

УДК 581.526.32

А. А. Володина^{1,2}, М. А. Герб², А. Ю. Зверева¹, А. А. Горлач¹

**МАКРОФИТЫ РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ
КАЛИНИНГРАДСКОГО / ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА
(БАССЕЙН БАЛТИЙСКОГО МОРЯ)**

64

¹ Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

² Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

Поступила в редакцию 15.10.2022 г.

Принята к публикации 18.11.2022 г.

doi: 10.5922/gikbfu-2022-4-6

Для цитирования: Володина А.А., Герб М.А., Зверева А.Ю., Горлач А.А. Макрофиты российской части Калининградского / Вислинского залива (бассейн Балтийского моря) // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2022. №4. С. 64–80. doi: 10.5922/gikbfu-2022-4-6.

Выявлен современный состав флоры макрофитов российской части Калининградского / Вислинского залива, включающий в себя 116 видов: 96 видов сосудистых растений и 20 видов макроводорослей. В 2021 г. было обнаружено всего 39 видов макрофитов: 19 видов высших растений и 20 видов макроводорослей. В зависимости от абиотических факторов, складывающихся в четырех гидрологических районах залива, флористическое разнообразие и распределение макрофитов имеет свои особенности. Максимальное видовое разнообразие (29 видов), а также биомасса макрофитов характерны для восточного района, характеризующегося минимальными значениями солености и высоким уровнем содержания биогенных элементов в воде.

Ключевые слова: макрофиты, водная флора, Вислинский залив, Калининградский залив, Калининградская область

Введение

Инвентаризационные исследования флоры макрофитов российских частей лагун Юго-Восточной Балтики не теряют своей актуальности, поскольку опубликованные ботанические сведения недостаточны. Цель данной работы – выявить современный состав и особенности распространения сообществ макрофитов (макроводорослей и сосудистых растений) в российской части Вислинского залива.

Калининградский / Вислинский залив – солоноватоводная мелководная лагуна, отделенная от моря песчаной косой. Общая площадь водной поверхности – 838 км², из них 472,5 км² (56 %) – акватория Рос-



сии, юго-западная часть залива принадлежит Польше [1]. Длина береговой линии составляет около 270 км. Средняя глубина российской части – 3,1 м, максимальная естественная глубина – 5. Незначительные глубины залива существенно влияют на температурный режим вод, способствуют равномерному режиму температур. В Калининградском заливе через Балтийский пролив осуществляется заток морской воды, который значительно преобладает над речным стоком, составляя около 82 % [2]. Ширина пролива – 400 м, глубина от 10 до 12 м, средняя многолетняя соленость в российской части лагуны составляет 4,0–5,5‰ [3]. Соленость в лагуне зависит от направления и силы ветра, достигая максимума в районе Балтийского пролива (до 5,3‰), а минимума – у устьев рек Преголя и Нogat [4]. В период 2018–2020 гг. среднегодовая соленость составила 4,8‰. По сравнению с данными 2008–2014 гг. наблюдается повышение солености [5; 6].

Экосистема Калининградского залива подвержена постоянному антропогенному прессу из-за поступления биогенов со сточными водами и с водосборной территории, а ее прибрежные биотопы значительно нарушены хозяйственной деятельностью и представляют собой антропогенно-трансформированные берега. Так, прибрежно-водная растительность северо-восточного и восточного берега, примыкающего к Калининградскому морскому каналу, представлена фрагментарно, с небольшим числом видов в растительных сообществах.

Особенности гидролого-гидрохимических условий способствуют формированию в лагуне эвтрофной экосистемы, в отдельные периоды переходящей в гипертрофные состояния, сопровождающиеся «гиперцветением» цианобактерий [2; 7; 8].

Пространственная неоднородность гидрохимических условий в заливе и значительное антропогенное загрязнение сильно влияют на видовое разнообразие водных растений. Долговременные экосистемные изменения в лагуне и введение в эксплуатацию в 2022 г. второго судходного канала через польскую часть Вислинской косы к гавани г. Эльблонга, несомненно, повлекут за собой модификацию функционирования экосистемы.

Все это будет отражаться на растительности залива, в первую очередь на изменении видового состава и проективного покрытия водных растений в сообществах. Именно поэтому представленные в данной статье сведения могут быть использованы в качестве исходных данных при проведении дальнейших исследований динамики растительного покрова в изменяющихся гидролого-гидрохимических условиях Калининградского / Вислинского залива.

Материалы и методы исследования

Предметом изучения являлись макрофиты, то есть макроводоросли и высшие водные растения (гидро- и гелофиты), растущие на покрытом водой грунте. Отбор, обработка проб и гербаризация растений проводились по общепринятой методике [9–11].

Данные по флоре основаны на результатах полевых исследований 2010, 2014, 2015 и 2021 гг. Сведения о частоте встречаемости, проективном покрытии в растительных сообществах, фитомассе приведены по результатам летнего сезона 2021 г. Качественные и количественные пробы с пробных площадок $0,25 \times 0,25$ м ($0,0625$ м²) отбирались с берега и с маломерного судна до глубин 1 м (включая обрастания) на 11 станциях, расположенных в разных гидрологических районах залива (рис. 1). В работе использовано гидрологическое районирование залива, осуществленное Беренбеймом [3]. Значения солёности в районах приведены средние за три года (2018–2020 гг.) по данным [5]. Степень проективного покрытия каждого вида оценивалась глазомерно в процентах. Водолазные гидробиологические исследования не проводились. Всего обработано 340 количественных и качественных проб макрофитов.

