



# ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Оригинальная статья / Original article

УДК 574.58

DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-120-131

## МИКРОВОДОРОСЛИ ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ ОСТРОВА ТЮЛЕНИЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

<sup>1,2</sup>Руслан М. Бархалов\*, <sup>1</sup>Айшат А. Абдурахманова, <sup>1</sup>Франгиз Ш. Амаева

<sup>1</sup>Прикаспийский институт биологических ресурсов,  
Дагестанский научный центр Российской академии наук,  
Махачкала, Россия, barkhalov.ruslan@yandex.ru

<sup>2</sup>Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

**Резюме. Цель.** Исследование структуры фитопланктонного сообщества прибрежной акватории острова Тюлений Каспийского моря, как важного рыбохозяйственного района. **Методы.** Изложены результаты сезонных наблюдений в 2016 г. за состоянием фитопланктона прибрежной акватории острова Тюлений Каспийского моря. Всего было отобрано 120 проб фитопланктона с 4 станций с мая по октябрь батометром Нансена с поверхностного слоя воды с последующей фиксацией раствором Люголя. Осаждение и концентрирование проводили по общепринятой методике. Обрабатывались пробы в камере Ножотта объемом 0,1 мл под световым микроскопом. **Результаты.** По результатам наших исследований 2016 г. в акватории острова Тюлений в пробах фитопланктона обнаружено 103 вида и разновидностей микроводорослей, представленных 4 отделами: Bacillariophyta – 49 видов, Cyanophyta – 24 вида, Chlorophyta – 23 вида и Rynophyta – 7 видов. Наибольшее видовое разнообразие фитопланктонных организмов было отмечено в осенний период (61 вид). В целом, наблюдалось равномерное распределение фитопланктона по всей прибрежной акватории острова, концентрация биомассы не достигала 1 г/м<sup>3</sup>. **Заключение.** В 2016 г. в исследуемой акватории отмечены благоприятные гидролого-гидрохимические условия для развития микроводорослей. Опресненная вода вокруг острова Тюлений, хорошо прогреваемая летом и не замерзающая зимой, способствовала развитию богатой флоры. Хотя показатели биомассы не были высокими из-за преобладания в растительном планктоне мелкоклеточных водорослей, в целом, это должно положительно сказаться на развитии последующих звеньев трофической цепи и способствовать увеличению продуктивности вод Северного Каспия.

**Ключевые слова:** микроводоросли, остров Тюлений, Каспийское море, видовое разнообразие, сезонная динамика.

**Формат цитирования:** Бархалов Р.М., Абдурахманова А.А., Амаева Ф.Ш. Микроводоросли прибрежной акватории острова Тюлений Каспийского моря // Юг России: экология, развитие. 2019. Т.14, N2. С.120-131. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-120-131



## MICROALGAE FROM THE COASTAL WATERS OF TYULENY ISLAND IN THE CASPIAN SEA

<sup>1,2</sup>Ruslan M. Barkhalov\*, <sup>1</sup>Ayshat A. Abdurakhmanova, <sup>1</sup>Frangiz Sh. Amaeva

<sup>1</sup>Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan scientific Centre of the  
Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia, barkhalov.ruslan@yandex.ru

<sup>2</sup>Dagestan State University, Makhachkala, Russia

**Abstract. Aim.** In this work, we set out to study the composition of a phytoplankton community in an important fishery area, the coastal water area of Tyuleny Island in the Caspian Sea. **Methods.** We present the results of seasonal observations (2016) on the state of phytoplankton in the coastal waters of Tyuleny Island in the Caspian Sea. In total, 120 phytoplankton samples were collected at four stations from the water surface layer (May–October) using the Nansen bottle and subsequent fixation by Lugol's solution. Sedimentation and concentration were carried out using standard procedures. The samples were processed in the Nageotte chamber with a volume of 0.1 ml under a light microscope. **Results.** According to the research results (2016), 103 species and varieties of microalgae were found in the phytoplankton samples collected from the water area of Tyuleny Island. The microalgae were represented by four divisions: Bacillariophyta – 49 species, Cyanophyta – 24 species, Chlorophyta – 23 species and Pyrrophyta – 7 species. The greatest species diversity of phytoplankton in the studied water area was noted during the autumn period (61 species). In general, phytoplankton was found to be distributed homogeneously throughout the coastal area of the island, with the biomass concentration not reaching 1 g/m<sup>3</sup>. **Conclusion.** In 2016, favorable hydrological and hydrochemical conditions for the development of microalgae were observed. The desalinated water around Tyuleny Island, which is well warmed in the summer and does not freeze in the winter, contributed to the development of rich flora. Although biomass values were not high due to the prevalence of small-celled microalgae in phytoplankton, in general, it should have a positive effect on the development of subsequent links in a trophic chain, as well as promote an increase in the productivity of waters of the Northern Caspian Sea.

**Keywords:** microalgae, Tyuleny Island, Caspian Sea, species diversity, seasonal dynamics.

**For citation:** Barkhalov R.M., Abdurakhmanova A.A., Amaeva F.Sh. Microalgae from the coastal waters of Tyuleny island in the Caspian Sea. *South of Russia: ecology, development*. 2019, vol. 14, no. 2, pp. 120-131. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-120-131

### ВВЕДЕНИЕ

Остров Тюлений, второй по величине (после острова Чечень) и самый отдаленный участок суши в пределах дагестанского побережья, расположен в северо-западной части акватории Каспийского моря, в 50 км к юго-востоку от устья р. Кума и 32 км к северо-востоку от приморского поселка Суюткино (рис. 1).

