

УДК 574.583(262.81+470.67)

## ФИТОПЛАНКТОН ПРИБРЕЖНЫХ МЕЛКОВОДИЙ РОССИЙСКОГО СЕКТОРА КАСПИЯ

А. Ш. Гасанова<sup>1</sup>, Г. В. Ковалева<sup>2</sup>, К. М. Гусейнов<sup>1,4</sup>, М. К. Гусейнов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН

<sup>2</sup>Институт аридных зон ЮНЦ РАН

<sup>3</sup>Дагестанский государственный университет

<sup>4</sup>Дагестанский государственный институт народного хозяйства

Для современной структуры летнего фитопланктона прибрежных мелководий российского сектора Каспия характерно достаточно высокое флористическое разнообразие и преобладание мелкоклеточных форм. Аутоклиматизант 1934 г. крупноклеточная диатомовая *Pseudosolenia calcar-avis* в планктоне не обнаружена. Сообщество фитопланктона было представлено 6 отделами: *Cyanophyta*, *Bacillariophyta*, *Dinophyta*, *Euglenophyta*, *Chlorophyta* и мелкими жгутиковыми. Основу таксономического разнообразия и биомассы составляли диатомовые водоросли. По численности доминировали синезеленые.

The taxonomic structure and the list of species of the phytoplankton community in the sea coastal shallow waters of the Russian sector of the Caspian Sea have been presented. High floristic diversity and domination of small cell forms are characteristic of the modern structure of the coastal shoal waters of the Dagestan part of the Caspian Sea. The autacclimatizant of 1934, *Pseudosolenia calcar-avis*, has not been discovered in the plankton of the researched water area. The phytoplankton community is represented by 58 species of six groups: *Cyanophyta*, *Bacillariophyta*, *Dinophyta*, *Euglenophyta*, *Chlorophyta* and the small flagellate. *Bacillariophyta* are the basis of both the taxonomic diversity and the biomass. *Cyanophyta* prevails in number.

Ключевые слова: Каспийское море; трансгрессия; прибрежные мелководья; фитопланктон; видовое разнообразие.

Keywords: the Caspian Sea; transgression; sea coastal shallow waters; phytoplankton; specific composition.

Каспийское море – величайший в мире замкнутый солоноватоводный водоем, который образовался за счет распада единого крупного бассейна Тетис, существовавшего в неогене [1–4]. Находясь в полной изоляции от Мирового океана, под влиянием опреснения и колебаний солености населяющая его морская флора претерпела коренные изменения и чрезвычайно обеднела. В результате население Каспийского моря в настоящее время имеет своеобразный характер – в Каспии отсутствуют многочисленные систематические группы водорослей, обитающие в морях с нормальной соленостью, в нем сохранились морские реликтовые элементы, которые в процессе экологической эволюции приобрели широкую эвригальность, позволившую им дожить до современности, а также присутствует немало пресноводных галофильных форм, проникших в водоем из пресных вод [5, 6].

Между тем фитопланктон определяет трофические основы функционирования водных экосистем. Текущая трансгрессия моря привела к затоплению западного побережья Каспия на большой территории, особенно в Терско-Сулакском районе (северо-западная часть Среднего Каспия), где морские условия на затопленной территории существуют уже более 30 лет. По результатам исследований 2006 г. нами представлены данные по таксономической структуре и особенностям пространственного распределения сообщества планктонных микроводорослей прибрежных мелководий российского побережья Каспия в условиях современного режима моря. Это определяет актуальность представленной работы.

### Материал и методы

Материалом послужили батометрические пробы, собранные в конце августа 2006 г. в прибрежной мелководной зоне российского Каспия, включающей в себя южную оконечность западного побережья Северного Каспия и весь российский сектор Среднего Каспия. Пробы отбирались в акваториях Кизлярского и Сулакского заливов, а также на прибрежных мелководьях городов Махачкалы, Избербаша, Дербента (рис. 1) с использованием маломерных судов во время совместной экспедиции ЮНЦ РАН и ПИБР ДНЦ РАН.

