

ISSN 2410-8677

ФГБУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК "КУРШСКАЯ КОСА"»

ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОХРАНЫ
ПРИРОДНОГО И КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА
«КУРШСКАЯ КОСА»

Сборник научных статей

Выпуск 19

Полиграфический центр
Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта
2024

УДК 502.4(407.26)
ББК 28.088л64(2Рос-4К2г)
П78

Редколлегия

А. А. Калина, директор

Ю. А. Майорова, заместитель директора по научной деятельности

И. П. Жуковская, старший научный сотрудник

П78 **Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» :** сборник научных статей. Вып. 19 / сост. И. П. Жуковская. — Калининград : Полиграфический центр БФУ им. И. Канта, 2024. — 246 с.

В сборнике представлены статьи, подготовленные по материалам исследований, проведенных на территории национального парка «Куршская коса» и на прилегающих акваториях в период с 2021 по 2024 г.

Адресован специалистам в области изучения и сохранения природного и культурного наследия ООПТ.

УДК 502.4(407.26)
ББК 28.088л64(2Рос-4К2г)

© ФГБУ «Национальный парк
"Куршская коса"», 2024

ISSN 2410-8677

PROCEEDINGS OF THE FSBI «NATIONAL PARK "KURSHSKAYA KOSA"»

PROBLEMS OF RESEARCH AND CONSERVATION
NATURAL AND CULTURAL HERITAGE
OF KURSHSKAYA KOSA NATIONAL PARK

Collection of scientific articles

Issue 19

Printing Centre
of the Immanuel Kant Baltic Federal University
2024

UDK 502.4(407.26)
BBK 28.088л64(2Рoc-4К2г)

Editorial board

A. Kalina, Director
Ju. Maiorova, Deputy Director for Science
I. Zhukovskaya, The Senior Research Scientist

Problems of research and conservation natural and cultural heritage of Kurshskaya kosa National Park : Collection of scientific articles. Iss. 19 / Compiler I. Zhukovskaya. IK BFU Printing Centre, Kaliningrad, RF, 2024. 246 p.

The collection contains articles based on the relevant data of recent research conducted on the territory of Kurshskaya kosa National Park and adjacent waters 2021—2024.

The collection is addressed to experts in the field of research and preservation of the natural and cultural heritage of protected areas.

UDK 502.4(407.26)
BBK 28.088л64(2Рoc-4К2г)

© FSBI «National Park
"Kurshskaya kosa"», 2024

Научно-исследовательская деятельность на особо охраняемых природных территориях направлена на изучение состояния природных комплексов и динамики природных процессов, разработку научных основ охраны природы, сохранение природных и историко-культурных комплексов и объектов в условиях развития рекреационного потенциала.

В сборнике представлены статьи, подготовленные по материалам научных исследований состояния природных комплексов и объектов Куршской косы и прилегающих к ней акваторий Балтийского моря и Куршского залива, проведенных сотрудниками национального парка «Куршская коса», а также научно-исследовательскими учреждениями и высшими учебными заведениями, в числе которых специалисты БФУ им. И. Канта, АО ИО РАН, АтлантНИРО и КГТУ.

Также публикуются статьи по материалам докладов конференции «Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса», Международного форума «Морское наследие Балтики: будущее и риски», прошедшей в Калининграде 14 декабря 2023 года.

*Научный отдел
национального парка «Куршская коса»*

Раздел 1

ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

УДК 581.527.7:582.765.2

И. Ю. Губарева

ФГБУ «Национальный парк "Куршская коса"»
Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Исследование древесных интродуцентов флоры национального парка «Куршская коса» на примере *Cotinus coggygia* Scop. (Скумпия кожевенная)

Для российской части Куршской косы (Калининградская область) приводятся материалы многолетних исследований древесного интродуцента скумпии кожевенной (*Cotinus coggygia* Scop.), в том числе: распространение, морфологические особенности и наличие декоративных форм, результаты фенологических наблюдений, степень инвазивности вида.

For the Russian part of the Curonian Spit (Kaliningrad region), materials from many years of research on the woody introduced species, *Cotinus coggygia* Scop., are presented. Including: distribution, morphological features and presence of decorative forms, results of phenological observations, degree of invasiveness of the species.

Ключевые слова: *Cotinus coggygia* Scop., скумпия кожевенная, Куршская коса, национальный парк, распространение, морфологические особенности, фенология, интродуценты, адвентивные виды.

© Губарева И. Ю., 2024

Key words: *Cotinus coggygia* Scop., Curonian Spit, national park, spreading, morphological features, phenology, introduced species, adventive species.

Одним из объектов многолетних исследований интродуцентов Куршской косы послужил декоративный кустарник *Cotinus coggygia* Scop. (Скумпия кожевенная) из семейства *Anacardiaceae* R. Br. (Анакардиевые), имеющий ареал в Евразии (Южная Европа, Кавказ, Малая Азия, Иран, Индия, Южный Китай) [8], который попал на территорию национального парка в результате хозяйственной деятельности человека, в том числе как декоративное и закрепляющее пески растение.

Скумпия кожевенная была интродуцирована на косу в конце 70-х — начале 80-х годов прошлого столетия. Общий массив посадок в настоящее время локализован вдоль основной трассы, на протяжении участка 13—17 лесных кварталов участкового лесничества «Зеленоградское» (21—23 км) и граничит с посадками сосновых лесов (рис. 1)*.

Основные причины для использования этого кустарника в насаждениях национального парка: способность к росту на открытых солнечных участках песчаных сообществ, относительная морозостойкость, декоративность в период плодоношения и осеннего изменения окраски листвы. С течением времени выяснилось, что скумпия хорошо адаптировалась на новом месте. Более того, в местах посадок кустарник разросся, увеличив свои площади, но далеко за пределы первоначальных мест высадки не распространился. Большое количество ежегодно вызревающего семенного материала вызывало опасение за возможность активного внедрения этого вида в естественные сообщества косы. Дискуссии о целесообразности применения интродуцентов в закреплении песков национального парка вызывают постоянную неоднозначную реакцию среди специалистов. Возникла необходимость исследований

* Здесь и далее иллюстрации см. на с. 14—15.

по выявлению угрозы инвазии заносного растения и его негативного влияния на местную флору. Для этого важно было подробное изучение биологических свойств и экологических особенностей, анализ состояния адаптации вида спустя более чем пятидесятилетний период после интродукции.

В ходе работ были поставлены следующие задачи:

1) с использованием литературных данных, материалов полевых исследований выявить биотопическую приуроченность, характер встречаемости, распространение вида;

2) установить особенности биологии и экологии, степень адаптации в естественных биотопах национального парка «Куршская коса», а также возможные пути миграции *C. Coggygria* по его территории (в том числе угроза инвазии);

3) провести фенологические наблюдения [9] за видом с целью фиксации начального и конечного срока вегетации, цветения и периода семеношения в условиях Куршской косы, чтобы иметь представление о степени адаптации растения к новым условиям произрастания и выявить его декоративные качества в течение года.

C. coggygria представляет собой листопадный интенсивно ветвящийся кустарник (1,2—1,5 м) или небольшое деревце до 2—3 (3,5) м высотой с диаметром стволика в самом широком месте около 2,5—3 см. Крона густая, округло-шаровидная. Побеги серовато-бурые, красновато-бурые, на молодых, прошлогодних участках прироста — зеленовато-серые, голые или слегка опушенные с небольшими чечевичками. Почки округлые или ширококонические до 2—4 мм длиной, красно-бурые с реснитчатым краем [1; 4; 7].

Листья простые, цельнокрайние, (2) 7—10 см длиной, от эллиптических до обратнойцевидных с 6—11 парами жилок, светло-зеленого или насыщенно-зеленого (в тени) цвета на верхней поверхности и слегка белесые снизу. Обладают приятным ароматом при растирании. Молодые листья в начале развития пурпурно-красные, со светло-зелеными жилками. Черешки самых первых листьев — короткие (до 1 см длиной),

у развивающихся во вторую и последующие очередь — 3,5—5 см (рис. 2). В осенний период они приобретают разные оттенки оливково-зеленого, желтого, оранжевого и красного цвета (изредка пурпурного) (рис. 6). Было замечено, что степень интенсивности ярко-красной окраски листьев отличается по годам и зависит от продолжительности высоких температур и влажности в летний период, а также степени перепада суточных температур осенью. В последнем случае резкие колебания этих параметров вызывают образование более яркой и насыщенно-красной палитры кроны [4].