Остров имеет площадь примерно 30 км<sup>2</sup>, которая складывается из «материковой» части на западе, весьма протяженной песчаной косы – на востоке и периодически (в пик морской регрессии) осушающейся лагуны. Мелководная акватория о. Тюлений находится в зоне смешения пресного речного стока и соленых вод Северного Каспия, обогащенная биогенными элементами и органическими веществами, где сформировалась эвригалинная и эвритермная гидрофлора и фауна. Омывающие остров морские воды, а также довольно крупная лагуна в его восточной части обеспечивают существование и воспроизводство многих ценных промысловых видов рыб, имеющих большое значение для поддержания биологического разнообразия Каспийского моря.



**Рис.1. Прибрежная акватория острова Тюлений Каспийского моря**  
**Fig.1. Coastal waters of Tyuleniy Island (Caspian Sea)**

Оценка состояния приостровных экосистем и происходящие в них изменения под влиянием природных и антропогенных факторов – одна из проблем водной экологии. Фитопланктон – важный компонент экосистемы, способный быстро реагировать на изменения экологических условий при возрастающем антропогенном влиянии на водоемы и играющий ведущую роль в процессе их самоочищения. Выделяемый микроводорослями кислород определяет условия жизнедеятельности гидробионтов [1]. А так как фитопланктон является первым звеном трофической цепи для гетеротрофных организмов, его продукция – это важный показатель в прогнозировании рыбных запасов [2; 3]. Поэтому изучение состояния планктонных сообществ приостровных экосистем, в частности, острова Тюлений Каспийского моря представляет научный интерес.

*Цель* данной работы – исследование структуры фитопланктонного сообщества прибрежной акватории острова Тюлений Каспийского моря, как важного рыбохозяйственного района.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной работе изложены результаты сезонных наблюдений в 2016 г. за состоянием фитопланктона прибрежной акватории острова Тюлений Каспийского моря. Всего собрано и обработано 120 проб фитопланктона с 4 станций острова и в лагуне. Пробы на фитопланктон отбирались с мая по октябрь с поверхностного слоя воды батометром Нансена с последующей фиксацией раствором Люголя. Осаждения и концентрирование проводили по общепринятой методике сроком до двух недель [4-6]. Камеральная обработка проводилась в камере Ножотта, объемом 0,1 мл под световым микроскопом, идентификация видов выполнена с помощью определителей [7-9].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам наших исследований 2016 г. в акватории острова Тюлений в пробах фитопланктона обнаружено 103 вида и разновидностей микроводорослей, представленных 4 отделами: диатомовые (Bacillariophyta) – 49 видов; сине-зеленые (Cyanophyta) – 24 вида; зеленые (Chlorophyta) – 23 вида; пиррифитовые (Pyrrophyta) – 7 видов.

Видовой состав фитопланктона прибрежной акватории острова Тюлений Каспийского моря представлен в таблице 1. Наиболее богаты видами роды: *Nitzschia* (7 видов), *Gloeocapsa*, *Pediastrum*, *Scenedesmus* (по 5-6 видов), *Merismopedia*, *Gyrosigma*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Fragillaria*, *Ankistrodesmus* (по 3-4 вида). Остальные роды были представлены одним или двумя видами.



Таблица 1

Видовой состав фитопланктона прибрежной акватории  
острова Тюлений Каспийского моря

Table 1

Species composition of phytoplankton in the coastal waters  
of Tyuleny Island (Caspian Sea)

Видовой состав фитопланктона Species composition of phytoplankton	Весна Spring	Лето Summer	Осень Autumn
<b>CYANOPHYTA</b>			
<b>Anabaenacea</b>			
<i>Anabaena</i> Bory, 1822			
<i>Anabaena bergii</i> Ostefeld, 1908	-	+	+
<i>Anabaena spiroides f. spiroides</i> Klebahn, 1895	+	+	+
<i>Anabaena flos-aquae</i> Brebisson, 1835	+	-	-
<i>Anabaenopsis</i> V. Muller, 1923			
<i>Anabaenopsis elenkinii</i> V. Miller, 1923	+	+	+
<i>Anabaenopsis nadsonii</i> Woronich, 1929	-	+	-
<b>Aphanizomenonacea</b>			
<i>Aphanizomenon</i> Mooren, 1836			
<i>Aphanizomenon flos-aqua</i> Ralfs, 1850	-	+	+
<i>Aphanizomenon sphaericum</i> I. Kisselew, 1950	-	-	+
<i>Aphanizomenon ussaczewii</i> Proschkina-Lavrenco, 1968	+	-	-
<b>Oscillatoriaceae</b>			
<i>Oscillatoria</i> Vaucher, 1803			
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher, 1803	+	+	+
<i>Oscillatoria brevis</i> Gomont, 1892	-	+	+
<b>Microcystidaceae</b>			
<i>Microcystis</i> Kützing, 1833			
<i>Microcystis aeruginosa f. aeruginosa</i> Kützing, 1845	-	+	-
<i>Microcystis pulvereae f. delicatissima</i> Elenkin, 1938	+	-	+
<i>Microcystis pulvereae f. parasitica</i> Elenkin, 1938	-	+	-
<b>Gloeocapsaceae</b>			
<i>Gloeocapsa</i> Hollerbach, 1938			
<i>Gloeocapsa cohaerens</i> Hollerbach, 1938	-	+	+
<i>Gloeocapsa limnetica</i> Hollerbach, 1938	-	+	+
<i>Gloeocapsa turgida</i> Hollerbach, 1938	+	+	-
<i>Gloeocapsa minima</i> Hollerbach, 1938	+	-	-
<i>Gloeocapsa minor</i> Hollerbach, 1938	-	-	+
<b>Merismopediaceae</b>			
<i>Merismopedia</i> Meyen, 1839			
<i>Merismopedia glauca f. glauca</i> Nageli, 1849	-	+	+
<i>Merismopedia minima</i> G. Beck, 1897	+	-	+
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann, 1898	-	+	+
<i>Merismopedia elegans</i> Al. Braun, 1848	-	+	-
<b>Gomphosphaeriaceae</b>			
<i>Gomphosphaeria</i> Kützing, 1836			
<i>Gomphosphaeria lacustris f. lacustris</i> Chodat, 1898	-	+	+
<b>Tubiellaceae</b>			
<i>Johannesbaptistia</i> De Toni, 1934			
<i>Johannesbaptistia pellucida</i> Teylor et Drouet, 1938	+	-	-
<b>BACILLARIOPHYTA</b>			
<b>Eupodiscaceae</b>			
<i>Actinocyclus</i> Ehrenberg, 1838			
<i>Actinocyclus ehenbergii var. ehenbergii</i> Ralf, 1861	-	-	+



