

УДК 581.526.325(265.54)

**И.В. Стоник\***

Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского,  
Национальный научный центр морской биологии ДВО РАН,  
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17

### КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ФИТОПЛАНКТОНА БУХТЫ ЗОЛОТОЙ РОГ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Изучены видовой состав, плотность и биомасса фитопланктона бухты Золотой Рог Японского моря в период с октября 2009 г. по октябрь 2010 г. Обнаружены 135 видов микроводорослей из 7 отделов. Средняя по горизонтам плотность микроводорослей варьировала от 1,9 до 610,3 тыс. кл./л, а средняя биомасса — от 0,02 до 11,70 г/м<sup>3</sup>. Отмечены 4 пика плотности микроводорослей (летний, весенний, зимний и осенний) с максимумом в июне и один зимний пик биомассы в феврале. Для весеннего планктона бухты Золотой Рог, в отличие от планктона Амурского залива, характерны повышенные значения плотности эвгленовых водорослей (более 1 млн кл./л), указывающие на загрязнение вод бухты органическими соединениями. Сопоставление полученных нами результатов с данными проведенных ранее исследований фитопланктона бухты Золотой Рог (1990-е и 2000-е гг.) выявило увеличение разнообразия доминирующих видов диатомовых и эвгленовых водорослей, известных как показатели эвтрофных вод и/или их органического загрязнения.

**Ключевые слова:** фитопланктон, плотность, биомасса, эвгленовые, Золотой Рог.  
DOI: 10.26428/1606-9919-2018-194-167-174.

**Stonik I.V.** Qualitative and quantitative composition of phytoplankton in the Golden Horn Bay, Japan Sea // *Izv. TINRO.* — 2018. — Vol. 194. — P. 167–174.

Qualitative and quantitative composition of phytoplankton in the Golden Horn Bay (Japan Sea) was investigated in the period from October 2009 to October 2010. The water samples of 1 L volume were taken with Molchanov bottle at the 36<sup>th</sup> Berth where ship-repairing yards were located and naval and commercial ships were moored. The samples were fixed in Utermöhl iodine solution and phytoplankton cells were concentrated by precipitation or by reverse filtration, then the concentrated samples were processed under microscope. In total, 135 species and intraspecific taxa of microalgae were detected, which belonged to 7 divisions. Average density of phytoplankton cells varied from  $1.9 \cdot 10^3$  to  $610.3 \cdot 10^3$  cells/L, its average biomass varied from 0.02 to 11.70 g/m<sup>3</sup>. Four peaks of the phytoplankton cells density were registered: in summer, spring, winter and fall (in descending order), with the highest density in June, but only one peak of the phytoplankton biomass was observed in February. The highest density (up to  $1 \cdot 10^6$  cells/L) was formed by euglenophytes that was similar to the neighboring Amur Bay and obviously indicated organic pollution of the Golden Horn Bay waters. Comparing with results of previous observations in the 1990s and 2000s, the species diversity of dominant diatoms and euglenophytes has increased recently. These species are known as indicators of eutrophic waters and/or organic pollution.

**Key words:** phytoplankton, cell density, biomass, euglenophytes, Golden Horn Bay.

\* *Стоник Инна Валентиновна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: innast2004@mail.ru.*

*Stonik Inna V., Ph.D., senior researcher, e-mail: innast2004@mail.ru.*

## Введение

Бухта Золотой Рог Японского моря относится к акваториям с высоким уровнем загрязнения. Значительную его часть составляют органические вещества хозяйственно-бытовых сточных вод, а также загрязнители техногенного происхождения (нефтеуглеводороды, фенолы и т.д.), источниками которых являются большое скопление судов и расположенная в порту нефтебаза. Химическое загрязнение зал. Петра Великого (концентрации нефтяных углеводородов и тяжелых металлов в воде и донных осадках) подробно исследовано к началу 2000-х гг. (Ващенко, 2000; Огородникова, 2001; Наумов, 2006). Отмечено, что снижение промышленного производства в Приморье в 1990-е гг. способствовало уменьшению загрязнений прибрежных акваторий (Белан и др., 2007). Эта тенденция продолжилась в 2000-е гг. Так, в 2010 г. качество вод бухты Золотой Рог изменилось с VI класса («очень грязные») на V («грязные») (Лукьянова и др., 2012). Однако органическое загрязнение вод бухты оставалось стабильно высоким (Бузолева и др., 2008). Для выявления биологических последствий органического загрязнения вод бухты Золотой Рог целесообразно проводить регулярный мониторинг фитопланктона. На акваториях, подверженных существенному антропогенному воздействию, прослеживаются более или менее выраженные изменения качественного и количественного состава микроводорослей. Видовой состав и количественные характеристики фитопланктона бухты Золотой Рог были изучены в 1990-е и 2000-е гг. (Стоник, 1999; Бегун, 2004; 2006). Однако сравнительное исследование результатов многолетнего изучения фитопланктона на этой загрязняемой акватории не проводилось.

