктона сообществ западной части Северного Каспия

Анна Викторовна Михайлова[✉], Алевтина Георгиевна Ардабьева

*Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»,
Астрахань, Россия, mikhajlovaav@kaspnirh.vniro.ru[✉]*

Аннотация. В рамках государственного задания Волжско-Каспийского филиала Государственного научного центра ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» ежегодно проводится биологический мониторинг, в состав которого входит изучение таксономического состава водорослей, определение их численности и биомассы, закономерностей развития. Фитопланктонному сообществу отведена важная роль в экосистеме – это первичное звено в трофической цепи. Растительные клетки, имеющие микроскопические размеры, имеют высокое видовое разнообразие, приспособленность к выживанию и интенсивному размножению в условиях различных параметров водной среды. Приведены результаты количественных показателей, видового разнообразия фитопланктона Каспийского моря в целом и отдельно по группам. Определены доминантные виды водорослей на протяжении 2011–2022 гг., выявлены тенденции развития альгофлоры западной части Северного Каспия. По результатам многолетнего анализа установлено, что летний период отнесен отрицательным трендом в изменении относительной биомассы фитопланктона, в частности диатомовых водорослей. Видовой состав, структура фитопланктонного сообщества, обилие его растительных клеток являются важнейшими показателями, по которым в дальнейшем производится оценка трофического уровня водных объектов, определяется их экологическое состояние. По результатам многолетних исследований фитопланктонного сообщества установлено, что его экосистема находится в состоянии экологической модуляции, выражющейся в перестройке экологической структуры. Полученные в ходе исследования данные могут быть использованы при формировании информационной базы для определения научных основ устойчивого использования биологических ресурсов Каспийского моря в современный период, а также при прогнозировании тенденций изменения количественных и качественных показателей гидробионтов.

Ключевые слова: фитопланктон, западная часть Северного Каспия, количественные показатели, численность, биомасса

Для цитирования: Михайлова А. В., Ардабьева А. Г. Многолетняя динамика показателей структурной организации фитопланктона сообществ западной части Северного Каспия // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2025. № 2. С. 21–27. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2025-2-21-27>. EDN NZJACE.

Original article

Long-term dynamics of the phytoplankton communities structural organization indicators in the western part of the Northern Caspian Sea

Anna V. Mikhailova[✉], Alevtina G. Ardabyeva

*Volga-Caspian Branch of the Federal State Budget Scientific Institution of Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”,
Astrakhan, Russia, mikhajlovaav@kaspnirh.vniro.ru[✉]*

Abstract. Within the framework of the State assignment of the Volga-Caspian branch of the State Scientific Center of the Federal State Budgetary Scientific Institution Volga-Caspian Branch of Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”, biological monitoring is carried out annually, which includes studying the taxonomic

composition of algae, determining their numbers and biomass, and patterns of development. Research of the phytoplankton community of the Caspian Sea is very relevant, since it plays an important role in the ecosystem - the primary link in the trophic chain. Plant cells, having microscopic dimensions, have a high species diversity, adaptability to survival and intensive reproduction in conditions of various parameters of the aquatic environment. The article presents the results of quantitative indicators, species diversity of phytoplankton in general and separately by groups. Dominant species of algae were determined during 2011-2022, trends in the development of algal flora in the western part of the Northern Caspian were revealed. Long-term analysis has shown that in the summer period a negative trend is noted in the change of the relative biomass of phytoplankton and in particular diatoms. Species composition, structure of the phytoplankton community, abundance of its plant cells are the most important indicators by which the trophic level of water bodies is subsequently assessed, and the ecological state is determined. Based on the results of many years of research into the phytoplankton community, it has been established that its ecosystem is in a state of ecological modulation, expressed in the restructuring of the ecological structure. The data obtained during the study can be used to form an information base for determining the scientific foundations for the sustainable use of biological resources of the Caspian Sea in the modern period; in forecasting trends in changes in the quantitative and qualitative indicators of aquatic organisms.

Keywords: phytoplankton, western part of the Northern Caspian, quantitative indicators, abundance, biomass

For citation: Mikhailova A. V., Ardashyeva A. G. Long-term dynamics of the phytoplankton communities structural organization indicators in the western part of the Northern Caspian Sea. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry.* 2025;2:21-27. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2025-2-21-27>. EDN NZJACE.