Видовой состав фитопланктона Species composition of phytoplankton	Весна Spring	Лето Summer	Осень Autumn
<b>Coscinodiscaceae</b>			
<b><i>Melosira</i> C. Agardh, 1824</b>			
<i>Melosira varians</i> C. Agardh, 1817	-	+	-
<b><i>Cyclotella</i> Kützing, 1834</b>			
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing, 1844	+	-	+
<i>Cyclotella caspia</i> var. <i>caspia</i> Grunow, 1878	+	+	+
<b><i>Stephanodiscus</i> Ehrenberg, 1845</b>			
<i>Stephanodiscus socialis</i> Makarova et Proschkina-Lavrenko, 1964	-	-	+
<i>Stephanodiscus hantzchii</i> Grunow, 1880	+	-	+
<b><i>Thalassiosira</i> Cleve, 1873</b>			
<i>Thalassiosira</i> sp.	+	-	-
<i>Thalassiosira caspica</i> Makarova, 1959	+	-	+
<b><i>Coscinodiscus</i> Ehrenberg, 1838</b>			
<i>Coscinodiscus lacustris</i> var. <i>lacustris</i> Grunow, 1880	-	-	+
<i>Coscinodiscus jonesianus</i> Ostefeld, 1915	+	-	+
<b>Soleniaceae</b>			
<b><i>Rhizosolenia</i> Ehrenberg, 1843</b>			
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (M. Schultze) Sanddstrom, 1986	+	+	-
<b>Chaetoceraceae</b>			
<b><i>Chaetoceros</i> Ehrenberg, 1844</b>			
<i>Chaetoceros paulsenii</i> Ostefeld, 1898	-	-	+
<b>Fragilariaceae</b>			
<b><i>Diatoma</i> Grunow, 1862</b>			
<i>Diatoma elongatum</i> var. <i>elongatum</i> Agardh, 1824	+	+	+
<i>Diatoma anceps</i> Kirchner, 1878	+	+	-
<b><i>Fragilaria</i> Lyngbye, 1819</b>			
<i>Fragilaria capucina</i> , Desmazières, 1830	-	+	+
<i>Fragillaria leptostauron</i> Hustedt, 1913	-	-	+
<i>Fragillaria intermedia</i> Grunow, 1862	-	+	+
<b><i>Synedra</i> Ehrenberg, 1830</b>			
<i>Synedra pulchella</i> Ralfs et Kützing, 1844	+	-	-
<b>Nitzschiaceae</b>			
<b><i>Nitzschia</i> Hassal, 1845</b>			
<i>Nitzschia verticularis</i> Hantzsch et Rabenhorst, 1860	+	+	+
<i>Nitzschia distans</i> Gregory, 1857	-	+	+
<i>Nitzschia macilenta</i> Gregory et Greville, 1859	+	+	+
<i>Nitzschia acicularis</i> W. Smith, 1853-1856	-	-	+
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Ehr.) W. Smith, 1856	+	-	-
<i>Nitzschia reversa</i> W. Smith, 1853-1856	-	-	+
<i>Nitzschia closterium</i> W. Smith, 1853-1856	-	-	+
<b><i>Bacillaria</i> Gmelin, 1788</b>			
<i>Bacillaria paradoxa</i> Gmelin, 1788	+	-	+
<b>Naviculaceae</b>			
<b><i>Amphiprora</i> Ehrenberg, 1843</b>			
<i>Amphiprora paludosa</i> var. <i>subsalina</i> W. Smith, 1853	+	-	-
<b><i>Amphora</i> Ehrenberg et Kützing, 1844</b>			
<i>Amphora commutata</i> Grunow, 1880	+	-	-
<i>Amphora ovalis</i> Kützing, 1844	-	+	+
<i>Amphora veneta</i> Kützing, 1844	+	-	-
<b><i>Navicula</i> Bory de Saint-Vincent, 1822</b>			
<i>Navicula bacillum</i> var. <i>minor</i> Van Heurck, 1880	-	-	+
<i>Navicula tuscula</i> f. <i>obtus</i> e Hustedt, 1922	+	+	-