Цель настоящей работы — сравнение полученных нами данных изучения качественного и количественного состава фитопланктона бухты Золотой Рог (2009–2010 гг.) с материалами проведенных ранее исследований.

## Материалы и методы

Материалом послужили сборы фитопланктона, выполненные в период с октября 2009 г. по октябрь 2010 г. в бухте Золотой Рог Японского моря на станции, расположенной приблизительно в 30 м от берега вблизи 36-го причала (43°06'44" N, 131°53'28" E) над глубиной около 6 м. Воды на этой станции, где находится судоремонтный завод и стоянка военных и торговых кораблей, были подвержены значительному органическому загрязнению. Пробы для качественного и количественного анализа отбирали 2-литровым батометром Молчанова с горизонтов 0, 2,5 и 5,0 м. Один литр пробы концентрировали методом осаждения или методом обратной фильтрации и фиксировали раствором Утермеля (Федоров, 1979; Суханова, 1983). Подсчет клеток проводили в камере типа Нажотта объемом 0,05 мл. Видовую идентификацию и измерение клеток проводили с помощью светового микроскопа (СМ) Olympus BX 41. Тонкую структуру панциря изучали под световым микроскопом. Биомассу водорослей определяли объемным методом, используя оригинальные и литературные данные измерений объема клеток каждого вида. Доминирующими считали виды, плотность которых составляла не менее 20 % общей плотности фитопланктона.

Для сравнительного изучения плотности эвгленовых водорослей в бухте Золотой Рог и в Амурском заливе дополнительно проводили анализ 25 проб фитопланктона, собранных у поверхности воды на станции вблизи 36-го причала в бухте Золотой Рог с января 1993 г. по январь 1994 г., и 31 пробы фитопланктона со станции у мыса Красного (43°12'00" N, 131°54'50" E), не испытывающей значительного влияния сточных вод и органического загрязнения, в северо-восточной части Амурского залива с октября 2009 г. по январь 2011 г.

## Результаты и их обсуждение

В фитопланктоне бухты Золотой Рог обнаружены 135 видов микроводорослей, относящихся к 7 отделам: диатомовые водоросли Bacillariophyta (80), динофлагелляты Dinophyta (42), эвгленовые Euglenophyta (5), золотистые Chrysophyta (4), зеленые Chlorophyta (2), криптофитовые Cryptophyta (1) и рафидофитовые Raphidophyta (1). Отмечены 16 доминирующих по плотности видов микроводорослей: 8 видов диатомей, 4 вида эвгленовых, 2 вида динофитовых, 1 вид криптофитовых и 1 вид рафидофитовых водорослей (табл. 1).

Таблица 1

Доминирующие виды фитопланктона в бухте Золотой Рог в 1993–2002 и 2009–2010 гг.

Table 1

Dominant species of phytoplankton in the Golden Horn Bay in 1993–2002 and 2009–2010