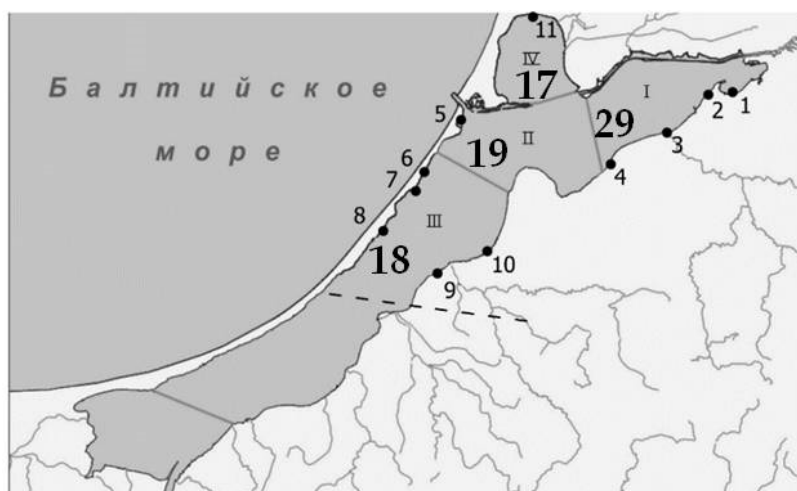


Рис. 1. Карта-схема расположения станций и количество видов макрофитов по районам Калининградского / Вислинского залива:
районы: I – восточный, II – прибалтийский, III – центральный, IV – Приморская бухта;
станции: 1 – Ушаковский залив, 2 – пос. Прибрежный, 3 – пос. Ушаково,
4 – пос. Береговое, 5 – Балтийская коса (гидрогавань), 6 – Балтийская коса (точка 1),
7 – Балтийская коса (точка 2), 8 – Балтийская коса (точка 3), 9 – урочище Шукино,
10 – г. Мамоново, 11 – г. Приморск; 17, 18, 19, 29 – количество видов

Макроводоросли идентифицированы с использованием микроскопа Olympus CX 41. Конспект видов составлен с учетом современных номенклатурных изменений [12; 13].

Результаты

Растительность российской части Калининградского / Вислинского залива находится под сильным влиянием морских и речных вод, что сказывается на произрастании некоторых специфических земноводных и водных видов. Здесь могут существовать как типично пресноводные гидрориты, так и галофиты, являющиеся редкими для флоры Кали-



нинградской области: *Schoenoplectus tabernaemontani* C.C. Gmel., *Zannichellia palustris* L., *Lysimachia maritima* (L.) Galasso, Banfi & Soldano (*Glaux maritima* L.), *Galatella tripolium* (L.) Galasso (*T. maritimum* L.), *Centaurium littorale* (D. Turner) Gilmour, *Amoria fragiferum* (L.) Sojak, *Batrachium fluitans* (Lam.) Wimm. Места произрастания *C. littorale*, *B. fluitans*, *G. tripolium*, *A. Fragiferum* в прибрежно-водных биотопах залива являются единственными в Калининградской области для этих видов. На Балтийской (Вислинской) косе (бывший пос. Коса) выявлено новое и единственное местообитание для Калининградской области типичного галофита побережья Балтийского моря *Galatella tripolium* (L.) Galasso (*Tripolium vulgae* Nees.) [14]. По нашим наблюдениям, солончаковая астра на данном местообитании в течение последних 12 лет постоянно произрастает, цветет и плодоносит.

Распространение воздушно-водной растительности в заливе неравномерно, имеет фрагментарно-поясный характер, есть участки, полностью лишенные растений. Поясное распределение растений от берега вглубь залива наиболее характерно для побережья Балтийской косы, где площадь антропогенных ландшафтов минимальна, и локально на восточном берегу залива. Прибрежно-водные растительные сообщества представлены небольшим числом видов (1–6). Наибольшую площадь распространения имеют прибрежные сообщества гелофитов: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. и *Schoenoplectus lacustris* L. (Приморская бухта, восточный и юго-восточный, а также частично западный берег). Ширина тростникового пояса, как указывалось в предыдущих исследованиях, колеблется от 10–50 до 150–200 м [15] с тенденцией увеличения ширины пояса тростника. На отдельных участках литорали на восточном и юго-восточном берегу встречаются сообщества из *S. lacustris* (пос. Ушаково – пос. Береговое), *Typha angustifolia* L. (пос. Прибрежный, Калининград), *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla (Балтийская коса), занимающие небольшие площади. В заводях внутри этих гелофитов формируются многовидовые водные сообщества погруженных гидрофитов и растений с плавающими листьями, характерных для пресных вод (кувшинковые сообщества, в частности с *Nymphaea alba* L. и *Potamogeton lucens* L.). Подводные растительные сообщества занимают разные площади в бухтах на глубинах до 1,8 м и на некоторых участках литорали достигают 200 м ширины (Ушаковский залив). Доминантами являются *Stukenia pectinata* (L.) Börner, *Potamogeton perfoliatus* L., *Myriophyllum spicatum* L. Локально встречаются *Potamogeton crispus* L., *P. lucens* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Zannichellia palustris* L., *Batrachium trichophyllum* (Chaix) Bosch, в гидрогавани на Вислинской косе – *B. fluitans*. (Lam.).

Всего в состав гигрофильной флоры российской части Калининградского / Вислинского залива, по нашим многолетним наблюдениям, входят 116 видов макрофитов (96 видов высших растений и 20 видов макрородослей). Водное ядро флоры насчитывает 63 вида.

В летние сезоны 2014 и 2021 гг. на 11 станциях было обнаружено всего 39 видов макрофитов: 19 видов высших растений и 20 видов макрородослей (табл.), что составляет около 62 % от водного ядра флоры



русской части Калининградского / Вислинского залива. Такой неполный состав может быть объяснен исследованиями на ограниченной территории, колебаниями уровня воды и значений прозрачности в заливе, сезонностью некоторых видов либо в целом обеднением флоры.

