

УДК 579: 582.26/27+574.586

**А.А. БЕГУН**

Ин-т биологии моря им. А.В. Жирмунского, Дальневосточного отделения РАН,  
ул. Пальчевского, 17, 690041 Владивосток, Россия  
email: andrejbegun@yandex.ru

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ *BACILLARIOPHYTA* ЭПИФИТОНА МАКРОФИТОВ В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (РОССИЙСКОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ ЯПОНСКОГО МОРЯ)**

---

Изучено видовое разнообразие диатомовых водорослей эпифитона в заливе Петра Великого Японского моря. Установлено 112 видов и внутривидовых таксонов из классов *Bacillariophyceae* (79 видов), *Fragilariophyceae* (15) и *Coscinodiscophyceae* (18). Впервые для российских вод Японского моря приводятся 6 видов. Для акваторий с «сильным» уровнем загрязнения характерно минимальное число видов эпифитных диатомовых водорослей (50 видов), увеличение доли  $\alpha$ -мезосапробионтов (38 % общего числа видов) и солоноватоводно-морских микроводорослей (43 %) при средней солености воды 21,5 ‰. Для «фоновых» акваторий характерно максимальное видовое разнообразие эпифитов (77), отсутствие  $\alpha$ -мезосапробионтов (0 %) и преобладание морских диатомей (76 %) при солености воды 33,03 ‰. Талломы макрофитов осевого типа во всех исследуемых районах обрастали эпифитными диатомовыми водорослями в 1,5–3 раза обильнее, чем пластинчатые. Полученные данные свидетельствуют о том, что в настоящее время наиболее неблагоприятная экологическая ситуация складывается в ряде прибрежных акваторий залива Петра Великого, подверженных влиянию хронического антропогенного загрязнения: портовые воды г. Владивостока, Находки, Славянки, а также некоторые водоемы эстуарного типа.

Ключевые слова: *Bacillariophyta*, эпифитон, макрофиты, загрязнение, сапробность, залив Петра Великого, Японское море.

### **Введение**

Сообщества диатомовых водорослей, как первичные продуценты органического вещества и начальные звенья биопродукционных процессов, играют важную роль в функционировании прибрежных морских экосистем, достаточно быстро реагируют на изменения среды их обитания и служат индикаторами ее состояния (Рябушко, Рябушко, 2001; Бегун, Рябушко, 2008а, б). Эпифитные диатомовые водоросли, которые вместе с бактериями одними из первых заселяют поверхность макрофитов, являются удобной моделью для оценки экологического состояния в любых водных экосистемах, подверженных антропогенному прессу.

Исследования микроэпифитона водорослей-макрофитов и цветковых растений ранее проводились лишь в отдельных акваториях российского побережья Японского моря (Челышева, 1955; Каменский, 1972; Паймеева, 1975; Рябушко, Буянкина, 1982; Рябушко, 1986) и изучались преимущественно отдельные представители макрофитов, являющихся

© А.А. Бегун, 2013

объектами культивирования. Кроме того, для российских вод Японского моря отсутствуют сведения о влиянии антропогенных факторов среды на видовой состав диатомовых водорослей, развивающихся в эпифитоне макрофитов с различными типами талломов.

Залив Петра Великого – самая обширная шельфовая зона Японского моря с огромным количеством различных водоемов второго и третьего порядков и чрезвычайным разнообразием экологических условий (Belan et al., 2003; Христофорова, 2012). Поэтому этот залив является наиболее интересной модельной акваторией для изучения влияния антропогенного загрязнения вод на развитие эпифитных диатомовых водорослей.

Цель данной работы – изучение видового состава и эколого-географической характеристики диатомовых водорослей в акваториях зал. Петра Великого с различным уровнем антропогенного загрязнения вод.

### Материалы и методы

Материалом для исследования послужили пробы диатомовых водорослей эпифитона с макрофитов, составлявших основу макрофитобентоса в различных акваториях зал. Петра Великого (табл. 1). Макрофиты отбирали на 22 станциях в период гидрологического лета (июль–сент. 2009 г.) на глубине 1,5–2 м (рис. 1). Станции отбора проб в заливе Петра Великого были условно разделены на 3 группы в зависимости от уровня антропогенного загрязнения.

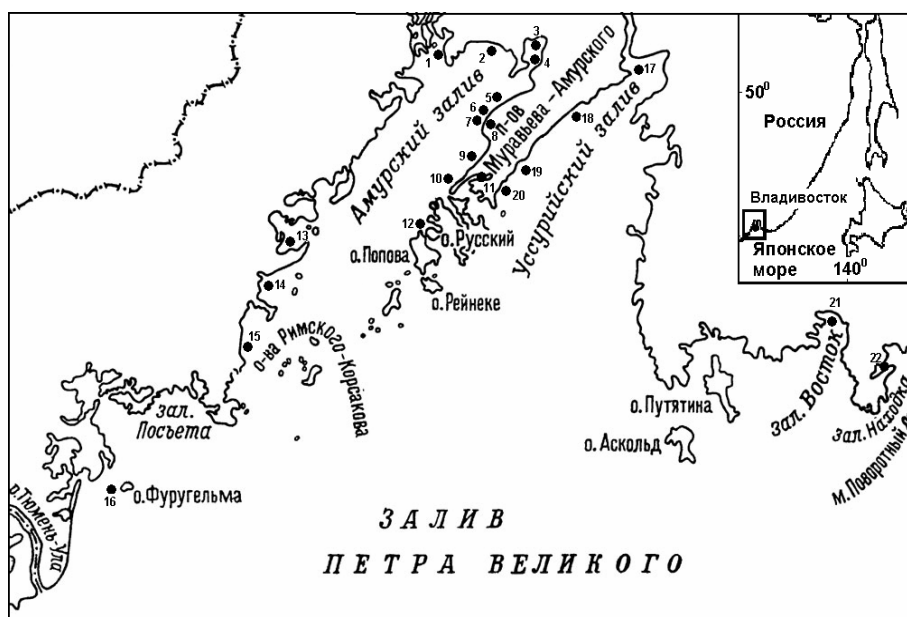


Рис. 1. Карта-схема района исследования. Станции отбора проб

Видовой список макрофитов в акваториях зал. Петра Великого Японского моря с различным уровнем антропогенного загрязнения в 2009 г.