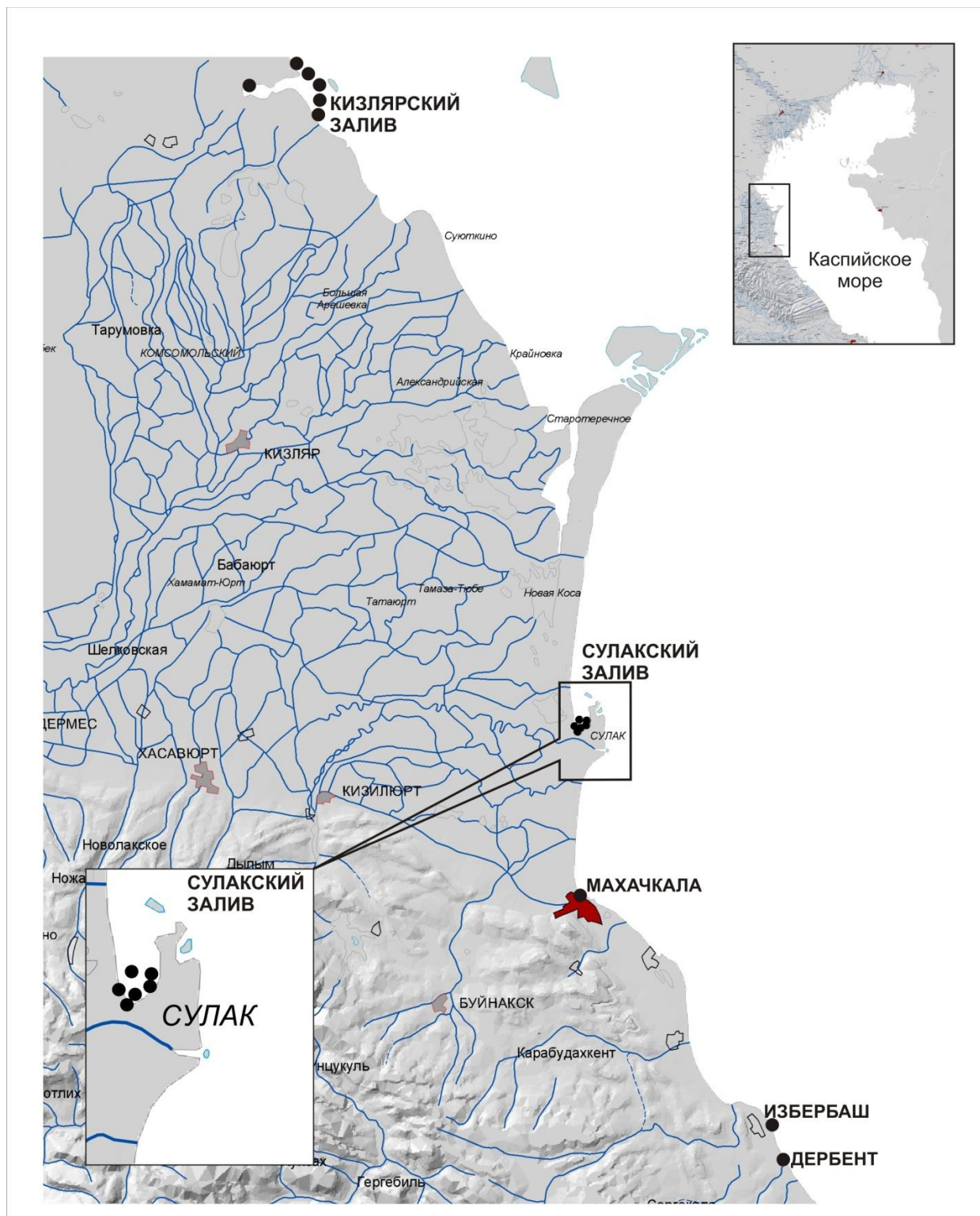


Рис. 1. Карта-схема отбора проб фитопланктона

В период исследований было отобрано 34 гидробиологические пробы. Фитопланктон фиксировали кислым раствором Люголя, отстаивали в темноте не менее 15 суток и концентрировали осадочным методом [7, 8]. Камеральная обработка проводилась в камере типа Ножотта (объемом 0.1 мл) с трехкратной повторностью под световым микроскопом «Микмед-6» (увеличение  $\times 400$  и  $\times 200$ ). Биомассу водорослей рассчитывали, используя формулы геометрического подобия клеток. Численность клеток выражали в млн кл./м<sup>3</sup>,

---

---

обилие всего фитопланктона и отдельных видов оценивали по сырой массе в мг/м<sup>3</sup> и г/м<sup>3</sup>. При классификации диатомовых водорослей использована система отечественных диатомологов [9], динофлагеллят – схема Доджа [10]. Синезеленые и зеленые даны, соответственно, по системам А.А. Еленкина и Смита с изменениями, принятыми А.И. Прошкиной-Лавренко и В.В. Макаровой [5].