Видовой состав макрофитов Калининградского залива

Вид	Район залива (соленость, ‰)			
	I (4,3)	II (4,8)	III (5,3)	IV (4,9)
<i>Высшие растения</i>				
<i>Гелофиты:</i>				
1. <i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	+	+	+	+
2. <i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla	+	+		+
3. <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin	+	+	+	+
4. <i>Typha angustifolia</i> L.	+			
<i>Гидрофиты:</i>				
5. <i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner	+	+	+	+
6. <i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	+	+	+	+
7. <i>Potamogeton crispus</i> L.	+	+		+
8. <i>Potamogeton lucens</i> L.	+		+	
9. <i>Zannichellia palustris</i> L.	+	+		+
10. <i>Ruppia maritima</i> L.	+			
11. <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	+		+	
12. <i>Myriophyllum verticillatum</i> L.		+	+	
13. <i>Batrachium trichophyllum</i> (Chaix) Bosch.	+	+		
14. <i>Nymphaea alba</i> L.	+			
15. <i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith.	+			+
16. <i>Ceratophyllum demersum</i> L.	+		+	
17. <i>Lemna minor</i> L.	+			+
18. <i>Lemna gibba</i> L.	+	+		
19. <i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	+			+
<i>Итого</i>	18	10	8	10
<i>Макроводоросли</i>				
1. <i>Capsosiphon fulvescens</i> (C. Agardh) Setchell & N.L. Gardner 1920		+		
2. <i>Cladophora fracta</i> (O.F. Müller ex Vahl.) Kützing 1843	+		+	
3. <i>Cladophora glomerata</i> (Linnaeus) Kützing 1843	+	+	+	+
4. <i>Oedogonium</i> sp.	+			
5. <i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey 1849	+	+	+	+
6. <i>Syncoryne reinkei</i> R. Nielsen & P.M. Pedersen 1977				+
7. <i>Ulothrix subflaccida</i> Wille 1901		+		
8. <i>Ulothrix tenerrima</i> (Kützing) Kützing 1843	+		+	
9. <i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus 1753	+	+	+	+
10. <i>Ulva clathrata</i> (Roth) C. Agardh 1811	+			+
11. <i>Ulva flexuosa</i> Wulfen 1803				
12. <i>Ulva prolifera</i> O.F. Müller 1778	+	+	+	+
13. <i>Urospora penicilliformis</i> (Roth) Areschoug, 1866	+		+	



Окончание табл.

Вид	Район залива (соленость, ‰)			
	I (4,3)	II (4,8)	III (5,3)	IV (4,9)
14. <i>Chara sp.</i>	+		+	
15. <i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye 1819		+	+	
16. <i>Pylaiella littoralis</i> (Linnaeus) Kjelman 1872		+		
17. <i>Tribonema vulgare</i> Pascher 1925			+	
18. <i>Vaucheria compacta</i> (Collins) Collins ex W.R. Taylor 1937				+
19. <i>Vaucheria bursata</i> (O.F. Müller) C. Agardh 1811	+			
20. <i>Bangia fuscopurpurea</i> (Dillwyn) Lyngbye 1819		+		
<i>Итого</i>	11	9	10	7
<i>Всего</i>	29	19	18	17

69

Высшие растения представлены преимущественно однодольными растениями, что в целом свойственно для водных флор; из макроводорослей преобладают виды из отдела Зеленые водоросли. Гидрофиты составляют 89,5 % из общего числа видов, остальные виды — гелофиты (воздушно-водные растения), широко распространенные в растительном покрове залива: *Phragmites australis* и *Schoenoplectus lacustris*. Локально встречается *Bulboschenus maritimus*, а на восточном побережье еще и *Typha angustifolia*.

Распределение обнаруженных видов по гидрологическим районам залива представлено на рисунке 1. В восточном районе (I) отмечено 29 видов, в остальных районах залива видовое разнообразие существенно ниже (17–19 видов). Подобное соотношение макрофитов объясняется сочетанием в районе I абиотических факторов: пониженных значений солености и более высоких концентраций растворенных в воде биогенных элементов.

Исследуемые участки восточного побережья у пос. Прибрежный и Береговое характеризуются помимо мелководности сочетанием песчаного дна с мелким гравием, подходящим для успешного произрастания макроводорослей и водных растений. Все эти факторы положительно сказываются на видовом богатстве водных растений, произрастающих в этом районе залива.

В 2021 г. в восточном районе была обнаружена *Ruppia maritima* L. (находка А.А. Горлач и А.А. Володиной, 25.06.2021), не отмечаемая ранее даже в довоенных источниках [16]. Новый для залива вид *R. maritima* является солоноватоводным. Растение встречается во многих регионах, в том числе и в пресных водоемах. Его появление в Вислинском заливе обусловлено комплексом факторов, в том числе тенденцией к увеличению солености в лагуне [5].

В остальных районах залива количество видов макрофитов примерно одинаковое: 17 видов — в Приморской бухте (IV), 18 — в центральном районе (III) и 19 — в прибалтийском (II) (рис. 1). На участках, прилегающих к Балтийскому проливу, в самом проливе и в гидрогава-

ни (Вислинская (Балтийская) коса) произрастают типичные морские макроводоросли: *Bangia fuscopurpurea*, *Ectocarpus siliculosus*, *Pylaiella littoralis*, тяготеющие к соленым водам.

Водная флора Калининградского залива достаточно однородна на ее большей части (II, III, IV районы), исключая восточный (I) район. Флоры II, III и IV районов имеют коэффициенты сходства Сёренсена и Жаккара 0,8 и 0,7 соответственно.

Часто встречаются и являются доминантами в сообществах следующие виды водорослей: *U. intestinalis* (встречаемость 20,8%), *U. prolifera* (8,5%), *S. glomerata* (14%).

Как видно из рисунка 2, чаще всего среди сосудистых растений в заливе встречаются и выступают доминантами в сообществах *S. pectinata* (встречаемость 68,3%) и *P. perfoliatus* (17,8%). Для этих же видов выявлены максимальное проективное покрытие и фитомасса в растительных сообществах. В центральном районе и в Приморской бухте преобладает *S. pectinata*, а в восточном районе — *P. perfoliatus*, в прибалтийском районе доля участия обоих видов примерно одинаковая. Намного реже встречается *M. spicatum* (12,4%). *Z. palustris* произрастает в восточном, прибалтийском районах и в Приморской бухте, встречаемость составила 11,4%. *Ruppia maritima* встречается только в восточном районе (9,4%).