Таксон	Тип таллома	Акватория		
		«фоно-но-вая»	«умеренно загрязнен-ная»	«сильно загрязнен-ная»
<b>MAGNOLIOPHYTA</b>				
<i>Phyllospadix iwatensis</i> Makino	-	-	-	+
<i>Zostera marina</i> L.	-	+	+	+
<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) C. Agardh	Н	-	+	-
<i>Chaetomorpha moniligera</i> Kjellm.	Н	-	-	+
<i>Cladophora stimpsonii</i> F.L. Harv.	Н	-	+	+
<i>Codium fragile</i> (Suringar) Har.	К	-	+	+
<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C. Agardh	П	+	+	+
<i>U. lactuca</i> L.	П	-	+	+
<i>U. linza</i> L.	П	+	+	+
<b>PHAEOPHYTA</b>				
<i>Chorda filum</i> (L.) Stackh.	Т	+	-	-
<i>Chordaria flagelliformis</i> (O. Müll.) C. Agardh	К	-	+	+
<i>Coccophora langsorfii</i> (Turner) Grev.	К	+	+	-
<i>Costaria costata</i> (C. Agardh) de A. Saunders	П	-	+	-
<i>Saccharina angustata</i> (Kjellm.) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl et G.W. Saunders	П	-	-	+
<i>Sargassum miyabei</i> Yendo	К	+	+	+
<i>S. pallidum</i> (Turner) C. Agardh	К	-	+	+
<b>RHODOPHYTA</b>				
<i>Ceramium kondoi</i> Yendo	К	-	+	-
<i>Dasya sessilis</i> Yamada	К	-	+	-
<i>Gracilaria gracilis</i> (Stackh.) M. Steentoft, L.M. Irvine et W.F. Farnham	К	-	-	+
<i>G. vermiculophylla</i> (Ohmi) Papenfuss	К	-	-	+
<i>Grateloupia divaricata</i> Okamura	П	-	+	-
<i>G. turuturu</i> Yamada	П	-	+	+
<i>Neorhodomela larix</i> (Turner) Masuda	К	+	+	-
<i>Symphyocladia latiuscula</i> (F.L. Harv.) Yamada	К	+	+	-
<i>Tichocarpus crinitus</i> (S.G. Gmel.) Rupr.	К	+	+	+

Условные обозначения: К – кустистая форма таллома; Н – нитчатая, Т – трубчатая, П – пластинчатая. «+» – вид присутствует, «-» – отсутствует.

Первая группа станций (условно обозначены как «сильно загрязненные») включала в себя акватории, подверженные непосредственному влиянию промышленных и бытовых сточных вод: ст. 1 – Тавричанский лиман, устье р. Раздольная (Амурский залив); ст. 2 – выпуск очистных

сооружений г. Владивостока, п-ов Де-Фриз (Амурский залив); ст. 3, 4 – залив Угловой; ст. 6 – канализационный выпуск «Вторая Речка» (Амурский залив); ст. 7 – бухта Кирпичного завода (Амурский залив); ст. 8 – искусственная лагуна в черте г. Владивостока; ст. 11 – бухта Золотой Рог; ст. 13 – бухта Славянка (залив Славянка); ст. 17 – бухта Муравьиная (Уссурийский залив); ст. 19 – бухта Горностай (Уссурийский залив); ст. 22 – бухта Находка (залив Находка).

Вторая группа станций («умеренно загрязненные») объединяла менее загрязненные акватории залива Петра Великого, в которых источники антропогенного загрязнения вод были расположены в удалении от точек отбора проб: ст. 5 – м. Красный (Амурский залив); ст. 9 – бухта Спортивная гавань (Амурский залив); ст. 10 – мыс Токаревского (пролив Босфор Восточный); ст. 12 – бухта Рында (Амурский залив, о. Русский); ст. 18 – бухта Лазурная (Уссурийский залив); ст. 20 – бухта Соболь (Уссурийский залив); ст. 21 – бухта Прибойная (залив Восток). В третью группу («условно чистые», или «фоновые») вошли акватории, не подверженные непосредственному влиянию загрязняющих антропогенных источников: ст. 14 – бухта Баклан, ст. 15 – бухта Бойсмана, ст. 16 – о. Фуругельма, залив Посыета.

При отборе проб эпифитона измеряли температуру и соленость воды (рис. 2), с каждой станции отбирали преимущественно по 3 вида макрофитов.

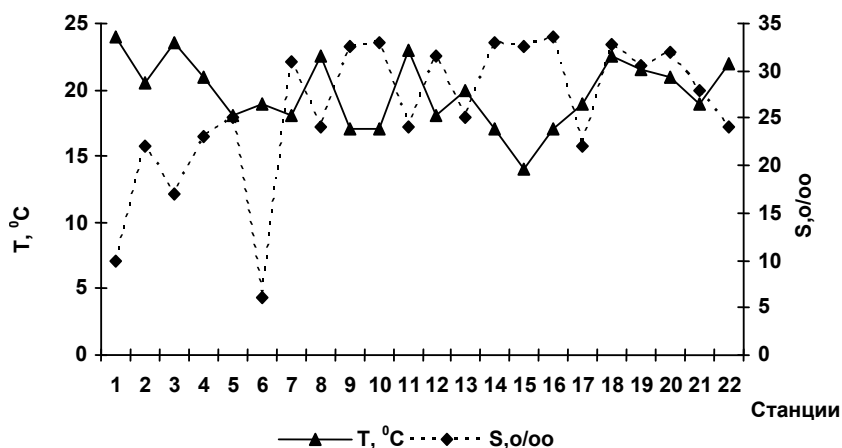


Рис. 2. Значения температуры и солености воды на станциях в заливе Петра Великого Японского моря в июле–сентябре 2009 г.

С талломов микроводоросли смывали в специальные емкости, которые фиксировали раствором Утермеля и концентрировали методом осаждения. Полученные суспензии пропускали через капроновые фильтры «Nitex», «Sefar» (Швейцария) с диаметром пор 20 и 80 микрон соответ-

ственно. Пробы изучали в световом микроскопе «Olympus BX41» (Япония) с применением масляной иммерсии. Поскольку степень обрастания макрофитов эпифитами разная и в значительной степени зависит от формы базифита, исследовали преимущественно макрофиты как с осевым типом таллома, так и с пластинчатым. Камеральная и микроскопическая обработки проб диатомового эпифитона подробно описаны в предыдущей работе (Бегун, Рябушко, 2008а). При оценке сходства качественного состава микроводорослей использовали коэффициент Серенсена-Чекановского:  $K_S = 2 N_{(A+B)} / (N_A + N_B)$ , где  $N_{A+B}$  – общее число видов в описаниях А и В;  $N_A$  и  $N_B$  – число видов, соответственно, в описаниях А и В. Видовые названия макрофитов приведены в соответствии с данными современной таксономии (Guiry, Guiry, 2009).

При классификации диатомовых водорослей использовали систему Раунда с соавт. (Round et al., 1990). Сапробиологическая характеристика микроводорослей приведена согласно литературным данным (Гусяков и др., 1992; Борисюк, 2002; Баринаова и др., 2006; Герасимюк, Ковтун, 2007; Al-Yamani, Saburova, 2011).

### Результаты и обсуждение

Нами исследован видовой состав диатомового эпифитона на 25 видах макрофитов в различных акваториях залива Петра Великого (см. табл. 1). Среди макрофитов отмечено 23 вида макроводорослей (9 – из отдела *Rhodophyta*, 7 – *Phaeophyta*, 7 – *Chlorophyta*) и два высших растения – *Zostera marina* (1) и *Phyllospadix iwatensis* (1). Среди макроводорослей 69,6 % видов приходилось на талломы осевого типа (нитчатые, трубчатые и кустистые формы), 30,4 % – на талломы пластинчатого типа. В каждом исследуемом районе макрофиты были представлены тремя отделами, за исключением станций 7, 8 и 11, где в условиях экстремального уровня антропогенного загрязнения и значительного опреснения воды (см. рис. 2) присутствовали только представители отдела *Chlorophyta* (*Ulva clathrata*, *U. lactuca*, *Cladophora stimpsonii* и *Chaetomorpha moniliger*).