Введение

Наиболее высокопродуктивной частью Северного Каспия является мелководная акватория западного района. В данном районе моря отмечено обилие растительных и животных организмов и наибольшее видовое разнообразие гидробионтов [1–3].

В работах А. Г. Ардабьевой [4–8] описаны качественные и количественные изменения альгофлоры, произошедшие в западной части Северного Каспия. В составе альгофлоры были найдены 582 вида, доминантами по биомассе являлись представители диатомовых (представители родов *Fragilaria*, *Cyclotella*, *Actinocyclus* и *Pseudosolenia calcar-avis*) и синезеленых (представители родов *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*) водорослей.

Цель настоящей работы – дать оценку качественных и количественных значений фитопланктонных сообществ в западной части Северного Каспия в период 2011–2022 гг.

Материалы и методы

Сбор фитопланктона проводился в западной части Северного Каспия на исследовательских судах «Гидробиолог» и «Медуза» в весенний и летний периоды по стандартной сетке станций, принятой Волжско-Каспийским филиалом Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. Орудиями лова являлись батометры ГР-18, БМ-48.

Гидробиологические пробы воды (фитопланктон) обрабатывались в соответствии с принятым методическим пособием [9]. В лабораторных условиях фитопланктон определялся до вида с использованием оптических приборов и применением определителей [10–14]. Кроме качественной характеристики основными количественными показателями явились численность (кл./м^3) и биомасса (мг/м^3).

Исследуемый период (с 2011 по 2022 г.) был подразделен на 4 группы с временным промежутком в 3 года.

Результаты и обсуждение

В весенний период 2011–2013 гг. на акватории западного района Северного Каспия состав альгофлоры был представлен 186 видами водорослей. Доминантами фитопланктона являлись диатомовые водоросли (50 %). Субдоминировали по качественному разнообразию зеленые водоросли (24 %). Далее по мере значимости располагались синезеленые (19 %), динофитовые (4 %) и эвгленовые (3 %). Золотистые водоросли были представлены одним видом. Биомасса фитопланктона составляла 1 875,0 мг/м^3 при численности 497,1 млн кл./ м^3 . Основу количественных показателей формировали диатомовые водоросли. Повсеместно доминировали *Fragilaria virescens*, *Diatoma elongata*, локально встречались *Epithemia zebra*, *P. calcar-avis*. Субдоминировали – как по биомассе, так и по численности – зеленые водоросли. Среди них преобладали *Mougeotia* sp., *Pediastrum boryanum* var. *longicornis* и в мелководной зоне (до 4-метровой изобаты) – *Spirogyra* sp.

В весенний период 2014–2016 гг. качественный состав фитопланктона западной части Северного Каспия сократился до 133 видов. Основу флористического разнообразия определяли диатомовые водоросли (53 %). Количество зеленых и синезеленых водорослей определялось значениями 23 и 13 % соответственно. Отмечалось низкое видовое разнообразие представителей групп динофитовых, эвгленовых и золотистых. В состав фитопланктона входили все экологические группы водорослей. Доминировали пресноводные виды (52 %), в состав которых входят все группы водорослей, кроме динофитовых. Средние количественные величины рас-

тительного планктона западной части Северного Каспия составляли 1 629,2 мг/м³ и 443,0 млн кл./м³. Формировали биомассу диатомовые водоросли, а именно *P. calcar-avis*. Довольно существенная величина рассматриваемого показателя отмечена у *Nitzschia vermicularis*, *Cymatopleura solea* и *F. construens*. Субдоминировали по биомассе зеленые водоросли *Mougeotia* sp., *P. boryanum* var. *longicornе*, *P. duplex* f. *setigera*. Основу численности формировали мелкоклеточные *Binuclearia lauterbornii*, *Mougeotia* sp., *Scenedesmus quadricauda*.