### Результаты и обсуждение

В исследуемой акватории наблюдалось достаточно высокое видовое разнообразие. Фитопланктон представлен 58 видами и внутривидовыми таксонами микроводорослей из 6 отделов, 9 классов, 15 порядков, 25 семейств, 29 родов. Это в основном солоноватоводные и эвригалитные морские неритические виды, в опресненных мелководьях северо-западного района исследуемой акватории наблюдалось господство пресноводно-солоноватоводного и пресноводного комплексов. Наиболее разнообразно представлены семейства *Coscinodiscaceae* Kutz. и *Peridiniaceae* Lemm. – 11 и 6 видов, соответственно. Основу таксономического разнообразия составляли диатомовые водоросли – 22 вида. Микроводоросли этого отдела вегетировали по всей исследуемой акватории, составляли основу средней биомассы фитопланктона (рис. 2е) и были представлены всеми экологическими группами. Основу биомассы диатомового комплекса формировали микроводоросли родов *Actinocyclus* Ehr., *Coscinodiscus* Ehr., *Thalassiosira* Cl. В планктоне исследуемой акватории самые высокие значения биомассы и численности регистрировались у *Actinocyclus ehrenbergii* var. *ehrenbergii* Ralfs, 1861. В исследуемый период наблюдалось широкое распространение пресноводно-солоноватоводной галофильной диатомеи *Cyclotella meneghiniana* Kutz., 1844, что свидетельствует о распреснении исследуемой акватории.

Высокое видовое разнообразие отмечено также для динофитовых и синезеленых – 13 и 12 видов, соответственно. Это 22,4 и 20,7% видового разнообразия. Среди динофитовых наибольшее число видов зарегистрировано для родов *Prorocentrum* Ehr., *Gonyaulax* Dies. Основной вклад в биомассу и численность динофитового комплекса принадлежал мелкоклеточной *P. cordatum*. Высокие значения биомассы формировали также *Goniaulax polyedra* Stein, 1883, *Gonyaulax spinifera* (Clap. et Lachm.) Diesing, 1866.

Синезеленые, доминировавшие в исследуемой акватории по численности, представлены, в основном, пресноводными и пресноводно-солоноватоводными формами. Это водоросли родов *Anabaena* Bory., *Gomphosphaeria* Kutz., *Merismopedia* Meyen и др. Основу средней биомассы комплекса синезеленых микроводорослей составляла *Oscillatoria* sp., наиболее многочисленна в исследуемый период была *Aphanothece clathrata* W. et G.S. West, 1906.