Видовой состав фитопланктона Species composition of phytoplankton	Весна Spring	Лето Summer	Осень Autumn
<i>Navicula tuscula f. minor</i> Hustedt, 1930	+	-	-
<b><i>Cymbella</i> C. Agardh, 1830</b>			
<i>Cymbella affinis</i> Kützing, 1844	-	+	+
<i>Cymbella tumida</i> Van Heurck, 1880	+	-	-
<i>Cymbella prostata</i> Cleve, 1894	+	-	+
<b><i>Pleurosigma</i> W. Smith, 1852</b>			
<i>Pleurosigma elongatum</i> W. Smith, 1852	+	-	+
<b><i>Gyrosigma</i> Hassal, 1845</b>			
<i>Gyrosigma acuminatum</i> Rabenhorst, 1853	+	-	+
<i>Gyrosigma strigile</i> Cleve, 1894	-	+	-
<i>Gyrosigma distortum</i> var. <i>parkeri</i> Cleve, 1894	-	+	-
<i>Gyrosigma peisonae</i> Hustedt, 1930	+	-	-
<b>Surirelaceae</b>			
<b><i>Campylodiscus</i> Ehrenberg et Kützing, 1844</b>			
<i>Campylodiscus chlypeus</i> Ehrenberg et Kützing, 1844	-	+	-
<i>Campylodiscus punctatus</i> Grunow, 1862	+	-	+
<b><i>Cymatopleura</i> W. Smith, 1851</b>			
<i>Cymatopleura solea</i> W. Smith, 1851	+	+	+
<i>Cymatopleura elliptica</i> var. <i>hibernica</i> Hustedt, 1896	+	-	+
<b><i>Surirela</i> Turpin, 1828</b>			
<i>Surirela ovalis</i> Brébisson, 1838	-	+	-
<i>Surirela robusta</i> var. <i>splendida</i> Van Heurck, 1885	-	+	-
<b>Achnanthaceae</b>			
<b><i>Rhoicosphenia</i> Grunow, 1860</b>			
<i>Rhoicosphenia curvata</i> Grunow, 1860	-	+	-
<b><i>Cocconeis</i> Ehrenberg, 1837</b>			
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg, 1838	-	+	+
<b>CHLOROPHYTA</b>			
<b>Ankistrodesmaceae</b>			
<b><i>Ankistrodesmus</i> Corda, 1838</b>			
<i>Ankistrodesmus arcuatus</i> Korschikov, 1953	+	+	+
<i>Ankistrodesmus pseudomirabilis</i> Korschikov, 1953	+	-	+
<i>Ankistrodesmus angustus</i> Bernard., 1908	+	+	-
<b>Coelastraceae</b>			
<b><i>Coelastrum</i> Nageli, 1849</b>			
<i>Coelastrum microporum</i> Nageli, 1849	+	+	-
<b><i>Scenedesmus</i> Meyen, 1829</b>			
<i>Scenedesmus acuminatus</i> var. <i>acuminatus</i> Chodat, 1902	+	+	-
<i>Scenedesmus acuminatus</i> var. <i>biseriatus</i> Reinhardt, 1953	-	+	-
<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemmermann, 1899	-	+	+
<i>Scenedesmus bijugatus</i> var. <i>bijugatus</i> Lagerheim, 1893	-	-	+
<i>Scenedesmus quadricauda</i> Brébisson, 1835	+	+	+
<i>Scenedesmus apiculatus</i> Chodat, 1926	-	+	-
<b>Hydrodictyaceae</b>			
<b><i>Pediastrum</i> Meyen, 1829</b>			
<i>Pediastrum simplex</i> Lemmermann, 1897	-	+	+
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>rugulosum</i> Raciborski, 1889	+	+	-
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>reticulatum</i> Lagerheim, 1882	-	-	+
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>perforatum</i> Raciborski, 1889	+	+	+
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>longicorne</i> Raciborski, 1889	+	-	-
<i>Pediastrum tetras</i> var. <i>tetraodon</i> Rabenhorst, 1868	-	+	-



Видовой состав фитопланктона Species composition of phytoplankton	Весна Spring	Лето Summer	Осень Autumn
<b>Oocystaceae</b>			
<i>Oocystis</i> Nageli, 1855			
<i>Oocystis borgei</i> Snow, 1903	+	-	-
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat, 1897	-	+	-
<b>Dictyosphaeriaceae</b>			
<i>Dictyosphaerium</i> Nageli, 1849			
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood, 1874	+	+	+
<b>Ulotrichaceae</b>			
<i>Binuclearia</i> Wittrock, 1886			
<i>Binuclearia lauterbornii</i> var. <i>lauterbornii</i> Proschkina-Lavrenko, 1966	+	+	-
<b>Zygnemataceae</b>			
<i>Mougeotia</i> Wittrock, 1872			
<i>Mougeotia</i> sp.	+	+	+
<b>Desmidiaceae</b>			
<i>Staurastrum</i> Meyen, 1829			
<i>Staurastrum gracile</i> Raifs, 1845	+	-	-
<i>Cosmarium</i> Corda, 1834			
<i>Cosmarium botrytis</i> Meneghini, 1840	-	-	+
<b>PYRROPHYTA</b>			
<b>Gymnodiniaceae</b>			
<i>Gymnodinium</i> Stein, 1878			
<i>Gymnodinium variabile</i> Herdman, 1924	+	-	+
<b>Prorocentraceae</b>			
<i>Prorocentrum</i> Ehrenberg, 1833			
<i>Prorocentrum obtusum</i> Ostefeld, 1908	-	+	-
<i>Prorocentrum scutellum</i> Schroder, 1901	+	+	-
<b>Peridiniaceae</b>			
<i>Peridinium</i> Ehrenberg, 1830			
<i>Peridinium latum</i> var. <i>halophila</i> I. Kisselew, 1950	+	+	+
<i>Glenodinium</i> Ehrenberg, 1835			
<i>Glenodinium capsicum</i> Schiller, 1931-1937	-	+	+
<i>Glenodinium behningii</i> I. Kisselew, 1950	-	+	+
<i>Goniaulax</i> Diesing, 1866			
<i>Goniaulax spinifera</i> Diesing, 1866	-	-	+

