

**VACILLARIOPHYTA ПЕСЧАНЫХ КОС СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ
ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ (УКРАИНА)**

Изучено видовое разнообразие *Bacillariophyta* мезофитопсаммона трех районов северо-западной части Черного моря: Кинбурнской, Каролино-Бугазской, Будацкой кос. Выявлен 51 таксон (рангом ниже рода) *Bacillariophyta* из 26 родов. Впервые для этой части Черного моря приводятся 5 видов, для Будацкого лимана – 1. Большинство обнаруженных видов (17) относятся к свободнопередвигающимся в интерстициали (эпипелону) и только 4 вида – к прикрепленным (эпипсаммону). По отношению к солености диатомовые водоросли были в равной степени представлены поли- (35 %), мезо- (35 %) и олигогалобами (31 %). Наибольшее число видов представлено алкалифилами (88 %). Высокая численность *Bacillariophyta* мезофитопсаммона (до 12 млн кл./см²) свидетельствует о ее значимости в продукционных процессах прибрежных экосистем Черного моря.

Ключевые слова: *Bacillariophyta*, песчаные косы, Черное море, мезофитопсаммон, эпипсаммон, эпипелон.

Введение

Общая площадь песчаных кос и островов в Украине составляет около 200 тыс. га (Дубина и др., 2006). Уникальность фитосистем кос обуславливается особенным сочетанием экологических факторов в контактных зонах. Благодаря исключительно высокой концентрации детрита, а также гидробионтов растительного и животного происхождения, песчаную литораль рассматривают в качестве «горячей точки» экологического мониторинга (Zaitsev, 2012). Кроме того, песчаные косы являются резерватами биологического разнообразия – ключевым биотопом, представляющим большой научный и практический интерес.

До сих пор при изучении флоры песчаных кос и пересыпей основное внимание уделялось высшим цветковым растениям (Дубина и др., 2006). Сведения о микрофлоре этого местообитания отрывочны и немногочисленны.

© А.А. Снигирева, Г.В. Ковалева, 2015

Результаты исследований микрофитобентоса песчаных субстратов приведены в работе Н.Е. Гусякова и О.А. Ковтуна (2000), в которой авторы называют это сообщество *мезофитопсаммоном*, определяя как группу микроводорослей, обитающих в межпесчиночных пространствах. Исследования данной группы ещё не закончены, поэтому нет четкой определенности в терминах. В англоязычной литературе выделяют две четко обособленные группы водорослей – прикрепленные к песчинкам (эпипсаммон) и свободноживущие среди песчинок (эпипелон). Эти группы микроводорослей характерны для микрофитобентоса (Vilbaste, 2001), показывая склонность к определенному субстрату. Эписаммитные формы диатомовых водорослей предпочитают всевозможные углубления на песчинках, к которым они прикрепляются либо поверхностью створки или выростами (виды родов *Attheya* T. West, *Cocconeis* Ehrenb.), либо с помощью коротких слизистых тяжей (виды рода *Licmophora* Agardh). Свободноживущие виды обычно передвигаются в просветах между песчинками, заполненными водой (*Navicula* Borg, *Diploneis* Ehrenb., *Nitzschia* Hassall, *Cymbella* Agardh, *Pleurosigma* W. Sm. и др.). Мезофитопсаммон мы рассматриваем как переходное сообщество от микрофитобентоса к аэрофитону, имеющее свои особенности.

Кроме того, предложена градация по степени увлажненности субстрата: гидропсаммон (зона песка под водой до глубины 0,5 м), гигропсаммон (зона заплеска – 1–3 м от уреза воды в сторону суши) и эупсаммон (зона сухого на поверхности песка – от 3 до 20 м выше уреза воды) (Wishnievski, 1934: цит. по Сахарова, 1963). Такой подход необходим при разработке методики отбора проб и изучении влияния факторов среды на распределение и биоразнообразие мезофитопсаммона.

Цель данной работы – изучить видовой состав *Bacillariophyta* песчаных кос северо-западной части Черного моря (СЗЧМ).

Материалы и методы

Основой для работы послужили пробы, собранные в озерах со стороны моря Кинбурнской, Каролино-Бугазской (Днестровской) песчаных кос и со стороны лимана Будацкой косы (рис. 1). Отбор количественных проб проводили в летний период 2007–2008 гг. Материалом для качественной обработки проб послужили сборы 2005 г. (лето–осень), 2007 г. (осень), 2010 г. (весна–осень), 2011 г. (лето), 2013 г. (лето–осень).

Микроводоросли изучали в поверхностном двухсантиметровом слое песка. Отбор проб мезофитопсаммона проводили трубкой в гидропсаммоне, гигропсаммоне и эупсаммоне. Под урезом воды подразумевали линию пересечения водной поверхности моря с поверхностью суши (Чеботарев, 1978). Для фиксации проб использовали 4 %-ный формалин. Пробы отфильтровывали от песка и ила по описанной в литературе методике (Александров, Тарасенко, 2006).

Для количественного анализа и видовой идентификации *Bacillariophyta* изготавливали постоянные препараты с помощью анилиноформальдегидной смолы Эльяшева (Эльяшев, 1957). Для сжигания

органического содержимого клеток микроводорослей применяли перекись водорода (Водоросли ..., 1989; Ковтун и др., 2012). Идентификацию *Bacillariophyta* проводили с использованием светового микроскопа Микмед-5, Leica DME и видеокамеры Leica EC3, а также сканирующего электронного микроскопа Carl Zeiss EVO 40 XVP в Институте аридных зон Южного научного центра РАН (Ростов-на-Дону, Россия).

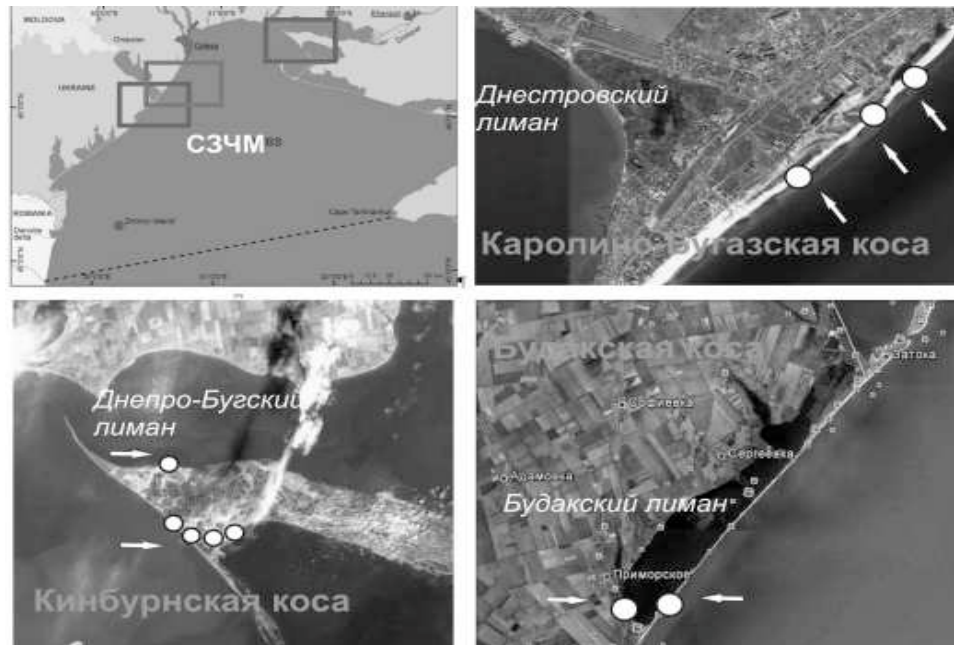


Рис. 1. Район исследования *Bacillariophyta* песчаных кос. О – станции отбора проб

Для изучения *Bacillariophyta* в сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) была разработана оригинальная методика очистки и подготовки проб, которая заключается в применении дополнительной фильтрации образцов через ядерные мембранные фильтры Nucleopor (Track-Etch Membrane) с диаметром пор 10 мкм. Створки диатомовых очищали от органического содержимого по стандартной методике (Диатомовые ..., 1974). Поскольку пробы мезофитопсаммона содержат большое количество пеллитных и илистых частиц, требуется тщательная их очистка. Для этого образцы, осаждали на фильтре и 3–4 раза промывали дистиллированной водой. В дальнейшем фильтры высушивали при комнатной температуре и крепили с помощью клея (на основе коллоидного серебра) на специальные столики для изучения образцов в СЭМ.

Номенклатура *Bacillariophyta* приведена в соответствии с системой Ф. Раунда, Р. Крауфорда и Д. Манна (Round et al., 1990) и по международному электронному каталогу AlgaeBase (www.algaebase.org). Таксономическую принадлежность микроводорослей определяли по

монографическим сводкам, отдельным работам и определителям (Диатовый ..., 1950; Krammer, Lange-Bertalot, 1991; Гусяков и др., 1992; Snoeijs, 1993; Snoeijs, Vilbaste, 1994; Snoeijs, Potapova, 1995; Snoeijs, Kasperovicene, 1996; Witkovskiy et al., 2000; Diatoms ..., 2001; Levkov, 2009).

Для анализа видового разнообразия использовали индексы Шеннона (H) и Симпсона (D), которые рассчитывали по формулам:

$$H = - \sum n_i / N \cdot \lg n_i / N;$$

$$D = 1 - (\sum n_i (n_i - 1)) / N (N - 1),$$

где N – число особей, n_i – число особей каждого вида.

Результаты и обсуждение

В мезофитопсаммоне района исследований выявлен 51 вид (включая внутривидовые таксоны – ввт) *Bacillariophyta* из 26 родов. На Кинбурнской косе обнаружен 21 вид и ввт, на Каролино-Бугазской – 23 вида и ввт, на Будакской косе – 32 вида и ввт.

Наибольшим числом видов на всех исследуемых территориях отличались роды *Navicula* Bory, *Amphora* Ehrenb., *Cocconeis* Ehrenb., *Nitzschia* Hassall. Роды *Petronis* Stick. et Mann, *Plagiotropis* Pfit., *Enthomoneis* Ehrenb., *Fallacia* Stick. et Mann и *Rhopalodia* O. Müll. были представлены единичными видами, но при этом отмечены среди доминирующих и субдоминирующих видов в сообществе. В мезофитопсаммоне массово развивались: *Halamphora* aff. *salinicola*, *Navicula* *parapontica*, *Nitzschia* *frustulum*, *Planothidium* *delicatulum*, *Hippodonta* aff. *hungarica*, *Halamphora* *coffeaformis*, *Cocconeis* *placentula* var. *euglypta* и *Anorthoneis* *humii*. К редко встречающимся видам отнесены *Astartiella* *bahusiensis*, *Delphineis* *minutissima*, *Caloneis* *liber*, *Pseudo-nitzschia* *pseudodelicatissima* и др.