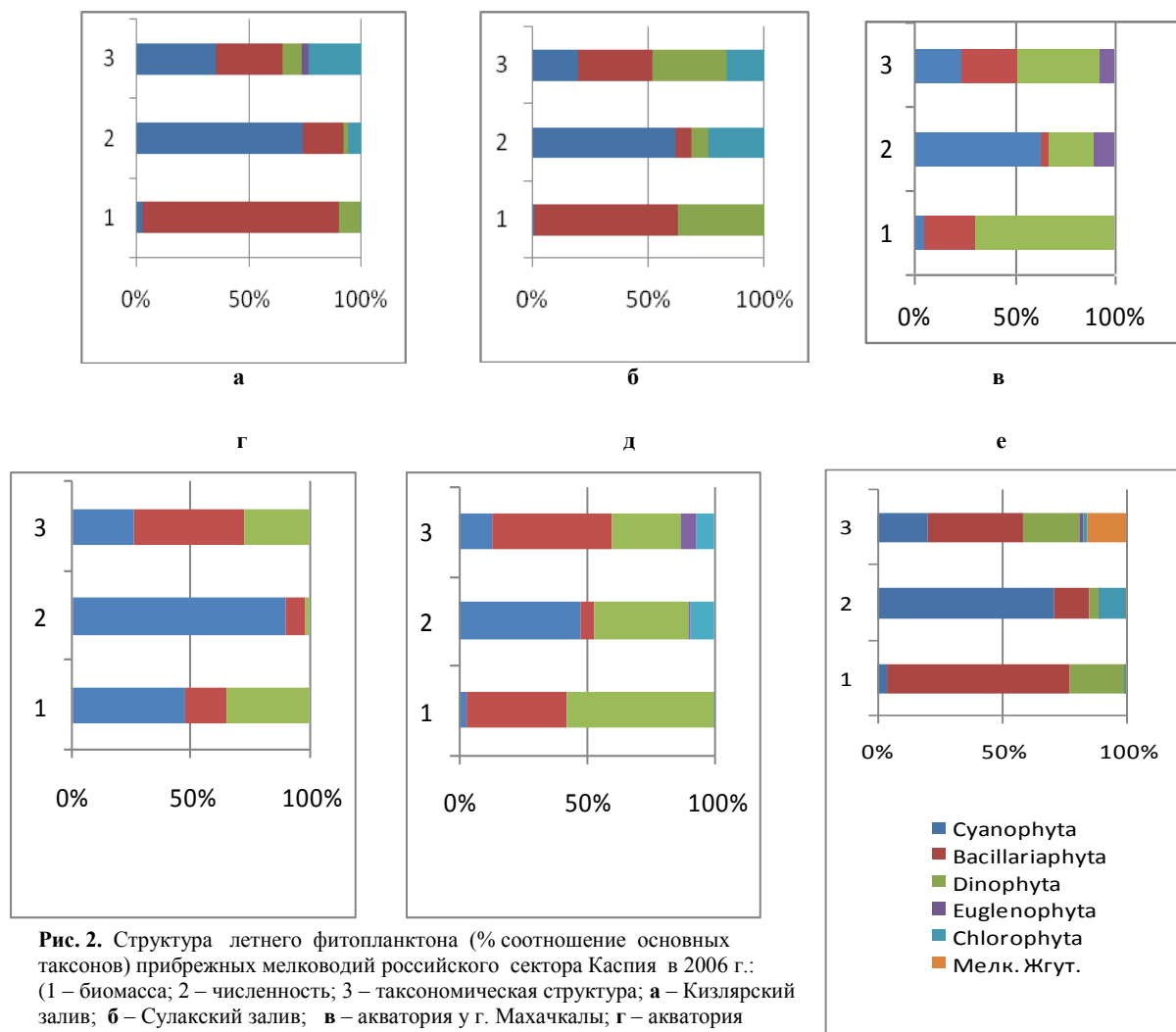
Зеленые, генетически пресноводные водоросли, практически отсутствуют в водоемах с морской соленостью. В фитопланктоне исследуемой акватории комплекс зеленых водорослей насчитывал 9 видов из 2 порядков, 6 семейств, 6 родов. В период наших исследований представители этой группы встречались во всех исследуемых районах, что также говорит о распреснении прибрежных вод. Благоприятным районом для развития зеленых водорослей в исследуемый период была эстуарная зона – акватория Кизлярского залива. Основу средней численности комплекса зеленых водорослей составляли микроводоросли рода *Pediastrum* Meyen.

Остальные отделы – мелкие жгутиковые и эвгленовые микроводоросли – были представлены в планктоне по одному виду, встречались в исследуемой акватории локально.

Береговая линия исследуемой акватории протяженностью 530 км характеризуется большим размахом пространственно-временной изменчивости солености вод. Гидрологический режим исследованной акватории формируется под воздействием стока рек Волга, Терек, Сулак. Градиент солености между экстремальными значениями превышает 7‰ [11–14]. Неоднородность гидролого-гидрохимических характеристик исследуемой акватории Каспия определяла неравномерный характер пространственного распределения планктонной альгофлоры. Наиболее разнообразно фитопланктон представлен в северной распресненной мелководной зоне (рис. 2).

**Северный район** представлен в наших исследованиях эстуарными зонами – акваториями Кизлярского и Сулакского заливов. Как известно, в заливах происходит смешение континентальных и морских вод, в результате чего фитопланктон приобретает характерные особенности, присущие как морской, так и пресноводной флоре. Благодаря этому

сообщества эстуариев чутко реагируют на все изменения, происходящие в экосистеме. В результате текущей трансгрессии моря в Кизлярском заливе происходит пассивное затопление берегов, а дельта Сулака с 1979 г. частично затоплена и размыва морскими волнами. В исследуемый период наибольшее число видов зарегистрировано в акватории Кизлярского залива.