Среди основных инвазивных видов планктонных водорослей прежде всего можно отметить представителей отдела Суанорphyta, которые вызывают или потенциально могут вызывать «цветение» воды, особенно такие виды, как *Anabaenopsis raciborskii* V. Miller, 1932 и *Anabaena bergii* Ostefeld, 1908, что ведет к накоплению органических веществ, ухудшению кислородного режима и служит показателем эвтрофированности вод.

Мелководная акватория острова Тюлений, смешение морских и пресных вод, а также благоприятный солевой и биогенный режимы, в отличие от других участков моря, отличается высоким таксономическим разнообразием микроводорослей, причем разных экологических групп – от пресноводных до солоноватоводных и морских. Во все сезоны наших наблюдений постоянно здесь встречались только 14 видов микроводорослей разных экологических групп: солоноватоводные – *Anabaena spiroides* f. *spiroides* Klebahn, 1895, *Anabaenopsis elenkinii* V. Miller, 1923, *Oscillatoria princeps* Vaucher, 1803, *Nitzschia macilentata* Gregory et Greville, 1859, *N. vermicularis* Hantzsch et Rabenhorst, 1860, морская – *Cyclotella caspia* var. *caspia* Grunov, 1878 и пресноводные – *Cymatopleura solea* W. Smith, 1851, *Scenedesmus quadricauda* Brebisson, 1835, *Pediastrum boryanum* var. *longicorne* Raciborski, 1889, *Ankistrodesmys arcuatus* Korschikov, 1853, *Diatoma elongatum* var. *elongatum* Agardh, 1824, *Dictyosphaerium puchellum* Wood, 1874, *Mougeotia* sp., *Peridinium latum* var. *halophila* I.



Kisselew, 1950. Сезонная динамика количества видов фитопланктона в акватории, прилегающей к острову Тюлений отображена на рисунке 2.

Весенний фитопланктон исследуемой акватории представлен 54 видами микроводорослей, из которых 27 видов – Bacillariophyta (50,0% от общего числа видов), Cyanophyta – 10 видов (18,5%), Chlorophyta – 14 видов (25,9%) и Pyrrhophyta – 3 вида (5,6%). Среди отдела Bacillariophyta наиболее часто встречались виды из родов *Coscinodiscus*, *Nitzschia*, *Diatoma*, *Fragillaria*, *Cymbella*, *Cymatopleura*. Высокие показатели Bacillariophyta весной объясняется тем, что представители этого отдела зимуют в вегетативной стадии на дне, и весной всплывают, когда температура воды еще не высокая. Вторая вспышка в развитии отдела Bacillariophyta происходит осенью в период вегетации [10]. Хотя Bacillariophyta уступают мелкоклеточным Cyanophyta в сообществе фитопланктона в численном развитии, что нельзя сказать о биомассе. Ее чаще всего формируют крупные диатомовые, такие виды из родов как *Pseudosolenia*, *Pleurosigma*, *Cymatopleura*, *Diatoma* и др.

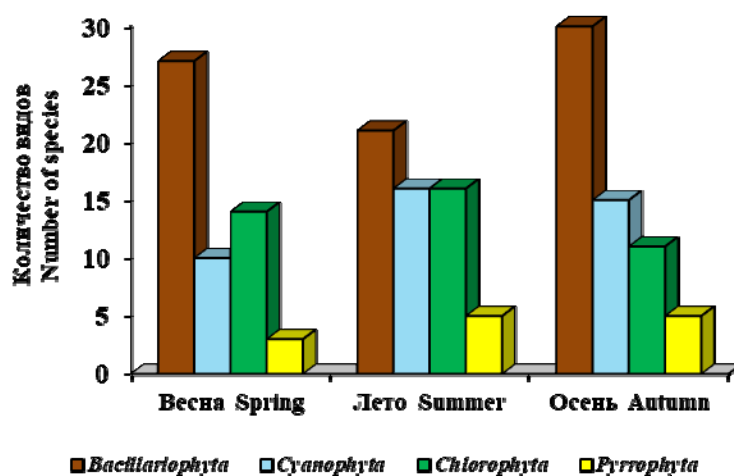


Рис.2. Сезонная динамика количества видов фитопланктона в акватории, прилегающей к о. Тюлений, 2016 г.

Fig.2. Seasonal dynamics of the phytoplankton species number in the water area adjacent to Tyuleny island, 2016

Летом фитопланктон был представлен 58 видами водорослей. Из них: Bacillariophyta – 21 вид (36,2%), Cyanophyta – 16 видов (27,6%), Chlorophyta – 16 видов (27,6%) и Pyrrhophyta – 5 видов (8,6%). В этот период сократилось количество таксонов диатомовых, на смену которым пришли зеленые. Также выросло количество теплолюбивых сине-зеленых микроводорослей и динофлагеллят. Эти таксоны развиваются в планктоне позже диатомовых, т.к. зимуют в виде спор и цист и для их развития нужно больше времени.