На основании анализа литературных данных по таксономическому составу диатомовых водорослей бентоса Черного моря (Разнообразие ..., 2000; Неврова, Гусяков, 2006; Неврова, Лях, 2006; Микроводосли ..., 2008; Неврова, 2013; Petrov, Nevrova, 2007; Witkowski et al., 2010; Nevrova et al., 2013) в районе исследований найдено 5 новых для северо-западной части Черного моря видов (*Halamphora salinicola*, *Diploneis stroemii*, *Navicula viminoides* var. *cosmatarina*, *N. phylleptosoma*, *Opephora minuta*) (табл. I, 6; V, 2–4, 8–9; VI, 7, 8). Четыре вида – *Achnanthes* cf. *lutheri*, cf. *Delicata* sp., cf. *Karayevia* sp. и *Hippodonta* cf. *hungarica* – также ранее не упоминались для Черного моря, но для их точной систематической идентификации требуются дополнительные исследования.

Ранее отмечалось, что наибольшее видовое разнообразие интерстициальных водорослей наблюдается в районах ненарушенных песчаных пляжей (Гусяков, Ковтун, 2000; Гусяков, 2002; Ковтун, 2009). В таких местах часто отмечается «цветение» песка в результате массового развития микроводорослей. Проведенные исследования подтверждают

наличие обильно «цветущих» песков в районе Кинбурнской, Каролино-Бугазской (Днестровской) и Будацкой кос. Микроводоросли, массово развивающиеся на поверхности и в толще песка (до 2 см), придают ему зеленую или бурю окраску. Влажность и цвет песка варьируют в зависимости от удаления от уреза воды.

В зоне заплеска (гидропсаммоне) песок, как правило, бесцветный с низкой численностью микроводорослей, что обусловлено сильным волновым воздействием. Для этой зоны характерны бентосные и, в меньшей степени, планктонные виды, занесенные из пелагиали: *Cylindrotheca closterium*, *Caloneis amphisbaena*, *Navicula parapontica*, *Halamphora coffeaeformis*, *Planothidium delicatulum*, *Hippodonta* cf. *hungarica* и др.

На расстоянии 2–3 м выше уреза воды (гигропсаммон) песок слегка увлажнен, имеет зеленоватую или коричневую окраску. Здесь массово развивались *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Halamphora coffeaeformis*, *H. salinicola*, *Navicula parapontica*, *Nitzschia frustulum*, *Planotidium delicatulum*, *Amphora* sp. Как видно из рис. 2, в гигропсаммоне наблюдается самая высокая численность *Bacillariophyta* (12 млн кл./см³).

В эупсаммоне (сухой песок на поверхности, но увлажненный на глубине 0,5–2,0 см в толще песка с зеленоватой, желто-коричневой окраской) на расстоянии 5 м и более сообщество фитопсаммона формировалось видами *Achnanthes* cf. *lutheri*, *Pinnularia* sp.

Наряду с подвижными видами, такими как представители родов *Nitzschia*, *Rhopalodia*, *Mastogloia* Thw. ex W. Sm., *Navicula* и др., населяющими интерстициальное пространство песка, на песчинках обитает большое количество диатомей, прикрепленных к их поверхности, в трещинах и углублениях. По данным О.А. Ковтуна (2009), песчинки иногда покрыты слоем из очень мелких диатомовых (виды родов *Nitzschia*, *Cocconeis*, *Amphora*, *Cymbella*, *Fallacia*) с размерами клеток до 10 мкм. Поэтому определить видовую принадлежность этих видов с использованием световой микроскопии невозможно (Round, Bukhtiyarova, 1996). Такую идентификацию можно осуществить лишь с использованием сканирующей электронной микроскопии.

С помощью СЭМ выявлен ряд мелких диатомовых, ранее не наблюдававшихся в районе исследования, таких как *Astartiella bahusiensis*, cf. *Delicata* sp., *Delphineis minutissima*, *Fallacia cryptolyra*, *Navicula viminoides* var. *cosmomarina*, *Nitzschia ovalis* и *Opephora* aff. *pacifica* (табл. 1; I–VIII).

Численность микроводорослей псаммона зависит от ряда факторов: степени увлажненности песка, его гранулометрического состава волнового воздействия, температуры и др. (Тарасенко, Александров, 2008). По данным 2007 г., численность мезофитопсаммона Будацкой косы изменялась от 2,6 до 12 млн кл./см², на Кинбурнской косе – 780–6330 тыс. кл./см², на Каролино-Бугазской косе – 140–460 тыс. кл./см² (рис. 2).

Таблица 1

Таксономический состав и эколого-биологическая характеристика *Bacillariophyta* песчаных кос северо-западной части Черного моря

Таксон	Местонахождение			Экология			Сапробность	Географическое распространение
	Кинбурнская коса	Каролино-Бугазская коса	Будацкая коса	Местообитание	Галобность	Ацидофильность		
<i>Achnanthes</i> cf. <i>lutheri</i> Hust.			ЭУ					
<i>Amphora</i> cf. <i>pediculus</i> (Kütz.) Grunow			ГГ	epipe, epil	i	alkf	χ	a-b
<i>A. commutata</i> Grunow		ГГ	ГД, ЭУ	epipe	mh	alkf		b
<i>A. graeffeana</i> Hendeby		ГГ	ГД	bn	mh	alkf		b-t
<i>Amphora proteus</i> Greg.		ГГ	ГД	epipe	ph	alkf	β	b
<i>Anorthoneis hummii</i> Hust.	ГГ		ГГ	bn, epil	ph	alkf	β- α	b
<i>Attheya decora</i> West	ГГ			epips	mh			
<i>Astartiella bahusiensis</i> (Grunow) Witkowski, Lange-Bert. et Metzeltin		ГГ		epips				sh
<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve			ГД	epipe	hl	alkf	β	sh-b
<i>C. liber</i> (W. Sm.) Cleve			ГД	bn	ph	alkf		sh-b
<i>Cocconeis notata</i> Petit	ГГ			bn	ph	alkf		sh-b
<i>C. peltoides</i> Hust.	ГГ			epips				sh
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenb.) Grunow		ГГ	ГД	epiph, epil	i	alkf	o	sh
<i>C. scutellum</i> Ehrenb.	ГГ		ГД	epiph	ph	alkf	β	b
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenb.) Reimann et J.C. Lewin				pl, epil, epiph, epipe	mh	alkf	β	sh
cf. <i>Delicata</i> sp.		ГГ						
cf. <i>Karayevia</i> sp.	ГГ		ГГ					
<i>Delphineis minutissima</i> (Hust.) Simonsen	ГГ		ГД	litt	ph			sh
<i>Diploneis</i> aff. <i>smithii</i> (Bréb.) Cleve			ЭУ	epipe	ph	alkf		b
<i>Diploneis stroemii</i> Hust.		ГГ		epipe				

Продолжение табл. 1

<i>Entomoneis alata</i> (Ehrenb.) Reimer		ГГ		litt	mh			sh
<i>Fallacia cryptolyra</i> (Brockmann) Stickle et Mann (= <i>Fallacia</i> <i>phyllophorae</i> Gusl. sp. nov.)		ГГ		epipe	ph			
<i>Halamphora</i> <i>coffeaeformis</i> (Agardh) Levkov		ГГ	ГД	epipe, epiph	mh	alkf	α	sh
<i>H. salinicola</i> Levkov et Díaz	ГГ	ГГ	ГГ		hl			
<i>Hippodonta</i> cf. <i>hunga- rica</i> (Grunow) Lange- Bert., Metzeltin et Witkowski	ГГ		ГГ		hl	alkf		sh
<i>Mastogloia pumila</i> (Cleve et Möller) Cleve	ГГ	ГГ		epipe, epili	hl	alkf		b
<i>Navicula</i> aff. <i>cryptocephala</i> var. <i>veneta</i> (Kütz.) Rabenh. (= <i>Navicula</i> <i>veneta</i> Kütz.)	ГГ	ГГ		epipe	hl	alkf	es	sh
<i>N. cancellata</i> Donkin	ГГ			bn				
<i>N. viminoides</i> var. <i>cosmomarina</i> Lange- Bert., Witkowski, Bogaczewicz- Adamczak & Zgrundo	ГГ		ГГ	epips				
<i>N. parapontica</i> Witkowski, Kulikovskiy, Nevrova et Lange-Bert.	ГГ		ГГ, ГД	litt	ph			
<i>N. phylleptosoma</i> Lange-Bert.		ГГ	ГГ	epipe	mh	alkf		sh
<i>N. pontica</i> (Mereschk.) Witkowski, Kulikovskiy, Nevrova et Lange-Bert.		ГГ		litt	mh			e
<i>N. salinarum</i> Grunow	ГД			epipe	mh	ind	α	sh
<i>Navicula</i> sp.			ГГ					
<i>Navicymbula pusilla</i> (Grunow) K. Krammer			ЭУ	epipe- epili	hl		o	sh

<i>Nitzschia</i> sp.	ГГ		ГГ					
<i>N. frustulum</i> (Kütz.) Grunow			ГГ	epili	hl	alkf	es	b
<i>Nitzschia ovalis</i> H.J.Arn.			ГГ		mh	alkf		b
<i>N. paleacea</i> Grunow			ГГ	epili	oh			
<i>N. punctata</i> var. <i>minutissima</i> Poretzky			ЭУ		ph	alkf		sh
<i>Opephora</i> aff. <i>pacifica</i> (Grunow) Petit		ГГ			ph			
<i>O. minuta</i> (Cleve-Euler) Witkowski		ГГ		litt	ph			
<i>O. mutabilis</i> (Grunow) Sabbe et Vyvermann		ГГ	ГД, ЭУ		mh			
<i>Petronis humerosa</i> (Bréb. ex W. Smith) A.J. Stickle et D.G. Mann		ГГ	ГГ	epipe	ph	alkf		b
<i>Pinnularia</i> sp.		ГГ	ЭУ					
<i>Plagiotropis lepidoptera</i> (Greg.) Kuntze	ГГ	ГГ	ГД	epipe	ph	alkf	o	sh-b
<i>Planothidium delicatum</i> (Kütz.) Round et Bukht.	ГГ	ГГ	ГД	bn	hl	alkf	β	sh
<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i> (Hasle) Hasle	ГГ							
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bert.	ГГ			epiph, epili	mh			
<i>Rhopalodia musculus</i> (Kütz.) O. Müll.	ГГ	ГГ	ГД, ЭУ	bn	mh	ind	β	b
<i>Tabularia fasciculata</i> (C. Agardh) D.M. Williams et Round	ГГ			epiph	mh	ind	α	sh

Примечание: Эколого-биологическая характеристика приведена по: Диатомовый анализ, 1950; Гусяков и др., 1992; Ковалева, 2005; Krammer, Lange-Bertalot, 1991; Snoeijs, 1993; Snoeijs, Vilbaste, 1994; Snoeijs, Potapova, 1995; Snoeijs, Kasperoviciene, 1996; Witkovskiy et al., 2000; Diatoms ..., 2001; Vilbaste, 2001; Levkov, 2009.