Эпифитные диатомовые водоросли найдены на талломах всех исследованных образцов макрофитов. Зарегистрировано 112 видов и внутривидовых таксонов диатомовых водорослей из классов *Bacillariophyceae* (79 видов), *Fragilariophyceae* (15) и *Coccinodiscophyceae* (18) (табл. 2). Основу диатомовой альгофлоры составляли 8 ведущих семейств: *Fragilariaceae*, *Achnanthaceae*, *Cocconeidaceae*, *Diploneidaceae*, *Naviculaceae*, *Pleurosigmales*, *Catenulaceae*, *Bacillariaceae*, для которых было характерно наибольшее видовое разнообразие. Максимальное количество таксонов имели роды *Nitzschia* Hassall (11 видов) и *Navicula* Bory (7). Общее число видов эпифитных микроводорослей для «фоновых» акваторий составляло 77, для «умеренно загрязненных» – 69 и для «сильно загрязненных» 50. Максимальное число видов зарегистрировано на ст. 16 (46 видов) в эпифитоне красной водоросли *Neorhodomela larix*. Уровень качественного сходства видовых списков диатомовых водорослей эпифитона между «фоновыми» и «умеренно загрязненными» акваториями оказался

невысоким (коэффициент Серенсена-Чекановского составил 0,61 или 61 %), а между «фоновыми» и «сильно загрязненными» – низким (0,26 и 26 % соответственно).

Таблица 2

Видовой список и эколого-географическая характеристика *Bacillariophyta* эпифитона макрофитов в акваториях зал. Петра Великого Японского моря с различным уровнем антропогенного загрязнения в 2009 г.

Таксон	Экологическая характеристика			Географическая характеристика	Акватория		
	Жизненная форма	Соленость	Сапробность		«фоновая»	«умеренно загрязненная»	«сильно загрязненная»
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>BACILLARIOPHYTA</b>							
<i>Coscinodiscophyceae</i>							
<i>Coscinodiscales</i>							
<i>Coscinodiscaceae</i>							
<i>Coscinodiscus granii</i> L.F. Gough	БП	М	–	К	-	+	+
<i>C. oculus iridis</i> Ehrenb.	БП	М	β	К	+	+	+
<i>Aulacoseirales</i>							
<i>Aulacoseiraceae</i>							
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Simonsen	ФП	П	β	К	-	-	+
<i>Arachnoidiscales</i>							
<i>Arachnoidiscaceae</i>							
<i>Arahnodiscus ehrenbergii</i> Bailey	БП		-	К	+	-	-
<i>Heliopeltaceae</i>							
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenb.) Ehrenb.	БП	М	-	К	+	+	+
<i>Thalassiosirales</i>							
<i>Skeletonemaceae</i>							
<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cleve	ФП	СМ	α	К	-	-	+
<i>Stephanodiscaceae</i>							
<i>Cyclotella caspia</i> Grunow	ФП	С	-	К	+	+	-

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Biddulphiales</b>							
<b>Biddulphiaceae</b>							
<i>Biddulphia arctica</i> f. <i>balaena</i> (Ehrenb.) E.H. Jörgens.	МФБ	М	-	АБТ	+	+	-
<i>B. biddulphiana</i> (G.M. Sm.) Boyer	БП	М	-	БТ	-	+	-
<i>Neohuttonia reichardtii</i> (Grunow) Hustedt	МФБ	М	-	-	+	-	-
<b>Triceratiales</b>							
<b>Triceratiaceae</b>							
<i>Auliscus sculptus</i> (W. Sm.) Ralfs ex Pritch.	ФП	М	-	К	+	+	-
<i>Odontella aurita</i> (Lyngb.) Agardh	БП	М	-	К	+	+	+
<i>O. granulata</i> (Roper) R. Ross	БП	М	-	Б	+	+	-
<b>Plagiogrammaceae</b>							
<i>Dimeregramma minor</i> (Greg.) Ralfs ex Pritch.	МФБ	М	-	К	+	+	-
<i>Plagiogramma staurophorum</i> (Greg.) Heiberg	БП	М	-	К	+	+	-
<b>Cymatosirales</b>							
<b>Cymatosiraceae</b>							
<i>Plagiogrammopsis vanheurckii</i> (Grunow) Hasle, von Stosch et Syvertsen	БП	М	-	Б	+	+	-
<b>Melosirales</b>							
<b>Melosiraceae</b>							
<i>Melosira lineata</i> (Dillwyn) C. Agardh	БП	СМ	$\alpha$	АБТ	-	-	+
<i>M. moniliformis</i> (O. Müll.) C. Agardh	БП	СМ	$\alpha$	К	-	-	+
<i>M. moniliformis</i> var. <i>subglobosa</i> Grunow	БП	СМ	$\alpha$	АБ	-	-	+
<b>Fragilariophyceae</b>							
<b>Fragilariales</b>							
<b>Fragilariaceae</b>							
<i>Diatoma tenue</i> C. Agardh	БП	ПС	$\chi$ -o	Б	+	-	-
<i>Falcula media</i> Voigt var. <i>subsalina</i> Proschk.-Lavr.	БП	М	-	Б	+	+	-
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	БП	ПС	o- $\beta$	К	+	-	+
<i>F. striatula</i> Lyngb.	БП	М	-	К	+	+	-

продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Tabularia fasciculata</i> (C. Agardh) D.M. Williams et Round	МФБ	СМ	α	К	-	+	+
<i>T. parva</i> (Kütz.) D.M. Williams & Round	МФБ	СМ	α	К	-	+	+
<i>Meridion circulare</i> (Grev.) Agardh	БП	П	χ-0	К	+	-	-
<b>Licmophorales</b>							
<b>Licmophoraceae</b>							
<i>Licmophora abbreviata</i> C. Agardh	МФБ	М	β	АБ	+	+	+
<i>L. flabellata</i> C. Agardh	МФБ	М	β	БТ	+	+	+
<b>Bacillariophyceae</b>							
<b>Cymbellales</b>							
<b>Rhoicospheniaceae</b>							
<i>Campylopyxis garkeana</i> (Grunow) Medlin	МФБ	М	-	-	+	-	-
<i>Gomphonemopsis exigua</i> (Kütz.) Medlin	МФБ	СМ	-	Б	-	+	+
<i>Rhoicosphenia marina</i> (W. Sm.) M. Schmidt	МФБ	М	β	АБ	+	+	+
<b>Achnanthes</b>							
<b>Achnantheaceae</b>							
<i>Achnanthes brevipes</i> C. Agardh	МФБ	СМ	β	К	+	+	+
<i>A. brevipes</i> var. <i>angustata</i> (Grev.) Cleve	МФБ	С	β	К	-	+	+
<i>A. groenlandica</i> (Cleve) Grunow	МФБ	М	-	АБ	+	-	-
<i>A. inflata</i> (Kütz.) Gru- now	МФБ	П	-	-	+	-	+
<b>Cocconeidaceae</b>							
<i>Cocconeis costata</i> W. Greg.	МФБ	М	β	К	+	+	+
<i>C. distans</i> W. Greg.	МФБ	М	-	К	-	+	+
<i>C. placentula</i> Ehrenb.	МФБ	П	o	Б	+	+	-
<i>C. scutellum</i> Ehrenb.	МФБ	СМ	β	К	+	+	+
<b>Naviculales</b>							
<b>Berkeleyaceae</b>							
<i>Berkeleya rutilans</i> (Trentep. ex Roth) Grunow	МФБ	СМ	-	Б	-	+	+
<i>Parlibellus delognei</i> (van Heurck) E.J. Cox	МФБ	М	-	АБТ	+	+	-
<i>P. rhombica</i> (Greg.) L.I. Ryab.	МФБ	СМ	-	Б	+	+	-