Цветки мелкие, обоеполые и тычиночные, невзрачные желтовато-зеленые, собранные в конечные рыхлые метельчатые соцветия [1; 7; 8]. В условиях косы соцветия достигают 17—30 см длиной (рис. 3). Запах в период цветения средней интенсивности, тяжелый, с примесью медового аромата. Лепестков — пять, тычинок — пять (короче лепестков). Чашелистики цельные, короче лепестков, также в числе пяти. При цветении цветоножки той же длины, что и цветки, но при плодах значительно разрастаются. При цветах они составляют от 0,3 до 0,5 см, а при плодах — до 1,5—2,5 см. Было отмечено, что на пике цветения кустарники также изменяют колорит общей окраски, преобразуясь в желто-зеленую рыхло-дисперсную массу.

Плод — косо-обратнояцевидная, мелкая костянка 3—5 (7) мм длиной и 1,5—2 мм шириной, с высохшим околоцветником на длинных волосистых плодоножках (рис. 4, 5). Созревшие плоды коричневатого или черноватого цвета с выступающей сетью продольных жилок [1; 7].

При оценке декоративности [4] было отмечено, что скумпия представляет эстетический интерес в период осенней окраски листвы и плодоношения, когда разрастающиеся плодоножки опушены многочисленными серовато-зелеными или красновато-фиолетовыми волосками. «Облако» таких соплодий создает иллюзию высокоуложенных, взбитых париков, отчего она получила одно из своих народных названий «париковое дерево».

Начало вегетации растения в естественных фитоценозах Куршской косы — вторая (в более прохладные годы — третья) декада апреля, массовое цветение — в первой декаде или в середине июня. Плодоношение наблюдается в июле — августе, а развитие семян продолжается до сентября включительно. В некоторые, менее ветреные осенние периоды семена могут держаться на растениях до ноября [4].

В ходе наблюдений выяснилось, что посадки скумпии на косе неоднородны. Они отличаются как по срокам цветения и плодоношения, так и по окраске плодоножек и их опушению (рис. 4). Часто в одном массиве и при сходных внешних условиях можно одновременно видеть кустарники на начальной стадии цветения и с уже сформировавшимися плодами. При этом визуально возраст растений одинаковый. Это дает повод считать, что имеются формы с особенностями разного периода развития генеративной сферы (раннецветущие и позднецветущие). Кроме того, четко прослеживаются экземпляры с пурпурно-красными и зеленовато-желтыми плодоножками и таким же опушением, что тоже можно выделить как особые декоративные формы.

Исследования показали, что один цветонос кустарника при благоприятных условиях на Куршской косе в среднем содержит от 300 до 750 цветков. При этом после цветения на одном соцветии формируется (50) 70—110 полноценных зрелых плодов. В аномально теплые годы наблюдается повторное цветение (август), однако плоды не завязываются, а невызревшие побеги в зимний период обмерзают. Что касается семенного размножения *S. cogygia*, то проверка всхожести материала, собранного на косе без специальной лабораторной скарификации, не дала положительных результатов. В близлежащих от мест посадок скумпии лесных массивах и на лесных полянах самосев обнаружен не был, т.е. за почти полвека растение с помощью семян не распространилось по территории национального парка. Закладка посевных площадок свежесобранными семенами в местах культивирования вида также не дала

положительных результатов: ни в 2021 г., ни 2022-м проростки не удалось обнаружить. Однако непосредственно у основания кустарника были найдены молодые экземпляры, происхождение которых не связано с корневой порослью. Можно предположить, что все-таки некоторое количество семян под укрытием материнского растения в отдельные годы способно прорасти и возобновляться самосевом.

Кроме формирования семян скумпия дает и обильную корневую поросль. Ее фенологический ритм отличается от материнской особи (в том числе процесс начала вегетации). Это объясняется малыми размерами побегов, которые, находясь под верхним укрытием взрослого растения и интенсивно прогреваемых кварцевых песков, а также асфальтового покрытия дороги, начинают более раннее развитие, чем взрослые высокие особи. При этом разница феноритма составляет около 10—15 дней.

В ходе многолетних наблюдений было установлено, что скумпия хорошо возобновляется вегетативным способом при помощи корневой поросли. Обычно это происходит при отделении таких фрагментов от материнского растения во время снегоочистки обочины шоссе или работах по ремонту дорожного покрытия с применением техники, перемещающей часть грунта вместе с корневой порослью.

Что касается возможной инвазии [2; 3] вида в естественные фитоценозы Куршской косы, то согласно системе, предложенной I. Kornas [11], его можно охарактеризовать следующим образом: по времени заноса — *неофит*; по способу иммиграции — *эргазиофит* (преднамеренно занесенные или интродуцированные растения, но более или менее одичавшие); по степени натурализации — *колонофит* (адвентивные виды, формирующие в местах заноса длительно существующие популяции и не распространяющиеся далеко за пределы освоенных участков (обычно способные только к вегетативному размножению)).

Анализ появления скумпии кожевенной на территориях, соответствующих в настоящее время современным границам Калининградской области, показал, что она отмечалась здесь с конца XIX века [5; 10]. Места культивирования в этот период — парки, скверы и придомовые территории. В послевоенный период широкого распространения вид не имел, не была замечена его миграция в естественные фитоценозы. Скумпия в основном сохранялась в местах первоначальных посадок [2; 5; 7; 10].

Обследования территорий поселков Куршской косы показали, что скумпия кожевенная используется в декоративных посадках как элемент дендрологических композиций наряду с другими кустарниками-интродуцентами. В последние годы самые популярные — пурпуристые сорта, в том числе '*Royal Purple*' [1].

Заключение

Биотопически *Cotinus coggygia* на Куршской косе приурочена к опушкам сосняков (сосна обыкновенная) и изначально является элементом придорожных декоративных посадок 70—80-х гг. прошлого столетия.

Согласно фенологическим наблюдениям (2014—2023) установлено, что на Куршской косе данный кустарник относится к одним из поздних по срокам начала вегетации интродуцентов наряду с *Robinia pseudoacacia* L. Рост и распускание почек у скумпии соответствует последней декаде апреля. Затем следует достаточно быстрое развитие вегетативной и генеративной сферы. Пик цветения приходится на первую и вторую декаду июня. В августе может наблюдаться повторное цветение и даже развитие нового прироста. В этом случае молодые побеги не успевают вызреть, а цветение не дает полноценных плодов, но декоративность за счет повторного развития цветоножек кустарника продлевается вплоть до октября — ноября.

Кроме того, в осенний период появляется интенсивная красная, оранжевая и пурпурная окраска листвы, что создает неповторимый цветовой эффект ландшафта и привлекает внимание посетителей национального парка (рис. 6).

Исследования по выявлению путей миграции скумпии кожаной за пределы первоначальных мест посадки не выявили инвазии. Единичные экземпляры наблюдались на расстоянии нескольких метров от материнских растений и были идентифицированы как проросшие фрагменты корневой поросли после механических повреждений материнских кустов при хозяйственных работах в придорожной зоне. Большинство семенного материала *C. cogygia* при созревании осыпается прямо под материнский куст, где изредка появляются невысокие проростки. Тем не менее кустарник в основном разрастается в ширину за счет образования корневой поросли.

Таким образом, предварительно оценивая степень угрозы инвазии скумпии кожаной в будущем и ее негативное влияние на естественную флору НП «Куршская коса», делаем вывод об отсутствии этой угрозы. Растения не мигрируют за пределы первоначальных мест высадки, а разрастание за счет приствольного самосева и корневой поросли незначительны.

Оценка максимального пика декоративности этого интродуцента приходится не на период цветения, а на плодоношение (третья декада июня — июль) и время осенней окраски листвы (вторая декада сентября — октябрь) и проявляется не ежегодно. Продолжительность безлистного состояния растения: с ноября текущего года (или последней декады октября) почти по май следующего. Однако по оценке декоративности кустарников-интродуцентов косы скумпия имеет один из высоких баллов — 32 [4].

C. cogygia в пределах своего естественного ареала — признанное лекарственное и красильное растение [1; 6; 8]. В Калининградской области и в НП «Куршская коса» оно используется только как декоративное и закрепляющее пески.