Наибольшее видовое разнообразие фитопланктонных организмов в исследуемой акватории было отмечено в осенний период, когда фитопланктон был представлен 61 видом, из которых: Bacillariophyta – 30 видов (49,2%), Cyanophyta – 15 видов (24,6%), Chlorophyta – 11 видов (18,0%) и Pyrrhophyta – 5 видов (8,2%). Ведущими таксонами опять были представители отдела Bacillariophyta.

Как известно, для опресненной мелководной зоны Северного Каспия характерен летний пик развития фитопланктона с максимальными показателями биомассы за год [11]. Однако, в 2016 г. в прибрежной акватории острова Тюлений более выражен был осенний пик. При этом основу количественных показателей (49% биомассы и 43% численности) формировали виды отдела Bacillariophyta.

Сезонные изменения отражались и на доминантном комплексе микроводорослей планктона. В весенний период наиболее распространенными видами отдела Bacillariophyta являлись *Diatoma elongatum* var. *elongatum* Agardh, 1824, *Navicula tuscula* f. *obtusum* Hustedt,





1922 и *Pleurosigma elongatum* W. Smith, 1852, а также *Pseudosolenia calcar-avis* (M. Schultze) Sanddstrom, 1986, которая чаще встречается в Среднем и Южном Каспии, и реже в Северном из-за переменной солености [12]. Среди видов отдела Cyanophyta доминантами были *Microcystis pulverea f. delicatissima* Elenkin, 1938, *Merismopedia minima* G. Beck, 1897, и *Oscillatoria princeps* Vaucher, 1803, а для Chlorophyta – *Scenedesmus quadricauda* Brébisson, 1835 и *Mougeotia* sp. В группе Pyrrophyta встречались только *Gymnodinium variabile* Herdman, 1924, *Prorocentrum scutellum* Schroder, 1901 и *Peridinium latum var. halophila* I. Kisselew, 1950.

Летом преобладали такие виды отдела Bacillariophyta, как *Pseudosolenia calcar-avis* Sanddstrom (M. Schultze) Sanddstrom, 1986 и *Fragilaria capucina* Desmazières, 1830. Субдоминировали также *Cymatopleura solea* W. Smith, 1851, *Nitzschia vermicularis* Hantzsch et Rabenhorst, 1860 и *N. macilenta* Gregory et Greville, 1859. Среди отдела Cyanophyta доминировали следующие виды: *Merismopedia glauca f. glauca* Nageli, 1849, *Oscillatoria princeps* Vaucher, 1803. Среди отдела Chlorophyta доминировали такие виды, как *Scenedesmus acuminatus var. acuminatus* Chodat, 1902, *S. quadricauda* Brébisson, 1835 и *Binuclearia lauterbornii var. lauterbornii* Proschkina-Lavrenko, 1966. В группе Pyrrophyta основу количественных показателей формировали *Prorocentrum scutellum* Schroder, 1901 и *Glenodinium behningii* I. Kisselew, 1850.

Осенью в группе Bacillariophyta основу количественных показателей формировали *Cymatopleura solea* W. Smith, 1851, *Fragillaria intermedia* Grunow, 1862, *Cyclotella caspia var. caspia* Grunow, 1878, *Nitzschia vermicularis* Hantzsch et Rabenhorst, 1860, *N. macilenta* Gregory et Greville, 1859 и *N. distans* Gregory, 1857. Доминантную группу отдела Cyanophyta составляли *Anabaena bergii* Ostefeld, 1908, *Oscillatoria princeps* Vaucher, 1803, *Merismopedia minima* G. Beck, 1897, *M. tenuissima* Lemmermann, 1898, а также *Aphanizomenon flos-aqua* Ralfs, 1850 и *Aphanizomenon sphaericum* I. Kisselew, 1950. Среди Chlorophyta по массе преобладали колониальный вид *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, 1874 и крупноклеточные представители рода *Pediastrum*, такие как *P. boryanum var. perforatum* Raciborski, 1889, *P. simplex* Lemmermann, 1897 и *P. duplex var. reticulatum* Lagerheim, 1882, а также *Scenedesmus quadricauda* Brébisson, 1835. Довольно существенной численностью и биомассой характеризовались виды отдела Pyrrophyta – *Glenodinium capsicum* Schiller, 1931-1937 и *G. behningii* I. Kisselew, 1850.

Количественные показатели фитопланктона исследуемой акватории по сезонам отображены в таблице 2.

Таблица 2

**Сезонные изменения численности и биомассы фитопланктона в прибрежной акватории острова Тюлений в 2016 г.**

Table 2

**Seasonal changes in the abundance and biomass of phytoplankton in the coastal waters of Tyuleny Island in 2016**

Группы Group	Весна Spring		Лето Summer		Осень Autumn	
	тыс. экз.\м <sup>3</sup> thous. ind.\m <sup>3</sup>	мг\м <sup>3</sup> mg\m <sup>3</sup>	тыс. экз.\м <sup>3</sup> thous. ind.\m <sup>3</sup>	мг\м <sup>3</sup> mg\m <sup>3</sup>	тыс. экз.\м <sup>3</sup> thous. ind.\m <sup>3</sup>	мг\м <sup>3</sup> mg\m <sup>3</sup>
<i>Bacillariophyta</i>	41996,7	297,9	20772,4	199,1	30198,8	216,1
<i>Cyanophyta</i>	3289,9	18,6	21840,5	119,5	30177,0	183,2
<i>Chlorophyta</i>	9896,2	9,1	10266,7	25,1	6854,6	8,9
<i>Pyrrophyta</i>	69,3	1,7	692,8	14,7	3046,3	54,7
Итого / Total:	55252,1	327,3	53572,4	358,4	70276,7	462,9

Так же, как и по видовому разнообразию, максимальные количественные показатели для отдела Bacillariophyta отмечены в весенний период, для Chlorophyta пик в количественном развитии наблюдался летний, а для групп Cyanophyta и Pyrrophyta – в осенний период (табл. 2).



