

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 581.526.325

### ФИТОПЛАНКТОН СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАСПИЯ В АВГУСТЕ 2019 ГОДА

**Бухарицин П.И.**

*Д.г.н. профессор, ИВП РАН,  
ИО РАН, АГТУ г. Астрахань,  
Российская Федерация*

**Лабунская Е.Н.**

*К.б.н., ИВП РАН, г. Астрахань,  
Российская Федерация*

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2020.1.53.158](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2020.1.53.158)

В августе 2019 г. состоялась первая рекогносцировочная экспедиция на Северный Каспий Астраханского регионального отделения Русского географического общества совместно с

Каспийской флотилией, Институтом океанологии имени Ширшова РАН и Институтом водных проблем РАН на большом гидрографическом катере БГК «Василий Писаченко» (рис. 1).



*Рис. 1. Большой гидрографический катер Каспийской флотилии «Василий Писаченко» во время экспедиции на Северный Каспий.*

Во время экспедиции исследовалась акватория северо-западной части Северного Каспия от Астраханского морского рейда до Кулалинской Банки (рис. 2). На переходах и на якорных стоянках выполнялись гидрографические и

гидрометеорологические наблюдения, отбирались пробы воды на солёность, содержание фито- и зоопланктона, велись подводные и другие работы (рис. 3,4).

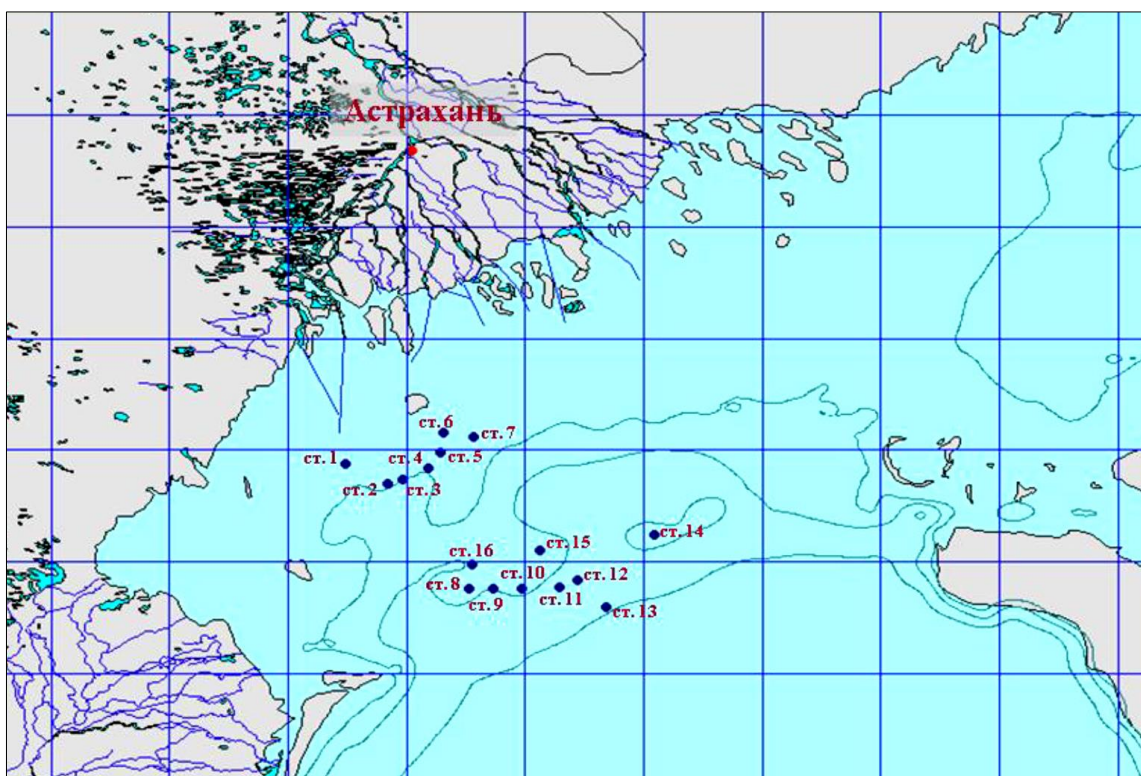


Рис. 2. Схема расположения станций отбора проб на фитопланктон.