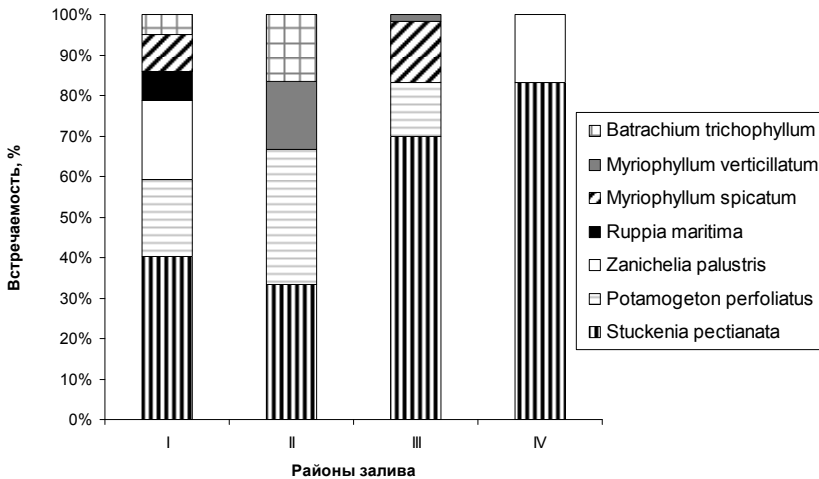


Рис. 2. Встречаемость высших водных растений в Калининградском заливе в 2021 г.

Максимальным числом видов (10–11) флора макрофитов представлена на станциях около пос. Ушаково и Прибейный (I район), г. Мамоново (III район). Наименьшее число видов (6) выявлено на станциях в г. Приморск (IV район) и урочище Шукино (III район).

Преимущественно в местах впадения рек и каналов, а также в бухтах, защищенных поясом из тростника или камыша, произрастают *S. demersum*, *P. lucens*, *L. minor*, *S. polyrhiza*, *N. lutea*, реже *N. alba* L.



Рдестовые сообщества располагаются поясами шириной 1–10 м и длиной до 10–20 м не во всех частях залива. В 2021 г. такие пояса отмечены в районе пос. Прибрежный, Коса, Ушаково, в Приморской бухте. Локально (Ушаковский залив, Приморская бухта) пояс рдестов может достигать десятков метров в ширину. На остальных исследованных участках рдестовые, урутевые и другие сообщества представлены фрагментарными пятнами диаметром 1–1,5 м, не образуя четко выраженный сплошной пояс. Наибольшая глубина произрастания рдестов (1,2 м) отмечена в центральном районе залива вдоль Балтийской косы и в районе урочища Шукино. В других участках прибрежной зоны залива эти растения встречаются на меньших глубинах (0,8–1 м). *Z. palustris* и *R. maritima* достигают всего 15–20 см в высоту и встречались на глубинах 0,8–1 м.

Гелофиты *S. lacustris*, *P. australis* встречаются во всех районах, но не на всех станциях. *S. lacustris* образует островные пояса зарастания, преимущественно в восточном районе. Галофит *B. maritimus* предпочитает расти на затапливаемых в период нагонных явлений участках берега прибалтийского (II), восточного (I) районов и Приморской бухты (IV). Во всех местообитаниях он формирует небольшие площади зарастания.

Общее проективное покрытие высших водных растений и макроводорослей больше в IV районе (Приморская бухта), что обеспечивается высоким обилием доминанта *S. pectinata*, а также макроводорослей *Ulva intestinalis*, *Ulva prolifera* (рис. 3, а, 4, 5). Высокие средние значения фитомассы макрофитов в пробах, преимущественно за счет *S. pectinata*, наблюдались также в районе IV, тогда как наибольшая суммарная фитомасса высших растений и макроводорослей на станциях отмечалась в районе I (рис. 3, б). Оба района характеризуются меньшими значениями солености и высоким уровнем биогенов.

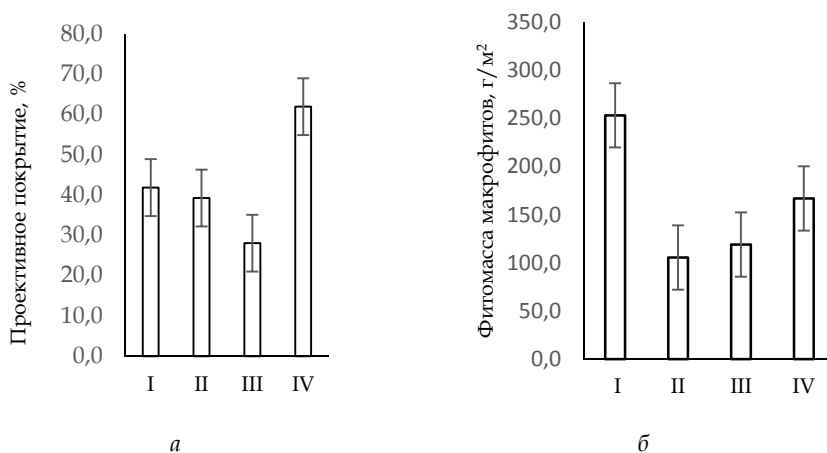


Рис. 3. Проективное покрытие макрофитов (высших растений и макроводорослей) в различных районах Калининградского залива (а) и фитомасса высших растений и макроводорослей на станциях в районах Калининградского залива (б) в 2021 г.:
I–IV – гидрологические районы залива