**Рис. 2.** Структура летнего фитопланктона (% соотношение основных таксонов) прибрежных мелководий российского сектора Каспия в 2006 г.: (1 – биомасса; 2 – численность; 3 – таксономическая структура; **а** – Кизлярский залив; **б** – Сулакский залив; **в** – акватория у г. Махачкалы; **г** – акватория у г. Избербаша; **д** – акватория у г. Дербента; **е** – средняя по рейсу)

**Кизлярский залив** – естественный водоемом, расположенный у западного побережья Каспия. Литодинамика его берегов характеризуется минимальными уклонами, измеряемыми десятичными долями. Общая длина береговой линии составляет 115 км. Залив вдается в материк на 20 км, открыт к востоку и испытывает распределяющее влияние северокаспийских вод. В него впадают реки Кума, Прорва, Левый банок, Таловка. Залив отличается мелководностью, высокой гидродинамической активностью водной толщи, большим поступлением опресненных вод [4]. В период наших исследований соленость воды изменялась в пределах 5–7‰.

Альгофлора этой части исследуемой акватории была сформирована 34 видами микроводорослей из 5 отделов. Основу видового разнообразия составляли синезеленые водоросли – 12 видов. В акватории Кизлярского залива они получили максимальное развитие и доминировали в исследуемой акватории по численности (рис. 2а).

В Кизлярском заливе сложились благоприятные условия для развития комплекса зеленых водорослей. В этой части акватории они получили наибольшее развитие и пред-

ставлены 8 видами. Основной вклад в биомассу и численность принадлежал микроводорослям рода *Pediastrum* Meyen.

Видовой список динофитовых микроводорослей, обнаруженных в акватории Кизлярского залива, небогат и насчитывает 3 вида: *Diplopsalis lenticola* Berg, 1881, *Prorocentrum cordatum*, *P. scutellum* Schroder, 1901. В целом благоприятный солевой режим, мелководность, высокая гидродинамичность вод, большой приток биогенных элементов, вносимый северокаспийскими водами и стоком кавказских рек, обеспечили в акватории Кизлярского залива благоприятные условия для развития микроводорослей.

В *Сулакском заливе* наблюдалось уменьшение видового разнообразия и изменение соотношения таксонов (рис. 2б). Фитопланктон Сулакского залива сформирован 25 видами из 4 таксономических групп. Основу видового разнообразия и средней биомассы фитопланктона составляли диатомовые и динофитовые микроводоросли. На всех станциях исследуемой акватории наблюдалась вегетация динофитовых и диатомовых. Основной вклад в биомассу динофитового комплекса принадлежал *D. lenticola*, среди диатомей по биомассе доминировали *C. radiatus*, *Actinocyclus ehrenbergii* var. *ehrenbergii* Ralfs, 1861. И хотя количество видов сине-зеленых и зеленых водорослей в Сулакском заливе, по сравнению с Кизлярским заливом, уменьшилось, соответственно, в 3 и 4 раза, они в этой части акватории вносили основной вклад в формирование средней численности фитопланктонного сообщества (доминант – *A. clathrata*).

**Южный район** исследуемой акватории включает в себя прибрежные мелководья возле городов Махачкалы, Избербаша, Дербента. С продвижением на юг и увеличением солёности наблюдалось уменьшение флористического разнообразия. Многие виды угасали в своем развитии или совсем выпадали из планктона.

В акватории г. *Махачкалы* наблюдалось увеличение значения динофитового комплекса, представленного солоноватоводными и морскими эвригальными видами. Динофитовые микроводоросли составляли основу видового разнообразия (12 видов) и средней биомассы фитопланктона этой части исследуемой акватории (рис. 2в). Основу биомассы динофитового комплекса составляли микроводоросли родов *Prorocentrum* Ehr. и *Gonyaulax* Dies.

Второе место принадлежало диатомовым (8 видов и 27% от средней биомассы фитопланктона). Основу биомассы диатомового комплекса составляли представители родов *Actinocyclus* Ehr., *Coscinodiscus* Ehr., *Thalassiosira* Cl.

Синезеленые микроводоросли в прибрежном фитопланктоне г. Махачкалы, составлявшие более 60% от средней численности фитопланктона (доминант – *Anabaena bergii* Ostefeld, 1908, *Oscillatoria* sp.), насчитывали 7 видов.

В целом в этой части акватории зарегистрировано 29 видов фитопланктона, представляющие 4 таксономические группы.

В акватории г. *Избербаша* наблюдалось самое низкое видовое разнообразие (рис. 2г). Фитопланктон в этой части исследуемой акватории был представлен 3 таксономическими группами и насчитывал 11 видов. Наиболее разнообразно в планктоне были представлены диатомовые – 6 видов. Это в основном микроводоросли рода *Nitzschia* Hass. (3 вида). Основной вклад в биомассу диатомового комплекса принадлежал *Coscinodiscus* sp. и *Thalassionema nitzschioides* Grunow, 1880.