Рис. 1. Скумпия кожевенная в придорожных посадках на Куршской косе



Рис. 2. Листья скумпии кожевенной



Рис. 3. Соцветие скумпии кожевенной



Рис. 4. Соцветия с разной окраской разросшихся плодоножек скумпии кожвенной



Рис. 5. Сформировавшиеся плоды скумпии кожвенной



Рис. 6. Осенняя окраска листьев скумпии в придорожных посадках

Список литературы

1. Аксенов Е. С., Аксенова Н. А. Скумпия // Декоративные растения. М. : АБФ, 1997. Т. 1. С. 423—424 (Энциклопедия природы России).
2. Белова О. В., Губарева И. Ю. Основные пути миграции адвентивных видов растений на территорию национального парка «Куршская коса» // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2006. Вып. 4. С. 47—52.
3. Губарева И. Ю., Белова О. В., Калашиникова О. В. Адвентивная флора Куршской косы. Предварительный анализ // Там же. 2005. Вып. 3. С. 59—63.
4. Губарева И. Ю., Миронов Б. К., Царенко Н. Е. Декоративные кустарники в естественных ландшафтах национального парка «Куршская коса» // Охрана природной среды и эколого-биологическое образование : сборник материалов международной научно-практической конференции, г. Елабуга, 25—26 ноября 2015 года / под ред. В. В. Леонтьева. Елабуга : Издатель Леонтьев В. В., 2015. С. 101—107.
5. Конспект дендрофлоры Калининградской области / сост. М. А. Бице, Д. А. Кнапе, Г. Г. Кученева [и др.]; отв. ред. Р. Е. Циновскис. Рига : Зинатне, 1983. С. 70.
6. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование: Семейство *Rutaceae* — *Elagnaceae*. Л. : Наука, 1988.
7. Сааков С. Г. Декоративные деревья, кустарники и травянистые растения Калининградской области // Геоботаника. М. ; Л., 1956. Т. 10. С. 206—224.
8. Цвелев Н. Н. Род Скумпия — *Cotinus* Mill. // Флора Восточной Европы. СПб. : Мир и семья-95, 1996. Т. 9. С. 328.
9. Шульц Г. Э. Общая фенология. Л. : Наука, 1981. С. 186.
10. *Abromeit J., Jentzsch A., Vogel G.* Flora von Ost- und Westpreussen. Bd. 1. Berlin. 1889. P. 163.
11. *Kornas I.* Geograficzna-hystopyczna Kllasyfikacja Roslin synantropijnych // Materiały zakładu Fitosocjologii stosowanej u. w. v., Biato-wiesia. Warszawa, 1968. № 25.

УДК 582.998.2 (470.26)

И. Ю. Губарева

ФГБУ «Национальный парк "Куршская коса"»
Балтийский федеральный университет им. И. Канта

**Видовое разнообразие рода *Artemisia* L. (Полынь)
национального парка «Куршская коса»**

Для российской части Куршской косы (Калининградская область) впервые составлен конспект рода *Artemisia* L. Род представлен шестью видами. Из них три вида встречаются исключительно в культуре (*Artemisia abrotanum* L.; *A. dracunculus* L.; *A. pontica* L.). Три вида обитают в естественных фитоценозах Куршской косы и являются достаточно распространенными (*A. absinthium* L.; *A. campestris* L.; *A. vulgaris* L.). У *A. campestris* выявлено несколько таких разновидностей и форм, как: subsp. *sericea* (Fries) Lemke et Rothm.; fr. *Stramentici*. G. Beck; fr. *purpurascens* G. Beck; fr. *oligocephala*; fr. *polycephala*.

For the Russian part of the Curonian Spit (Kaliningrad region of Russia), a synopsis of the genus *Artemisia* L. were compiled for the first time. The genus is represented by six species. Of these, three species are found exclusively in culture (*Artemisia abrotanum* L.; *A. dracunculus* L.; *A. pontica* L.). Three species inhabit the natural phytocenoses of the Curonian Spit and are quite common (*A. absinthium* L.; *A. campestris* L.; *A. vulgaris* L.). Several varieties and forms have been identified in *A. campestris*, such as: subsp. *sericea* (Fries) Lemke et Rothm.; fr. *stramentici*. G. Beck; fr. *purpurascens* G. Beck; fr. *oligocephala*; fr. *polycephala*.

Ключевые слова: род *Artemisia* L., Куршская коса, конспект, места обитания, встречаемость, интродуценты.

Key words: genus *Artemisia* L., Curonian Spit, synopsis, habitats of species, habitatus, introduced species.

Флористические исследования, проводимые в национальном парке «Куршская коса» в течение последних десятилетий, позволили собрать материалы по видовому разнообразию флоры как растительных сообществ, так и отдельных таксономических групп. По итогам выявления видового состава и разнообразия природных форм рода *Artemisia* L. (Полынь) составлен конспект, в котором охарактеризованы дикорастущие и культивируемые растения российской части Куршской косы. Структура конспекта и основные литературные источники соответствуют изданным ранее статьям по видовому разнообразию флоры национального парка.

Пространственное распространение каждого вида по территории Куршской косы указано по материалам многолетних собственных полевых исследований автора и анализу литературного обзора [2; 4; 5]. Сверка латинских названий видов проводилась с учетом таксономической обработки, приведенной у немецких исследователей в довоенный период [4], и изложена в соответствии с современными принятыми взглядами на объем того или иного таксона [1; 3].

Виды в конспекте расположены в алфавитном порядке. Нумерация указана только для дикорастущих. Культивируемые растения (интродуценты) отмечены знаком ▼.

Принятая структура обозначений, в том числе сроки цветения (месяцы указаны римскими цифрами), характер и частота встречаемости и др. аналогична ранее использованной в сборниках научных трудов НП «Куршская коса» (2008—2023).

Сокращения и обозначения:

| | |
|-------------------------------------|---------------------|
| аз. — азиатский | луг. — луговой |
| ам. — американский | опуш. — опушечный |
| афр. — африканский | пищ. — пищевой |
| в. — восток, восточный | пос. — поселок |
| декор. — декоративный | псам. — псаммофит |
| евр. — европейский | прибр. — прибрежный |
| з. — запад, западный | с. — северный |
| интр. — интродуцент | умер. — умеренный |
| культ. — культивируемый, в культуре | ю. — юг, южный |
| лек. — лекарственный | |

**Конспект рода *Artemisia* L. — Полынь
национального парка «Куршская коса»**

▼ *Artemisia abrotanum* L. — Полынь лечебная (Божье дерево) (рис. 1)*.

Фанерофит (полукустарник). VII—VIII. Очень редко. Вид известен только в культуре. Изредка встречается на приусадебных участках, например, пос. Лесной и Рыбачий. — Интр.; евр.-з.аз., умер. — Лек., декор.

1. *A. absinthium* L. — П. горькая (рис. 2).

Хамефит, полукустарничек. VII—(VIII) IX. Рассеянно. На лугах по обочинам дорог, опушкам, на квартальных просеках в сосняках, по берегам залива, на пустырях. — Сорн.-опуш.-луг.; евр.-з.аз., умер. — Лек., декор.

2. *A. campestris* L. — П. полевая (рис. 3).

Хамефит, полукустарничек. VIII—X. Обычно. Наиболее крупные ценопопуляции наблюдаются на дюнах, по опушкам и на полянах в сосняках, а также вдоль дорог, на суходольных лугах и пустырях. — Сорн.-опуш.-луг. псам.; евр., умер. — Декор.

На Куршской и Балтийской косах в начале прошлого века выделяли несколько разновидностей и форм полыни полевой, отличающихся степенью опушения соцветий и листьев, цветом побегов, а также цветом и формой расположения цветочных корзинок [4]. В настоящее время в национальном парке отмечаются все эти разновидности и формы, в том числе:

subsp. *sericea* (Fries) Lemke et Rothm. (разновидность с опушенными брактями, кончиками листьев и стеблей). Встречается на авандюне, белых дюнах со стороны залива и по опушкам сосняков;

* Здесь и далее иллюстрации см. на с. 22—23.

fr. *stramentici*. G. Beck (имеет почти голый, желтовато-зеленые побеги и соцветия). Чаще всего можно обнаружить на дюнах побережья моря, реже — на тропинках и полянах, вдоль лесных просек и на сорных местах;

fr. *purpurascens* G. Beck (форма с красновато-пурпурными стеблями). На белых и серых дюнах, по опушкам и полянам в сосняках (рис. 4);

fr. *oligocephala* (с изолированными головками (соцветиями), расположенными в кистевидных метелках на особых стеблях). На квартальных просеках и по сорным местам в поселках;

fr. *polycephala* (многоголовая форма с многочисленными, очень плотно расположенными головками (соцветиями)). На дюнных песках со стороны залива и моря, опушках и по обочинам дорог.