Рис. 3. Отбор проб на фитопланктон.



Рис. 4. Фиксация проб на фитопланктон.



Рис. 5. Взрослые особи гребневика *Mnemiopsis leidyi* в пробе воды.

В ходе экспедиции были получены данные, которые подтвердили неблагоприятную ситуацию, сложившуюся со вселенцем Каспийского моря – гребневиком (*Mnemiopsis leidyi*). Мнемииопсис был завезен из Черного моря в 1999 году и уже нанес большой урон каспийской экосистеме.

Численность гребневика в северо-западной части Каспия на момент экспедиции была столь высока, что практически полностью исключала присутствие в воде других организмов, представителей зоопланктона (рис. 5).





*Рис. 6. Пересыхающее озеро на острове Малый Жемчужный.*

Участники экспедиции отметили практически полное отсутствие на о. Малый Жемчужный растительности (тростника), а также постоянного обитателя – каспийского тюленя. Озеро в центре острова раньше изобиловало рыбой, а в настоящее время полностью деградировало, превратившись в «зелёную лужу» (рис. 6). Повсюду встречались больные чайки и останки умерших птиц.

На основании отобранных проб исследован фитопланктон северо-западной части Северного Каспия. Состав альгоценозов по всему району наблюдений состоял из пяти групп водорослей: синезеленых, диатомовых и зеленых, динофитовых и евгленовых. Динофитовые встречались

спорадически на отдельных станциях. Видовой состав альгофлоры. В целом, в августе в массе развивались лишь несколько видов фитопланктона, составляя порой более 90% численности и биомассы.

#### **Материалы и методы обработки проб фитопланктона**

Пробы фитопланктона отбирались в объеме 500 мл в верхнем слое (0,5 м) воды по общепринятой методике [1], а интегральные пробы отбирались батометром Молчанова через 0,5; 2,0; 5,0; 10,0 м в слое утроенной прозрачности (практически до дна) (рис. 7,8).



*Рис. 7. Работа с батометром Молчанова.*

Известно, что относительная прозрачность воды зависит от ее мутности. Сезонные изменения мутности в мелководной северной части Каспийского моря находятся в прямой зависимости от ветрового режима. Весной (апрель-май), когда ветровая деятельность значительна, среднемесячное значение мутности равно  $65-55 \text{ г/м}^3$ , летом (июнь-июль) оно уменьшается до  $29 \text{ г/м}^3$ , а осенью опять постепенно увеличивается до  $38 \text{ г/м}^3$  (август-сентябрь) и  $56-66 \text{ г/м}^3$  (октябрь-ноябрь). Самая большая мутность воды за весь период наблюдений была отмечена на устьевом взморье Волги 6 октября 1964 г. при западном ветре скоростью  $15 \text{ м/с}$ , когда в поверхностном слое мутность составила  $400 \text{ г/м}^3$ , а в придонном –  $556 \text{ г/м}^3$ . В средней и южной частях Каспийского моря прозрачность воды не одинакова и значительно увеличивается в сторону открытого моря. Минимальная прозрачность (несколько сантиметров) наблюдается у западного берега, вблизи впадения рек. Почти во все сезоны года прозрачность воды в центральной части моря составляет  $10-15 \text{ м}$ , максимальная –  $21 \text{ м}$  наблюдалась в глубоководном районе на юге Каспия в августе 1968 г. К югу от границы с Северным Каспием (по линии о.Чечень -