Месяц	Вид	
	1993–2002 гг.	2009–2010 гг.
Январь	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> <sup>1</sup>	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>
	<i>Detonula confervacea</i> <sup>1</sup>	<i>Eutreptiella braarudii</i>
	<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i> <sup>2</sup>	<i>Skeletonema costatum</i>
	<i>Chaetoceros debilis</i> <sup>2</sup>	
Февраль	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> <sup>1</sup>	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>
	<i>Pyramimonas</i> sp. <sup>2</sup>	<i>Eutreptiella braarudii</i>
Март	<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i> <sup>1</sup>	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>
	<i>Eutreptia lanowii</i> <sup>2</sup>	<i>Thalassiosira</i> sp.
		<i>Eutreptiella gymnastica</i>
Апрель	<i>Eutreptia</i> spp. <sup>1,2</sup>	<i>Eutreptiella braarudii</i>
	<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i> <sup>1</sup>	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>
	<i>Dinobryon balticum</i> <sup>1</sup>	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
		<i>Melosira moniliformis</i>
Май	<i>Eutreptiella</i> sp. <sup>1</sup>	<i>Eutreptiella gymnastica</i>
	<i>Skeletonema costatum</i> <sup>2</sup>	<i>Eutreptiella eupharyngea</i>
	<i>Leptocylindrus minimus</i> <sup>2</sup>	<i>Navicula transitans</i>
Июнь	<i>Pyramimonas</i> spp. <sup>1,3</sup>	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
	<i>Thalassiosira</i> sp. <sup>1</sup>	<i>Cylindrotheca closterium</i>
	<i>Skeletonema costatum</i> <sup>1,2</sup>	<i>Skeletonema costatum</i>
	<i>Chrysochromulina</i> sp. <sup>3</sup>	
Июль	<i>Pyramimonas orientalis</i> <sup>1</sup>	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
	<i>Skeletonema costatum</i> <sup>1</sup>	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>
	<i>Chroomonas</i> sp. <sup>2</sup>	<i>Plagioselmis</i> sp.
	<i>Eutreptiella gymnastica</i> <sup>2</sup>	
	<i>Chattonella globosa</i> <sup>3</sup>	
Август	<i>Skeletonema costatum</i> <sup>1</sup>	<i>Skeletonema costatum</i>
	<i>P. pseudodelicatissima</i> <sup>3</sup>	<i>Cylindrotheca closterium</i>
	<i>P. pungens</i> <sup>3</sup>	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
	<i>Ditylum brightwellii</i> <sup>3</sup>	
	<i>Cryptomonas</i> sp. <sup>3</sup>	
Сентябрь	<i>Leptocylindrus minimus</i> <sup>1</sup>	<i>Plagioselmis</i> sp.
	<i>S. costatum</i> <sup>3</sup>	<i>Heterocapsa triquetra</i>
	<i>P. pungens</i> <sup>3</sup>	
	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> <sup>2</sup>	
	<i>Chattonella globosa</i> <sup>2</sup>	
	<i>Eutreptia lanowii</i> <sup>2</sup>	
Октябрь	<i>Heterosigma akashiwo</i> <sup>2</sup>	
	<i>Skeletonema costatum</i> <sup>1,3</sup>	<i>Skeletonema costatum</i>
	<i>Leptocylindrus danicus</i> <sup>2</sup>	<i>Heterosigma akashiwo</i>
	<i>Chrysochromulina</i> sp. <sup>2</sup>	
Ноябрь	<i>Chattonella globosa</i> <sup>2</sup>	
	<i>Skeletonema costatum</i> <sup>1</sup>	<i>Skeletonema costatum</i>
	<i>Thalassionema nitzschioides</i> <sup>2</sup>	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
Декабрь	<i>Chrysochromulina</i> sp. <sup>2</sup>	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>
	<i>Skeletonema costatum</i> <sup>1</sup>	<i>Plagioselmis</i> sp.
	<i>Thalassionema nitzschioides</i> <sup>2</sup>	<i>Eutreptiella</i> sp.
	<i>Asterionellopsis glacialis</i> <sup>2</sup>	<i>Gyrodinium</i> sp.

<sup>1</sup> Стоник, 1999.

<sup>2</sup> Бегун, 2004.

<sup>3</sup> Бегун, 2006.

Максимальная плотность видов фитопланктона, вызывающих цветение в поверхностном горизонте воды в бухте Золотой Рог в 2009–2010 гг., тыс. кл./л

Table 2

Maximum cell density of blooming phytoplankton species at the surface of the Golden Horn Bay in 2009–2010, 10<sup>3</sup> cell/L

Дата	Отдел, вид	Плотность
Bacillariophyta		
18.02.10	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>	714,2
17.06.10	<i>Skeletonema costatum</i>	540,0
02.07.10	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	182,4
31.08.10	<i>Cylindrotheca closterium</i>	92,5
Euglenophyta		
04.02.10	<i>Eutreptiella braarudii</i>	73,3
07.05.10	<i>Eutreptiella gymnastica</i>	718,6
07.05.10	<i>Eutreptiella eupharyngea</i>	651,6
Raphidophyta		
24.10.09	<i>Heterosigma akashiwo</i>	384,0
Cryptophyta		
02.07.10	<i>Plagioselmis prolonga</i>	327,8

Зарегистрировано 9 случаев цветения воды, вызванного массовым развитием микроводорослей (плотность более 60 тыс. кл./л). Наиболее интенсивные цветения (плотность более 500 тыс. кл./л) определялись вегетацией диатомей *Thalassiosira nordenskioldii* и *Skeletonema costatum* и эвгленовых рода *Eutreptiella* (табл. 2).