▼ *A. dracunculus* L. — **П. эстрагон**, тархун (рис. 6).

Гемикриптофит. VIII—X. Редко. Известен только в культуре. Культивируется на территории поселков как пряно-пищевое растение. — Интр.; ср., ю. и в.евр.-аз. — с.ам., умер. — Пищ., лек.

▼ *A. pontica* L. — **П. понтийская** (рис. 7).

Гемикриптофит. VII—VIII. Очень редко. Известен только в культуре. Как декоративное растение был найден лишь однажды в озеленении пос. Лесной. — Интр.; афр., ю. и в.евр.-аз.-с.ам., умер. — Декор.

3. *A. vulgaris* L. — **П. обыкновенная** (чернобыльник) (рис. 8).

Гемикриптофит. VIII—X. Обычно. По окраинам дорог и канавам, по опушкам и полянам, на берегах водоемов, на пустырях. — Сорн.-прибр. — опуш.; евраз.-с.афр., умер. — Лек.

Анализ многолетних исследований рода *Artemisia* L. национального парка «Куршская коса» показал, что он представлен тремя дикорастущими и тремя культивируемыми видами. Широко распространенным считаются два вида: *A. vulgaris* и *A. campestris*. Последний представлен несколькими формами

и разнообразию, отмечаемыми еще в начале прошлого века. Этот вид является типичным представителем дюнных экосистем косы и может обитать даже на нестабильных, развеваемых песках. В ходе многолетних наблюдений на полыни полевой были выявлены консорты, среди которых так называемые «попынные комарики» (*Rhopalomyia artemisiae*), формирующие галлы шаровидной формы (рис. 5). Развивающиеся там личинки и вылетевшие затем взрослые насекомые оставляют на растении пустые «домики», которые могут засыхать и сохраняться на побегах до следующего года.

A. vulgaris — отмечается как сорное растение, обитающее на трансформированных территориях (обочины дорог, края мелиоративных канав, пустыри и места свалки бытового и строительного мусора). *A. absinthium* — неприхотливое растение, предпочитающее открытые слабо задернованные пространства: мелкотравные суходольные луга и квартальные просеки, зарастающие газоны и окраины автостоянок. Хотя она официально считается лекарственным растением, заготовка лекарственного сырья на косе не ведется в том числе из-за очень малого объема ресурсного потенциала вида.

Культивируемые полыни на косе используются в основном как декоративные или пищевые, хотя все они — лекарственные растения. *A. abrotanum* и *A. pontica* выращиваются как часть декоративных композиций в цветниках, а *A. Dracunculus* — как пряно-пищевое растение для приготовления овощных консерваций. Это теплолюбивые виды. В суровые зимы, без достаточного снежного покрова *A. abrotanum* может подмерзать почти на 2/3 длины побегов, а *A. pontica* — почти до основания. Все культивируемые полыни размножаются в основном вегетативным способом. Инвазии их в естественные фитоценозы косы не наблюдается.

Таким образом, можно отметить, что небольшой по числу видов род *Artemisia* L. представлен на Куршской косе шестью видами.



Рис. 1. *Artemisia abrotanum* L. — Полынь лечебная



Рис. 2. *A. absinthium* L. — П. горькая



Рис. 3. *A. campestris* L. — П. полевая (общий вид растений на дюнах Куршской косы)



Рис. 4. *A. campestris* fr. *purpurascens* G. Beck — П. полевая форма `Пурпурная` (часть соцветий)



Рис. 5. Часть соцветия
Artemisia campestris с галлами
(*Rhopalomyia artemisiae*)



Рис. 6. *A. dracuncululus* L. —
П. эстрагон



Рис. 7. *A. pontica* L. —
П. понтийская



Рис. 8. *A. vulgaris* L. —
П. обыкновенная

Список литературы

1. *Леонова Т.Г.* Род Полынь — *Artemisia L.* // Флора европейской части СССР / под ред. Н.Н. Цвелева. СПб. : Наука, 1994. Т. 7. С. 150—174.
2. *Победимова Е.Г.* *Artemisia L.* // Состав флоры Калининградской области и ее распространение и хозяйственное значение / Тр. Бот. ин-та АН СССР. 1955. Сер. 3, вып. 10. С. 319.
3. *Цвелев Н.Н.* Род *Artemisia L.* — Полынь // Определитель сосудистых растений Северо-Западной России. СПб. : Изд-во СПХФА, 2000. С. 611—615.
4. *Abromeit J., Jentzsch A., Vogel G.* *Artemisia* Beifuss. // Flora von Ost- und Westpreussen. Berlin, 1903. Bd. 2. S. 355—403.
5. *Dolnik C.* Ein Beitrag zur Erfassung der botanischen Artenvielfalt unter besonderer Berücksichtigung der Flechten und Moose am Beispiel des Nationalparks Kurische Nehrung (Russland)/Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg (A.G. Floristik ... 1922). Herausgegeben von K. Dierßen. Heft 62. Kiel, 2003. S. 183.

Раздел 2

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

УДК 502.74 (595.7)

В. И. Алексеев

*Балтийский федеральный университет им. И. Канта
Калининградский областной музей янтаря*

Новые фаунистические находки Coleoptera и пляжевый сбор жуков на Куршской косе

По результатам сборов Coleoptera в 2021—2024 гг. для территории южной части полуострова Куршская коса приводятся новые фаунистические находки. Три вида (*Elaphropus quadrisignatus*, *Berosus signaticollis* и *Tychius trivialis*) указываются для Калининградской области впервые. Кратко описывается и обсуждается механизм образования ветровых агрегаций жуков на пляже и методика пляжевого сбора жуков. В материалах, полученных этим методом, представлены как виды, обитающие на пляже и в его непосредственной близости, так и виды из значительно удаленных от пляжа экосистем.

New and interesting local records of Coleoptera for the southern part of the Curonian Spit from materials collected during 2021—2024 are presented. Three species, *Elaphropus quadrisignatus*, *Berosus signaticollis*, and *Tychius trivialis*, are reported in the Kaliningard region for the first time. The formation process of wind-driven aggregations of beetles on the beach and

method of 'sandy beach collecting' are briefly described and discussed. The material obtained by this method represents both species from the beach and its immediate vicinity and species from ecosystems significantly distant from the beach.

Ключевые слова: Калининградская область, Куршская коса, жуки, фауна, новые находки, пляжевый сбор.

Key words: Kaliningrad region, the Curonian Spit, beetles, fauna, new records, beach collecting.

Введение

По ориентировочным оценкам [5], в Калининградской области обитает от 9 до 13 тыс. видов насекомых, из которых приблизительно 3 тыс. (т. е. 25—30%) — представители отряда жесткокрылые (Coleoptera). Фауна жуков Куршской косы по сравнению с другими территориями области в отношении этого самого разнообразного отряда царства животных задокументирована относительно неплохо. Так, опубликованы материалы эколого-фаунистических исследований разных биотопов косы [1; 2] и систематических групп жуков [13; 14], результаты шести лет лова жесткокрылых на свет в окрестностях стационара «Фрингилла» [6—9; 11; 12], а также наблюдения феномена массового скопления майских хрущей на морском побережье [10].

В 2014 г. предварительный базовый список жуков Куршской косы включал более 900 видов [3]. Список нуждается в серьезных дополнениях: ориентировочно фауна жуков южной части Куршской косы должна быть в 1,5 раза больше, т. е. вряд ли менее 1300 видов. Несмотря на ряд публикаций, посвященных жукам только национального парка, а также многочисленные опубликованные разрозненные указания находок с Куршской косы, следует признать, что изучение колеоптерофауны явно не завершено.

Цель нашего сообщения — иллюстрированная документация новой порции данных по фауне насекомых отряда жестко-

крылые (Coleoptera) территории Куршской косы, собранных на территории национального парка за три года относительно регулярных сборов. Находки сделаны преимущественно методом пляжевого сбора, специфичного способа лова жесткокрылых, особенно результативного для Куршской косы и кратко обсужденного в этой работе.