В прибрежной акватории г. Избербаша наблюдалась массовая вегетация синезеленых водорослей, которые были представлены в планктоне двумя видами (*Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp.) и образовывали 90 и 46% средней численности и биомассы фитопланктона, соответственно (доминант – *Oscillatoria* sp.). Динофитовые составляли 35% от средней биомассы и были представлены тремя видами – *P. cordatum*, *P. scutellum*, *Prorocentrum micans* Ehrenberg, 1833.

На мелководьях г. *Дербента* наблюдалось некоторое увеличение таксономического разнообразия (рис. 2д). В исследуемой акватории зарегистрировано 16 видов фитопланктона из 5 таксонов. Основу видового богатства составляли диатомовые – 8 видов. Динофитовые, вносящие основной вклад в образование средней биомассы фитопланктона, занимали второе место по флористическому разнообразию и были представлены в планктоне четырьмя видами. Комплекс синезеленых водорослей, насчитывающий в своем составе лишь 2 вида, доминировал по численности (доминант – *Oscillatoria* sp.).

В прибрежье г. Дербента в состав фитопланктона входили также мелкие жгутиковые и зеленые микроводоросли. Они были представлены в планктоне по одному виду.

Таким образом, для современной структуры летнего фитопланктона прибрежных мелководий российского сектора Каспия характерно достаточно высокое видовое разнообразие. Фитопланктон исследуемой акватории представлен мелкоклеточными видами и включал 58 видов из 6 отделов. Ведущей группой по видовому разнообразию были диатомовые.

На разных участках прибрежных мелководий фитопланктон неоднороден по видовому составу, соотношению основных таксонов и определяется гидролого-гидрохимическими особенностями исследуемой акватории. Самое высокое флористическое разнообразие фитопланктона наблюдалось в акватории Кизлярского залива, обедненный видовой состав регистрировался на мелководьях г. Избербаша. В исследуемый период наблюдалась смена доминирующего комплекса и сукцессия размерных групп. Регистрировались высокие количественные показатели комплекса синезеленых микроводорослей, доминировавших в исследуемой акватории по численности (доминанты *A. clathrata*, *Oscillatoria* sp.). Аутакклиматизант 1934 г. крупноклеточная диатомовая *P. calcar – avis* [15–16] в планктоне исследуемой акватории не обнаружена. Видовой состав, пространственная динамика, соотношение массовых видов и основных таксонов фитопланктона в прибрежной мелководной зоне акватории российского сектора Каспия находятся в динамическом состоянии и зависят от направления изменения водного режима.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (№ 06-04-96634-р-юг-а «Исследование влияния биологического и химического загрязнения на биоценозы дагестанского района Каспия»).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федоров П.В. Современная геология Каспия // Вестн. РАН. 1995. Т. 65, № 7. С. 622–625.
2. Федоров П.В. Трансгрессии и регрессии Каспийского моря в четвертичном периоде и проблема долгосрочных предсказаний его уровня // Сверхдолгосрочные прогнозы уровня Каспийского моря. М.: Изд-во АН СССР, 1957. С. 50–57.
3. Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность / под ред. Е.А. Яблонской. М.: Наука, 1985. 290 с.
4. Каспийское море: гидрология и гидрохимия / под ред. С.С. Байдина, А.Н. Косарева. М.: Наука, 1986. С. 261 с.
5. Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В. Водоросли планктона Каспийского моря. Л.: Наука, 1968. 292 с.
6. Санина Л.В., Левшакова В.Д., Татаренцева Т.А.. Летний фитопланктон Среднего Каспия в период подъема уровня моря в сравнении с предыдущими годами // Морские гидробиологические исследования. М.: ВНИРО, 2000. С. 38–48.
7. Усачев П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Тр. ВГБО. 1961. Вып. 11. С. 411–415.
8. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометиздат, 1983. 239 с.
9. Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные / З.И. Глезер, Н.И. Караева, И.В. Макарова, А.И. Мусеева, В.А. Николаев. Л.: Наука, 1988. Вып. 1. 114 с.
10. Dodge J.D. Atlas of Dinoflagellates. London, 1985. 119 p.

Поступила в редакцию 17.02.2015 г.  
Принята к печати 29.06.2015 г.