Гидробиологические исследования акватория острова Тюлений проводились нами также в 2015 г. [13]. По сравнению с 2015 г. в 2016 г. наблюдалось незначительное снижение численных показателей, и концентрация биомассы фитопланктона в прибрежной морской воде в исследуемый нами период не достигала  $1 \text{ г/м}^3$ . По всей видимости, это связано с довольно стремительным ходом современной регрессии Каспийского моря (примерно на 1 м за последнее 10 лет).

Распределение биомассы фитопланктона в акватории о. Тюлений показало, что наибольшей продуктивностью характеризовалась открытая зона (северо-западная и юго-восточная части острова), без растительности, с благоприятным гидрохимическим режимом. Минимальные значения, как видового состава, так и количественных показателей были приурочены к сплошным камышовым зонам, в частности во внутреннем водоеме острова (Сазаньей лагуне), где сосредоточены сероводородные зоны с крайне неудовлетворительным гидролого-гидрохимическим режимом, ведущим к гибели гидробионтов [14]. В целом наблюдалось равномерное распределение фитопланктона по всей акватории острова, пятен высокой продуктивности обнаружено не было.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в сезонной динамике самое высокое видовое разнообразие фитопланктона исследуемой акватории наблюдалось осенью. Для представителей отдела Bacillariophyta наибольшее видовое разнообразие отмечено в весенний и осенний периоды, для групп Суанорphyta и Chlorophyta – в летний, а для Ругtorphyta – летний и осенний периоды. При этом представители отдела Ругtorphyta были представлены самым низким числом видов по сравнению с водорослями других отделов за весь период исследований.

В целом, в 2016 г. в исследуемой акватории острова Тюлений сложились благоприятные как гидрологические, так и гидрохимические условия для развития микроводорослей. Фитопланктон характеризовался довольно высоким таксономическим разнообразием и количественными показателями с численным преобладанием отделов Bacillariophyta и Суанорphyta. Опресненная вода вокруг острова, хорошо прогреваемая летом и не замерзающая зимой, способствовала развитию богатой флоры. Хотя показатели биомассы не были высокими из-за преобладания в растительном планктоне мелкоклеточных водорослей, в целом, это должно положительно сказаться на развитии последующих звеньев трофической цепи и способствовать увеличению продуктивности вод Северного Каспия.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: МГУ, 1979. 166 с.
2. Иванов В.П., Сокольский А.Ф. Научные основы стратегии защиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтяного загрязнения. Астрахань: КаспНИРХ, 2000. 181 с.
3. Абдурахманов Г.М., Гаджиев А.А., Шихшабеков М.М., Мунгиев А.А. Анализ экологического состояния Среднего Каспия и проблема воспроизводства рыб. М.: Наука, 2003. 424 с.
4. Инструкция по сбору и обработке планктона. М.: ВНИРО, 1977. 72 с.
5. Усачев П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Труды Всесоюзного гидробиологического общества. 1961. Вып. 11. С. 411-415.
6. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 240 с.
7. Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В. Водоросли планктона Каспийского моря. М.-Л.: Наука, 1969. 290 с.
8. Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли Черного моря. М.-Л.: АН СССР, 1955. 222 с.
9. Голлербах М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Сине-зеленые



водоросли. М.: Советская наука, 1951. 652 с.

10. Ахмадуллова А.Э. Альгологические исследования микроводорослей в рекреационных озерах // Молодой ученый. 2011. N 4-1. С. 119-122.
11. Бархалов Р.М., Абдусаматов А.С., Столяров И.А., Таилов П.С. Рыбохозяйственное значение дагестанского побережья Каспия и рекомендации по сохранению рыбных запасов. Махачкала: АЛЕФ, 2016. С. 32-33.
12. Левшакова В.Д., Ардабьева А.Г., Татаринцева Т.А. Фитопланктон и первичная продукция планктона // Фауна и биологическая продуктивность Каспийского моря. М.: Наука, 2000. С. 5-54.
13. Османов М.М., Алигаджиев М.М., Гуруев М.А., Амаева Ф.Ш., Абдурахманова А.А. Гидробиологические исследования акватории острова Тюлений // Вестник Дагестанского научного центра. 2016. N 60. С. 14-19.
14. Иванов В.П., Комарова Г.В. Рыбы Каспийского моря. Астрахань: АГТУ, 2012. 255 с.