Местообитание: pl – планктон, bn – бентос, epiph – эпифит, epili – эпилит, epipe – эпипелон, epips – эпипсаммон, litt – литораль, ГГ – гигропсаммон, ГД – гидропсаммон, ЭУ – эупсаммон.

Галобность: oh – олигогалоб; hl – галофил, i – индифферент, mh – мезогалоб, ph – полигалоб.

pH среды: ind – индифферент, alkf – алкалофил.

Сапробность: α – альфа-мезосапроб, β – бета-мезосапроб, β - α – мезосапроб, σ – олигосапроб, χ – ксеносапроб, es – эврисапроб.

Географическое распространение: sh – широко распространенные (космополиты), sh-b – широкобореальные, b – бореальные, a-b – арктическо-бореальные, b-t – бореально-тропические, e – эндемики.

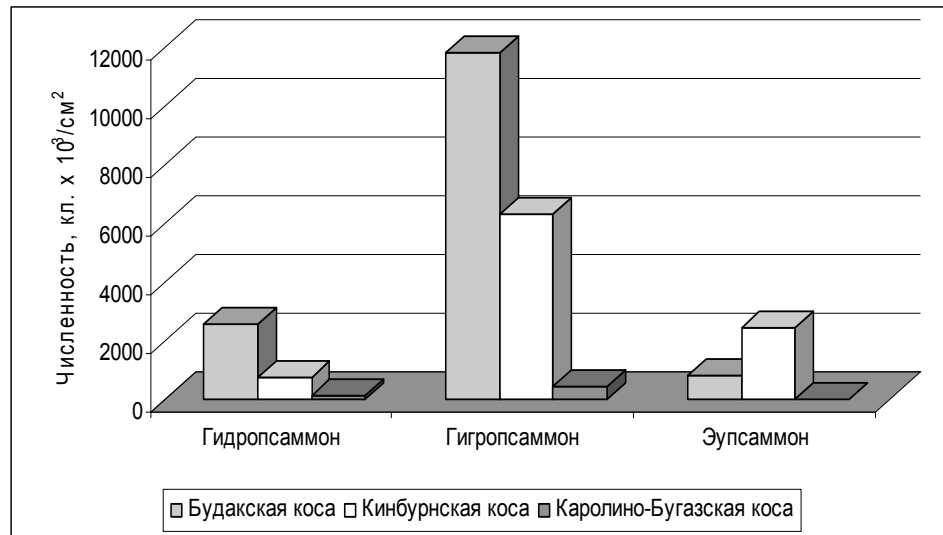


Рис. 2. Распределение *Bacillariophyta* мезофитопсаммона в летний период в зависимости от увлажненности песка

В районе Будацкой и Кинбурнской кос массово развивались: *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (до 3,8 млн кл./см²), *Halamphora* cf. *salinicola* (до 3,6 млн кл./см²), *Nitzschia frustulum* (до 1,8 млн кл./см²), *Halamphora coffeaeformis* (до 1,2 млн кл./см²) (табл. 2). На Каролино-Бугазской косе преобладала *Navicula parapontica* (240 тыс. кл./см²).

Полученные данные о численности микроводорослей требуют дальнейшего изучения, но уже на данном этапе можно отметить высокую численность клеток *Bacillariophyta* в некоторых биотопах, что свидетельствует об их значительной роли в продукционных процессах прибрежных экосистем Черного моря.

Для количественной оценки видового разнообразия видов использовали индексы Шеннона (H) и Симпсона (D) (рис. 3). Наибольшее видовое разнообразие по индексам характерно для гидро- и эупсамона Кинбурнской косы, что вполне объяснимо, так как она является частью заповедной территории – Регионального ландшафтного парка «Кинбурнская коса», где антропогенное влияние невысокое. При этом на Кинбурнской косе обнаружено наименьшее число таксонов (21) по сравнению с найденными на других территориях. В условиях повышенного антропогенного пресса в районе Каролино-Бугазской косы наблюдается более низкое по сравнению с другими территориями

видовое разнообразие *Bacillariophyta*. В районе Будацкой косы обнаружено наибольшее число видов (32).

Кроме того, разнообразие микроводорослей изменяется в зависимости от расстояния от уреза воды. В районе Будацкой косы отмечено повышение показателей индексов *H* и *D* в гигропсаммоне, с дальнейшим понижением в эупсаммоне (см. рис. 3), тогда как на других территориях наблюдается менее характерная для фитопсаммона зависимость — снижение биоразнообразия в гигропсаммоне.

Таблица 2

Численность *Bacillariophyta* (тыс. кл./см²) песчаных кос северо-западной части Черного моря в зависимости от степени увлажненности песка

Род, вид	Гидропсаммон	Гигропсаммон	Эупсаммон
<i>Achnahtes</i> sp.	34 (Ки)	—	—
<i>Achnanthes</i> cf. <i>lutheri</i>	—	—	199 (Б)
<i>Anorthoneis</i> sp.	—	549 (Ки)	—
<i>Caloneis amphisbaena</i>	229 (Б)	—	—
<i>Caloneis</i> sp.	—	—	182 (Ки)
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	—	3836 (Б)	—
<i>Cylindrotheca closterium</i>	13 (К-Б); 62 (Ки)	41 (К-Б)	—
<i>Delphineis minutissima</i>	183 (Б)	—	—
<i>Halampora coffeaeformis</i>	76 (Б)	1189 (Б)	182 (Ки)
<i>Halampora</i> cf. <i>salinicola</i>	—	2302 (Б), 3580 (Ки)	—
<i>Hippodonta</i> cf. <i>hungarica</i>	887 (Б)	—	—
<i>Navicula parapontica</i>	49 (К-Б)	241 (К-Б); 652 (Б)	—
<i>Pinnularia</i> sp.	—	—	38 (Б); 182 (Ки)
<i>Navicula</i> sp. 1	15 (К-Б)	41 (К-Б)	—
<i>Navicula</i> sp. 2	642 (Б)	—	—
<i>Nitzschia frustulum</i>	—	648 (К); 1841 (Б)	1182 (Ки)
<i>Petroneis humerosa</i>	6 (К-Б)	—	—
<i>Planothidium delicatulum</i>	85 (Ки)	384 (Б)	182 (Ки)
<i>Pleurosigma</i> sp.	23 (К-Б)	—	—
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	34 (Ки)	—	—
<i>Tabularia fasciculata</i>	68 (Ки)	—	—

Обозначения: Б — Будацкая коса, Ки — Кинбурнская коса, К-Б — Каролино-Бугазская коса.

Немаловажным является вопрос, встречаются ли специфичные для мезофитопсаммона виды *Bacillariophyta*. Как отмечалось и ранее (Гусяков, 2002), многие найденные виды постоянно или эпизодически обитают в межпесчиночном пространстве (интерстициали). Часть видов являются аллохтонными, однако они определенное время находятся в активном, жизнеспособном состоянии в не характерном для них

биотопе (Ковтун, 2009). К типично псаммофильным можно отнести *Attheya decora* West., которая в Черном море была определена недавно (Тарасенко, Теренько, 2008), *Astartiella bahusiensis* (табл. I, 2), *Navicula viminoides* var. *cosmotarina* (табл. V, 2-4) и *Cocconeis peltoides* (табл. II, 6).

Наибольшее число (35 %) обнаруженных в районе исследований видов были эпипеллитными, т.е. свободно передвигающимися, неприкрепленными видами. Очевидно, это связано с низкой волновой активностью в месте отбора проб и высокой степенью заиленности на некоторых станциях. Обнаруженные виды *Bacillariophyta* были представлены также бентосными видами – 25 %, эпилитами – 19 % и эпифитами – 13 % (см. табл. 1). Эпипсаммон составлял 8 % найденных видов.

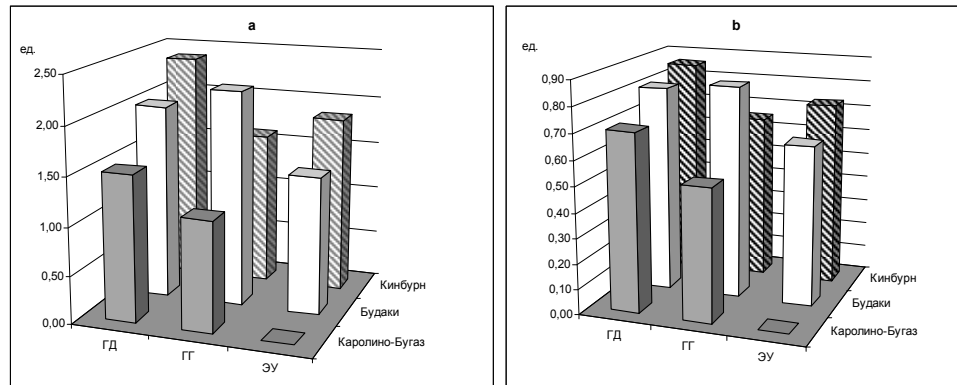


Рис. 3. Изменение индексов видового разнообразия Шеннона (а) и Симпсона (б) на территории песчаных кос в гидропсаммоне (ГД), гигропсаммоне (ГГ) и эупсаммоне (ЭУ)

В исследуемых районах отмечены практически в равной степени все три группировки с некоторым преобладанием полигалобов (35 %) и мезогалобов (35 %) (Прошкина-Лавренко, 1953). Олигогалобы представлены галлофилами (20 %) и индифферентами (8 %) (см. табл. 1).

Ряд видов диатомовых, встречающихся в различных районах исследования, отличались по своим морфологическим характеристикам (длине, ширине клетки, количеству ребер и ареол) (табл. 3). Для некоторых из них, вероятно, необходимо расширить диагноз. Так, например, у *Amphora proteus* створки из различных регионов обладали признаками, сходными с *A. marina*, но по материалу из СЭМ (наличию гиалиновой полосы) этот вид следует отнести к *A. proteus* (табл. II, 3). Клетки *A. greaffeana* оказались тоньше, чем указывалось ранее (Гусяков и др., 1992) (табл. II, 2). Створки *Mastogloia pumila* обладали разным числом камер из разных регионов (Кинбурнская и Каролино-Бугазская косы) (табл. IV, 5-7).