Средняя по горизонтам плотность фитопланктона варьировала от 1,9 до 610,3 тыс. кл./л. Динамика плотности фитопланктона характеризовалась наиболее интенсивным летним максимумом во второй половине июня, а также значительными весенним (до 567 тыс. кл./л в мае), зимним (до 425,6 тыс. кл./л в феврале) и осенним (до 230–260 тыс. кл./л в октябре) пиками (рис. 1). Летний максимум определялся массовым развитием диатомей *S. costatum* (54–91 %), *Thalassionema nitzschioides* (40–42 %) и *Cylindrotheca closterium* (70 %). Основу весеннего пика плотности составляли эвгленовые водоросли рода *Eutreptiella* (46–94 %) и диатомея *Navicula transitans* (32–38 %). Зимний пик плотности был связан с массовым развитием диатомовых водорослей *Thalassiosira nordenskioldii* (37–58 %) и *Thalassiosira* sp. (27–29 %), а также холодноводной эвгленовой *Eutreptiella braarudii* (26–42 %). Осенний пик в 2009 г. был вызван массовым развитием рафидофитовой *Heterosigma akashiwo* (до 88 %), а также диатомеями *S. costatum* (23–78 %), *Th. nitzschioides* (72 %) и *Chaetoceros contortus* (41 %). Осенью 2010 г. в планктоне доминировала *S. costatum* (71–98 %).

Средняя по горизонтам биомасса фитопланктона варьировала от 0,02 до 11,70 г/м<sup>3</sup>. Максимум биомассы зарегистрирован зимой (во второй половине февраля) за счет преобладания крупных видов диатомей *Thalassiosira* sp. (42–74 %) и *Th. nordenskioldii* (20 %). Небольшие (около 1 г/м<sup>3</sup>) пики биомассы отмечены весной: в марте преобладала *Th. nordenskioldii*, а в мае доминировала *Eutreptiella eupharyngea*. Небольшие летние и осенние пики биомассы были обусловлены развитием диатомовых *Th. nitzschioides* (до 1,8 г/м<sup>3</sup>) и *S. costatum* (до 4,9 г/м<sup>3</sup>).

Плотность микроводорослей у поверхности воды изменялась от 1,7 до 1403,2 тыс. кл./л с максимумом весной, в мае (рис. 2). Значительное увеличение плотности фитопланктона в поверхностном горизонте отмечено также в феврале (1100,0 тыс. кл./л), июне (738,4 тыс. кл./л) и июле (728,3 тыс. кл./л). Анализ соотношения плотности отдельных групп микроводорослей у поверхности воды показал, что весенний пик плотности формировали цветения эвгленовых *Eutreptiella gymnastica* (до 718,6 тыс. кл./л) и *E. eupharyngea* (до 651,6 тыс. кл./л). Зимний (февраль) и летний (июнь) пики плотности определялись соответственно цветениями диатомовых водорослей *Th. nordenskioldii*