Мангышлак) на всех гидрологических разрезах во все сезоны года прозрачность в западной части моря, как правило, ниже чем в восточной [2, с.14]. Результаты экспедиционных наблюдений за прозрачностью вод Северного Каспия выполнены авторами ранее в районах островов Малый Жемчужный, Тюлений и Кулалы, а также в средней части Каспийского моря в летние периоды 1995г (на т/х «Нефрит»); 1996г (на э/с «Госнадзор») и 2000г (на э/с «Метан») достаточно хорошо согласуются с многолетними данными, и данными, полученными во время августовской экспедиции 2019 года ( $5-5,5 \text{ м}$  в точках 1-10, 15,16 и  $7-7,5 \text{ м}$  в точках 11-14) (рис. 8).

Пробы не фитопланктон фиксировались 40% формалином до 2% его концентрации. Их сгущение до объема  $10 \text{ мл}$  проводилось через ядерные фильтры с диаметром пор не более  $1 \text{ мкм}$  в вакуумной воронке прямой фильтрации. В каждой из проб подсчитывалось не менее 100 экземпляров массовых видов и не менее 600 клеток всех встреченных видов [3]. Подсчет клеток проводился на линсанованном стекле объемом  $0,1 \text{ мл}$ . Мелкоклеточные формы учитывались при большом увеличении в нескольких полосах (рис. 9).



Рис. 8. Измерение прозрачности морской воды с помощью белого диска.

Биомасса водорослей определялась обычным объемно-весовым методом, исходя из оценки численности каждого таксона, объема клеток его особей и приравнивая удельную массу водорослей к 1. Объемы клеток принимаются как соответствующие геометрические фигуры - шар, цилиндр и два сопряженных конуса. Объемы клеток, имеющие более сложную конфигурацию, рассчитывали отдельно. Помимо этого, использовались таблицы для перевода линейных

размеров в объемные [1]. Линейные размеры клеток получают путем прямого измерения клеток каждого встреченного организма, т. е., при вычислении биомассы не используются средние объемы клеток, поскольку размеры клеток тесно связаны с эколого-физиологическими параметрами, а так же с условиями обитания в различных биотопах, изменяющихся на протяжении вегетационного периода.



Рис. 9. При таксономическом определении использовался световой микроскоп МББ-1А с 63-280 - ти кратным увеличением.

#### Результаты исследований

В северо-западной части Северного Каспия в августе 2019 г. было обнаружено 94 вида и разновидностей фитопланктона, в том числе синезеленых – 30, диатомовых – 42, зеленых – 16, динофитовых – 5 и евгленовых 1 таксон (табл. 1).

Состав альгофлоры был относительно однородным. Однако, доля пресноводных и солоноватоводно-пресноводных видов уменьшалась с севера на юг и с запада на восток. Морские формы встречались, в основном в южной и юго-восточной части исследуемого района.

На юго-востоке исследуемого участка практически вся альгофлора относилась к эвригалинным и солоноватоводным видам, характерных для туводных фитоценозов Северного и Среднего Каспия. На севере района помимо солоноватоводных видов, вегетировали и пресноводные водоросли.

Численность и биомасса фитопланктона варьировали в широких пределах - 0,12-213,12 млн.кл/л и 0,18-3,29 г/м<sup>3</sup> соответственно.

Характерной особенностью альгоценозов в августе 2019 г. является массовое развитие мелкоклеточных форм синезеленых. Так, практически на всех станциях, особенно в предустьевом пространстве Волги, отмечались *Lyngbya limnetica* Lemm., которая составляла основу численности (до 98%). Планктонные виды *Phormidium* sp., диатомовая *Thalassionema nitzschioides*, зеленые *Binuclearia lauterborni* (Schmidle) Pr.-Lavr., *B. - var. crassa* Pr.-Lavr. et Makar. и *Mougotia* sp., составляли основу численности и биомассы альгоценозов. Помимо