#### REFERENCES

1. Fedorov V.D. *O metodakh izucheniya fitoplanktona i ego aktivnosti* [On methods of studying phytoplankton and its activity]. Moscow, Moscow State University Publ., 1979, 166 p. (In Russian)
2. Ivanov V.P., Sokolskiy A.F. *Nauchnye osnovy strategii zashchity biologicheskikh resursov Kaspiiskogo morya ot neftyanogo zagryazneniya* [Scientific bases of strategy of protection of biological resources of the Caspian Sea from oil pollution]. Astrakhan, KaspNIRKh Publ., 2000, 181 p. (In Russian)
3. Abdurakhmanov G.M., Gadzhiev A.A., Shikhshabekov M.M., Mungiev A.A. *Analiz ekologicheskogo sostoyaniya Srednego Kaspiya i problema vosproizvodstva ryb* [Analysis of the ecological condition of Caspian sea and the problem of fish reproduction]. Moscow, Nauka Publ., 2003, 424 p. (In Russian)
4. *Instruktsiya po sboru i obrabotke planktona* [Instructions for the collection and processing of plankton]. Moscow, VNIRO Publ., 1977, 72 p. (In Russian)
5. Usachev P.I. [Quantitative method of collecting and processing phytoplankton]. In: *Trudy Vsesoyuznogo gidrobiologicheskogo obshchestva* [Proceedings of the All-Union hydrobiological society]. 1961, iss. 11, pp. 411-415. (In Russian)
6. Abakumov V.A. *Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverkhnostnykh vod i donnykh otlozhenii* [Guide to methods of hydrobiological analysis of surface waters and sediments]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1983, 240 p. (In Russian)
7. Proshkina-Lavrenko A.I., Makarova I.V. *Vodorosli planktona Kaspiiskogo morya* [Plankton algae of the Caspian Sea]. Moscow, Leningrad, Nauka Publ., 1969, 290 p. (In Russian)
8. Proshkina-Lavrenko A.I. *Diatomovye vodorosli Chernogo morya* [Diatoms of the Black sea]. Moscow, Leningrad, AS USSR Publ., 1955, 222 p. (In Russian)
9. Gollerbakh M.M. *Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. Sine-zelenye vodorosli* [The key to freshwater algae of the USSR. Blue-green algae]. Moscow, Sovetskaya nauka Publ., 1951, 652 p. (In Russian)
10. Akhmadullova A.E. Algological studies of micro-algae for recreational lakes. *Molodoi uchenyi* [Young scientist]. 2011, no. 4-1, pp. 119-122. (In Russian)
11. Barkhalov R.M., Abdusamadov A.S., Stolyarov I.A., Taibov P.S. *Rybokhozyaistvennoe znachenie dagestanskogo poberezh'ya Kaspiya i rekomendatsii po sokhraneniyyu rybnyykh zapasov* [Fishery value of the Dagestan coast of the Caspian Sea and recommendations for conservation of fish stocks]. Ma-khachkala, ALEF Publ., 2016, pp. 32-33. (In Russian)
12. Levshakova V.D., Ardab'eva A.G., Tatarintseva T.A. [Phytoplankton and primary production of plankton]. In: *Fauna i biologicheskaya produktivnost' Kaspiiskogo morya* [Fauna and biological productivity of the Caspian Sea]. Moscow, Nauka Publ., 2000, pp. 5-54. (In Russian)



13. Osmanov M.M., Aligadzhiev M.M., Guruev M.A., Amaeva F.Sh., Abdurakhmanova A.A. Hydrobiological researches of the Tyuleny island's water area of the Caspian Sea. Vestnik Dagestanskogo nauchnogo tsentra [Herald of the Dagestan Scientific Center]. 2016, no. 60, pp. 14-19. (In Russian)
14. Ivanov V.P., Komarova G.V. *Ryby Kaspiiskogo morya* [Fish of the Caspian Sea]. Astrakhan, AS-TU Publ., 2012, 255 p. (In Russian)

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

##### Принадлежность к организации

**Руслан М. Бархалов\***, кандидат биологических наук, с.н.с. лаборатории морской биологии, Прикаспийский институт биологических ресурсов, Дагестанский научный центр РАН, ул. М. Гаджиева, 45, г. Махачкала, 367000, Россия; тел.: + 79285257121, e-mail: barkhalov.ruslan@yandex.ru, <http://www.researcherid.com/rid/J-4931-2018>

**Айшат А. Абдурахманова**, н.с. лаборатории морской биологии, Прикаспийский институт биологических ресурсов, Дагестанский научный центр РАН, г. Махачкала, Россия.

**Франгиз Ш. Амаева**, кандидат биологических наук, н.с. лаборатории морской биологии, Прикаспийский институт биологических ресурсов, Дагестанский научный центр РАН, г. Махачкала, Россия.

##### Критерии авторства

Руслан М. Бархалов собрал, обработал и проанализировал данные, провел обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написал статью. Франгиз Ш. Амаева, Айшат А. Абдурахманова систематизировали и анализировали полученные данные, откорректировали рукопись до подачи в редакцию. Все авторы несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

##### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 17.07.2018

Принята в печать 14.01.2019

#### AUTHOR INFORMATION

##### Affiliations

**Ruslan M. Barkhalov\***, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Scientific Centre, RAS; 45 Gadzhieva St., Makhachkala, 367000 Russia; tel. + 79285257121, e-mail: barkhalov.ruslan@yandex.ru, <http://www.researcherid.com/rid/J-4931-2018>

**Ayshat A. Abdurakhmanova**, Researcher, of the Caspian Institute of Biological Resources of Dagestan Scientific Centre, RAS, Makhachkala, Russia.

**Frangiz Sh. Amaeva**, Cand. Sci. (Biol.), Researcher, Caspian Institute of Biological Resources of Dagestan Scientific Centre, RAS, Makhachkala, Russia.

##### Contribution

Ruslan M. Barkhalov collected, processed and analyzed the data, reviewed the literature on the problem, as well as wrote the manuscript. Frangiz Sh. Amaeva, Ayshat A. Abdurakhmanova systematized and analyzed the data, improved on the manuscript prior to its submission. All authors are responsible for plagiarism and self-plagiarism.

##### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 17.07.2018

Accepted for publication 14.01.2019