Материалы и методы

Сбор материалов, положенных в основу настоящего сообщения, осуществлялся в течение апреля — октября 2021—2023 гг. и в мае 2024 г. параллельно с мониторингом насекомых, занесенных в Красную книгу Калининградской области [4]. Основной массив фаунистических данных получен в пляжевых биотопах вдоль Балтийского моря и Куршского залива, на удалении не более 30 метров от уреза воды. Сбор имаго жесткокрылых велся вручную (метод пляжевого сбора описан и обсужден в разделе «Результаты и обсуждение») или с помощью кошения энтомологическим сачком на травянистой растительности в прибрежных лесных и дюнных экосистемах. В результате 18 пешеходных маршрутных выходов длительностью по 4—5 часов выявлено 30 видов жесткокрылых, представляющих интерес и ранее с южной части Куршской косы не указанных. В работе намеренно приведены только виды, относительно крупные и визуально легко распознаваемые, задокументированные публикуемой фотографией. Часть прочих вдольбереговых материалов с Куршской косы по морфологически трудно распознаваемым таксонам (в первую очередь, многочисленные Staphylinidae), требующим для определения тщательного морфологического сравнения внешне сходных видов и подчас препарирования гениталий, предполагается опубликовать позже.

Живые особи обнаруженных жуков были сфотографированы в природной обстановке с помощью фотоаппарата Olympus Tough TG-5 с кольцом макроподсветки Olympus LG-1.

Результаты и обсуждение

1. Новые находки жесткокрылых для южной части Куршской косы.

В ходе сборов на исследованной территории было отмечено 30 видов, дополняющих списки фауны Coleoptera южной части Куршской косы. Три вида собраны вне песчаного пляжа моря или залива, но в непосредственной близости от них (*Corticeus bicolor*, *Lilioceris merdigera*, *Otiorhynchus armadillo*), 27 видов присутствовало в пляжевых сборах. Из них на пляже Балтийского моря обнаружено 7 видов (*Chlaenius tristis*, *Agabus uliginosus*, *Berosus signaticollis*, *Dictyoptera aurora*, *Psylliodes chrysocephala*, *Lixus paraplecticus*, *Grypus brunnirostris*), вдоль Куршского залива — 18 видов, а 2 вида (*Dorcus parallelipedus*, *Chrysolina cerealis*) были собраны на обоих пляжах. Пляжный сбор вдоль залива выявил пять видов, живущих непосредственно на песке у Куршского залива (*Elaphropus quadrisignatus*, *Bembidion pallidipenne*, *Harpalus servus*, *Dermestes frischii*, *Anthicus ater*). Для 11 видов утверждается обитание недалеко от берега в травянистых или древесных сообществах: *Stenolophus teutonius*, *Tychus niger*, *Ampedus sanguinolentus*, *Anostirus castaneus*, *Grynocharis oblonga*, *Xestobium rufovillosum*, *Silvanoprus fagi*, *Chrysolina graminis*, *Cassida hemisphaerica*, *Poophagus sisymbrii*, *Tychius trivialis*. Для двух видов, собранных на берегу Куршского залива (*Georissus crenulatus* и *Hylobius transversovittatus*), биотопы обитания и места развития пока не ясны: вполне возможно, что эти виды также являются компонентами пляжного сообщества Куршского залива.

Собранные виды Coleoptera приводятся ниже в виде списка с комментариями.

Семейство Carabidae

1. *Chlaenius (Chlaeniellus) tristis* (Schaller, 1783) (рис. 1)*.

Место и дата сбора: 30-й км Куршской косы, берег Балтийского моря (пляж), 18.05.2023 (2 экз.).

* Здесь и далее иллюстрации см. на с. 44—48.

Распространение в области: до 1945 г. отмечался «по всему побережью от Schwarzort (Juodkrantė) до Zoppot (Sopot), местами нередко» [16]; в последующем, очевидно, сильно сократил распространение и численность. В Калининградской области зафиксирован только на Куршской косе.

Примечания. Гигрофильный вид-зоофаг, населяющий заболоченные берега пресных водоемов. Активно летает, на берег моря, по-видимому, попал из заболоченных лесных биотопов.

2. *Bembidion (Actedium) pallidipenne* (Illiger, 1802) (рис. 2).

Место и дата сбора: 2-й км ЮЗ пос. Морское, берег Куршского залива (пляж), 05.05.2022 (2 экз.); 3-й км ЮЗ пос. Морское, берег Куршского залива (пляж), 11.06.2022 (1 экз.); окр. пос. Морское, берег Куршского залива (пляж), 29.04.2023 (1 экз.); 4-й км С пос. Рыбачий, берег Куршского залива (пляж), 25.06.2023 (2 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Pillau (Балтийск), Rauschen (Светлогорск), Fischhausen (Приморск), Frische Nehrung (Вислинская коса) [16]; в настоящее время, кроме участка берега Куршского залива между пос. Морское и пос. Рыбачий Куршской косы, отмечен на морском побережье в окрестностях пос. Янтарный.

Примечания. Псаммофильный вид песчаных пляжей солоновато-водных водоемов. Член сообщества песчаного прибрежного пляжа.

3. *Elaphropus quadrisignatus* (Duftschmid, 1812) (рис. 3).

Место и дата сбора: 27-й км Куршской косы, берег Куршского залива (пляж), 08.05.2024 (1 экз.).

Распространение в области: нахождение вида в Восточной Пруссии до 1945 г. было под сомнением [16]; в 2024 г. вид дважды наблюдался на западном морском побережье Самбийского полуострова у пос. Синявино и пос. Мечниково.

Примечания. Песчаные берега Балтийского моря и заливов. Член сообщества песчаного прибрежного пляжа.

4. *Stenolophus teutonius* (Schrank, 1781) (рис. 4).

Место и дата сбора: 3-й км С пос. Рыбачий, берег Куршского залива (пляж), 11.06.2022 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан только для Rauschen (Светлогорск) [16]; в XXI веке был обнаружен в окрестностях пос. Донское, Балтийска и Калининграда.

Примечания. Вид встречается на берегах различных водоемов, но находка на берегу залива — скорее следствие случайного залета.

5. *Harpalus servus* (Duftschmid, 1812) (рис. 5).

Место и дата сбора: 3-й км ЮЗ пос. Рыбачий, берег Куршского залива (пляж), 18.05.2023 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Cranz (Зеленоградск), Palmnicken (Янтарный) и Königsberg (Калининград) [16]; в настоящее время встречался на морском побережье запада Самбийского полуострова.

Примечания. Ксерофильный вид открытых биотопов, на Куршской косе, очевидно, заселяет заросшие травянистой растительностью дюны вдоль Куршского залива.

Семейство Dytiscidae

6. *Agabus* (s.str.) *uliginosus* (Linnaeus, 1761) (рис. 6).

Место и дата сбора: 3-й км СВ Зеленоградска, берег Балтийского моря (пляж), 20.05.2023 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Kuri-sche Nehrung (Куршская коса), Cranz (Зеленоградск), Rauschen (Светлогорск), Palmnicken (Янтарный), Königsberg и Wilkie (Калининград), Insterburg (Черняховск), Trempen (Новостроево) [16]; в настоящее время широко распространен на западе области, но сравнительно редок.

Примечания. Водный вид. Населяет сезонные временные водоемы с богатой растительностью, на Куршской косе — в заболоченных лесных биотопах основания косы.

Семейство Hydrophilidae

7. *Berosus* (s.str.) *signaticollis* (Charpentier, 1825) (рис. 7).

Место и дата сбора: 30-й км Куршской косы, берег Балтийского моря (пляж), 18.05.2023 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. находки в границах современной Калининградской области не указаны [16]; на настоящий момент в Калининградской области обнаружен у пос. Рыбачий и на побережье к западу от г. Пионерский Курорт (07.05.2023).

Примечания. Водный вид. Населяет торфяные заболоченные биотопы. Редок, в 2023 г. впервые зарегистрирован в Калининградской области. Активно летает, на берег моря, видимо, попал из заболоченных лесных биотопов.

Семейство Georissidae

8. *Georissus crenulatus* (Rossi, 1794) (рис. 8).

Место и дата сбора: 27-й км Куршской косы, берег Куршского залива (пляж), 08.05.2024 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Rauschen (Светлогорск), Juditten и Königsberg (Калининград), Insterburg (Черняховск), Trempen (Новостроево) [16]; в настоящее время стабильная популяция известна только с берега оз. Дивное.