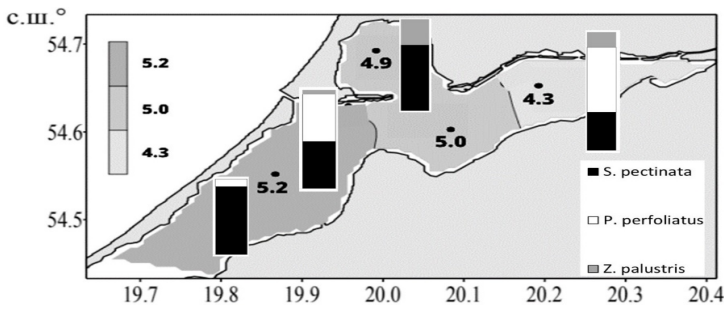
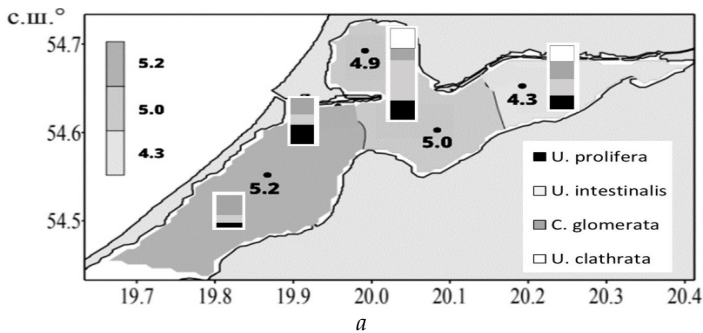
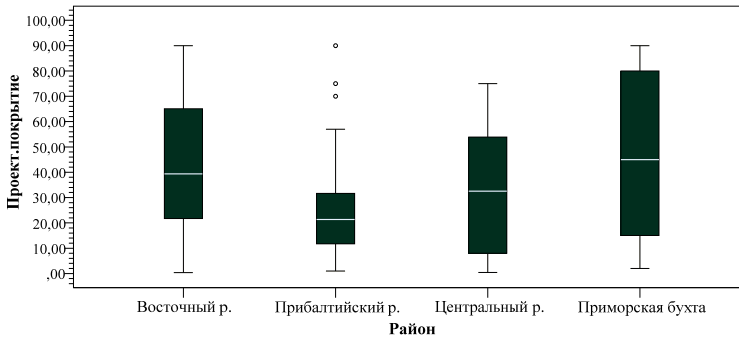


Рис. 4. Проективное покрытие доминирующих высших растений летом 2021 г. и пространственное распределение солёности Калининградского залива



a



б

Рис. 5. Суммарное проективное покрытие доминирующих видов макроводорослей на схеме пространственного распределения солёности Калининградского залива, цифрами на схеме обозначена солёность (a); значения проективного покрытия макроводорослей в районах Калининградского залива (б)

В опресненном восточном (I) районе залива с наличием закрытых и полузакрытых поясом тростника бухт не только общее количество видов, но и количество доминантов больше. В центральном (III) районе залива преобладающим видом является *S. pectinata* как наиболее устойчивый к повышенной солёности, характерной для этого района. *P. perfoliatus* — широколиственный погруженный гидрофит, требовательный к



прозрачности воды, имеет наибольшее проективное покрытие в районах II и I. Рдест с узкими листьями *S. pectinata* наиболее устойчив к низкой прозрачности воды, имеет наибольшее проективное покрытие в районах II–IV. Для высших растений выявлено высокое проективное покрытие в районах I и IV с наименьшей соленостью и высоким уровнем содержания биогенных соединений (рис. 4).

Наибольшее общее проективное покрытие макрофитов наблюдалось в пос. Ушаково (88,5%), где преобладал *Potamogeton perfoliatus* (43%). Самое скудное проективное покрытие отмечено на 3-й станции Балтийской косы и в урочище Щукино, максимально удаленных от устья реки Преголи.

На рисунке 5 представлено распределение доминирующих видов макроводорослей по проективному покрытию. Видовое разнообразие ульвовых водорослей и их проективное покрытие закономерно выше в I, II и IV районах, ближе расположенных к морскому проливу. В Приморской бухте выявлено максимальное проективное покрытие макроводорослей благодаря наличию валунов – благоприятного субстрата для произрастания водорослей. На участках залива с меньшей соленостью (восточный район) количество видов доминантов водорослей больше, чем в центральном, что связано также с наличием твердых субстратов для произрастания водорослей. В центральном районе сообщества макроводорослей имели самое неравномерное распределение с доминированием *C. Glomerata* и *U. intestinalis*.

Наибольшие значения фитомассы наблюдались у родов *Cladophora* (*C. glomerata* – 20,2 г/м², *C. fracta* – 19,3 г/м²) и *Ulva* (*U. intestinalis* – 23,9 г/м² и *U. prolifera* – 7,3 г/м²). Наименьшая фитомасса макроводорослей была отмечена в III районе, так как здесь меньше всего пригодных субстратов для произрастания макроводорослей (рис. 6).

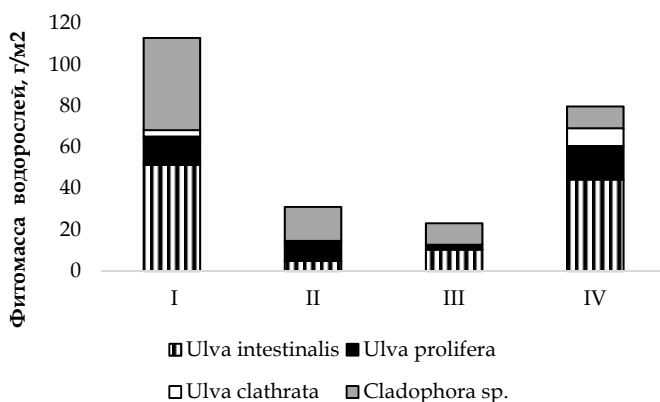
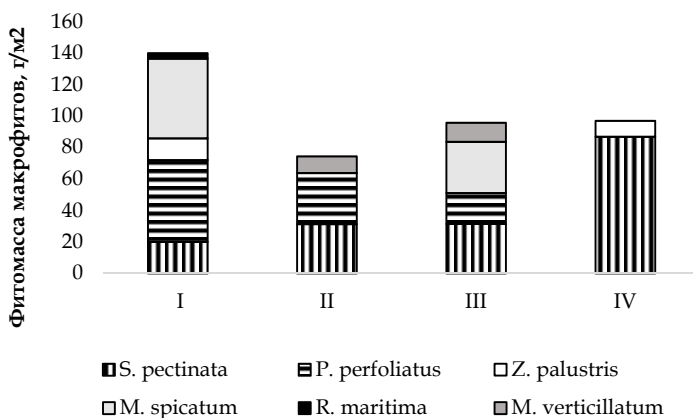