В весенний период 2017–2019 гг. в качественном составе альгоценоза было зарегистрировано 173 вида, разновидностей и форм водорослей, что выше показателей 2014–2016 гг., но ниже таковых в 2011–2013 гг. Основу весеннего фитопланктона составляли диатомовые водоросли (85 таксономических единиц). Разнообразие отмечено в отделах Chlorophyta (48) и Cyanophyta (30). Малочисленными группами являлись динофитовые и эвгленовые водоросли: по 5 и 4 таксономические единицы соответственно. Золотистые водоросли представлены одним видом. Основу экологических групп фитопланктона определяли виды пресноводного происхождения (56 %). Биомасса растительного планктона западной части Северного Каспия составляла 1 328,1 мг/м³ при численности 527,0 млн кл./м³. Формировали количественные показатели фитоценоза диатомовые водоросли. Основу биомассы составляли *Ulnaria ulna*, *Aulacoseira granulata*, *C. solea*, *Skeletonema costatum*, *P. calcar-avis*, численности – *F. construens*, *S. costatum*. Второстепенное значение имели зеленые водоросли, из них по массе доминировал *P. boryanum* var. *longicornе* и отчасти *Mougeotia* sp., по числен-

ности – *B. lauterbornii*, *S. quadricauda*.

В весенний период 2020–2022 гг. в качественном составе фитопланктона было отмечено 183 таксономические единицы, что соответствует уровню 2011–2013 гг. Основу качественного разнообразия составляли диатомеи (51 %). Доля видов синезеленных и зеленых растительных клеток имела значения 17 и 24 % соответственно. Далее по мере значимости располагались динофитовые и эвгленовые водоросли (5 и 3 % соответственно). У золотистых водорослей отмечен 1 вид. Основу видового разнообразия определяли пресноводные водоросли (54 %). Средняя биомасса фитопланктона на исследуемой акватории составляла 1 258,0 мг/м³, численность – 560,1 млн кл./м³. Формировали биомассу диатомовые и зеленые водоросли. Среди диатомеи доминировали *P. calcar-avis*, дополняли – *S. subsalsum*, *F. construens*, *D. elongatum*. Среди зеленых массово-го развития достигли *P. boryanum* v. *longicornе*, *Spirogyra* sp., *Mucidospaerium pulchellum*.

Таким образом, в весенний период 2011–2022 гг. в западной части Северного Каспия таксономическую основу фитопланктона (более 50 %) формировали диатомовые водоросли, что является характерной чертой для развития альгоценоза в этот период. Количество видов фитопланктона в исследуемые промежутки лет варьировало: 2011–2013 гг. – 186 единиц, 2014–2016 гг. – 133, 2017–2019 гг. – 173, 2020–2022 гг. – 183. Показатели биомассы с 2011 по 2019 г. слагали диатомеи, в период 2020–2022 гг. основу формировали диатомовые и зеленые водоросли. Значения численности и биомассы фитопланктона представлены на рис. 1.

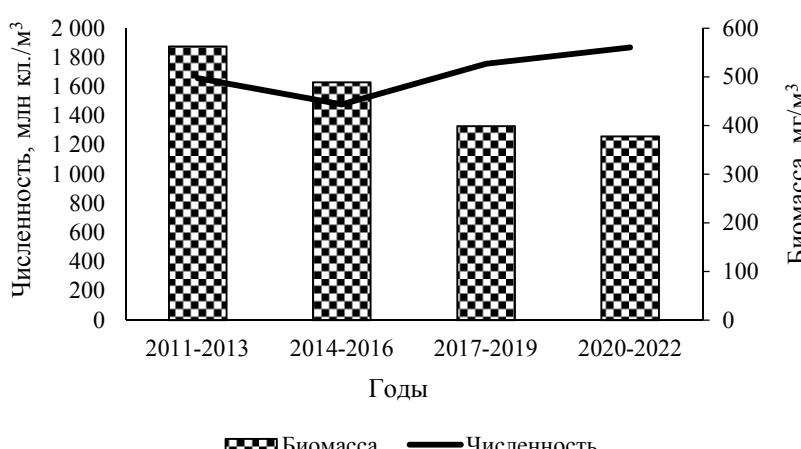


Рис. 1. Многолетние изменения количественных показателей фитопланктона в западной части Северного Каспия в весенний период 2011–2022 гг.

Fig. 1. Long-term changes in phytoplankton quantitative indicators in the western part of the Northern Caspian Sea in the spring period of 2011-2022

Анализ многолетних данных выявил тенденцию к снижению биомассы альгофлоры.