Примечания. Береговой вид, населяющий влажный грунт по берегам водоемов. На берегу Куршского залива обнаружена единичная особь, обитание популяции вида на берегу этого водоема нуждается в подтверждении.

Семейство Staphylinidae

9. *Tychus niger* (Paykull, 1800) (рис. 9).

Место и дата сбора: 24-й км Куршской косы, берег Куршского залива (пляж), 04.10.2021 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Cranz (Зеленоградск), Schrombehnen (Московское), Zehlau (болото Целау), Insterburg (Черняховск) и Königsberg (Калининград) [16]; на настоящий момент в Калининградской области известен по двум экземплярам: данная находка и находка на севере Самбийского полуострова у пос. Заостровье (07.05.2023).

Примечания. Вид открытых биотопов, связанный с травянистыми сообществами. На Куршской косе, вероятно, заселяет заросшие травянистой растительностью дюны вдоль Куршского залива.

Семейство Lucanidae

10. *Dorcus parallelipedus* (Linnaeus, 1758) (рис. 10).

Место и дата сбора: 3-й км С пос. Рыбачий, берег Куршского залива (пляж), 05.05.2022 (1 экз.); 4-й км С пос. Рыбачий, берег Балтийского моря (пляж), 25.06.2023 (1 экз.); окр. пос. Морское, берег Куршского залива (пляж), 05.05.2022 (1 экз.).

Распространение в области: широко распространен по всей территории области в прошлом и в настоящее время, но ранее с Куршской косы не указывался и был известен только в городской черте Зеленоградска.

Примечания. Sporadicный вид парков, лесных опушек и придорожных аллей со старыми широколиственными деревьями. Личинки — в отмершей древесине широколиственных пород (дуб, липа, бук, ольха), имаго — на вытекающем соке деревьев. На Куршской косе, очевидно, связан со зрелыми отмирающими широколиственными деревьями окрестностей поселков Рыбачий и Морское.

Семейство Elateridae

11. *Ampedus sanguinolentus* (Schrank, 1776) (рис. 11).

Место и дата сбора: 3-й км С пос. Рыбачий, берег Куршского залива (пляж), 05.05.2022 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Kurische Nehrung (Куршская коса), Cranz (Зеленоградск), Palmnicken (Янтарный), Königsberg и Wilkie (Калининград), Insterburg (Черняховск) [16]; в настоящее время широко распространен на западе и в центре области.

Примечания. Немногочисленный лесной древесный вид, развивающийся в мертвой древесине лиственных деревьев, особенно ольхи. Предположительно, населяет увлажненные биотопы с черной ольхой на территории всей Куршской косы.

12. *Anostirus castaneus* (Linnaeus, 1758) (рис. 12).

Место и дата сбора: 6-й км СВ Зеленоградска, берег Куршского залива (кошение), 06.06.2022 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Rossiten (Рыбачий), Dammhof (окр. оз. Дивное), Königsberg (Калининград) [16]; широко распространен в области.

Примечания. Лесной древесный вид, заселяющий опушки лесов. Личинки развиваются в корнях вывороченных лиственных деревьев, жуки встречаются на растительности и иногда — на цветах.

Семейство Lycidae

13. *Dictyoptera aurora* (Herbst, 1874) (рис. 13).

Место и дата сбора: 2-й км СВ Зеленоградска, берег Балтийского моря (пляж), 20.05.2023 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Forst Fritzen (лесной массив между пос. Холмогоровка и Сосновка), Dammhof (окр. оз. Дивное), Insterburg (Черняховск) [16]; в настоящее время отмечен около Светлогорска и пос. Богатово.

Примечания. Лесной древесный вид, развивается в пнях и лежащих колодах елей и сосен, разлагающихся по типу бурых древесных гнилей. Редок.

Семейство Ptinidae

14. *Xestobium rufovillosum* (DeGeer, 1774) (рис. 14).

Место и дата сбора: 6-й км СВ Зеленоградска, берег Куршского залива (кошение), 06.06.2022 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Vierbrüderkrug и Königsberg (Калининград), Insterburg (Черняховск) [16]; в настоящее время сравнительно широко распространен в области.

Примечания. Лесной древесный вид, развивающийся в старых дубах и буках. Внесен (категория NT) в Красную книгу Литовской Республики [18].

Семейство Dermestidae

15. *Dermestes (Dermestinus) frischii* Kugelann, 1792 (рис. 15).

Место и дата сбора: 22-й км Куршской косы, берег Куршского залива (пляж), 13.05.2021 (2 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. находки в границах современной Калининградской области не указаны [16]; в настоящий момент в Калининградской области известен по нескольким экземплярам: данная находка, а также находки с морского побережья на Балтийской косе и с побережья Калининградского залива у Калининграда.

Примечания. Термофильный вид-некрофаг, развивающийся на падали. Член сообщества песчаного прибрежного пляжа.

Семейство Lophocateridae

16. *Grynocharis oblonga* (Linnaeus, 1758) (рис. 16).

Место и дата сбора: 28-й км Куршской косы, берег Куршского залива (пляж), 08.05.2024 (1 экз.).

Распространение в области: широко и спорадично распространенный вид в регионе до 1945 г. [16] и в настоящее время.

Примечания. Подкорный лесной вид, связанный с отмершими деревьями лиственных пород (чаще дуб, граб, клен, липа).

Семейство Silvanidae

17. *Silvanoprus fagi* (Guérin-Ménéville, 1844) (рис. 17).

Место и дата сбора: 28-й км Куршской косы, берег Куршского залива (пляж), 08.05.2024 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Cranz (Зеленоградск), Liep и Königsberg (Калининград), Gr.Raum (Рябиновка), Insterburg (Черняховск), Zehlau (болото Целау), Schillinnen (Жилино) [16]; в Калининградской области вид известен только по данной находке.

Примечания. Подкорный лесной вид, связанный с отмирающими тонкими ветвями хвойных пород.

Семейство Anthicidae

18. *Anthicus ater* (Thunberg, 1787) (рис. 18).

Место и дата сбора: 26-й км Куршской косы, берег Куршского залива (пляж), 13.05.2021 (1 экз.); 27-й км Куршской косы, берег Куршского залива (пляж), 08.05.2024 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Palmnisken (Янтарный), Neuhäuser (Мечников), Königsberg (Калининград) [16]; в XXI веке встречался на северном побережье около г. Пионерский Курорт и неоднократно был собран в северной части Куршской косы [17].

Примечания. Ксерофильный вид-псаммофил. Член сообщества песчаного прибрежного пляжа.

Семейство Tenebrionidae

19. *Corticeus bicolor* (Olivier, 1790) (рис. 19).

Место и дата сбора: 3-й км СВ пос. Морское, берег Куршского залива (под корой усохшей *Alnus glutinosa*), 22.09.2022 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Heiligenbeil (Мамоново) [16]; в настоящее время известен по единичным находкам на западе области.

Примечания. Лесной подкорный вид, связанный с листовыми деревьями.

Семейство Chrysomelidae

20. *Lilioceris merdigera* (Linnaeus, 1758) (рис. 20).

Место и дата сбора: 6-й км СВ Зеленоградска, берег Балтийского моря (на листьях *Convallaria majalis*), 06.06.2022 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. отмечался как «повсюду, нечасто» [16]; в настоящее время широко распространен в области, но сравнительно редок и спорадичен.

Примечания. Лесной вид; в регионе, по-видимому, монофаг ландыша. Популяция в районе Королевского бора, предположительно, единственная на Куршской косе.

21. *Chrysolina (Euchrysolina) graminis* (Linnaeus, 1758) (рис. 21).

Место и дата сбора: 22-й км Куршской косы, берег Куршского залива (пляж), 06.08.2022 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан из Warniken (Лесной) и Königsberg (Калининград) [16]; в настоящее время сравнительно широко распространен в области.

Примечания. Травяной вид, встречающийся на лесных опушках и влажных лугах.

22. *Chrysolina (Chrysomorpha) cerealis* (Linnaeus, 1767) (рис. 22).

Место и дата сбора: 2-й км С пос. Морское, берег Курского залива (пляж), 22.09.2022 (1 экз.); 4-й км СВ пос. Морское, берег Курского залива (склон дюны, питание и спаривание на *Thymus serpyllum*), 22.09.2022 (5 экз.); 2-й км ЮЗ пос. Морское, берег Балтийского моря (пляж), 25.06.2023 (3 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Pillau (Балтийск) и Instenburg (Черняховск) как «нередкий» [16]; в настоящее время в области известен только из окрестностей пос. Морское с территории Куршской косы.