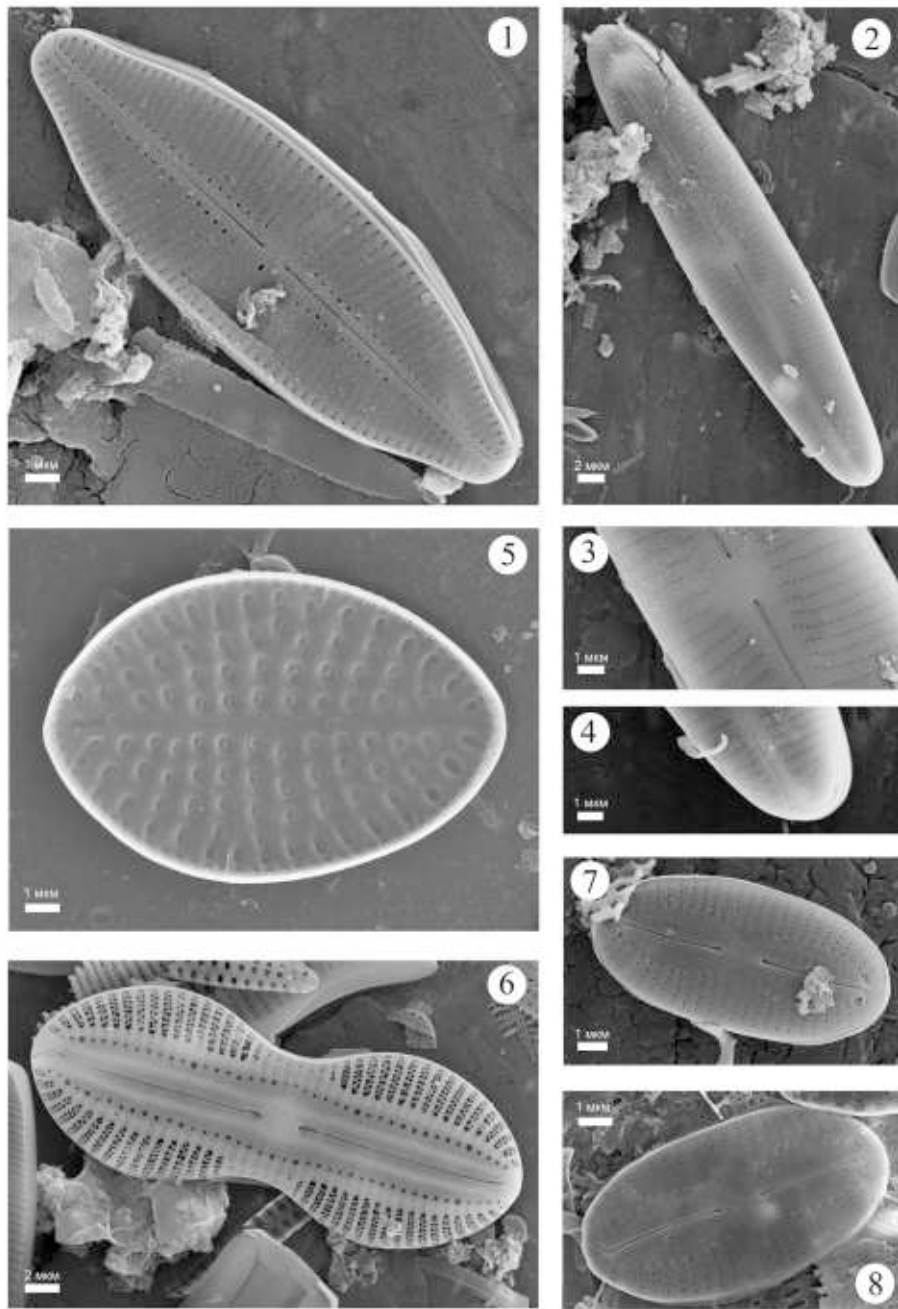


Табл. I. *Bacillariophyta* мезофитопсаммона побережий СЗЧМ: 1 – *Astartiella bahusiensis* (Каролино-Бугазская коса); 2–4 – cf. *Delicata* sp. (Каролино-Бугазская коса); 5 – *Delphineis minutissima* (Кинбурнская коса); 6 – *Diploneis stroemii* (Каролино-Бугазская коса); 7, 8 – *Fallacia cryptolyra* (7 – Каролино-Бугазская коса, 8 – Будацкая коса)

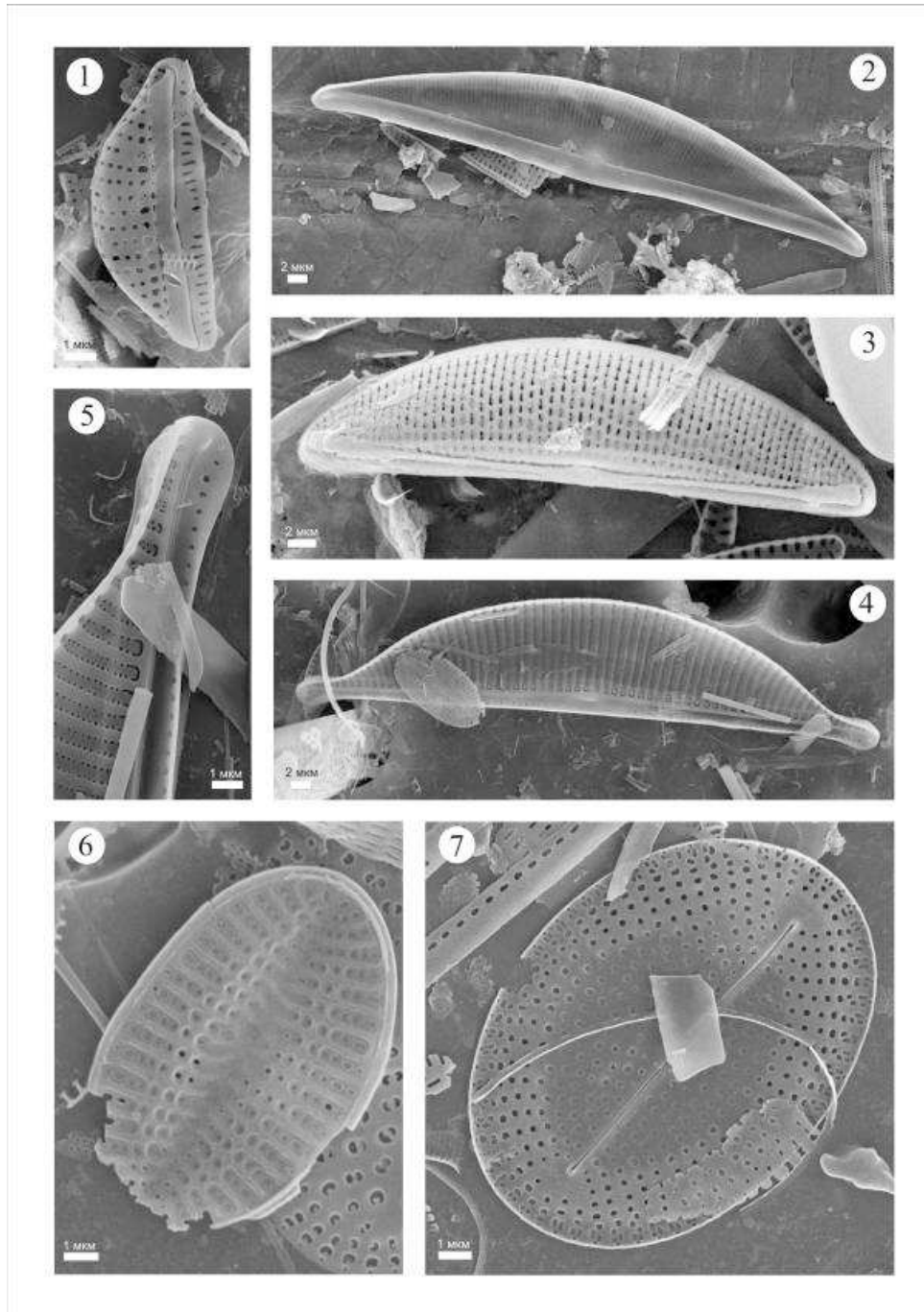


Табл. II. *Bacillariophyta* мезофитопсаммона побережий СЗЧМ: 1 – *Amphora* cf. *pediculus* (Будакская коса); 2 – *Amphora graeffeana* (Каролино-Бугазская коса); 3 – *Amphora proteus* (Каролино-Бугазская коса); 4, 5 – *Halamphora coffeaeformis* (Будакская коса); 6 – *Cocconeis peltoides* (Кинбурнская коса); 7 – *Anorthoneis hummii* (Кинбурнская коса)