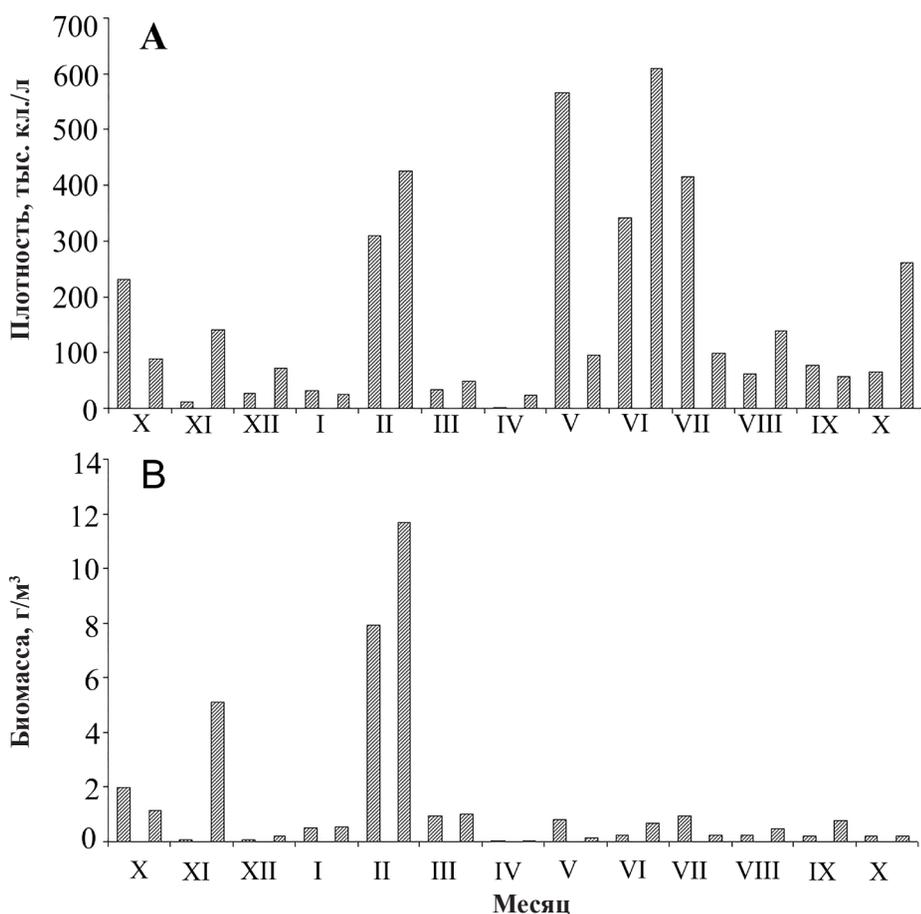


Рис. 1. Изменения средней по столбу воды плотности (А) и биомассы (В) фитопланктона в бухте Золотой Рог в период с октября 2009 г. по октябрь 2010 г.

Fig. 1. Changes of average per water column cell density (А) and biomass (В) of phytoplankton in the Golden Horn Bay from October 2009 to October 2010

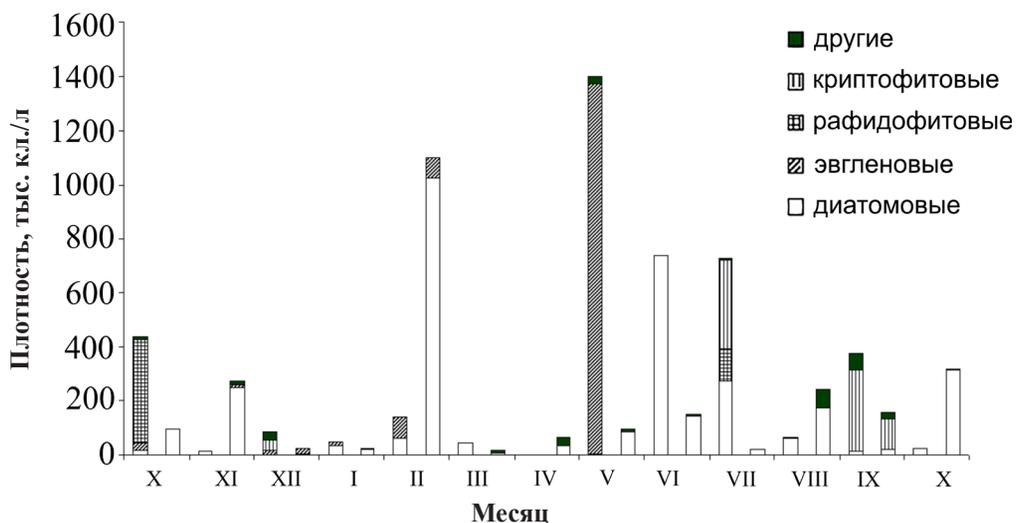


Рис. 2. Изменения плотности различных групп фитопланктона в бухте Золотой Рог у поверхности воды в период с октября 2009 г. по октябрь 2010 г.

Fig. 2. Changes of phytoplankton cell density at the surface of the Golden Horn Bay from October 2009 to October 2010, by taxonomic groups

(до 714,2 тыс. кл./л) и *S. costatum* (до 540,0 тыс. кл./л). Довольно высокая концентрация фитопланктона в июле у поверхности воды определялась массовым развитием криптофитовых водорослей (327,8 тыс. кл./л), диатомеи *Th. nitzschioides* (182,4 тыс. кл./л), а также рафидофитовой *H. akashiwo* (115,2 тыс. кл./л). Осенью наряду с диатомеями существенная роль в динамике плотности фитопланктона принадлежала также рафидофитовой *H. akashiwo* (до 384,0 тыс. кл./л в октябре 2009 г.) и криптофитовой *Plagioselmis prolonga* (113,1–300,0 тыс. кл./л) в сентябре 2010 г.

В конце весны 2010 г. эвгленовые водоросли вносили наиболее существенный вклад (до 94 %) в общую плотность фитопланктона в бухте Золотой Рог. Максимальная плотность эвгленовых на станции в районе 36-го причала была значительно выше, чем в относительно чистом районе — в северо-восточной части Амурского залива у мыса Красного. Так, плотность этих водорослей в апреле 1993 г. и в мае 2010 г. в бухте Золотой Рог достигала 1,6 и 1,4 млн кл./л. В то же время на станции в Амурском заливе в сентябре 2010 г. их максимальная плотность была почти на 3 порядка ниже и не превышала 2 тыс. кл./л (рис. 3). Сходные данные о мощных вспышках плотности эвгленовых получены для бухты Золотой Рог в начале 2000-х гг., где эти микроводоросли оказались самой многочисленной группой фитопланктона, достигавшей максимальной плотности (до 30,6 млн кл./л в кутовой части бухты с наибольшим уровнем органического загрязнения) весной и летом (Бегун, 2004). Таким образом, весенне-летние вспышки плотности эвгленовых водорослей, известных как биологические индикаторы загрязнения воды органическими веществами\*, характерны для планктона бухты Золотой Рог.