Примечания. Ксеротермофильный вид, на Куршской косе связанный с прибрежными и опушечными песчаными биотопами, где питается на чабреце.

23. *Psylliodes chrysocephala* (Linnaeus, 1758) (рис. 23).

Место и дата сбора: 1-й км СВ Зеленоградска, берег Балтийского моря (пляж), 20.05.2023 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Königsberg (Калининград) и Instenburg (Черняховск) [16]; на юге ареала вредит рапсу, в Калининградской области в настоящее время редок и известен по единичной находке.

Примечания. Луговой травяной вид, олигофаг различных растений семейства крестоцветные.

24. *Cassida (Mionychella) hemisphaerica* Herbst, 1799 (рис. 24).

Место и дата сбора: 2-й км Ю пос. Морское, берег Курского залива (пляж), 05.05.2022 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Zinten (Корнево) как редкий вид [16]; в настоящее время в Калининградской области фиксировался в окрестностях пос. Морское с территории Куршской косы, хотя должен быть распространен шире.

Примечания. Ксерофильный травяной вид, трофически связанный с гвоздичными растениями из родов *Dianthus* и *Silene*. Редок.

Семейство Curculionidae

25. *Otiorhynchus* (s.str.) *armadillo* (Rossi, 1792) (рис. 25).

Место и дата сбора: пос. Рыбачий, ул. Победы/Гагарина, на *Syringa vulgaris*, 21.08.2022 (2 экз.); 3-й км В пос. Рыбачий (вечернее кошение на *Syringa vulgaris*), 28.08.2023 (1 экз.).

Распространение в области: вид-интродуцент, впервые собранный в Калининградской области в городской черте Калининграда в 2020 г. [15]; в настоящее время известен только с запада области (из Калининграда, Балтийска и пос. Рыбачий), хотя, вероятно, уже распространен шире.

Примечания. Синантропный вид-полифаг с сумеречной и ночной активностью, в регионе обнаружен на сирени, но, видимо, питается и на других листовенных кустарниках.

26. *Lixus paraplecticus* (Linnaeus, 1758) (рис. 26).

Место и дата сбора: 4-й км СВ пос. Рыбачий, берег Балтийского моря (пляж), 11.06.2022 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан только из Dammhof (окр. оз. Дивное) [16]; в настоящее время обнаружен в Черняховском, Зеленоградском, Правдинском муниципальных округах, редок.

Примечания. Гигрофильный стенотопный вид, олигофаг растений семейства зонтичные (*Oenanthe aquatica*, *Sium sisarideum*).

27. *Hylobius transversovittatus* (Goeze, 1777) (рис. 27).

Место и дата сбора: 27-й км Куршской косы, берег Куршского залива (пляж), 08.05.2024 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 года был указан для Ludwigsort Ладушкин) и Dammteich (оз. Дивное) [16]; в Калининградской области наблюдался в нескольких точках на западе области, редок.

Примечания. Гигрофильный травяной вид берегов пресных водоемов, монофаг, питающийся на *Lythrum salicaria*.

28. *Poophagus sisymbrii* (Fabricius, 1777) (рис. 28).

Место и дата сбора: 24-й км Куршской косы, берег Куршского залива (пляж), 13.05.2021 (1 экз.); 4-й км С пос. Рыбачий, берег Куршского залива (пляж), 05.05.2022 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан для Löwenhagen (Комсомольск), Dammhof (окр. оз. Дивное), Königsberg (Калининград) [16]; в Калининградской области широко распространен, но сравнительно редок.

Примечания. Гигрофильный травяной вид берегов пресных водоемов, питающийся на *Nasturtium officinale* и *Rorippa palustris*.

29. *Tychius trivialis* Boheman, 1843 (рис. 29).

Место и дата сбора: 23-й км Куршской косы, берег Куршского залива (пляж), 18.05.2023 (1 экз.); 26-й км Куршской косы, берег Куршского залива (пляж), 08.05.2024 (1 экз.).

Распространение в области: данное местонахождение — первое и пока единственное указание вида для территории Калининградской области.

Примечания. Ксерофильный вид открытых биотопов, развивающийся на растениях рода *Astragalus*. Кормовое растение на территории Куршской косы, предположительно, *Astragalus arenarius*.

Семейство Erihniidae

30. *Grypus brunnirostris* (Fabricius, 1792) (рис. 30).

Место и дата сбора: 4-й км С пос. Рыбачий, берег Балтийского моря (пляж), 11.06.2022 (1 экз.).

Распространение в области: до 1945 г. указан только из Königsberg (Калининград) [16]; в Калининградской области зафиксирован на Куршской косе и в окрестностях Черняховска, по-видимому, распространен шире.

Примечания. Гигрофильный травяной вид, развивающийся на *Equisetum fluviatile*. Редок.

2. Пляжевый сбор как важный метод сбора жесткокрылых на Куршской косе.

Пляжевый сбор — недооцененный, специфичный метод лова, достаточно эффективный для сбора имаго жуков разных групп во время периода их лётной активности и производимый на сравнительно широких (более 2 м) песчаных берегах крупных водоемов. Этот метод, плохо освещенный в литературе, может быть эффективен для получения фаунистических материалов по мелким представителям различных групп Coleoptera, в меньшей степени для мелких Heteroptera и отчасти — для крылатых особей некоторых видов Formicidae (Hymenoptera), Bibionidae и Chironomidae (Diptera). Прочие насекомые могут временно попадать в полосу прибоя и встречаться около нее, но обычно представлены единичными особями и не отражают населения прилегающей территории.

Пляжевый сбор — визуальный поиск в местах аккумуляции сдутых ветром особей на светлом песке, концентрирующихся в неровностях песчаного пляжа и под выброшенными на пляж предметами. Сбор насекомых ведется вручную. В качестве дополнительного специального оборудования для методически простого пляжевого сбора может быть рекомендован только эксгаустер для лова мелких жуков. Метод пляжевого сбора в Калининградской области особенно результативен в теплую погоду с середины апреля по середину июня, при температуре воздуха выше +10°C и скорости ветра около 2—10 м/с. Наилучшее время суток для сбора — 9—12 и 16—19 часов, т. е. в два промежутка времени, до полудня и после полудня, что зависит от погоды, сезона и температуры воздуха (полуденного высокого солнца и высоких температур жуки избегают).

В зависимости от направления и силы ветра скопления поднявшихся в воздух в прибрежных биотопах и затем сдутых на пляж имаго жуков могут образовываться ближе или дальше от уреза воды. Больше всего в подобных ветровых аккумуляциях представлены массовые виды из наиболее близких к пляжу биотопов, тогда как малочисленные виды, заселяющие удаленные от пляжа экосистемы, представлены небольшим числом или единичными особями. При «удачном» направлении и силе ветра в материалах с пляжа могут одновременно присутствовать пресноводные жуки, жуки-ксилобионты лесных биотопов, мелкие скрытно живущие подстилочные жуки и специализированные фитофаги, т.е. представители совершенно различных экологических групп, требующие для сбора специализированного оборудования и различных подходов. Зависимость между силой ветра и количеством и качеством жуков в ветровых агрегациях неоднозначна: слабый «попутный» ветер может отнести десятки особей из удаленных биотопов на достаточно далекое расстояние — вплоть до полосы прибоя. При сильном ветре уловом пляжевого сбора становятся чаще виды, сдутые с близлежащих прибрежных травянистых сообществ, или обитатели пляжа из их временных укрытий. Направление ветра играет большую роль: наиболее результативны для сбора жуков движения воздушных масс под углом к берегу или с берега к воде, при сильном движении воздуха со стороны водоема сборы на пляже неэффективны.

Пляж, особенно широкий, представляет собой для мелких беспозвоночных естественную комбинированную ловушку воды, ветра и песка. Явления скопления и иногда массовой гибели насекомых (миллионами особей) в пляжевых биотопах — ежегодное и естественное событие, привлекающее внимание человека только в случае образования моновидовых агрегаций яркоокрашенных жуков (например, ольховая козявка — *Agelastica alni*) или жуков крупного размерного класса (например, майский хрущ — *Melolontha melolontha*) [10].