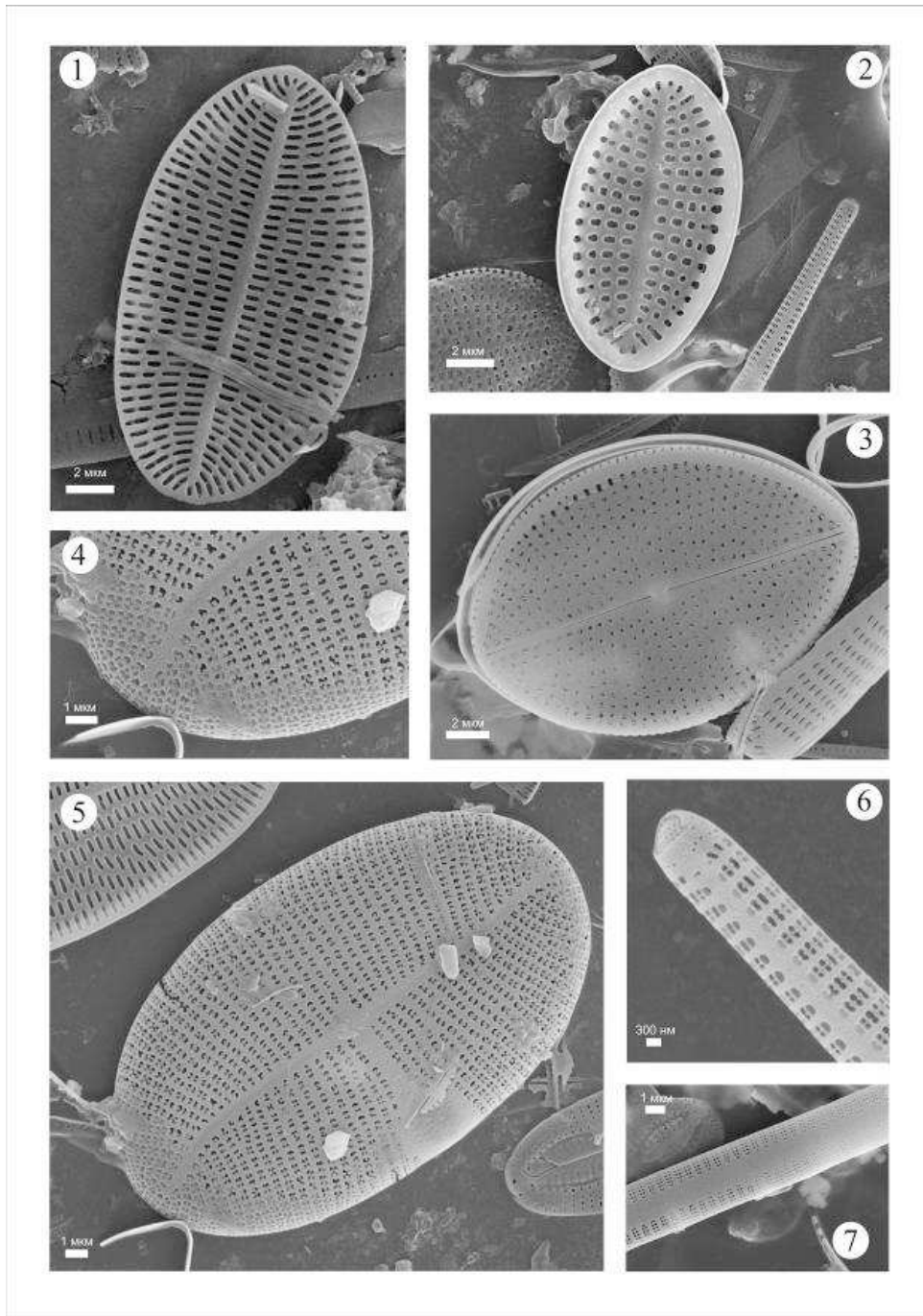


Табл. III. *Bacillariophyta* мезофитопсаммона побережий СЗЧМ: 1 – *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Каролино-Бугазская коса); 2, 3 – *Cocconeis scutellum* (Кинбурнская коса); 4, 5 – *Cocconeis notata* (Кинбурнская коса); 6, 7 – *Tabularia fasciculata* (Кинбурнская коса)

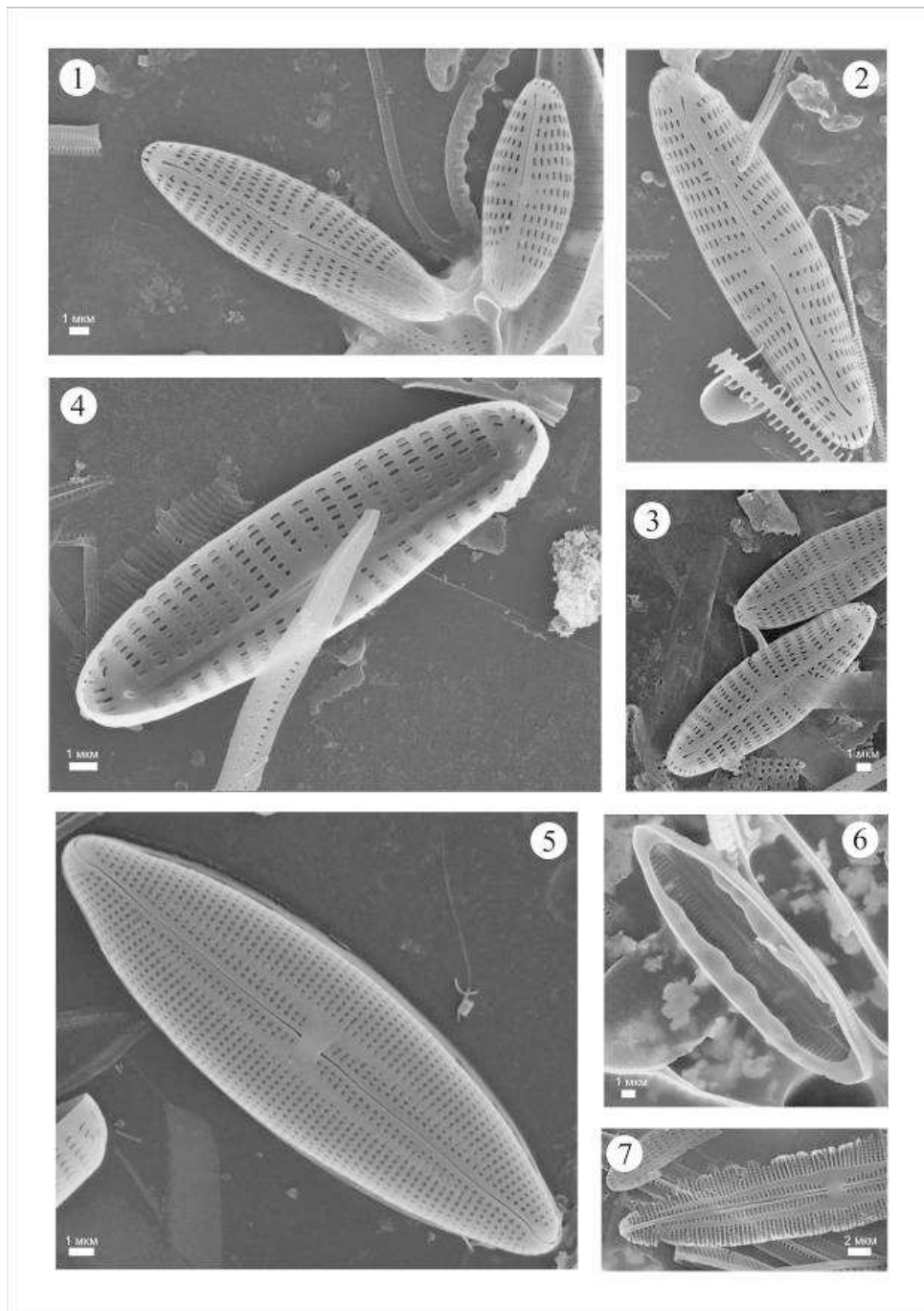


Табл. IV. *Bacillariophyta* мезофитопсаммона побережий Кинбурнской косы. 1–4 – *Hippodonta* cf. *hungarica* (4 – внутренняя сторона створки); 5–7 – *Mastogloia pumila*

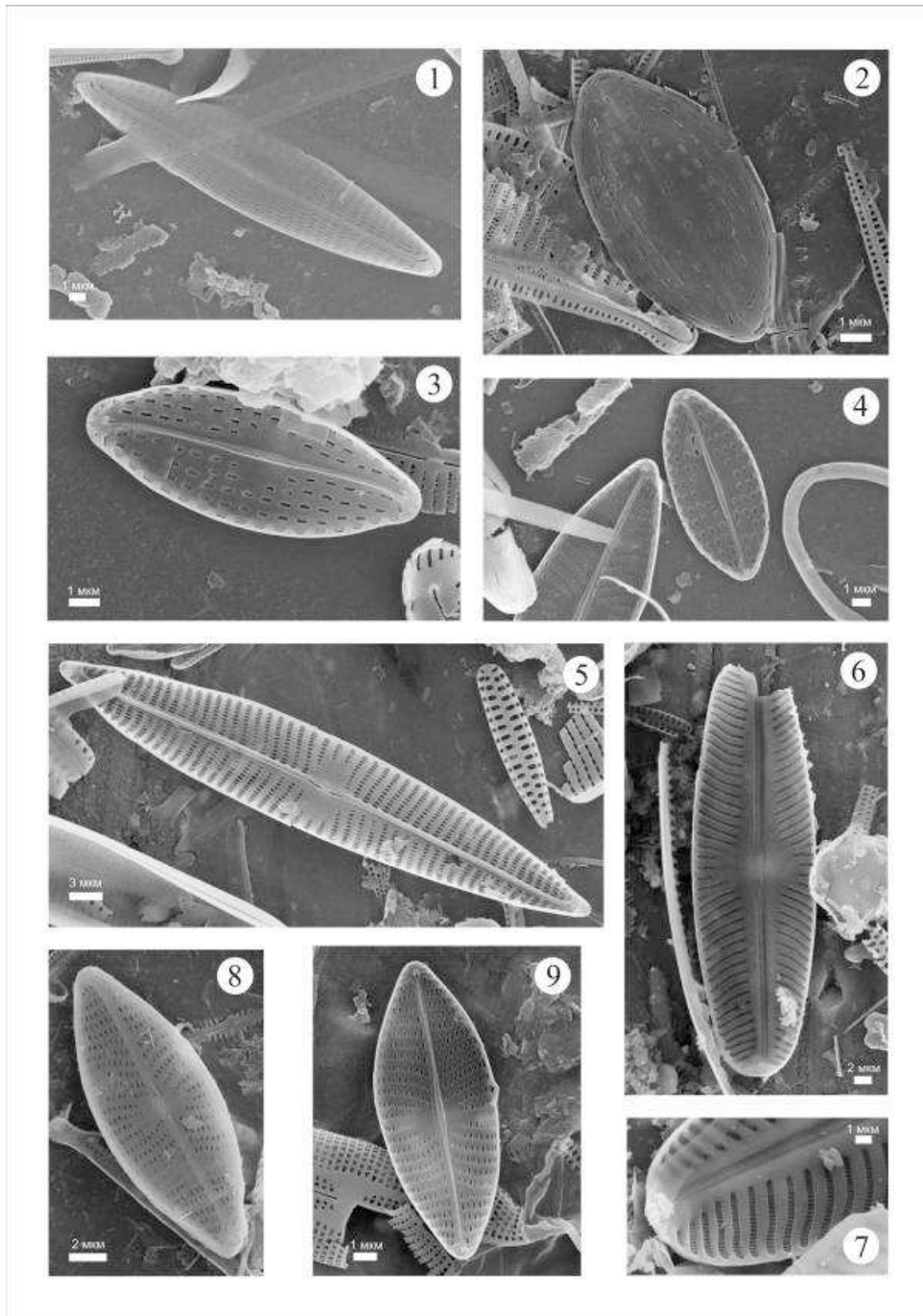


Табл. V. Виды рода *Navicula* мезофитопсаммона побережий СЗЧМ; 1 – *Navicula pararontica* (Кинбурнская коса); 2–4 – *N. viminoides* var. *cosmotarina* (2 – Будакская коса, 3, 4 – Кинбурнская коса); 5 – *Navicula pontica* (Каролино-Бугазская коса); 6, 7 – *Pinnularia* sp. (Каролино-Бугазская коса); 8, 9 – *Navicula phylleptosoma* (8 – Будакская коса, 9 – Кинбурнская коса)