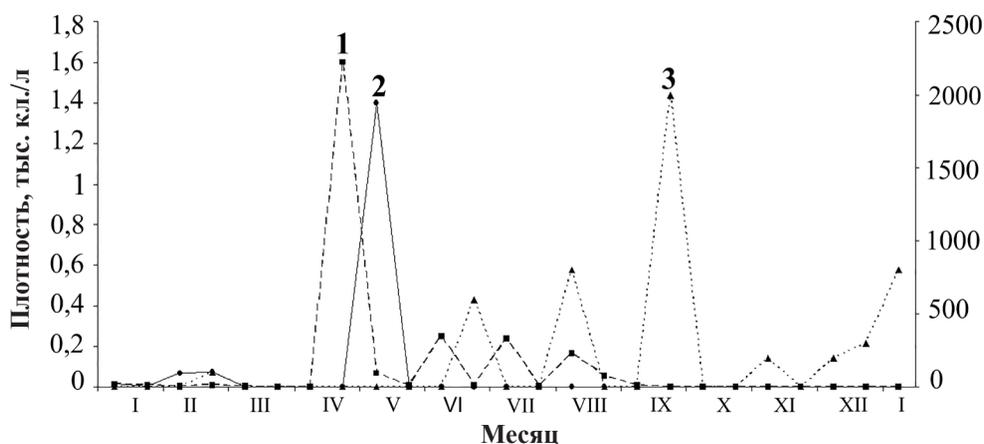


Рис. 3. Изменения плотности эвгленовых водорослей у поверхности воды в бухте Золотой Рог в периоды с января 1993 г. по январь 1994 г. (1), с января 2009 г. по октябрь 2010 г. (2) и в Амурском заливе с января 2010 г. по январь 2011 г. (3). По осям ординат: слева — плотность в бухте Золотой Рог (1 и 2); справа — плотность в Амурском заливе (3)

Fig. 3. Changes of euglenophytes cell density at the surface of Golden Horn Bay in January 1993 — January 1994 (1) and January 2009 — October 2010 (2), and at the surface of the Amur Bay in January 2010 — January 2011 (3). Left Y-axis for 1 and 2 and right Y-axis for 3

В период нашего исследования, как и в предыдущие годы (с 1993 по 2002 г.), в бухте Золотой Рог доминировали диатомеи *S. costatum*, *Th. nitzschioides*, *Dactyliosolen fragilissimus* и рафидофитовая *H. akashiwo*, известные как индикаторы евтрофных вод (Yamada et al., 1980). Однако сравнение наших результатов с данными проведенных ранее исследований фитопланктона бухты Золотой Рог (Стоник, 1999; Бегун, 2004, 2006) указывает на изменения в составе массовых видов (см. табл. 1). Так, диатомеи *T. nordenskioldii*, *C. closterium*, *Melosira moniliformis*, *E. braarudii* и *E. eupharyngea* не были отмечены ранее среди доминирующих и вызывающих цветение воды в бухте Золотой Рог (Стоник, 1999; Бегун, 2004, 2006).

\* Унифицированные методы исследования качества вод: моногр. Ч. 3: Методы биологического анализа вод. Атлас сапробных организмов. Прил. 2. М.: СЭВ, 1977. 227 с.

Большинство указанных видов известны как индикаторы неблагоприятного экологического состояния вод. В частности, вид *M. moniliformis* — алкалофил, индикатор органического загрязнения,  $\alpha$ -мезосапробионт, а *C. closterium* — алкалофил и  $\beta$ -мезосапроб (Гуляков и др., 1992; Рябушко, Бегун, 2016). Следует отметить также увеличение разнообразия массовых видов эвгленовых. Так, в начале 1990-х гг. в фитопланктоне бухты Золотой Рог доминировала эвгленовая *Eutreptia lanowii* — типичный мезосапробный организм, достигающий массового развития в евтрофных водах (Funuko, 1980). В 2009–2010 гг. в фитопланктоне доминировали 4 вида эвгленовых рода *Eutreptiella* (см. табл. 1). Представители рода известны как организмы, вызывавшие цветение воды на евтрофных прибрежных акваториях Японии с высоким уровнем органического загрязнения (Kato, 1993).