В летний период 2011–2013 гг. на акватории западной части Северного Каспия качественный состав фитопланктона составил 231 вид. Доминировали по флористическому разнообразию диатомеи (40 %), субдоминировали зеленые (29 %) и синезеленые (23 %) водоросли. Затем располагались представители групп динофитовых (6 %) и эвгленовых (2 %). Золотистые водоросли были представлены одним видом. Среднее значение биомассы фитопланктона на исследуемой акватории составило 1 918,0 мг/м³ при численности 687,2 млн кл./м³. Ведущая роль в летнем фитопланктоне принадлежала диатомовым водорослям. Значительные биомассы диатомовых формировались в наиболее опресненной части западного района вследствие развития *Stephanodiscus meneghiniana*, *F. capucina*, *Actinocyclus ehrenbergii* и *P. calcar-avis* на границе Северного и Среднего Каспия. Биомасса синезеленых водорослей образовалась за счет развития мелкоклеточных и колониальных форм. Формировали количественные показатели *Oscillatoria* sp., *Micraloa aeruginosa*, *Gomphosphaeria multiplex*, виды рода *Merismopedia* и *Gloeocapsa*. Второе место по значимости занимали диатомовые водоросли. В мелководной зоне преобладали *S. meneghiniana*, *F. capucina*, *A. granulata*, в приглубой зоне лидирующее положение занимала *P. calcaravis*.

В летний период 2014–2016 гг. в составе фитопланктона отмечено 234 вида и разновидностей водорослей, что соответствовало показателям 2011–2013 гг. Доминировали по флористическому разнообразию диатомовые водоросли – 41 % от общего числа видов водорослей. Субдоминировали по качественному разнообразию зеленые (28 %) и синезеленые (23 %) водоросли. Доли представителей групп динофитовых и эвгленовых соответствовали значениям 6 и 2 %. Золотистые водоросли были представлены одним видом. В состав фитопланктона входили все экологические группы водорослей, с доминированием видов пресноводного происхождения (46 %). Среднее значение биомассы летнего фитопланктона 2014–2016 гг. на исследуемой акватории составляло 1 361,0 мг/м³ при численности 686,0 млн кл./м³. Основы биомассы определяли цианофиты и диатомеи. Доминантными видами среди синезеленых водорослей являлись *Oscillatoria* sp., *M. aeruginosa*, *Chrysosporum bergii*, *A. spiroides var. contracta*, *Dolichospermum solitarium*. Массы диатомей формировались в результате интенсивной вегетации *P. calcaravis* (приглубый район исследований), *S. meneghiniana*, *F. capucina*, *A. ehrenbergii*.

В летний период 2017–2019 гг. в составе фитопланктона зафиксировано 278 видов, что выше значений периодов 2011–2013 и 2014–2017 гг. Домини-

ровали по флористическому составу диатомовые водоросли (43 %). Довольно разнообразно представлены зеленые (26 %) и синезеленые (21 %). Затем располагались динофитовые (7 %) и эвгленовые (3 %). Самыми малочисленными были золотистые водоросли (один вид). Количественные показатели фитопланктона составили 1 250,0 мг/м³ и 790,0 млн кл./м³. Группу доминантов определяли синезеленые водоросли. Основу биомассы формировали *Oscillatoria* sp., *A. spiroides var. contracta*, *Cuspidothrix issatschenkoi*, *M. aeruginosa*, *Anacystis marginata*; численности – вышеперечисленные виды, кроме видов рода *Microcystis*, а также виды рода *Merismopedia* и *Gloeocapsa*. Второе место по значимости занимали диатомовые водоросли. В мелководной зоне преобладали *S. meneghiniana*, *F. capucina*, *A. granulata*, в приглубой зоне лидирующее положение занимала *P. calcaravis*.

В летний период 2020–2022 гг. альгофлора западной части Северного Каспия насчитывала 243 вида, что ниже показателей 2017–2019 гг. Основу флористического состава определяли диатомовые водоросли (40 %). Субдоминировали зеленые (26 %) и синезеленые (23 %) растительные клетки. Динофитовые водоросли представлены 8 %, эвгленовые – 3 %, золотистые – 1 видом. В экологическом комплексе преобладали виды пресноводного происхождения (47 %). Средняя биомасса фитопланктона составляла 722,6 мг/м³, численность – 545,8 млн кл./м³. Основу биомассы формировали синезеленые водоросли, на долю которых приходилось 56 % общей массы фитоценоза. Доминантным видом являлась *Oscillatoria* sp. В больших количествах встречались виды родов *Anabaena*, *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Gomphosphaeria*. Второе место по массе занимали диатомовые водоросли, главным образом два вида – *A. granulata*, *F. construens*.