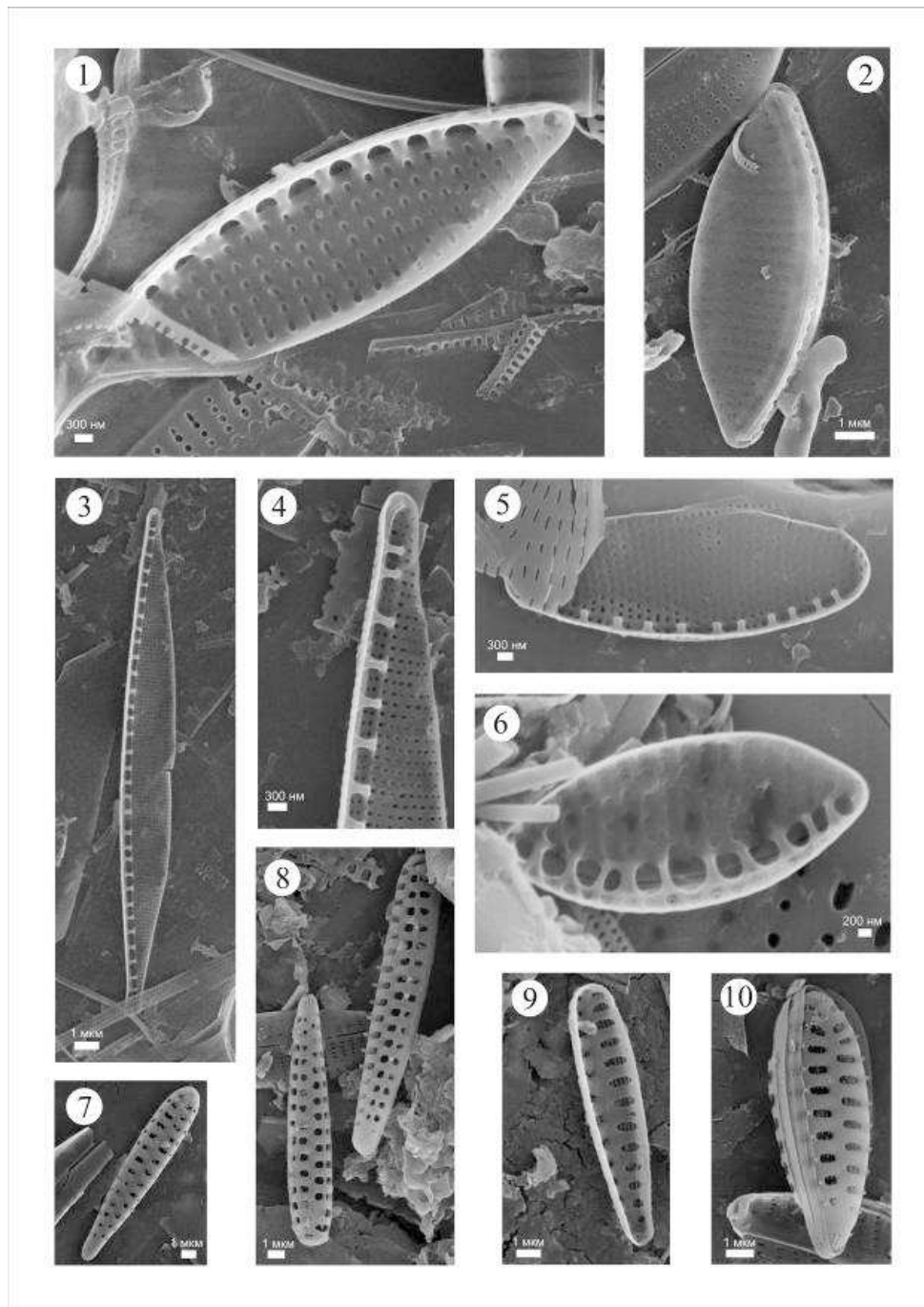


Табл. VI. *Bacillariophyta* мезофитопсаммона побережий СЗЧМ: 1, 2 – *Nitzschia frustulum* (Будакская коса); 3, 4 – *Nitzschia paleacea* (Будакская коса); 5 – *Nitzschia* sp. 3 (Будакская коса); 6 – *Nitzschia ovalis* (Будакская коса); 7, 8 – *Opephora minuta* (Каролино-Бугазская коса); 9, 10 – *Opephora mutabilis* (Каролино-Бугазская коса)

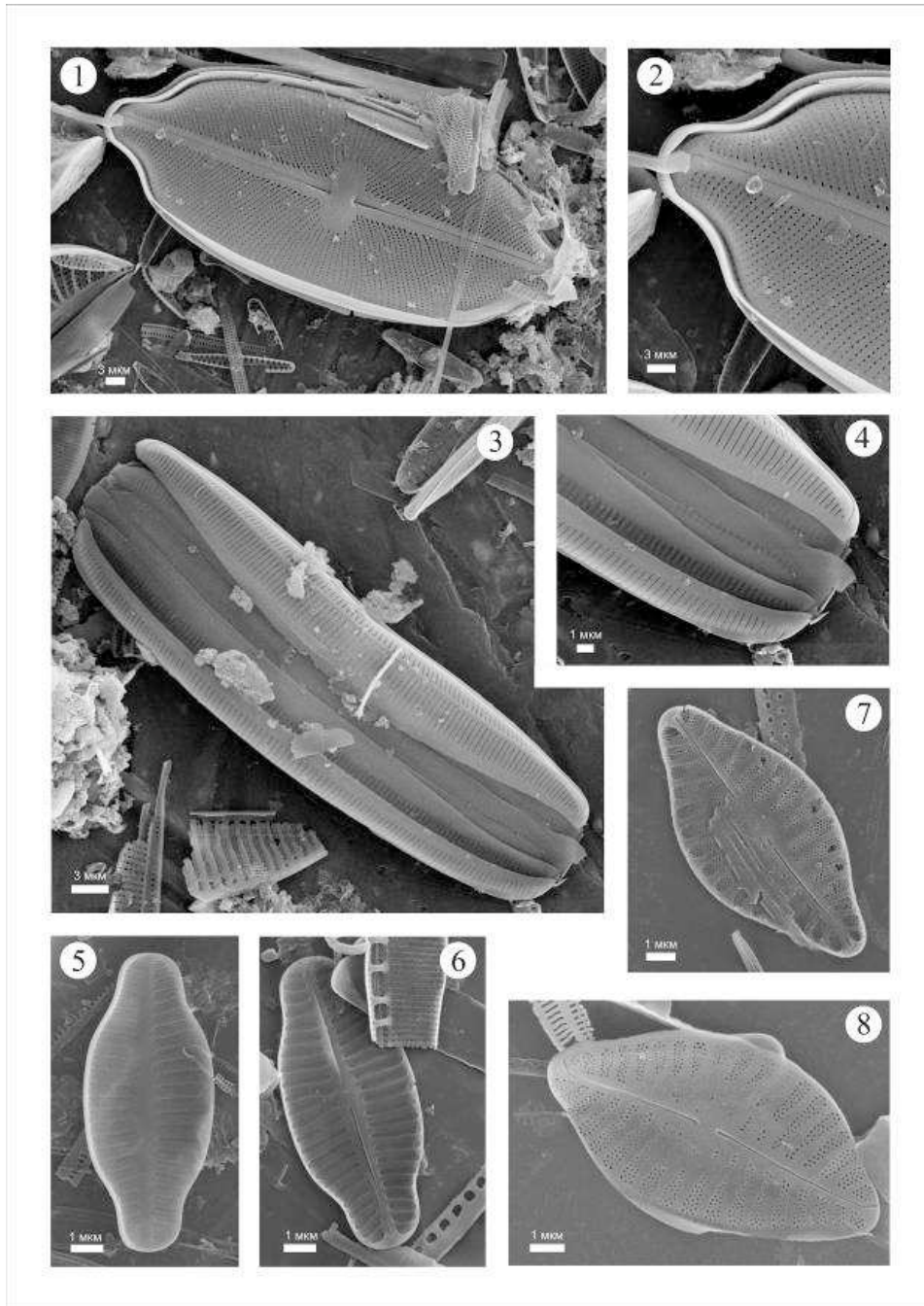


Табл. VII. *Bacillariophyta* мезофитопсаммона побережий СЗЧМ: 1, 2 – *Petroneis humerosa* (Каролино-Бугазская коса); 3, 4 – *Amphora graeffeana* (Каролино-Бугазская коса); 5, 6 – cf. *Karayevia* sp. (Будакская коса); 7, 8 – *Planothidium delicatulum* (Кинбурнская коса)

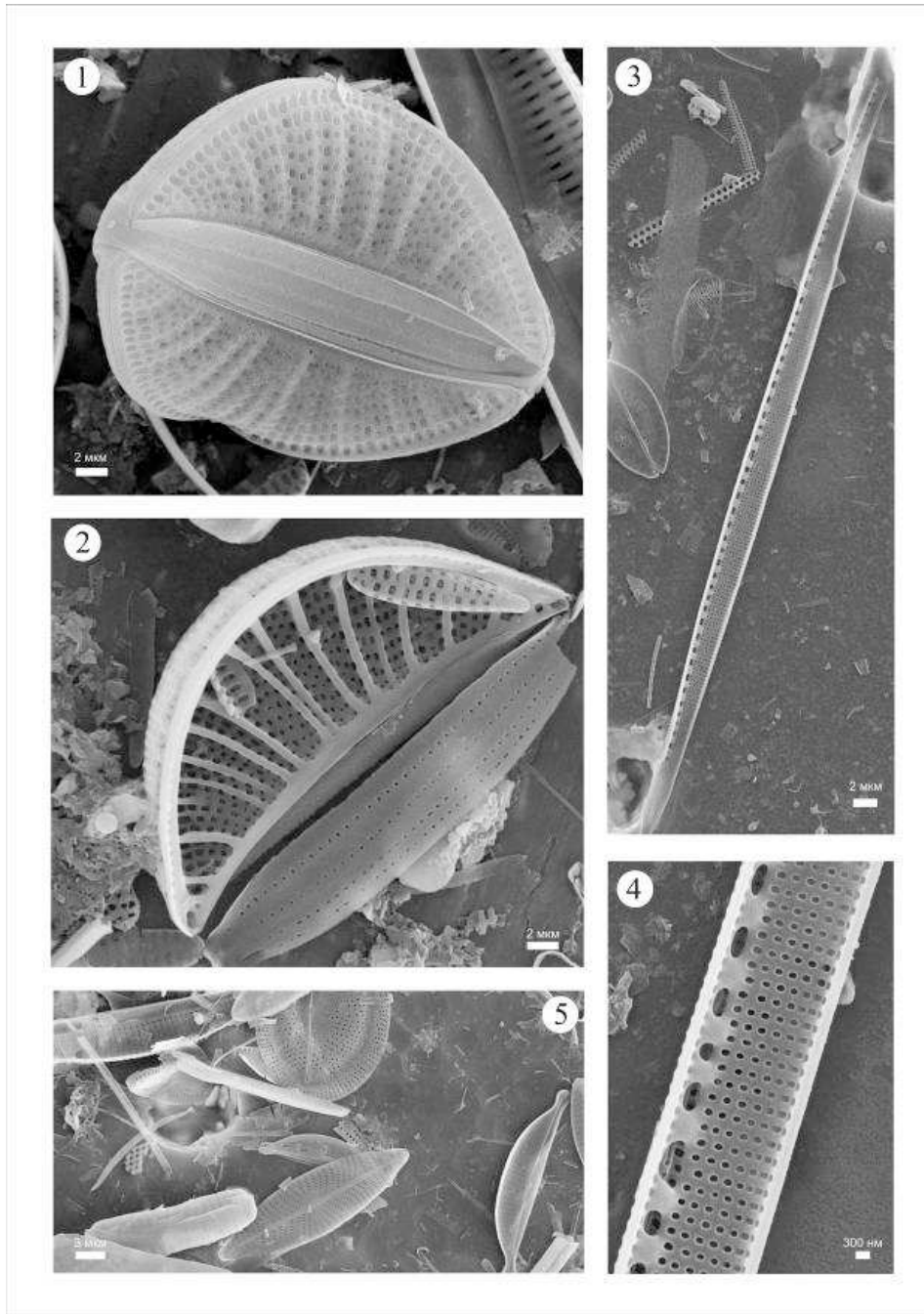


Табл. VIII. *Bacillariophyta* мезофитопсаммона побережий СЗЧМ: 1, 2 – *Rhopalodia musculus* (Каролино-Бугазская коса); 3, 4 – *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* (Кинбурнская коса); 5 – общий вид препарата (Будакская коса)