1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Diploneidaceae</b>							
<i>Diploneis bombus</i> (Ehrenb.) Cleve	МФБ	М	-	АБТ	+	-	-
<i>D. chersonensis</i> (Grunow) Cleve	МФБ	М	-	К	+	+	+
<i>D. lineata</i> (Donkin) Cleve	МФБ	М	-	Б	+	+	-
<i>D. smithii</i> (Bréb.) Cleve	МФБ	СМ	-	К	+	-	+
<i>D. splendida</i> (Greg.) Cleve	МФБ	М	-	Б	+	+	-
<b>Naviculaceae</b>							
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	МФБ	ПС	$\alpha$	АБ	-	-	+
<i>N. directa</i> (W. Sm.) Ralfs ex A. Pritch.	МФБ	М	-	К	-	+	-
<i>N. distans</i> (W. Sm.) Ralfs.	МФБ	М	-	БТ	+	+	-
<i>N. perhombus</i> Hust.	МФБ	М	-	БТ	+	+	-
<i>N. dumontiae</i> Baard. et Taasen	МФБ	М	-	Б	+	-	-
<i>N. retusa</i> var. <i>cancellata</i> (Bréb.) Cleve	МФБ	СМ	-	К	+	-	-
<i>N. transitans</i> var. <i>derasa</i> (Grunow) Cleve	БП	М	-	АБ	+	+	+
<i>Caloneis liber</i> (W. Smith) Cleve	МФБ	М	-	К	+	+	-
<i>Haslea subagnita</i> (Proschk.-Lavr.) I.V. Makarova et Karaeva	МФБ	М	-	Б	+	-	-
<i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenb.) Cleve	МФБ	М	$\beta$	АБТ	+	+	-
<b>Lyrellales</b>							
<b>Lyrellaceae</b>							
<i>Lyrella clavata</i> (Greg.) D.G. Mann	МФБ	М	-	Б	+	-	-
<i>L. hennedyi</i> (W. Sm.) Stickle et D.G. Mann in F.E. Round, R.M. Crawford & D.G. Mann	МФБ	М	-	АБТ	+	-	-
<i>L. lyra</i> (Ehrenb.) Karajeva	МФБ	М	-	К	+	+	-
<i>Petronis monilifera</i> (Cleve) Stickle et D.G. Mann	МФБ	М	-	Б	+	+	-

продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Plagiotropidaceae</b>							
<i>Plagiotropis elegans</i> (W. Sm.) Grunow	МФБ	М	о	Б	+	+	-
<i>P. lepidoptera</i> (Greg.) Kuntz.	МФБ	М	о	К	+	-	-
<b>Pleurosigmaaceae</b>							
<i>Donkinia recta</i> (Donkin) Grunow	БП	М	-	БТ	+	+	-
<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenb.) Rabenh.	МФБ	СМ	-	К	-	+	-
<i>Gyrosigma fasciola</i> (Ehrenb.) J.W. Griff. et Henfr.	МФБ	СМ	-	АБ	+	-	-
<i>G. tenuissimum</i> (W. Sm.) J.W. Griff. et Henfr.	МФБ	М	-	АБТ	+	+	-
<i>Pleurosigma formosum</i> W. Sm.	МФБ	М	-	К	-	+	-
<i>P. elongatum</i> W. Sm.	МФБ	М	-	БТ	+	+	-
<i>P. intermedium</i> W. Sm.	МФБ	СМ	-	Б	-	+	+
<i>P. naviculaceum</i> Bréb.	МФБ	М	-	АБТ	+	+	-
<b>Thalassiophysales</b>							
<b>Catenulaceae</b>							
<i>Amphora angusta</i> Greg.	МФБ	СМ	$\beta$	К	-	+	+
<i>A. caroliniana</i> Giffen	МФБ	СМ	$\alpha$	АБТ	-	+	+
<i>A. crassa</i> Greg.	МФБ	М	-	Б	+	+	-
<i>A. hyalina</i> Kütz.	МФБ	М	$\beta$	К	+	+	+
<i>A. ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	МФБ	П	$\chi$ -о	Б	+	-	+
<i>A. proteus</i> Greg.	МФБ	М	$\beta$	К	+	+	+
<i>Undatella quadrata</i> (Bréb. ex Kütz.) Padd. et P.D. Sims	МФБ	М	-	-	+	+	-
<i>U. lineolata</i> (Ehrenb.) L.I. Ryab.	МФБ	СМ	$\beta$	АБТ	-	-	+
<b>Thalassiophysaceae</b>							
<i>Thalassiophysa hyalina</i> (Grev.) Padd. et P.A. Sims	БП	М	-	БТ	+	+	-
<b>Bacillariales</b>							
<b>Bacillariaceae</b>							
<i>Bacillaria paxilifer</i> (O. Müll.) Hendey	БП	СМ	о	К	+	-	-
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenb.) Reim. et H.L. Lewin	БП	СМ	$\beta$	АБ	+	+	+
<i>Nitzschia angularis</i> W. Sm.	МФБ	М	$\alpha$	К	+	-	+

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Nitzschia hybrida</i> f. <i>hyalina</i> Proschk.-Lavr.	МФБ	С	β	Б	-	-	+
<i>N. lanceolata</i> W. Sm.	МФБ	С	-	БТ	-	-	+
<i>N. longissima</i> (Bréb. ex Kütz.) Ralfs ex A. Pritch.	БП	СМ	-	АБТ	-	-	+
<i>N. scapelliformis</i> (Grunow) Grunow	МФБ	С	-	Б	+	+	+
<i>N. sigma</i> (Kütz.) W. Sm.	МФБ	СМ	о	К	+	-	-
<i>N. sigmoidea</i> (Ehrenb.) W. Sm.	МФБ	СМ	о	К	+	+	-
<i>N. spathulata</i> W. Sm.	МФБ	СМ	-	Б	-	+	+
<i>N. tenuirostris</i> Mereschk.	БП	СМ	-	К	-	-	+
<i>N. vermicularis</i> (Kütz.) Hantzsch ex Rabenh.	МФБ	СМ	о	К	+	-	-
<i>N. vidovichii</i> Grunow	МФБ	М	-	БТ	+	+	+
<i>Psammodyction panduriforme</i> (Greg.) D.G. Mann	МФБ	М	-	АБТ	+	-	-
<i>P. panduriforme</i> var. <i>minor</i> (Greg.) E.Y. Haw. et M.G. Kelly	МФБ	М	-	АБТ	+	-	-
<i>P. constrictum</i> (Greg.) D.G. Mann	МФБ	СМ	-	АБТ	-	-	+
<i>Tryblionella coarctata</i> (Grunow) D.G. Mann	МФБ	М	α	АБТ	-	+	+
<i>T. hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann in Round, Crawford et D.G. Mann	МФБ	С	α	К	-	-	+
<b>Rhopalodiales</b>							
<b>Rhopalodiaceae</b>							
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenb.) O. Müller	МФБ	С	-	Б	-	-	+
<b>Surirellales</b>							
<b>Surirellaceae</b>							
<i>Campylodiscus fastuosus</i> Ehrenb.	МФБ	М	-	Б	+	-	-
<i>Surirella fastuosa</i> Ehrenb.	МФБ	М	-	АБТ	+	-	-
<b>Entomoneidaceae</b>							
<i>Entomoneis alata</i> (Ehrenb.) Ehrenb.	БП	С	-	АБТ	-	-	+
<i>E. paludosa</i> (W. Sm.) Reim.	БП	С	-	К	-	+	-
<b>Rhaphoneidales</b>							
<b>Rhaphoneidaceae</b>							
<i>Delphineis surirella</i> (Ehrenb.) G.W. Andrews	МФБ	М	-	Б	+	+	-

окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Rhaphoneis amphiceros</i> (Ehrenb.) Ehrenb.	МФБ	М	-	АБТ	+	-	-
<b>Tabellariales</b>							
<b>Tabellariaceae</b>							
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyng.) Kütz.	БП	П	$\beta$	К	-	-	+
<b>Anaulales</b>							
<b>Anaulaceae</b>							
<i>Anaulus vallus</i> Nikolaev	МФБ	М	-	Б	+	+	-
<b>Ardissoneales</b>							
<b>Ardissoneaceae</b>							
<i>Ardissonea crystallina</i> (C. Agardh) Grunow	МФБ	М	$\beta$	БТ	+	+	-
<b>Striatellales</b>							
<b>Striatellaceae</b>							
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngb.) Kütz.	МФБ	М	$\beta$	К	+	+	+
<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngb.) C. Agardh	БП	М	-	БТ	-	+	-
<b>Rhabdonematales</b>							
<b>Rhabdonemataceae</b>							
<i>Rhabdonema arcuatum</i> (Lyngb.) Kütz.	БП	М	-	К	+	+	-
<b>Thalassionematales</b>							
<b>Thalassionemataceae</b>							
<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grunow	БП	СМ	-	АБТ	-	+	-

Условные обозначения: Приуроченность к местообитанию: МФБ – микрофитобентосный, БП – бенто-планктонный, ФП – фитопланктонный вид. Отношение к солёности: М – морской, СМ – солоноватоводно-морской, С – солоноватоводный, ПС – пресноводно-солоноватоводный, П – пресноводный вид. Сапробиологическая приуроченность:  $\alpha$  – альфа-мезосапробионт,  $\beta$  – бета-мезосапробионт,  $\chi$ -о – ксено-олигосапробионт, о – олигосапробионт. Фитогеографическая характеристика: К – космополит, Б – бореальный, АБ – аркто-бореальный, АБТ – аркто-бореально-тропический, БТ – бореально-тропический.

Впервые для Российских вод Японского моря приводятся следующие виды диатомовых водорослей: *Campylopyxis garkeana* (ст. 14–16), *Diploneis splendida* (ст. 20), *Neohuttonia reichardtii* (ст. 15, 16), *Nitzschia lanceolata* (ст. 3), *Petroneis monilifera* (ст. 14) и *Undatella quadrata* (ст. 8, 16). Эти виды встречались в заливе Петра Великого в июле-сентябре 2009 г. при температуре воды 14–24 °С и солёности 17–33,5 ‰.

Экологический анализ диатомового эпифитона в акваториях залива Петра Великого показал, что найденные виды микроводорослей были

представлены свободноживущими формами (53,5 % общего числа видов), прикрепленными (11,4 %), а также как прикрепленными, так и свободноживущими формами (25,4 %), которые в свою очередь подразделялись на одиночные (59 %) и колониальные (41 %) (см. табл. 2). Поскольку эпифитон является составляющей частью микрофитобентоса, шовные диатомовые водоросли, как более высокоорганизованные, были наиболее многочисленными в видовом отношении, так как они ведут одиночный подвижный образ жизни на субстратах различного типа, в т.ч. в слизи макрофитов. Характеристика эпифитона по отношению к местообитанию показывает, что 69 % видов являются микрофитобентосными, 27 % относятся к бенто-планктонным (тихопелагическим) и 4 % – к истинно планктонным. По отношению к солености преобладают эвригалитные виды, из них морские составляют 58 % и солоноватоводно-морские – 26 %. В меньшей степени представлены солоноватоводные формы (8 %), пресноводно-солоноватоводные (5 %) и пресноводные (3 %). Обзор флоры исследуемых водоемов существенно дополняет фитогеографическая характеристика диатомовых водорослей, тесно связанная с их экологией. Из всех встреченных в заливе Петра Великого видов 41 % составляют космополитные формы, 24 % – бореальные, 18 % – аркто-бореально-тропические, 10 % – бореально-тропические и 7 % – аркто-бореальные. По отношению к рН среды обитания преобладают алкалофильные виды (98 %).

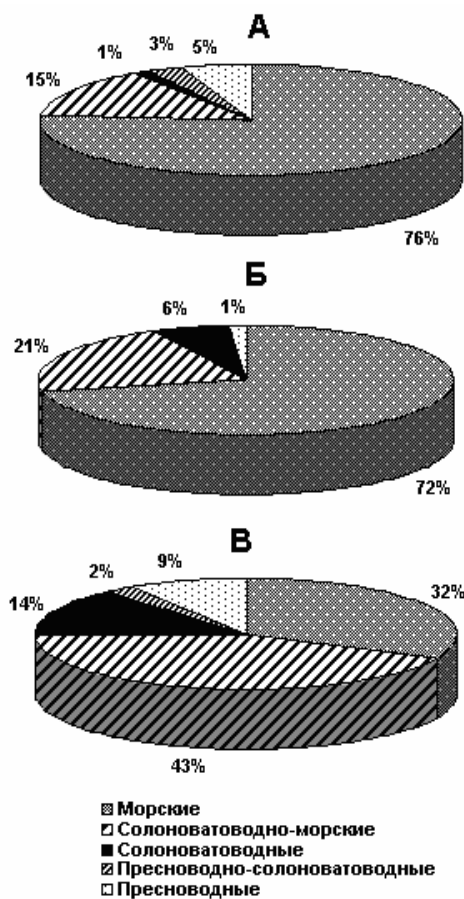
Среди эпифитона выявлен 41 вид диатомовых водорослей, являющихся индикаторами органического загрязнения вод. Среди них по числу видов преобладали индикаторы умеренного загрязнения –  $\beta$ -мезосапробионты (47 % в среднем по станциям) и индикаторы значительного органического загрязнения вод –  $\alpha$ -мезосапробионты – (27 %). В меньшей степени были представлены индикаторы слабого загрязнения –  $\sigma$ -сапробионты (17 %),  $\chi$ - $\sigma$ -сапробионты (7 %) и  $\sigma$ - $\beta$ -мезосапробионты (1 %).