Таким образом, в летний период 2011–2022 гг. в западной части Северного Каспия основу видового разнообразия формировали диатомовые водоросли (более 40 %). Количество видов фитопланктона в исследуемые промежутки лет изменялось: 2011–2013 гг. – 231 единица, 2014–2016 гг. – 234, 2017–2019 гг. – 278, 2020–2022 гг. – 243. Биомассу фитопланктонного сообщества в западной части Северного Каспия в период с 2011 по 2013 гг. формировали диатомовые водоросли, в период 2017–2019 гг. – в сумме диатомовые и синезеленые водоросли, в периоды 2014–2016 гг. и в 2020–2022 гг. по массе преобладали синезеленые. Многолетние изменения биомассы фитопланктона показаны на рис. 2.

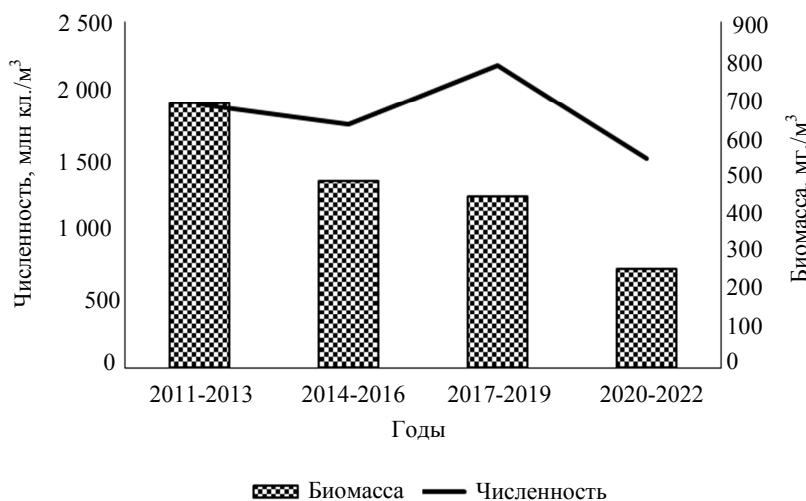


Рис. 2. Многолетние изменения количественных показателей фитопланктона в западной части Северного Каспия в летний период 2011–2022 гг.

Fig. 2. Long-term changes in phytoplankton quantitative indicators in the western part of the Northern Caspian Sea in the summer period 2011–2022

Отмечено снижение альгофлоры на исследуемой акватории по годам.

Заключение

Многолетний анализ весеннего и летнего периодов 2011–2022 гг. в западной части Северного Каспия показал, что таксономическое разнообразие по годам колебалось.

В весенний период основу численности и биомассы показателей фитопланктона в западной части Северного Каспия формировали диатомовые водоросли, что соответствует развитию альгоценоза в данный период. В экологическом аспекте доминирующей группой являлись клетки пресноводного генезиса. Некоторое снижение биомассы фитопланктона с одновременным возрастанием численности отмечалось в связи с массовым развитием мелкоразмерных растительных клеток, что обусловлено абиотическими факторами среды.

В летний период 2011–2013 гг. по биомассе доминировали диатомовые водоросли, в период

2017–2019 гг. – в сумме диатомовые и синезеленые водоросли, в 2014–2016 гг. и 2020–2022 гг. по массе преобладали синезеленые. Масса фитопланктона определялась вегетацией отдельных видов водорослей, имеющих крупные клетки или образующих нити и цепочки. Анализ биомассы альгофлоры по годам выявил снижение данного показателя, что обусловлено уменьшением количества крупноклеточной *P. calcar-avis* – средиземноморского всеянца, который впервые был отмечен в Каспийском море осенью 1934 г. В Северном Каспии данный вид водорослей начинал встречаться при температуре воды 4 °C и солености 5–11 ‰ в приглубых районах, чаще на границе Северного и Среднего Каспия. В 2021 и 2022 г. данный вид водорослей в пробах отсутствовал, что требует проведения дальнейших исследований.