Рис. 6. Воздушно-сухая фитомасса доминантных видов макроводорослей в различных районах залива

Более 90% фитомассы в пробах приходилось на кладофоровые и ульвовые водоросли, характерные для водоемов с β-мезосапробным и полисапробным статусом, что согласуется с эвтрофным статусом Вислинской лагуны.

Для высших растений наблюдалась схожая закономерность. Наибольшая фитомасса водных макрофитов выявлена в районе I. В Приморской бухте наблюдалось доминирование ограниченного числа видов (*S. pectinata*) (рис. 7), свидетельствующее о наличии факторов, ограничивающих видовое разнообразие.



74

Рис. 7. Воздушно-сухая фитомасса доминантных видов высших водных растений в различных районах Калининградского залива

По нашим данным, повсеместно доминантами в водных сообществах Калининградского залива являются виды растений, имеющие почти равные значения средней фитомассы в заливах: *P. perfoliatus* (34,7 г/м²), *S. pectinata* (42,5 г/м²), *M. spicatum* (41,6 г/м²). Локально (в восточном районе) сообщества образуют *Z. palustris* (11,9 г/м²) и *R. maritima* (3,4 г/м²) (рис. 8).

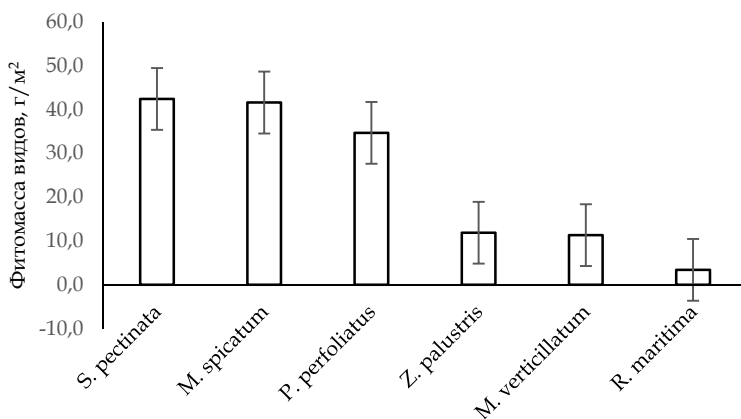


Рис. 8. Фитомасса доминантных видов высших растений в Калининградском заливе в 2021 г.



С учетом особенностей произрастания макрофитов в Калининградском заливе был составлен обобщенный ботанический профиль (см. рис. 9, с. 76). Гелофитная растительность, представленная преимущественно *P. australis* и *S. lacustris*, часто заходит в воду и может расти на некотором удалении от берега на глубинах до 1 м. Большинство гидрорифитов, в особенности рдесты (*Stuckenia* spp., *Potamogeton* spp.), встречаются на глубинах от 0,4 до 1,2 м. Ближе к берегу (0,4–1 м) распространены сообщества с участием *Z. palustris* и *R. maritima*. Это могут быть как двувидовые сообщества, так и моновидовые, так как *R. maritima* встречается значительно реже.

Среди высших растений в Калининградском заливе преобладают слабосоленовато-пресноводные виды (33,3%), что характерно для солоноватоводного водоема. Выявленное повышение солености вод в последние годы повлияло на вселение нового для залива типичного солоноватоводного вида рупии (*R. maritima*).

Среди видов – индикаторов трофности вод наибольшее число макрофитов относится к мезотрофам. Во флоре по числу видов и по фитомассе преобладают β-мезосапробионты (66,7%), что согласуется с эвтрофным характером водоема. Впервые обнаруженный вид *Ruppia maritima* – олиго-β-мезосапробионт.

В настоящее время не подтверждено произрастание 7 видов, отмечавшихся ранее. *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm., *Groenlandia densa* (L.) Fourr., *Scirpus kalmussii* Aschers., *Abrom. et Graebn. Sc. Pungens* Vahl, *Elatine hydropiper* L. [16] можно отнести к статусу исторических видов, нуждающихся в подтверждении произрастания. В то же время возросший трофический статус водоема, трансформация побережья в индустриальные и рекреационные ландшафты и более чем вековая интенсивная антропогенная нагрузка на залив могли привести к выпадению некоторых видов, и, скорее всего, эти растения можно отнести к исчезнувшим.

В Калининградском заливе не встречается *Nymphoides peltata* – вид, тяготеющий к пресноводным и затишным гидродинамическим условиям, в отличие от польской части Вислинской лагуны, где этот вид произрастает [17].

Водный папоротник *Salvinia natans* (L.) All. был обнаружен нами лишь однажды, в августе 1999 г. (находка М.А. Герб), в гидрогавани Балтийской косы. Вероятно, растения были принесены на нашу территорию судами из дельты реки Вислы, где этот вид отмечается польскими исследователями, однако он не образует сообществ в польской части Вислинского залива [18], поэтому произрастание данного вида в южной части Калининградского залива до сегодняшнего времени так и не подтвердилось.