этого, широкое распространение на участке имела водоросль обрастаний (перифитонная) диатомовая *Fragilaria inflata* Kütz.. Массовыми и распространенными видами являлись синезеленые *Anabaena. bergii* Ostf. *A. flos-aqua* (L.) Ralfs, виды рода *Oscillatoria*, диатомовые *Actinocyclus echrenbergii* Ralfs., *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Cymatopleura solea* (Bréb.), W. Sm., , зеленые *Dictyosphaerium pulchellum* Wood., *Pediastrum boryanum* var. *longicorne* Racib.. Динофитовые водоросли, характерные для вод Северного Каспия на участке развивались в не большом количестве. На ст. 8 был отмечен представитель евгленовых *Euglena* sp..

В предустьевом пространстве Волги и в районе о. Тюлений (в большом количестве) вегетировала индикатор повышенной биогенной нагрузки на акваторию Северного Каспия синезеленая *Spirulina platensis*, которая в прежние годы в наших наблюдениях не отмечалась.

На Астраханском рейде (ст. 17) в пресных водах фиксировалась *Melosira granululata* и ее подвиды, хотя в большом количестве при численности 0,27 млн.кл/л и биомассе 0,6782 г/м<sup>3</sup> развивалась здесь *Fragilaria inflata*..

Южнее - в западной части центрального района Северного Каспия (ст. 14-16) и на границе Среднего Каспия (ст. 8-13) отмечались более низкие показатели численности и биомассы клеток. Здесь вегетировали туводные пиропитовые *Glenodinium danicum* Pauls. *Prorocentrum scutellum* Schrud. и диатомовые виды *Rhizosolenia calcar-avis* M. Schultze, *C. caspia* Grun. *Sceltonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides* Grun., *Coscinodiscus*

*radiatus*. При этом, последние преобладали по биомассе.

#### Состав видов-индикаторов сапробности

При определении видового состава водорослей индикаторов сапробности в августе 2019 г. использовались Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод [4]. Он был относительно стабилен по сравнению с прежними годами наблюдений и был представлен несколькими видами, главным образом  $\beta$ -мезосапробами *Lyngbya limnetica* (индекс сапробности - 2,00), *S. quadricauda* (индекс сапробности - 2,00), *P. borianum* (индекс

сапробности - 1,85). В группе  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробов встречались единичные клетки диатомовых *Navicula cryptocephala* Kütz (индекс сапробности - 2,7) и *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Sm. (индекс сапробности - 2,7). Обитатели чистых ( $\alpha$ -сапробы) и грязных вод ( $\alpha$ -сапробы) в альгоценозах отсутствовали [5].

Таким образом, по численности и биомассе водорослей, которая не превышает 20,0 мг/л, а так же их качественному составу исследуемую акваторию можно отнести к умеренно загрязненным водам (III класс качества вод - $\beta$ -мезосапробная зона) (табл. 1).

Таблица 1.

#### Количественные показатели развития фитопланктона Северного Каспия в августе 2019 г.

(в числителе - численность, млн.кл/ м<sup>3</sup>); в знаменателе - биомасса г/ м<sup>3</sup>).