Анализ распределения числа индикаторов органического загрязнения в зависимости от степени антропогенного загрязнения вод показал, что во всех исследуемых акваториях залива Петра Великого доминирующее положение по числу видов занимали  $\beta$ -мезосапробионты (56–72 % общего числа видов). Иная закономерность прослеживалась для  $\alpha$ -мезосапробионтов. Доля этих видов в «сильно загрязненных» акваториях составляла 38 %, в «умеренно загрязненных» – 14 %, в «фоновых» они не отмечены вовсе (рис. 3). Доля  $\sigma$ -сапробионтов, наоборот, была максимальной в «фоновых» акваториях (28 %), меньшей (14 %) – в «умеренно загрязненных», а в «сильно загрязненных» они не встречались. В «фоновых» акваториях заметный вклад также вносили  $\chi$ - $\sigma$ -сапробионты (12 %). Доля видов-индикаторов из других сапробиологических группировок в эпифитоне макрофитов не превышала 3–4 %.

Крайне угнетенное развитие диатомового эпифитона наблюдалось в районе выпуска сточных вод «Вторая Речка» в Амурский залив (ст. 6) в результате неконтролируемого поступления в море промышленно-бытовых и канализационных стоков, значительного опреснения воды (6 ‰)

и термального загрязнения (Звалинский и др., 2012). Так, на талломе зеленой водоросли *Ulva clathrata* – вида-индикатора загрязнения и опреснения вод в обрастании (Звягинцев, Мощенко, 2010), отмечены минимальное число видов эпифитов (2) и самая высокая доля  $\alpha$ -мезосапробионтов (100 %). Как известно, в районах выпусков канализационных сточных вод в прибрежные зоны морей усиливается загрязнение и распространение этих акваторий. В результате происходит сокращение фотического слоя и образование аноксических и гипоксических зон, где флора микроводорослей существенно угнетена в развитии (Кузьминова, Руднева, 2005).

Рис. 3. Соотношение (%) числа видов диатомовых водорослей эпифитона макрофитов из различных сапробиологических группировок в заливе Петра Великого Японского моря в июле-сентябре 2009 г. А – «фоновые» акватории, Б – «умеренно загрязненные», В – «сильно загрязненные»



Среди других «сильно загрязненных» акваторий залива Петра Великого, для которых характерно уменьшение видового разнообразия эпифитных диатомовых водорослей и увеличение доли  $\alpha$ -мезосапробионтов, отметим станции 1–4, 6, 8 и 17. Это акватории эстуарного типа – лагуны, лиманы и эстуарии, испытывающие хроническое антропогенное загрязнение вод, а также ст. 11, 13 и 22, являющиеся крупными морскими портами, также подверженными значительной антропогенной нагрузке (Belan et al., 2003; Христофорова, 2012). Для эстуарных акваторий, характеризующихся значительным терригенным стоком, преобладанием илов в донных осадках, обилием гниющих макроводорослей и морских трав, вероятны высокие концентрации биогенов. Это преимущественно соединения азота и фосфора, определяющие количественное развитие некоторых видов микроводорослей с высоким индексом сапробности (Андреева и др., 2008; Теренько, Теренько, 2009).

Ранее отмеченное в заливе Угловом массовое развитие нитчатых зеленых водорослей (*Cladophora* и *Rhizoclonium*) и *Cyanophyta* свидетельствует о повышенной сапробности вод и крайне неблагоприятной экологической обстановке (Левенец, Скрипцова, 2006). Растительность кутовой части Амурского залива в районе Тавричанского лимана формируется в условиях хронического комплексного загрязнения вод и слабого водообмена. Это отражено в антропогенной трансформации флоры макро- и микроводорослей, находящейся в эстуарной зоне Амурского залива в стрессовом состоянии на фоне непосредственного влияния устья р. Раздольная (Stonik, Orlova, 2002) и функционирующих на его территории очистных сооружений г. Владивостока с хроническим загрязнением вод недоочищенными канализационными стоками. Они стимулируют массовое развитие некоторых видов-индикаторов трофности вод фитопланктона в летне-осенний период (Бегун и др., 2011).

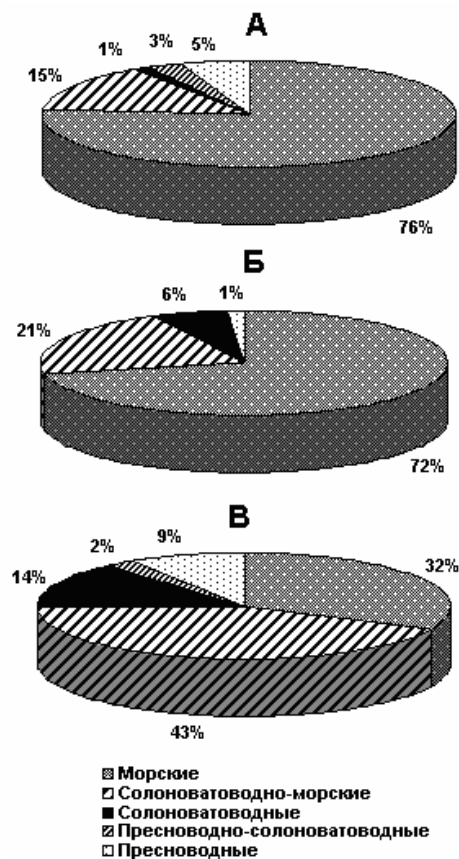
В портовых акваториях бухты Золотой Рог, Славянки и Находки уменьшение общего числа видов эпифитных микроводорослей и увеличение доли  $\alpha$ -мезосапробионтов во многом объясняется экологической ситуацией этих бухт в течение последних десятилетий. В частности, в экосистемах этих портовых водоемов прослеживается экстремальный уровень антропогенного загрязнения вод и донных осадков с преобладанием нефтяного, химического и термального типов в результате деятельности флота, сбросных вод Владивостокской ТЭЦ-2, а также канализационных стоков прилегающих микрорайонов города (Belan et al., 2003; Христофорова, 2012). Аналогичные закономерности в развитии диатомовых водорослей, выраженные в снижении общего числа видов и увеличении доли индикаторов с высокими индексами сапробности, были ранее отмечены в бухте Золотой Рог в перифитоне экспериментальных пластин из различных материалов при максимальной концентрации в воде нефтеуглеводородов (Бегун, Звягинцев, 2010).

Соленость воды в различных акваториях залива Петра Великого также влияла на распределение числа видов диатомовых водорослей. В эпифитоне макрофитов «фоновых» и «умеренно загрязненных» акваторий, при средней солености воды 33,03 и 30,7 ‰, соответственно, максимального видового разнообразия достигали морские виды (76 и 72 %), менее значительного — солоноватоводно-морские (21 и 15 %). В то же время в «фоновых» акваториях преобладали пресноводные виды (5 %), а в «умеренно загрязненных» — солоноватоводные (6 %) (рис. 4). Иная закономерность прослеживалась в распределении диатомовых водорослей в «сильно загрязненных» акваториях при средней солености 21,5 ‰. При такой солености воды максимального видового разнообразия достигали солоноватоводно-морские (43 %), и морские (32 %) формы микроводорослей. Значительную долю составляли солоноватоводные (14 %) и пресноводные (9 %). Доля остальных индикаторов солености не превышала 1–3 %.

Степень качественного развития эпифитных диатомовых водорослей

на макрофитах определяется также формой таллома макрофита-базифита (Георгиев, 2010). В акваториях залива Петра Великого, вне зависимости от уровня их антропогенного загрязнения и солености воды, число видов диатомовых водорослей всегда было в 1,5–3 раза выше в эпифитоне макрофитов с осевым типом таллома (кустистые, нитчатые и трубчатые формы) по сравнению с пластинчатыми талломами (рис. 5).