Заключение

Современный состав макрофитов российской части Калининградского / Вислинского залива включает в себя 39 видов (20 видов макроводорослей и 19 – высших растений), что составляет около 62% потенциальной водной флоры залива.

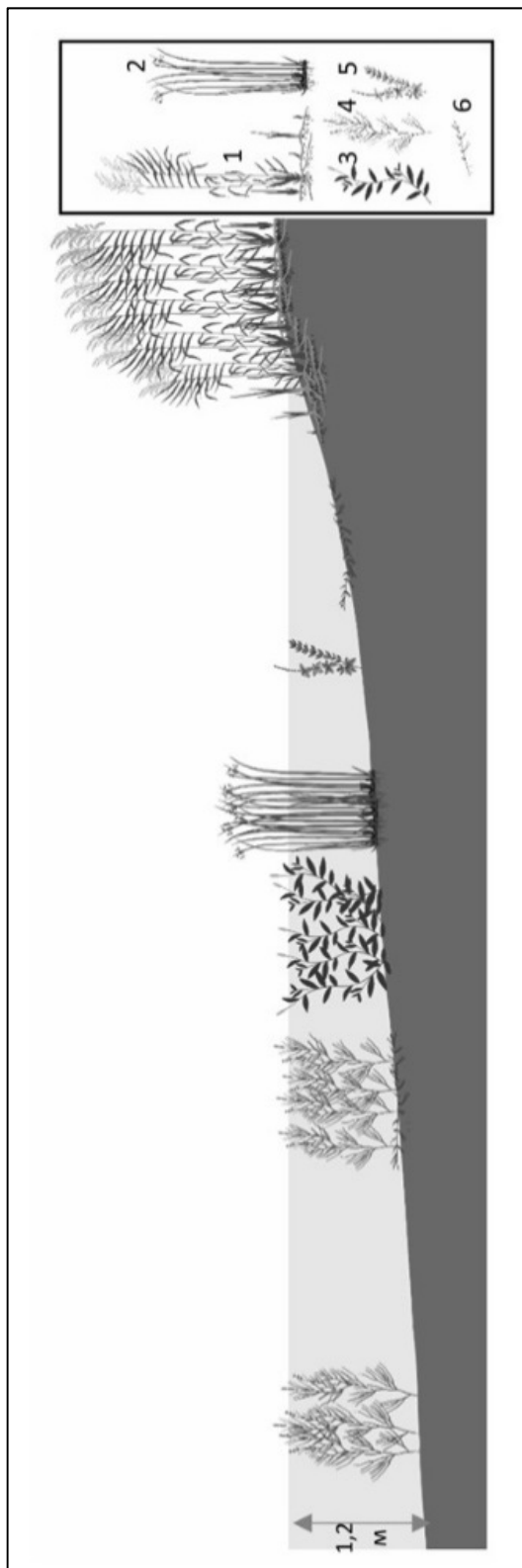


Рис. 9. Обобщенный ботанический профиль произрастания макрофитов Калининградского залива:

1 — тростник южный (*Phragmites australis*); 2 — камыш озерный (*Scheuchzeria palustris*); 3 — рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus*);

4 — рдест гребенчатый (шпукенчатая, *Stuckenia pectinata*); 5 — уруть колосистая (*Myriophyllum spicatum*);

6 — занникелия болотная (*Zannichellia palustris*)



Впервые зарегистрированы новые для флоры залива макрофиты: *Ruppia maritima*, *Syncoryne reinkei*, *Vaucheria bursata*, *V. compacta*.

В российской части Калининградского / Вислинского залива преобладают слабосоленовато-пресноводные виды и эвригалобы, что характерно для солоноватоводного водоема.

Встречаются часто и имеют наибольшее проективное покрытие и фитомассу толерантные и пластичные виды: *Stuckenia pectinaria*, *Potamogeton perfoliatus*, *Zannichellia palustris*, *Ulva intestinalis*, *Ulva prolifera*, *Cladophora glomerata*.

Растительные сообщества представлены небольшим числом видов (1–4, максимум 6). Преобладающие виды характеризуют Калининградский залив как β-мезосапробный водоем, что согласуется с высоким уровнем биогенов в лагуне и умеренным, но постоянным притоком биогенных веществ.

Исследуемая флора высших растений представлена двумя экологическими типами: гидрофиты (83,3 %) и гелофиты (16,6 %). Преобладают погруженные, укореняющиеся гидрофиты (*P. crispus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *S. pectinata*, *M. spicatum*, *B. trichophyllum*).

Замечено закономерное увеличение проективного покрытия растениями в участках с большим среднемноголетним содержанием фосфатов и меньшей соленостью вод.

Среднее проективное покрытие макрофитов по районам распределяется следующим образом: восточный район (44 %) > Приморская бухта (25 %) > прибалтийский район (23 %) > центральный район (22,5 %).

Максимальные значения фитомассы наблюдались у *S. pectinata*, *M. spicatum* и *P. perfoliatus*, минимальные – у *R. maritima*.

Более 90 % фитомассы в пробах в 2021 г. приходилось на кладофоровые и ульвовые водоросли, характерные для водоемов с β-мезосапробным и полисапробным статусом, что согласуется с эвтрофным характером водоема.

Сообщества макроводорослей в центральном районе имеют самое неравномерное распределение с доминированием *C. glomerata* и *U. intestinalis*.

По сравнению с данными предыдущих исследований [15; 19] состав доминантов сообществ как гелофитов, так и гидрофитов сохранился.

Сбор материала и анализ многолетних результатов выполнены по госзаданию ИО РАН № FMWE-2021-0012, полевые работы в 2021 г. выполнены студентами Высшей школы живых систем БФУ им. И. Канта в рамках инициативной темы научных исследований биоразнообразия Калининградской области.

Список литературы

1. Географический атлас Калининградской области / гл. ред. В.В. Орленок. Калининград, 2002.