Станция Отбора	Общая числен- ность биомасса, количество видов	Численность/биомасса групп водорослей				
		<i>Cyano- phyta</i>	<i>Bacillario phyta</i>	<i>Chloro- phyta</i>	<i>Dyno- phyta</i>	% от общей численности/ биомассы доминирующих видов
Проб №						
1	<u>34055,5</u> 1,1945 (23)	<u>33846</u> 0,9154 (9)	<u>132,5</u> 0,1588 (9)	<u>65,8</u> 0,0210 (3)	<u>11,7</u> 0,1093 (2)	<i>L.limnetica</i> , 96/52
2	<u>34365,6</u> 1,1426 (34)	<u>34216,4</u> 0,7534 (16)	<u>77,4</u> 0,3604 (12)	<u>70</u> 0,007(5)	<u>1,4</u> 0,0198 (1)	<i>L.limnetica</i> , 95/43
3	<u>1857,1</u> 0,8289 (30)	<u>18408,0</u> 0,7241 (14)	<u>164,2</u> 0,0733 (10)	<u>1,4</u> 0,0003 (4)	<u>0,4</u> 0,0292 (4)	<i>L.limnetica</i> , 88/38
4	<u>6043,2</u> 1,0215 (31)	<u>5832,8</u> 0,1293 (12)	<u>186,4</u> 0,8730 (12)	<u>24,6</u> 0,0451 (5)	<u>1,2</u> 0,0115 (2)	<i>L.limnetica</i> , 90/11
5	<u>69256,6</u> 2,7684 (38)	<u>68631</u> <u>2,0827</u> (15)	<u>562,3</u> 0,5864 (10)	<u>62,4</u> 0,0095 (8)	<u>0,4</u> 0,0038 (2)	<i>L.limnetica</i> , 94/45
6	<u>82179,0</u> 3,3305 (32)	<u>81520</u> <u>2,7365</u> (12)	<u>436,0</u> 0,4713 (13)	<u>220,0</u> 0,0775 (6)	<u>3,2</u> 0,0452 (1)	<i>L.limnetica</i> , 40/18 <i>A.raciborsrii</i> , 57/58
7	<u>102717,0</u> 3,2920 (21)	<u>10232,0</u> 2,5623 (10)	<u>300,8</u> 0,5930 (7)	<u>12,1</u> 0,0039 (4)	<u>80,6</u> 0,1328 (2)	<i>L.limnetica</i> , 94/56
8	<u>22132,0</u> 1,0374 (22)	<u>22001,0</u> 0,7234 (9)	74,0 0,1940 (8)	<u>57,0</u> 0,1200 (5)	-	<i>L.limnetica</i> , 89/49
9	<u>213117,4</u> 1,0857 (24)	<u>212318,0</u> 0,8554 (9)	<u>83,2</u> 0,2315 (10)	<u>2,0</u> 0,0002 (3)	-	<i>L.limnetica</i> , 93/35 <i>An.aphfuizomenoides</i> , 43 <i>Thal. Inserta</i> , /18
10	<u>95136,9</u> 0,9812 (21)	<u>94995,5</u> 0,7233 (8)	<u>132,4</u> 0,2560 (11)	<u>8,0</u> 0,0019 (2)	-	<i>L.limnetica</i> , 82/29
12	<u>1103,0</u> 0,3011 (20)	<u>852,0</u> 0,0836 (5)	<u>201,0</u> 0,2104 (11)	<u>49,0</u> 0,0015 (3)	<u>2,0</u> 0,0056 (1)	<i>L.limnetica</i> , 25 <i>C.caspica</i> , 27 <i>R. calcar-avis</i> , 35