По результатам многолетних исследований фитопланктонного сообщества выявлена перестройка экологической структуры западной части Северного Каспия.

Список источников

1. Михайлова А. В. Ретроспективный анализ структурных перестроек в составе макрозообентоса на этапе трансгрессии Каспийского моря // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2021. № 2. С. 47–54.
2. Михайлова А. В., Тихонова Э. Ю., Шипулин С. В. О расчете приемной емкости Северо-Западной части Каспийского моря в интересах искусственного воспроизводства водных биоресурсов в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 17–22.
3. Михайлова А. В., Никулина Л. В. Многолетняя изменчивость количественных показателей зоопланктона в западной части Северного Каспия // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2025. № 1. С. 39–44.
- 4 Ардабьева А. Г. Фитопланктон Северного Каспия в июне 1980–1987 гг. // Рыбохозяйственные исследования планктона. М.: Изд-во ВНИРО, 1991. Ч. 2. Каспийское море. С. 4–10.
5. Ардабьева А. Г., Татаринцева Т. А. Характеристика летнего фитопланктона Каспийского моря // Морские гидробиологические исследования. М.: Изд-во ВНИРО, 2000. С. 22–38.

6. Ардабьева А. Г. Многолетние изменения фитопланктона Северного Каспия // Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке: материалы докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию КаспНИРХ (Астрахань, Россия 16–18 октября 2007 г.). Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2007. С. 133–135.
7. Ардабьева А. Г. Фитопланктон Северного Каспия в период стабилизации уровня моря // Вопр. промысловой океанологии. 2010. Вып. 7. № 2. С. 229–239.
8. Ардабьева А. Г. Влияние повышения уровня моря на фитопланктон Северного Каспия: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2000. 22 с.
9. Усачев П. И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Тр. Всесоюз. гидробиолог. о-ва. М.: Изд-во АН СССР, 1961. Т. 11. С. 411–415.
10. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Совет. наука, 1951. Вып. 4: Диатомовые водоросли. 620 с.
11. Еленкин А. А. Синезеленые водоросли СССР. Л.: 1938. 984 с.
12. Прошкина-Лавренко А. И., Макарова И. В. Водоросли планктона Каспийского моря. Л.: Наука, 1968. 292 с.
13. Неврова Е. Л. Разнообразие и структура таксоценозов бентосных диатомовых водорослей (Bacillariophyta) Черного моря. Севастополь: Изд-во ФИЦ ИнБиОМ, 2022. 329 с.
14. Усачев П. И. Количественное колебание фитопланктона в Северном Каспии // Тр. Ин-та океанологии АН СССР. 1948. Т. 2. С. 60–88.