Полученные нами данные об увеличении разнообразия доминирующих видов диатомей — показателей сапробности — и видового разнообразия эвгленовых — показателей органического загрязнения вод — по сравнению с данными проведенных ранее исследований (Стоник, 1999; Бегун, 2004, 2006) указывают на высокое органическое загрязнение вод бухты Золотой Рог в период с начала 1990-х по 2010 г.

### Заключение

Органическое загрязнение бухты Золотой Рог оказывает существенное влияние на микроводоросли планктона, что выражается в изменении качественного и количественного состава фитопланктона.

Сопоставление полученных нами результатов с данными проведенных ранее исследований фитопланктона бухты Золотой Рог (1990-е и 2000-е гг.) выявило увеличение разнообразия доминирующих видов диатомовых и эвгленовых водорослей, известных как показатели евтрофных вод и/или их органического загрязнения.

Ответом на органическое загрязнение доминирующими группами фитопланктона, по сравнению с относительно чистым районом в северо-восточной части Амурского залива, являются эвгленовые водоросли, увеличение плотности которых регулярно отмечают в весенне-летнем планктоне бухты Золотой Рог.

*Работа выполнена при финансовой поддержке программы «Дальний Восток» (номер проекта 18-5-074).*

### Список литературы

**Бегун А.А.** Летне-осенний фитопланктон бухты Золотой Рог (Японское море) в условиях антропогенного загрязнения // Альгология. — 2006. — Т. 16, № 4. — С. 417–434.

**Бегун А.А.** Фитопланктон бухты Золотой Рог и Уссурийского залива (Японское море) в условиях антропогенного загрязнения // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 138. — С. 320–344.

**Белан Т.А., Мощенко А.В., Лишавская Т.С.** Долговременные изменения уровня загрязнения морской среды и состава бентоса в заливе Петра Великого // Динамика морских экосистем и современные проблемы сохранения биологического потенциала морей России. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — С. 50–74.

**Бузолева Л.С., Калитина Е.Г., Безвербная И.П., Кривошеева А.М.** Микробные сообщества поверхностных прибрежных вод бухты Золотой Рог в условиях высокого антропогенного загрязнения // Океанол. — 2008. — Т. 48, № 6. — С. 882–888.

**Ващенко М.А.** Загрязнение залива Петра Великого Японского моря и его биологические последствия // Биол. моря. — 2000. — Т. 26, № 3. — С. 149–159.

**Гуляков Н.Е., Загордонцев О.А., Герасимюк В.П.** Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов : моногр. — Киев : Наук. думка, 1992. — 112 с.

**Лукьянова О.Н., Черкашин С.А., Симоконов М.В.** Обзор современного экологического состояния залива Петра Великого (2000–2010 гг.) // Вестн. ДВО РАН. — 2012. — № 2. — С. 55–63.

**Наумов Ю.А.** Антропогенез и экологическое состояние геосистемы прибрежно-шельфовой зоны залива Петра Великого Японского моря : моногр. — Владивосток : Дальнаука, 2006. — 298 с.

**Огородникова А.А.** Эколого-экономическая оценка воздействия береговых источников загрязнения на природную среду и биоресурсы залива Петра Великого. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2001. — 193 с.

**Рябушко Л.И., Бегун А.А.** Диатомовые водоросли микрофитобентоса Японского моря : моногр. — Севастополь : КИА, 2016. — Т. 2. — 322 с.

**Стоник И.В.** Фитопланктон Амурского залива (Японское море) в условиях евтрофирования : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток, 1999. — 26 с.

**Суханова И.Н.** Концентрирование фитопланктона в пробе // Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. — М. : Наука, 1983. — С. 97–105.

**Федоров В.Д.** О методах изучения фитопланктона и его активности : моногр. — М. : МГУ, 1979. — 168 с.

**Funuko N.** Some aspects of phytoplankton communities in the eastern part of the Gulf of Trieste, North Adriatic // *Nova Thalassia*. — 1980. — Vol. 4. — P. 31–42.

**Kato S.** On three species of *Eutreptiella* (Euglenophyceae) in the coastal waters of the Kanto district, Japan // *Jap. J. Phycol.* — 1993. — Vol. 41. — P. 47–51.

**Yamada M., Tsuruta A., Yoshida Y.** A list of phytoplankton as eutrophic level indicator // *Nippon Suisan Gakkaishi*. — 1980. — Vol. 46, № 12. — P. 1435–1438. DOI: 10.2331/suisan.46.1435.

## References

**Begun, A.A.,** The summer-autumn phytoplankton of Zolotoy Rog Bay (Sea of Japan) exposed to anthropogenic pollution, *Algologiya*, 2006, vol. 16, no. 4, pp. 417–434.