Станция Отбора	Общая <u>числен-</u> <u>ность</u>	Численность/биомасса групп водорослей				
		Проб №	биомасса, количество видов	<i>Cyano- phyta</i>	<i>Bacillario phyta</i>	<i>Chloro- phyta</i>
13 пов	<u>905,0</u> 0,2108 (19)	<u>101,0</u> 0,0256 (5)	<u>754,0</u> 0,1819 (11)	<u>48,0</u> 0,009 (2)	<u>2,0</u> 0,0027 (1)	<i>L.limnetica</i> ,32 <i>C.caspica</i> .39 <i>R. calcar-avis</i> ,/42
13 дно	<u>520,0</u> 0,1742 (18)	<u>82,0</u> 0,0132 (4)	<u>394,0</u> 0,1472 (10)	<u>41,0</u> 0,0099 (2)	<u>3,0</u> 0,0038 (2)	<i>L.limnetica</i> ,26 <i>C.caspica</i> .39 <i>R. calcar-avis</i> ,/42
14 пов	<u>318,0</u> 0,5002 (14)	<u>119,0</u> 0,0062 (5)	<u>121,0</u> 0,4863 (5)	<u>73,0</u> 0,0012 (2)	<u>5,0</u> 0,0065 (2)	<i>L.limnetica</i> ,32 <i>C.caspica</i> .24 <i>R. calcar-avis</i> ,/60
14 дно	<u>122,8</u> 0,4284 (12)	<u>70,6</u> 0,0036 (4)	<u>49,6</u> 0,4150 (5)	<u>20,0</u> 0,0004 (2)	<u>0,6</u> 0,0094 (1)	<i>L.limnetica</i> ,32 <i>C.caspica</i> .39 <i>R.calcar-avis</i> , /42
15	<u>188,0</u> 0,4417 (11)	<u>121,0</u> 0,1483 (4)	<u>42,0</u> 0,2834 (4)	<u>24,0</u> 0,0006 (2)	<u>1,0</u> 0,0094 (1)	<i>L.limnetica</i> ,49/18 <i>Osc. Amphibia</i> ,/36 <i>C.caspica</i> ,/39
16 пов	<u>237,4</u> 0,3896 (11)	<u>230,0</u> 0,3771 (5)	<u>2,0</u> 0,0067 (3)	<u>5,0</u> 0,0002 (2)	<u>0,4</u> 0,0056 (1)	<i>L.limnetica</i> ,51/31 <i>Osc. Amphibia</i> ,/62
16 дно	<u>1351,0</u> 0,1803 (11)	<u>1330,0</u> 0,1187 (4)	<u>19,0</u> 0,0323 (5)	-	<u>2,0</u> 0,0293 (2)	<i>L.limnetica</i> ,88 <i>A.aphaniomeno</i> . 1/53
17 Астр. рейд	<u>4792,8</u> 1,4367 (36)	<u>3901,0</u> 0,0868 (8)	<u>803,4</u> 1,3445 (18)	<u>88,8</u> 0,0054 (10)	-	<i>L.limnetica</i> ,80/5 <i>M.granulata</i> . 5/41

**Список видов фитопланктона****CYANOPHYTA**

*Anabaena aphanizominoidea* Forti.  
*A.bergii* Ostf.  
*A.bergii* var. *minor* I. Kissel.  
*A.spiroides*, 15  
*A. subcylindrica*  
*Anabaenopsis elenkinii* V. Mill.  
*A. cunningtonii* R. Taylor  
*A.raciborskii* Wolosz.  
*Aphanizomenon flos-aqua* (L.) Ralfs  
*A.gracile* Lemm.  
*Aphanothece clathrata* W. et. G. S. West  
*Gloeocapsa minima* (Keissl.) Hollerb.  
*G.minor* (Kütz.) Hollerb  
*G. minuta* (Kütz.) Hollerb.  
*G. turgida* (Kütz.) Hollerb.  
*G.limnetica* Lemm.  
*Merismopedia minima* G.Beck  
*Microcystis aeruginosa* Kütz. emend Elenk.  
*M.ichtyoblabe* Kütz.  
*M. grevillei* (Hass.) Elenk.  
*M. pulvereae* (Wood) Elenk.  
*Nodularia spumigena* Mert.  
*Oscillatoria amphibia* Ag.  
*O.halibae*  
*O.gracile*  
*O. tanganyikae* var. *caspica* Ussaczev  
*O.tenuis* Ag.  
*Phormidium* sp.

*Ph.mucicola**Spirulina platensis***BACILLARIOPHYTA**

*Actinocyclus normanii* f. *subsalsus*  
*A. granulata*,31  
*Amphora coffeaeformis* (Ag.) Kütz.  
*Amphora ovalis* Kütz.  
*Amphiprora poludosa*  
*Coscinodiscus* sp.  
*C. radiatus*  
*Cyclotella* sp.  
*C. caspia* Grun.  
*C. comta* (Ehr.) Kütz.  
*C. meneghiniana* Kütz.  
*Cymbella* sp. .  
*C.cymbiformis* Ag.  
*C. tumidula* Grun.  
*Diploneis. Smithii* (Brüb.) Cl.  
*Epithemia argus* (Ehr.) Kütz.  
*Fragilaria inflata* Kütz.  
*Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Bréb.  
*Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh.  
*G. attenuatum* (Kütz.) Rablenh.  
*G. spencerii* W. Sm.  
*Melosira granulate*  
*Melosira granulate* var. *tenuis*  
*M. islandica* O. Mull.  
*M. varians*  
*Navicula cryptocephala* Kütz.  
*N. rhynchocephala* Kütz.