References

1. Mikhailova A. V. Retrospektivnyi analiz strukturnykh perestroek v sostave makrozoobentosa na etape transgressii Kaspiiskogo moria [A retrospective analysis of structural rearrangements in the macrozoobenthos at the stage of transgression of the Caspian Sea]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2021, no. 2, pp. 47–54.
2. Mikhailova A. V., Tikhonova E. Iu., Shipulin S. V. O raschete priemnoi emkosti Severo-Zapadnoi chasti Kaspiiskogo moria v interesakh iskusstvennogo vospriozvodstva vodnykh bioresursov v Volzhsko-Kaspiiskom rybokhoziaistvennom basseine [On the calculation of the receiving capacity of the Northwestern part of the Caspian Sea in the interests of artificial reproduction of aquatic biological resources in the Volga-Caspian Fisheries Basin]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2024, no. 2, pp. 17–22.
3. Mikhailova A. V., Nikulina L. V. Mnogoletniaia izmenchivost' kolichestvennykh pokazatelei zooplanktona v zapadnoi chasti Severnogo Kaspiia [Long-term variability of quantitative indicators of zooplankton in the western part of the Northern Caspian Sea]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2025, no. 1, pp. 39–44.
4. Ardash'eva A. G. Fitoplankton Severnogo Kaspiia v iiune 1980–1987 gg. [Phytoplankton of the Northern Caspian Sea in June 1980–1987]. *Rybokhoziaistvennye issledovaniia planktona*. Moscow, Izd-vo VNIRO, 1991. Part 2. Kaspiiskoe more. Pp. 4–10.
5. Ardash'eva A. G., Tatarintseva T. A. Kharakteristika letnego fitoplanktona Kaspiiskogo moria [Characteristics of summer phytoplankton of the Caspian Sea]. *Morskie gidrobiologicheskie issledovaniia*. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2000. Pp. 22–38.
6. Ardash'eva A. G. Mnogoletnie izmeneniiia fitoplanktona Severnogo Kaspiia [Long-term changes in phytoplankton of the Northern Caspian Sea]. *Problemy izucheniiia, sokhraneniia i vosstanovleniiia vodnykh biologicheskikh resursov v XXI veke: materialy dokl. Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi 110-letiiu KaspNIRKh (Astrakan', 16–18 oktiabria 2007 g.). Astrakhan' Izd-vo KaspNIRKh, 2007. Pp. 133–135.*
7. Ardash'eva A. G. Fitoplankton Severnogo Kaspiia v period stabilizatsii urovnia moria [Phytoplankton of the Northern Caspian Sea during the period of sea level stabilization]. *Voprosy promyslovoi okeanologii*, 2010, vol. 7, no. 2, pp. 229–239.
8. Ardash'eva A. G. Vliyanie povysheniia urovnia moria na fitoplankton Severnogo Kaspiia. Avtoref'erat dissertsii ... kand. biol. nauk [The impact of sea level rise on the phytoplankton of the Northern Caspian Sea. Abstract of the dissertation ... cand. biol. sciences]. Astrakhan', 2000. 22 p.
9. Usachev P. I. Kolichestvennaia metodika sbora i obrabotki fitoplanktona [Quantitative methods of phytoplankton collection and treatment]. *Trudy Vsesoiuznogo gidrobiologicheskogo obshchestva*. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1961. Vol. 11. Pp. 411–415.
10. Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR [The determinant of freshwater algae of the USSR]. Moscow, Sovetskaiia nauka Publ., 1951. Iss. 4: Diatomovye vodorosli. 620 p.
11. Elenkin A. A. Sinezelenye vodorosli SSSR [Blue-green algae of the USSR]. Leningrad, 1938. 984 p.
12. Proshkina-Lavrenko A. I., Makarova I. V. Vodorosli planktona Kaspiiskogo moria [Algae of plankton of the Caspian Sea]. Leningrad, Nauka Publ., 1968. 292 p.
13. Nevrova E. L. Raznoobrazie i struktura taksozenozov bentsnykh diatomovykh vodoroslei (Bacillariophyta) Chernogo moria [Diversity and structure of taxocenoses of benthic diatoms (Bacillariophyta) of the Black Sea]. Sevastopol', Izd-vo FITs InBluM, 2022. 329 p.
14. Usachev P. I. Kolichestvennoe kolebanie fitoplanktona v Severnom Kaspii [Quantitative fluctuations of phytoplankton in the Northern Caspian Sea]. *Trudy Instituta okeanologii AN SSSR*, 1948, vol. 2, pp. 60–88.

Статья поступила в редакцию 28.10.2024; одобрена после рецензирования 24.01.2025; принятая к публикации 30.05.2025
The article was submitted 28.10.2024; approved after reviewing 24.01.2025; accepted for publication 30.05.2025

Информация об авторах / Information about the authors

Анна Викторовна Михайлова – кандидат биологических наук; руководитель центра экологических исследований; Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; mikhajlovaav@kaspnirh.vniro.ru

Алевтина Георгиевна Ардабьева – кандидат биологических наук; главный специалист лаборатории гидробиологии; Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; ardabevaag@kaspnirh.vniro.ru

Anna V. Mikhailova – Candidate of Biological Sciences; Director of Environmental Research Center; Volga-Caspian Branch of the Federal State Budget Scientific Institution of Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”; mikhajlovaav@kaspnirh.vniro.ru

Alevtina G. Ardabyeva – Candidate of Biological Sciences; Chief Specialist of the Hydrobiology Laboratory; Volga-Caspian Branch of the Federal State Budget Scientific Institution of Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”; ardabevaag@kaspnirh.vniro.ru