Рис. 4. Соотношение (%) числа видов диатомовых водорослей эпифитона макрофитов из различных групп по отношению к солености воды в заливе Петра Великого Японского моря в июле–сентябре 2009 г. А – «фоновые» акватории, Б – «умеренно загрязненные», В – «сильно загрязненные»



Такие закономерности в значительной степени связаны с влиянием на оседание и прикрепление эпифитов геометрической формы удельной поверхности макрофита-базифита, представляющего субстрат для колонизации диатомовыми и важный источник органического вещества (Александров, Гаркуша, 2008). Пластинчатые талломы, в отличие от осевых, практически не подвержены обрастанию эпифитами вследствие выделения талломами экзометаболических и гладкости поверхности (Теренько, Теренько, 2009). Слабая степень обрастания пластинчатых талломов некоторых макрофитов эпифитными диатомовыми объясняется также наличием обильной слизи с прижизненными выделениями талломами эктокринов различного рода, таких как фенольные соединения, алкалоиды или амины, оказывающие ингибирующее влияние на оседание и прикрепление различных эпифитов (Кирпенко, 2011).





Рис. 5. Показатели общего числа видов диатомовых водорослей эпифитона в зависимости от формы талломов макрофитов в заливе Петра Великого Японского моря в июле-сентябре 2009 г.

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о специфике в видовом составе диатомовых водорослей эпифитона макрофитов в различных акваториях залива Петра Великого в зависимости от уровня их антропогенного загрязнения. В частности, для акваторий с «сильным» уровнем загрязнения характерно уменьшение общего числа видов эпифитных диатомовых водорослей и увеличение числа видов-индикаторов значительного органического загрязнения вод  $\alpha$ -мезосапробионтов, а также низкий уровень сходства качественного состава эпифитов с таковым «фоновых» акваторий. Доминирующее положение в эпифитоне «сильно загрязненных» акваторий занимали преимущественно виды-убиквисты с высокими индексами сапробности, толерантные к воздействию неблагоприятных условий среды — нефтяному, химическому и термальному загрязнениям — и способные переходить от автотрофного к гетеротрофному или смешенному типу энергообеспечения (Хайлов, Каменир, 1987; Андреева и др., 2008).

Для «фоновых» акваторий, расположенных в юго-западной части залива Петра Великого, характерны в целом противоположные закономерности в развитии диатомового эпифитона. Это выразилось в максимальном видовом разнообразии эпифитных диатомовых водорослей, увеличении числа видов-индикаторов «условно чистых» вод  $\alpha$ -сапробионтов,  $\chi$ - $\alpha$ -сапробионтов и отсутствии  $\alpha$ -мезосапробионтов, а также в преобладании морских видов. Эти акватории испытывают минимальную антропогенную нагрузку, их воды по основным гидрологическим и гидрохимическим показателям соответствуют открытым водам Японского моря (Христофорова, 2012). Остров Фуругельма, расположенный в заливе Посыета, является «эталоном» фоновой акватории и входит в состав

Дальневосточного морского биосферного государственного природного заповедника (Белан, 2001).

В акваториях залива Петра Великого с «умеренным» уровнем загрязнения диатомовый эпифитон характеризовался в целом промежуточными чертами качественного развития между «сильно загрязненными» и «условно чистыми» акваториями, что обусловлено их меньшей антропогенной нагрузкой и удаленностью загрязняющих источников от точек отбора проб. Среди этих акваторий наименее загрязненными представляются минимально урбанизированные заливы Уссурийский и Восток, где концентрации нефтепродуктов, тяжелых металлов и других поллютантов имеют значения на один-два порядка ниже, чем в других более загрязненных бухтах залива Петра Великого Японского моря (Христофорова, 2012).

### Заключение

Изучение видового разнообразия диатомовых водорослей эпифитона на 25 видах макрофитов в заливе Петра Великого Японского моря позволило установить 112 видов и внутривидовых таксонов диатомовых водорослей из классов *Bacillariophyceae* (79 видов), *Fragilariophyceae* (15) и *Coscinodiscophyceae* (18). Впервые для Российских вод Японского моря приводятся 6 видов диатомовых водорослей: *Campylopyxis garkeana*, *Diploneis splendida*, *Neohuttonia reichardtii*, *Nitzschia lanceolata*, *Petroneis monilifera* и *Undatella quadrata*, которые были встречены в разных районах залива Петра Великого в июле–сентябре 2009 г. при температуре воды 14–24 °С и солености 17–33,5 ‰.

В настоящее время наиболее неблагоприятная экологическая ситуация складывается в ряде прибрежных акваторий залива Петра Великого, которые подвержены влиянию хронического антропогенного загрязнения различных типов. Это, прежде всего, акватории, прилегающие к портам городов Владивосток, Находка и Славянка. Также это водоемы эстуарного типа – залив Угловой (естественная мелководная лагуна), кутовые части Амурского (Тавричанский лиман) и Уссурийского заливов, район выпуска неочищенных сточных вод «Вторая Речка», а также гиперэвтрофная искусственная лагуна в черте г. Владивостока.

Высокий уровень толерантности представителей диатомовых водорослей эпифитона и космополитический характер ареалов большинства видов, а также относительная простота и минимальные материальные затраты, необходимые для оценки экологического состояния морских вод по сапробиологическим характеристикам индикаторных видов, определяют возможность проведения диагностических и мониторинговых работ в зонах повышенной экологической опасности. В настоящее время биоиндикационные исследования качества вод, наряду с традиционными гидрохимическими и микробиологическими методами, особенно актуальны для залива Петра Великого Японского моря, находящегося в условиях глобального строительства, урбанизации и возрастания

тающей вследствие этого антропогенной нагрузки на его прибрежные экосистемы.

*Работа выполнена при поддержке Проекта программы развития ООН и Глобального экологического фонда «Укрепление морских и прибрежных особо охраняемых территорий России», грантов РФФИ № 10-04-01438-а, РФФИ № 11-04-00618-а и ДВО № 12-1-ОБН-09, № 12-1-П4-02, № 12-1-П30-09. Автор благодарен сотруднику лаборатории экологии шельфовых сообществ Ин-та биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН к.б.н. И.Р. Левенец за консультации при определении некоторых видов макрофитов.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александров Б.Г., Гаркуша О.П. Эпифитон *Enteromorpha intestinalis* и некоторые факторы, его определяющие // Экол. моря. – 2008. – Вып. 76. – С. 9–15.
- Андреева Н.А., Смирнова Л.Л., Антонова Л.С. Альгофлора морских донных отложений, загрязненных химическими токсикантами (Керченский пролив, Черное море) // Современные проблемы альгологии: Мат. междунар. науч. конф. и VII Шк. по мор. биологии, Ростов н/Д, 9–13 июня 2008 г. – Ростов н/Д, 2008. – С. 14–16.
- Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. – Тель-Авив, 2006. – 498 с.
- Бегун А.А., Рябушко Л.И. Диатомовые водоросли эпифитона морского льна *Phyllospadix iwatensis* Makino в бухте Лазурная Японского моря // Современные проблемы альгологии: Мат. междунар. науч. конф. и VII Шк. по мор. биологии (Ростов н/Д, 9–13 июня 2008 г.). – 2008а. – С. 44–46.
- Бегун А.А., Рябушко Л.И. Отклик микроводорослей планктона и перифитона на загрязнение морских вод // Современные проблемы регионального развития: Мат. II Междунар. науч. конф. (Биробиджан-Кульдур, 6–9 окт. 2008 г.). – 2008б. – С. 101–102.
- Бегун А.А., Звягинцев А.Ю. Биоиндикация качества морской среды по диатомовым водорослям в обрастании антропогенных субстратов // Изв. ТИНРО. – 2010. – **161**. – С. 177–198.
- Бегун А.А., Звягинцев А.Ю., Масленников С.И. Фитопланктон в районе очистных сооружений г. Владивостока (Амурский залив, Японское море) // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – 2011. – **24**. – С. 3–12.
- Белан Т.А. Особенности обилия и видового состава бентоса в условиях загрязнения: Залив Петра Великого, Японское море: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2001. – 24 с.
- Борисюк М.В. Видовой состав фитоперифитона Таганрогского залива Азовского моря // Альгология. – 2002. – **12**, № 4. – С. 408–420.
- Георгиев А.А. Эпифитные диатомовые водоросли макрофитов пролива Великая Салма (Кандалакшский залив, Белое море): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Москва, 2010. – 23 с.