2. Chubarenko B., D. Domnin, Navrotskaya S. et al. Transboundary Lagoons of the Baltic Sea // The Diversity of Russian Estuaries and Lagoons Exposed to Human Influence. Springer, 2017. P. 149–189. doi: 10.1007/978-3-319-43392-9_6.



3. Беренбейм Д. Я. Гидрометеорологическое описание Вислинского залива // Экологические рыбохозяйственные исследования в Вислинском заливе Балтийского моря : сб. науч. тр. Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Калининград, 1992. С. 5–14.

4. Лазаренко Н. Н., Маевский А. В. Гидрометеорологический режим Вислинского залива. Л., 1971.

5. Сташко А. В., Касьян А. В., Шендерюк В. В. Особенности пространственного распределения и сезонной динамики гидрохимических показателей в Вислинском заливе Балтийского моря в 2018–2020 годах // Труды АтлантНИРО. 2021. Т. 5, №1 (11). С. 17–27.

6. Александров С. В., Вахрушева С. А., Мальфанов И. Л., Тренина Н. Е. Пространственные изменения гидрохимических показателей и солености воды в Вислинском заливе в 2010–2013 годах // Труды АтлантНИРО. Новая серия. 2017. Т. 1, №3. С. 5–21.

7. Дмитриева О. А. Исследование количественных показателей фитопланктона в различных районах Балтийского моря : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 2017.

8. Александров С. В. Пространственные изменения гидрохимических показателей в Вислинском заливе в 2014–2016 годах // Труды АтлантНИРО. 2018. Т. 2, №1 (5). С. 5–21.

9. Папченко В. Г. Различные подходы к классификации растений водоемов и водотоков // Гидробиотаника 2005 : матер. VI Всерос. школы-конф. по водным макрофитам. Рыбинск, 2006. С. 16–24.

10. Распопов И. М. Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР. Л., 1985.

11. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л., 1981.

12. World Register of Marine Species: WoRMS. URL: www.marinespecies.org (дата обращения: 23.12.2022).

13. Integrated Taxonomic Information System: ITIS. URL: <https://itis.gov/> (дата обращения: 12.09.2022).

14. Gerb M. A., Volodina A. A. Rare and protected macrophytes and semiaquatic plants of flora of the Kaliningrad region // Gritsenko V. A., Sivkov V. V., Yurov A. V., Kostianoy A. G. (eds.). Terrestrial and Inland Water Environment of the Kaliningrad Region. Springer, 2017. (The Handbook of Environmental Chemistry ; Vol. 65). P. 513–526. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-31106-1_106.

15. Ковалева О. Н. Предварительные данные о видовом составе и экологии водной и прибрежно-водной растительности Вислинского залива в пределах территории Калининградской области // Гидробиотаника 2005 : матер. VI Всерос. школы-конф. по водным макрофитам. Рыбинск, 2006. С. 283–284.

16. Flora von Ost- und Westpreussen / J. Abromeit, W. Neuhoﬀ, H. Steffen [et al.]. Bd. 1–3. Berlin, 1889–1940.

17. Kornijów R. Vistula Lagoon from the perspective of alternative stable states concept, with implications for management issues // Oceanologia. Vol. 60, №3. 2018. P. 390–404. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2018.02.004>.

18. Gałka A., Szmeja J. Distribution, abundance and environmental conditions of the clonal aquatic fern *Salvinia natans* (L.) All. in the Vistula delta (Baltic Sea Region) // Biodiversity. Research and Conservation. 2012. №28. P. 45–53.

19. Герб М. А., Володина А. А. Макрофиты Юго-Восточной части Балтийского моря и его лагун // Морские исследования и образование (MARESEDU-2020) : труды IX междунар. науч.-практ. конф. М., 2020. С. 139–142.



Об авторах

Александра Анатольевна Володина — канд. биол. наук, науч. сотр., Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН; доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.

E-mail: volodina.alexandra@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1948-6931

Марика Армановна Герб — науч. сотр., Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия.

E-mail: marger75@mail.ru

Александра Юрьевна Зверева — студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.

E-mail: zvereva.sashok@gmail.com

Анастасия Александровна Горлач — студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.

E-mail: nastya.gorlach.00@gmail.com

A. A. Volodina, M. A. Gerb, A. Yu. Zvereva, A. A. Gorlach

MACROPHYTES OF THE RUSSIAN PART OF THE KALININGRAD BAY / VISTULA LAGOON (BALTIC SEA BASIN)

¹ Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

² Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academia of Sciences, Moscow, Russia

Received 15 October 2022

Accepted 18 November 2022

doi: 10.5922/gikbfu-2022-4-6

To cite this article: Volodina A. A., Gerb M. A., Zvereva A. Yu., Gorlach A. A., 2022. Macrophytes of the Russian part of the Kaliningrad Bay / Vistula Lagoon (Baltic Sea basin), *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №4. P. 64–80. doi: 10.5922/gikbfu-2022-4-6.

The authors study the modern composition of the macrophyte flora of the Kaliningrad Bay (The Russian part of the Vistula Lagoon), which includes 116 species: 96 species of vascular plants and 20 species of macroalgae. Only 39 species of macrophytes were found in 2021, i. e., 19 species of higher plants and 20 species of macroalgae. Depending on the abiotic factors in the four hydrological regions of the lagoon, the floristic diversity and distribution of macrophytes has its own characteristics. The maximum species diversity (29 species), as well as the biomass of macrophytes, are characteristic of the eastern region, characterized by minimal salinity values and a high level of nutrients.

Keywords: macrophytes, aquatic flora, Vistula Lagoon, Kaliningrad Bay, Kaliningrad region



The authors

Dr Alexandra A. Volodina, researcher, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow; Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: volodina.alexandra@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1948-6931>

Marika A. Gerb, researcher, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

E-mail: marger75@mail.ru

Alexandra Yu. Zvereva, Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: zvereva.sashok@gmail.com

Anastasia A. Gorlach, Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: nastya.gorlach.00@gmail.com