*N. cuspidata* (Kütz.) Kütz.  
*N. lanceolata* (Ag.) Ehr.  
*N. minuscula* Grun.  
*N. radiosa* Kütz.  
*Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Sm.  
*N. macilenta* Greg.  
*N. palea* (Kütz.) W. Sm.  
*N. sublinearis* Hust.  
*N. vermicularis* (Kütz.) Hantzsch  
*N. triblionella*  
*N. sigma* (Kütz.) W. Sm.  
*Nitzschia* sp.  
*Rhizosolenia calcar-avis* M. Schultze  
*Sceltonema costatum*  
**CHLOROPHYTA**  
*Actinastrum hantzschii* Lagerh.  
*Binuclearia lauterborni* (Schmidle) Pr.-Lavr.  
*B. - var. crassa* Pr.-Lavr. et Makar.  
*Coenolamelus botryoides* Pr.-Lavr.  
*Dictyosphaerium ehrenbergianum* Nag.  
*D. pulchellum* Wood.  
*Mougeotia* sp.  
*Oocystis borgei* Snow  
*O. submarina* Lagerh.  
*O. solitaria* Wittr.  
*P. borianum* var. *longicorne* Racib.  
*P. duplex* var. *clathratum*  
*Scenedesmus acuminatus* (Lag.) Chod  
*S. bijugatus* (Turp.) Kutz.  
*S. falcatus* Chod.  
*S. quadricauda* (Turp.) Bréb.  
**EUGLENOPHYTA**  
*Euglena* sp.  
**DINOPHYTA**  
*Glenodinium danicum* Pauls  
*Gymnodinium variabile* Herdm.  
*Peridinium latum* Pauls.  
*Prorocentrum scutellum* Schröd

#### Выводы

1. Таким образом, в августе 2019 г. на исследуемой акватории по всем количественным показателям ведущую роль играли синезеленые и диатомовые водоросли. Численность и биомасса

зеленых были на 1-3 порядка меньше, их видовой состав ограничивался несколькими видами.

2. Основу альгоценозов составляли лишь несколько видов фитопланктона, которые достигали порой более 90% продукции.

3. Качество вод западной части Северного Каспия по составу видов - индикаторов и по объему биомассы относится к «умеренно загрязненным водам». Тем не менее, массовое развитие мелкоклеточных форм фитопланктона свидетельствует о повышенной биогенной нагрузке в западной части предустьевое пространство Волги.

#### Список использованной литературы

1. Кузьмин Г.В. Фитопланктон. Видовой состав и обилие. В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука. 1975.
2. Кузьмин Г.В. Таблицы для вычисления объема биомассы водорослей. Магадан. 1984.
3. Бухарицин П.И., Болдырев Б.Ю. Прозрачность вод Каспийского моря. / Южно – российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. - 2003. - № 2. - С. 11-15.
4. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: Изд-во МГУ, 1979. - 124 с.
5. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод. М.: СЭВ. 1975.
6. Лабунская Е.Н. Фитопланктон Северного Каспия, его индикаторное значения в определения качества вод. Тезисы докладов I Международной конференции «Биологические ресурсы Каспийского моря». Астрахань. 1992. С. 217-220.

Работа выполнена в рамках темы № 0147-2019-0001 (№ государственной регистрации АААА-А18-118022090056-0) Государственного задания ИВП РАН.

© Бухарицин, Лабунская, 2020