- Герасимюк В.П., Ковтун О.А. Микроскопические водоросли Тилигульского лимана (Черное море, Украина) // Альгология. – 2007. – 17, № 1. – С. 42–52.
- Гуляков Н.Е., Загордонец О.А., Герасимюк В.П. Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов. – Киев: Наук. думка, 1992. – 115 с.
- Звалинский В.И., Тищенко П.П., Михайлик Т.А., Тищенко П.Я. Эвтрофикация Амурского залива // Современное экологическое состояние залива Петра Великого Японского моря. – Владивосток: Изд. дом Дальневост. федерал. ун-та, 2012. – С. 76–114.
- Звягинцев А.Ю., Мощенко А.В. Морские техноэкосистемы энергетических станций. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 310 с.
- Каменский Л.Ф. Состояние зарослей анфельции в бухтах Троица, Андреева и зал. Славянском // Изв. ТИНРО. – 1972. – 81. – С. 259–262.
- Кузьминова Н.С., Руднева И.И. Влияние сточных вод на морские водоросли // Альгология. – 2005. – 15, № 1. – С. 128–141.
- Левенец И.Р., Скрипцова А.В. Донная растительность кутовой части Амурского залива // Экологические проблемы использования прибрежных морских акваторий: Междунар. науч.-практ. конф. (Владивосток, 26–28 окт. 2006 г.). – Владивосток, 2006. – С. 125–128.
- Паймеева Л.Г. Обрастания zostеры Японского моря // Изв. ТИНРО. – 1975. – 98. – С. 193–198.
- Рябушко Л.И. Диатомовые водоросли верхней сублиторали северо-западной части Японского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Севастополь, 1986. – 24 с.
- Рябушко Л.И., Буянкина С.К. Диатомовые обрастания ламинарии японской, культивируемой в Приморье / Биология шельфовых зон Мирового океана: Тез. докл. 2-й Всесоюз. конф. по мор. биологии (Владивосток, сент., 1982 г.). – Владивосток, 1982. – Ч. 3. – С. 91–92.
- Рябушко Л.И., Рябушко В.И. Микрофитобентос бухты Казачья Черного моря (Украина) // Альгология. – 2001. – 11, № 1. – С. 70–82.
- Теренько Л.М., Теренько Г.В. Фитопланктон и фитоперифитон прибрежной зоны северо-западной части Черного моря (Украина) // Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге: Мат. II Всерос. конф. (Сыктывкар, 5–9 окт. 2009 г.). – Сыктывкар, 2009 г. – С. 145–147.
- Хайлов К.М., Каменир Ю.Г. Соотношения фотосинтеза и усвоения растворенных органических веществ в размерных рядах морских водорослей // ДАН УССР. Сер. Б. – 1987. – № 8. – С. 80–83.
- Христофорова Н.К. Залив Петра Великого: Природные условия и биоразнообразие // Современное экологическое состояние залива Петра Великого Японского моря. – Владивосток: Изд. дом Дальневост. федерал. ун-та, 2012. – С. 12–30.
- Чельшева Л.А. Обрастания анфельции в заливе Петра Великого // Изв. ТИНРО. – 1955. – 43. – С. 69–77.
- Al-Yamani F.Y., Saburova M.A. Illustrate guide on the benthic diatoms of Kuwait marine environment. – Safar: Kuwait Inst. Sci. Res. – 2011. – 352 p.

- Belan T.A., Tkalin A.V., Lishavskaya T.S.* The present status of bottom ecosystems of Peter the Great Bay (the Sea of Japan) // *Pacific Oceanogr.* – 2003. – 1, N 2. – P. 158–167.
- Guiry M.D., Guiry G.M.* *Algae Base* // Word-wide electron publication. – Galway: Nat. Univ. Ireland, 2009. <http://www.algaebase.org>. Last updated: 17 Febr. 2010 by M.D. Guiry.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G.* *The diatoms. Biology & Morphology of the Genera.* – Cambridge, 1990. – P. 125–129.
- Stonik I.V., Orlova T.Yu.* Phytoplankton of the coastal waters off Vladivostok (the North-western part of the East Sea) under Eutrophic Conditions // *Ocean and Polar Res.* – 2002. – 24, N 4. – P. 359–365.

Поступила 11 апреля 2012 г.

Подписала в печать А.В. Лищук-Курейшевич

A.A. Begun

A.V. Zhirmunsky Inst. of Marine Biology of the Far Eastern Branch of the RAS,  
17, Palchevsky St., 690041 Vladivostok, Russia  
email: andrejbegun@yandex.ru

THE SPECIES COMPOSITION OF *BACILLARIOPHYTA* OF MACROPHYTES  
EPIPHYTON IN PETER THE GREAT BAY (RUSSIAN COAST, SEA OF JAPAN)

Species diversity of epiphytic diatoms in Peter the Great Bay, Sea of Japan is studied. 112 species and intraspecific taxa of diatoms from *Bacillariophyceae* (79), *Fragilariophyceae* (15) and *Coscinodiscophyceae* (18) are revealed. 9 species for Russian water of Japan Sea first time are marked. Minimum of number species of epiphytic diatoms (50 species), increase contribution of  $\alpha$ -mesosaprobionts (38 % from total number species) and predominance of brakishwater and marine microalgae forms (43 %) by median water salinity 21.5 ‰ were marked for powerfully pollution water areas. The background water areas are characteristically by maximum epiphytic species diversity (77), absence of  $\alpha$ -mesosaprobionts (0 %), and increase contribution of marine microalgae forms (76 %) by water salinity 33.03 ‰. The axial thallus type has total number of epiphytic diatoms was 1.5–3 once more, then by lamellar thallus. The obtain data may draw a conclusion about more unfavorably ecological situation in present day be available in quite the coastal number water areas of Peter the Great of Sea of Japan, subjecting to chronic anthropogenic pollutions. These water areas included of Vladivostok, Nakhodka and Slavyanka ports waters and estuary type some basins.

Key words: *Bacillariophyta*, epiphyton, macrophytes, pollution, saprobiont, Peter the Great Bay, Sea of Japan.