Таблица 3

Морфологическая изменчивость некоторых видов *Bacillariophyta* в районе исследований

Таксон	Длина клетки, мкм		Ширина клетки, мкм		Количество штрихов		Район	Место-обитание
<i>Achnanthes</i> cf. <i>lutheri</i>	9	8-15*	5	4,5-7*	20	12-16*	Б	ЭУ
	18		8		16		Б	ЭУ
	23-24		9		16		Б	ЭУ
<i>Amphora proteus</i>	37,5	56-83**	10	9-11**	15	11-13**	Б	ГД
	40		10		14		К-Б	ГГ
<i>Hippodonta</i> cf. <i>hungarica</i>	21,5	10-30***	5,5	5-7***	11	8-10***	Б	ГГ
	17,5		6		12-14		Ки	ГГ
<i>Mastogloia pumila</i>	25	20-30***	7,5	5-9***	26-27	25-30***	Ки	ГГ
	28		7,5		28		Ки	ГГ
	13		6		26-28		К-Б	ГГ
<i>Navicula parapontica</i>	24	22-38****	5	5-6****	15	12-14****	Ки	ГГ
	28		5		14		Б	ГД
	17		5		13		Б	ГД
	21		4		15		Б	ГД
	15		5		13,5-14		Б	ГД
<i>Opephora mutabilis</i>	25	7-60***	5	2,5-7***	16-18	8-16***	Б	ЭУ
	9		4		14-16		К-Б	ГГ
	11,5		2,5		14		Б	ГД
	10		7,5		14		К-Б	ГГ
<i>Planothidium delicatulum</i>	10-11	7-20***	5-5,5	4-8***	15-18	14-16***	Ки	ГГ
	12,5		6		16		К-Б	ГГ
<i>Navicula pontica</i>	52,5	34-70****	10	6-10****	10	7-10****	К-Б	ГГ

Примечания: * – по Krammer, Lange-Bertalot, 1991; ** – по Levkov, 2009; *** – по Witkowski, 2000; **** – по Witkowski et al., 2010. Б – Будацкая коса, Ки – Кинбурнская коса, К-Б – Каролино-Бугазская коса. ГГ – гигропсаммон, ГД – гидропсаммон, ЭУ – эупсаммон.

В табл. 3 приведены морфологические параметры отдельных видов мезофитопсаммона. Некоторые из них, такие как *Achnanthes* cf. *lutheri* и *Hippodonta* cf. *hungarica* (табл. IV, 1-4), требуют уточнения видовой идентификации, так как число штрихов у найденных видов несколько

превышает данные, приведенные в литературе. Однако по другим признакам (структура ареол, форма клеток) их, вероятно, следует отнести к указанным видам. Данные о других видах, например *Navicula parapontica* и *N. pontica* (табл. V, 1, 5), представляют интерес, поскольку ранее (Witkowski et al., 2010) были выделены из одного вида *N. pennata* var. *pontica* и информация об их структуре и распространению крайне ограничена.

Выводы

Флора песчаных кос северо-западной части Черного моря характеризуется богатым видовым составом диатомовых водорослей, составляющих самостоятельную экологическую группировку, аналогичную планктону или бентосу. В мезофитопсаммоне исследованного района выявлен 51 вид (в т.ч. ввт) *Bacillariophyta* из 26 родов. Обнаружено 5 новых для северо-западной части Черного моря видов (*Halamphora salinicola*, *Diploneis stroemii*, *Navicula viminoides* var. *costomarina*, *Navicula phylleptosoma*, *Opephora minuta*). Таксономическая принадлежность еще четырех видов требует уточнения. Дальнейшие исследования могут существенно дополнить полученный список видов.

Наибольшее число таксонов микроводорослей наблюдалось на Будацкой косе (32), наименьшее – в районе Кинбурнская (21). По отношению к субстрату преобладали эпипелиты (подвижные, неприкрепленные микрофиты) – 35 % всех выявленных микроводорослей; обитатели эпипсаммона составляли 8 %.

Численность мезофитопсаммона может достигать 12 млн кл./см², что свидетельствует о его значительной роли в продукционных процессах прибрежных экосистем Черного моря. Качественные и количественные характеристики мезофитопсаммона изменяются в зависимости от степени увлажнения песка: наибольшей численности и биоразнообразия микроводоросли достигают в зоне увлажненного песка на расстоянии 1–2 м от уреза воды.

Требуются дальнейшие систематические исследования сообщества мезофитопсаммона песчаных кос СЗЧМ. Необходимо провести более углубленный анализ таксономического состава и количественных характеристик.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ №13-04-90941. Авторы выражают глубокую благодарность профессору Одесского нац. ун-та им. И.И. Мечникова д.б.н. Б.Г. Александрову за ценные замечания при подготовке статьи, с.н.с. Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, к.б.н. Е.Л. Невровой за консультации при идентификации видов, а также с.н.с. Института аридных зон ЮНЦ РАН, к.м.н. К.В. Двадненко за помощь в работе на СЭМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александров Б.Г., Тарасенко А.А.* К проблеме изучения микроводорослей песчаной супралиторали: Мат. XII з'їзду укр. ботан. тов-ва (15–18 травня 2006 р., Одеса). – Одеса, 2006. – С. 186.
- Водоросли:* Справочник / Под общ. ред. С.П. Вассера. – Киев: Наук. думка, 1989. – 608 с.
- Гусяков М.О.* Діатомові водорості бентосу Чорного моря та суміжних водойм (морфологія, систематика, екологія, біогеографія): Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. – Київ, 2002. – 36 с.
- Гусяков М.О., Ковтун О.О.* Водорості мезофітопсаммону Чорного моря // Вісн. ОНУ. – 2000. – 5(1). – С. 129–134.
- Гусяков Н.Е., Закардонец О.А., Герасимюк В.П.* Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов. – Киев: Наук. думка, 1992. – 112 с.
- Диатомовые водоросли СССР.* – Л.: Наука, 1974. – 403 с.
- Диатомовый анализ.* Кн. 3 // Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Порядок *Pennales* / Под ред. А.И. Прошкиной-Лавренко. – Л.: Гос. изд-во геол. лит-ры, 1950. – 635 с.
- Дубина Д.В., Тимошенко П.А., Шеляг-Сосонко Ю.Р.* Фітосистеми кіс і островів Азово-Чорноморського регіону України: стан та завдання охорони // Укр. ботан. журн. – 2006. – 63(1). – С. 3–14.
- Ковалева Г.В.* Микроводоросли озера Абрау (Краснодарский край) // Ботан. журн. – 2005. – 90(5). – С. 681–695.
- Ковтун О.О.* Еколого-біологічна, морфологічна і таксономічна характеристика фітобентосу Тилігульського лиману: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Одеса, 2009. – 26 с.
- Ковтун О.О., Снігірєва А.О., Білоус О.П.* Методичні рекомендації з вивчення фітомікробентосу та фітоперифітону. – Одеса, 2012. – 36 с.
- Микроводоросли* Черного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования / Под ред. Ю.Н. Токарева, З.З. Финенко, Н.В. Шадрина – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – 454 с.
- Неврова Е.Л.* Структура и таксономическое разнообразие донных диатомовых в приустьевых зонах рек Бельбек и Черная (Юго-западный Крым, Украина) // Альгология. – 2013. – 23(4). – С. 471–492.
- Неврова Н.Л., Гусяков Н.Е.* Редкие для Чёрного моря и новые для Крыма бентосные виды *Bacillariophyta* // Мор. экол. журн. – 2006. – 5(4). – С. 64–71.
- Неврова Е.Л., Лях А.М.* Новые и редкие для Черного моря виды донных диатомовых (*Bacillariophyta*) и определение их биомассы с помощью трехмерного моделирования // Экол. моря. – 2006. – Вып. 72. – С. 30–37.
- Прошкина-Лавренко А.И.* Диатомовые водоросли – показатели солености воды // Диатомовый сборник. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1953. – С. 186–205.