**Begun, A.A.,** Phytoplankton in the Golden Horn Bay and the Ussuri Bay (Japan Sea) under conditions of anthropogenic pollution, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 138, pp. 320–344.

**Belan, T.A., Moshchenko, A.V., and Lishavskaya, T.S.,** Long-term variations in the level of pollution of the marine environment and the benthos composition in Peter the Great Bay, in *Dinamika morskikh ekosistem i sovremennyye problemy sokhraneniya biologicheskogo potentsiala morei Rossii* (Dynamics of Marine Ecosystems and the Current Problems of Conservation of the Biological Potential in the Russian Seas), Vladivostok: Dal'nauka, 2007, pp. 50–74.

**Buzoleva, L.S., Kalitina, E.G., Bezverbnaya, I.P., and Krivosheeva, A.M.,** Microbial communities in the coastal surface waters of Zolotoy Rog Bay under the conditions of strong anthropogenic pollution, *Oceanology*, 2008, vol. 48, no. 6, pp. 819–825.

**Vashchenko, M.A.,** Pollution in Peter the Great Bay, Sea of Japan, and its biological consequences, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2000, vol. 26, no. 3, pp. 155–166.

**Guslyakov, N.E., Zakordonets, O.A., and Gerasimiyuk, V.P.,** *Atlas diatomovykh vodoroslei bentosa severo-zapadnoi chasti Chernogo morya i prilegayushchikh vodoemov* (Atlas of Benthos Diatoms from the Northwestern Black Sea and Adjacent Bodies of Water), Kiev: Naukova Dumka, 1992.

**Lukyanova, O.N., Cherkashin, S.A., and Simokon, M.V.,** The review of modern ecological state of Peter the Great Bay (2000–2010), *Vestn. Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk*, 2012, no. 2, pp. 55–63.

**Naumov, Yu.A.,** *Antropogenez i ekologicheskoe sostoyanie geosistemy pribrezhno-shel'fovoi zony zaliva Petra Velikogo Yaponskogo morya* (Anthropogenesis and the Ecological State of the Geosystem in the Coastal-Shelf Zone of Peter the Great Bay, Sea of Japan), Vladivostok: Dal'nauka, 2006.

**Ogorodnikova, A.A.,** *Ekologo-ekonomicheskaya otsenka vozdeistviya beregovykh istochnikov zagryazneniya na prirodnyuyu sredyu i bioresursy zaliva Petra Velikogo* (Ecological and Economic Assessment of the Impact of Coastal Sources of Pollution on the Natural Environment and Bioresources of Peter the Great Bay), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2001.

**Ryabushko, L.I. and Begun, A.A.,** *Diatomovye vodorosli mikrofitobentosa Yaponskogo morya* (Diatoms of the Microphytobenthos of the Sea of Japan), Sevastopol: KIA, 2016, vol. 2.

**Stonik, I.V.,** Phytoplankton of Amur Bay (Sea of Japan) under the conditions of eutrophication, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Vladivostok, 1999.

**Sukhanova, I.N.,** Concentration of phytoplankton in a sample, *Sovremennyye metody kolichestvennoi otsenki raspredeleniya morskogo planktona* (Modern Methods for Quantifying the Distribution of Marine Plankton), Moscow: Nauka, 1983, pp. 97–105.

**Fedorov, V.D.,** *O metodakh izucheniya fitoplanktona i ego aktivnosti* (On the Methods for the Study of Phytoplankton and Its Activity), Moscow: Moscow Gos. Univ., 1979.

**Funuko, N.,** Some aspects of phytoplankton communities in the eastern part of the Gulf of Trieste, North Adriatic, *Nova Thalassia*, 1980, vol. 4, pp. 31–42.

**Kato, S.,** On three species of *Eutreptiella* (Euglenophyceae) in the coastal waters of the Kanto district, Japan, *Jpn. J. Phycol.*, 1993, vol. 41, pp. 47–51.

**Yamada, M., Tsuruta, A., and Yoshida, Y.,** A list of phytoplankton as eutrophic level indicator, *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 1980, vol. 46, no. 12, pp. 1435–1438. doi 10.2331/suisan.46.1435

**Unifitsirovannyye metody issledovaniya kachestva vod. Ch. 3: Metody biologicheskogo analiza vod. Atlas saprobnykh organizmov** (Unified Methods to Study the Water Quality, Part 3: Methods of Biological Water Analysis, Atlas of Saprobic Organisms), Moscow: SEV, 1977.

Поступила в редакцию 4.07.18 г.

Принята в печать 13.07.18 г.