- Разнообразие водорослей Украины* / Под ред. С.П. Вассера, П.М. Царенко // Альгология. – 2000. – **10**(4). – 309 с.
- Сахарова М.И. Микробентос песчаных пляжей Учинского водохранилища // Учинское и Можайское водохранилища. – М.: Изд-во МГУ, 1963. – С. 39–55.
- Тарасенко А.А., Александров Б.Г. Влияние физико-химических факторов на количественные характеристики микроводорослей песчаных пляжей г. Одессы // Современные проблемы альгологии: Мат. междунар. науч. конф. и VII школы по мор. биологии (9–13 июня 2008 г., Ростов-на-Дону). – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. – С. 347–350.
- Тарасенко А.А., Теренько Л.М. Особенности экологии и распределения диатомовой водоросли *Attheya decora* West, 1860 в Одесском заливе (Черное море) // Вісн. Одес. нац. ун-ту. – 2008. – **13**(14). – С. 111–117.
- Чеботарев А. И. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 308 с.
- Эльяшев А.А. О простом способе приготовления высокопреломляющей среды для диатомового анализа // Тр. НИИ Геологии Арктики. – 1957. – (4). – С. 74–76.
- Diatoms of Europe* / Ed. H. Lange-Bertalot. Vol. 2. *Navicula sensu stricto*, 10 genera separated from *Navicula sensu lato Frustulia*. – Vaduz: A.R.G. Gantner Verlag, 2001. – 526 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae*. 4. Teil: *Achnantheaceae*. Kritische Ergänzungen zu *Navicula (Lineolatae)* und *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis // Süßwasserflora von Mitteleuropa – Stuttgart: GFV, 1991. – 437 p.
- Levkov Z.I. *Diatoms of European Inland Waters and Comparable Habitats*. Vol. 5 / Ed. H. Lange-Bertalot. – Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G., 2009. – P. 916.
- Nevrova E., Witkowski A., Kulikovskiy M., Lange-Bertalot H., Kociolek J.P. A revision of the diatom genus *Lyrella* Karayeva (*Bacillariophyta: Lyrellaceae*) from the Black Sea, with descriptions of five new species // Phytotaxa. – 2013. – **83**(1). – P. 1–38. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.83.1.1>
- Petrov A., Nevrova E. Database on Black Sea benthic diatoms (*Bacillariophyta*): its use for a comparative study of diversity peculiarities under technogenic pollution impacts // Proc. Ocean Biodiversity Informatics: Int. Conf. on Mar. Biodiversity Data Management, Hamburg, Germany (29 November – 1 December, 2004). – VLIZ. Spec. Publ. – 2007. – **37**. – P. 153–165.
- Round F.E., Bukhtiyarova L. Epipsammic diatoms – communities of British Rivers // Diatom Res. – 1996. – **11**(2). – P. 363–372.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. *The Diatoms. Biology and morphology of the genera*. – Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1990. – 747 p.
- Snoeijls P. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea. Vol. 1. – Opulus Press Upps. (Sweden), 1993. – 130 p.
- Snoeijls P., Kasperoviciene J. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea. Vol. 4. – Opulus Press Upps. (Sweden), 1996. – 125 p.
- Snoeijls P., Potapova M. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea. Vol. 3. – Opulus Press Upps. (Sweden), 1995. – 125 p.

- Snoeijs P., Vilbaste S.* Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea. Vol. 2. – Opulus Press Upps. (Sweden), 1994. – 125 p.
- Vilbaste S.* Benthic diatom communities in Estonian Rivers // *Boreal Environ. Res.* – 2001. – **6**. – P. 191–203.
- Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin D.* Diatom flora of marine coasts. Pt I // *Iconographia Diatomologica.* – Ruggell: A.R.G. Gantner, 2000. – Vol. 7. – 925 p.
- Witkowski A., Kulikovskiy M., Nevrova E., Lange-Bertalot H., Gogorev R.* The genus *Navicula* in ancient basins. I. Two novelties from the Black Sea // *Plant Ecol. and Evol.* – 2010. – **143**(3). – P. 307–317.
- Zaitsev Yu.P.* A key role of sandy beaches in the marine environment // *J. Black Sea/Mediter. Environ.* – 2012. – **18**(2). – P. 114–127.

Поступила 23 января 2014 г.

Подписал в печать П.М. Царенко

REFERENCES

- Aleksandrov B.G. and Tarasenko A.A., *Mat. XII z'izdu ukr. botan. tov-va (15–18 travnja 2006, Odesa)*, Odesa, 2006. [Ukr.]
- Chebotaev A.I., *Gidrologicheskij slovar'*, Gidrometeoizdat, Leningrad, 1978. [Rus.]
- Diatomovye vodorosli SSSR*, Nauka, Leningrad, 1974. [Rus.]
- Diatomovyy analiz*, Kn. 3. *Opredelitel' iskopaemyh i sovremennyh diatomovyh vodoroslej. Porjadok Pennales*, Ed. A.I. Proshkinoy-Lavrenko, Gos. izd-vo geol. lit., Leningrad, 1950. [Rus.]
- Diatoms of Europe*, Ed. H. Lange-Bertalot, Vol. 2, *Navicula sensu stricto*, 10 genera separated from *Navicula sensu lato Frustulia*, Gantner Verlag K.-G., Vaduz, 2001.
- Dubina D.V., Timoshenko P.A., and Sheljag-Sosonko Ju.R., *Ukr. Bot. J.*, 63(1):3–14, 2006.
- Eljashev A.A., *Trudy XII Geologii Arktiki*, (4):74–76, 1957.
- Gusljakov M.O. and Kovtun O.O., *Visn. ONU*, 5(1):129–134, 2000.
- Gusljakov M.O., *Diatomovi vodorosti bentosu Chornogo morja ta sumizhnih vodojm (morfologija, sistematika, ekologija, biogeografija)*, Avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk, Kyiv, 2002. [Ukr.]
- Gusljakov N.E., Zakordonec O.A., and Gerasimjuk V.P., *Atlas diatomovyh vodoroslej bentosa severo-zapadnoj chasti Chornogo morja i prilegajushhijh vodoemov*, Nauk. Dumka, Kiev, 1992. [Rus.]
- Kovaleva G.V., *Bot. J.*, 90(5):681–695, 2005.
- Kovtun O.O., *Ekologo-biologichna, morfologichna i taksonomichna charakteristika fitobentosu Tiligul'skogo limanu*, Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk, Odesa, 2009. [Ukr.]
- Kovtun O.O., Snigir'ova A.O., and Bilous O.P., *Metodichni rekomendacii z vivchennja fitomikrobentosu ta fitoperifitonu*, Odesa, 2012. [Ukr.]
- Krammer K. and Lange-Bertalot H., *Bacillariophyceae*. 4. Teil: *Achnanthaceae*. Kritische Ergänzungen zu *Navicula (Lineolatae)* und *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis. *Süßwasser-flora von Mitteleuropa*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1991.
- Levkov Z.I., *Diatoms of European Inland Waters and Comparable Habitats*. Vol. 5, Ed. H. Lange-Bertalot, A.R.G. Gantner Verlag K.-G., Ruggell, 2009.

- Mikrovodorosli Chernogo morja: problemy sohraneniya bioraznoobrazija i biotehnologicheskogo ispol'zovanija*, Eds Ju.N. Tokareva, Z.Z. Finenko, and N.V. Shadrina, EKOSI-Gidrofizika, Sevastopol', 2008. [Rus.]
- Nevrova E., Witkowski A., Kulikovskiy M., Lange-Bertalot H., and Kociolek J.P., *Phytotaxa*, 83(1):1–38, 2013, <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.83.1.1>
- Nevrova E.L. and Ljah A.M., *Ekol. Morja*, 72:30–37, 2006.
- Nevrova E.L., *Algologia*, 23(4):471–492, 2013.
- Nevrova N.L. and Gusljakov N.E., *Mor. Ekol. J.*, 5(4):64–71, 2006.
- Petrov A., Nevrova E., *Proceedings Ocean Biodiversity Informatics: International Conference on Marine Biodiversity Data Management, Hamburg, Germany (29 November–1 December, 2004)*, VLIZ, Spec. publ., Pp. 153–165, 2007.
- Proshkina-Lavrenko A.I., *Diatomovyi sbornik*, Izd-vo LGU, Leningrad, pp. 186–205, 1953. [Rus.]
- Raznoobrazie vodoroslej Ukrainy*, Eds S.P. Wasser and P.M. Tsarenko, *Algologia*, 10(4), 2000.
- Round F.E. and Bukhtiyarova L., *Diatom Res.*, 11(2):363–372, 1996.
- Round F.E., Crawford R.M., and Mann D.G., *The Diatoms. Biology and morphology of the genera*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1990.
- Saharova M.I., *Uchinskoe i Mozhayskoe vodohranilishha*, Izd-vo MGU, Moscow, Pp. 39–55, 1963. [Rus.]
- Snoeijs P. and Kasperoviciene J., *Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea*, Vol. 4, Opulus Press Upps. (Sweden), 1996.
- Snoeijs P. and Potapova M., *Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea*, Vol. 3, Opulus Press Upps. (Sweden), 1995.
- Snoeijs P. and Vilbaste S., *Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea*, Vol. 2, Opulus Press Upps. (Sweden), 1994.
- Snoeijs P., *Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea*, Vol. 1, Opulus Press Upps. (Sweden), 1993.
- Tarasenko A.A. and Aleksandrov B.G., *Mat. mezhdunar. nauch. konf. i VII shkoly po mor. biologii* (9–13 iyunja 2008 g., Rostov-na-Donu), Izd-vo JuNC RAN, Rostov n/D, Pp. 347–350, 2008. [Rus.]
- Tarasenko A.A. and Teren'ko L.M., *Visn. Odes. Nac. Univ.*, 13(14):111–117, 2008.
- Vilbaste S., *Boreal Environ. Res.*, 6:191–203, 2001.
- Vilbaste S., *Boreal Environ. Res.*, 6:191–203, 2001.
- Vodorosli: Spravochnik*, Ed. S.P. Wasser, Nauk. Dumka, Kiev, 1989.
- Vorob'eva L.V., Zajcev Ju.P., and Kulakova I.I., *Interstitial'naja mejofauna peschanyh pljazhezj Chernogo morja*, Nauk. Dumka, Kiev, 1992. [Rus.]
- Witkowski A., Kulikovskiy M., Nevrova E., Lange-Bertalot H., and Gogorev R., *Plant Ecol. and Evol.*, 143(3):307–317, 2010.
- Witkowski A., Lange-Bertalot H., and Metzeltin D., *Diatom flora of marine coasts. Pt I. Iconographia Diatomologica*, Vol. 7, A.R.G. Gantner, Ruggell, 2000.
- Zaitsev Yu.P., *J. Black Sea/Mediter. Environ.*, 18(2):114–127, 2012.

A.A., Snigirova¹, G.V. Kovaleva²

¹I.I. Mechnikov Odessa National University, Marine Research Station,
Champanskyi Lane, 2, Odessa 65058, Ukraine
snigireva.a@gmail.com

²Federal State Budget Institution of Sci., Institute of Arid Zones of the Southern Sci.
Center RAS,
Chekhov St., 41, Rostov-on-Don 344006, Russia
kovaleva@ssc-ras.ru

DIATOM ALGAE OF SAND SPITS OF THE NORTH WESTERN PART OF THE
BLACK SEA (UKRAINE)

The species diversity of diatom algae of mezophytosammon in three areas of the north-western part of the Black Sea (Kinburn, Karolino-Bugaz, Budakskaya sand-spits) has been studied. 51 taxa (ranged below genus) of *Bacillariophyta* from 26 genera were identified. First for north-western part of the Black Sea 5 species were revealed and for the Budakyski liman – 1 species. Most of found species (17) are motile (epipellic), and only 4 species are attached to the sand grains (epipsammic). With respect to the salinity the diatoms were equally represented by polyhalobes (35%), mezohalobes (35%) and oligohalobes (31%). The greatest number of species was represented by alkaliphilic (88%). High abundance of diatom algae from mezophytosammon (up to 12 million cells per cm²) indicates its high role in productive processes of coastal ecosystems of the Black Sea.

Key words: *Bacillariophyta*, sand spits, Black Sea, mezophytosammon, epipellic, epipsammic algae.