Механизм образования ветровых агрегаций жуков на пляже представляется следующим. С током воздушных масс летящие имаго выносятся к полосе прибоя, попадают в воду или приземляются на песок вблизи уреза воды. Оказавшиеся в воде особи зачастую выбираются на берег, хотя часть жуков захлебывается и тонет. Попав на песок пляжа с током воздушных масс или из воды, жуки зачастую пытаются перемещаться по песку с помощью ходных конечностей. Они отползают от полосы прибоя и либо забираются на выбросы и микровозвышенности для обсушивания и пытаются улететь, либо попадают во впадины в рыхлом сухом песке, откуда не могут выбраться. В таких местах на одном квадратном дециметре могут присутствовать десятки особей разных видов, образуя живую временную «агрегацию». Движение ветра вдоль или поперек песчаного пляжа иногда может перемещать также и живых жуков, сдувая их в понижения микрорельефа или пространства ветровой тени за крупными объектами или возвышенностями. Часть жуков находит укрытия под любыми свободно лежащими предметами, присутствующими на пляже. Именно эти места концентрации насекомых на песке (т.е. во впадинах микрорельефа, под некрупными предметами, в ветровой тени крупных предметов) необходимо осматривать в первую очередь при проведении пляжевых сборов. С учетом неровной (извилистой) формы береговой полосы и разнонаправленности ветровых потоков, агрегации жуков на пляже обычно расположены неоднородно и перемежаются значительными расстояниями «пустого» пространства.

Обилие именно жуков (и клопов) в выборке сдуваемых на пляж насекомых связано (предположительно) со следующими особенностями их локомоции и поведения: 1) маломаневренным полетом и меньшей возможностью противодействовать движению воздушных масс; 2) необходимостью устойчивой и приподнятой поверхности для открытия надкрылий, разворачивания сложенных задних лётных крыльев и последующего

повторного взлета; 3) поведенческими реакциями пассивного переживания неблагоприятных условий и стрессовой ситуации в укрытиях или прижавшись к неподвижным объектам. Все это делает широкий песчаный пляж более эффективной ловушкой для жуков, в сравнении с другими насекомыми.

Некоторая часть попавших на пляж жуков через какое-то время все-таки покидает его, часть особей из полосы прибора съедается птицами. Некоторое количество жуков (особенно жуки-фитофаги с лазающими конечностями) гибнет на широкой полосе песка морского пляжа от обезвоживания, затем сносится ветром во впадины и образует временные «танатоценозы» (скопление погибших организмов) среди растительности у основания дюн или в глубоких неровностях песка на пляже. Подобные скопления также можно просматривать при пляжевых сборах, хотя обычно они значительно менее разнообразны и интересны.

При пляжевом сборе представители разных экологических групп представлены в виде отчасти непредсказуемой смеси, удобной для просмотра на фоне однородного светлого субстрата. Собранный материал зависит от совокупности фенофаз растительности, ветра, температуры, ширины пляжа, соседствующих биотопов и прочих факторов. Набор собранных на пляже видов может быть спрогнозирован заранее лишь отчасти, отдельные находки могут быть объяснены постфактум и иногда требуют дополнительных исследований. Разнообразие материала обычно превышает сотню видов отряда Coleoptera за несколько часов сбора. Варьирование маршрутов осмотра и времени года для пляжевого сбора (собранные материалы отличны даже для декад одного и того же месяца, что отражает время активного лёта имаго, иногда длящегося всего 1—2 недели) — важный элемент разнообразия собираемого материала и общей фаунистической репрезентативности коллекций.

Следует отметить, что пляж Куршского залива и пляж Балтийского моря — совершенно разные экосистемы. Призалив-

ный пляж значительно более узок, более стабилен и защищен от перемешивания песка и штормовых воздействий осенне-зимнего периода. Он обладает специфичным и более разнообразным собственным населением и теснее соседствует с очень различными биотопами (суходолы, открытые дюны, сосняки, ольшаники и др.). Морской пляж для энтомолога — в первую очередь место сбора залетающих особей. Как биотоп он поддерживает существование популяций небольшого количества видов насекомых. Кроме того, морской пляж частично изолирован от различных древесных биотопов косы монотонной полосой авандюны и ее травянисто-кустарниковыми сообществами: сборы в полосе прибоя Балтийского моря косвенно свидетельствуют о большей высоте полета занесенных видов, необходимой для преодоления широкой полосы открытого песка, а зачастую также и полосы авандюны.

Пляжевый сбор может рассматриваться как один из наиболее значимых методов сбора жесткокрылых для Куршской косы в силу следующих обстоятельств: 1) большая протяженность пляжей как места для применения метода; 2) наличие подходящих для использования метода береговых экосистем не только на морском побережье, но и на берегу Куршского залива; 3) сравнительная узость территории суши между двумя пляжами (что дополнительно создает возможность для варьирования места сборов исследователем при любом направлении ветра и делает пляжевый материал репрезентативным в отношении общей фауны полуострова).

Благодарности. Выражаю благодарность руководству ФГБУ «Национальный парк "Куршская коса"» и директору НОЦ «Геоэкология и морское природопользование» Лейле Джангировне Башировой (БФУ им. И. Канта) за обеспечение возможности проведения исследований в заповедной и особо охраняемой зонах национального парка. Признателен Илье Андреевичу Забалуеву (Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН) за неоценимую помощь в идентификации вида *Tychius trivialis*.



Рис. 1. *Chlaenius tristis*,
берег Балтийского моря (пляж),
18.05.2023



Рис. 2. *Bembidion pallidipenne*,
берег Куршского залива (пляж),
29.04.2023



Рис. 3. *Elaphropus quadrisignatus*,
берег Куршского залива (пляж),
08.05.2024



Рис. 4. *Stenolophus teutonius*,
берег Куршского залива (пляж),
11.06.2022



Рис. 5. *Harpalus servus*,
берег Куршского залива (пляж),
18.05.2023



Рис. 6. *Agabus uliginosus*,
берег Балтийского моря (пляж),
20.05.2023



Рис. 7. *Berosus signaticollis*,
берег Балтийского моря (пляж),
18.05.2023



Рис. 8. *Georissus crenulatus*,
берег Куршского залива (пляж),
08.05.2024



Рис. 9. *Tychus niger*,
берег Куршского залива (пляж),
04.10.2021



Рис. 10. Самка *Dorcus
parallelipedus*, берег Куршского
залива, 05.05.2022



Рис. 11. *Ampedus sanguinolentus*,
берег Куршского залива (пляж),
05.05.2022



Рис. 12. *Anostirus castaneus*,
берег Куршского залива
(кошение), 06.06.2022



Рис. 13. *Dictyoptera aurora*,
берег Балтийского моря (пляж),
20.05.2023



Рис. 14. *Xestobium rufovillosum*,
берег Куршского залива
(кошение), 06.06.2022



Рис. 15. *Dermestes frischii*,
берег Куршского залива (пляж),
13.05.2021



Рис. 16. *Grynocharis oblonga*,
берег Куршского залива (пляж),
08.05.2024



Рис. 17. *Silvanoprus fagi*,
берег Куршского залива (пляж),
08.05.2024



Рис. 18. *Anthicus ater*,
берег Куршского залива (пляж),
08.05.2024



Рис. 19. *Corticeus bicolor*,
берег Куршского залива
(под корой), 22.09.2022



Рис. 20. *Lilioceris merdigera*,
берег Балтийского моря
(на листьях *Convallaria majalis*),
06.06.2022



Рис. 21. *Chrysolina graminis*,
берег Куршского залива (пляж),
06.08.2022



Рис. 22. *Chrysolina cerealis*,
берег Куршского залива (пляж),
22.09.2022



Рис. 23. *Psylliodes chrysocephala*,
берег Балтийского моря (пляж),
20.05.2023



Рис. 24. *Cassida hemisphaerica*,
берег Куршского залива (пляж),
05.05.2022



Рис. 25. *Otiorhynchus armadillo*,
пос. Рыбачий, на *Syringa vulgaris*,
21.08.2022



Рис. 26. *Lixus paraplecticus*,
берег Балтийского моря (пляж),
11.06.2022



Рис. 27. *Hylobius transversovittatus*,
берег Куршского залива (пляж),
08.05.2024



Рис. 28. *Roophagus sisymbrii*,
берег Куршского залива (пляж),
05.05.2022.



Рис. 29. *Tychius trivialis*,
берег Куршского залива (пляж),
18.05.2023



Рис. 30. *Grypus brunnirostris*,
берег Балтийского моря (пляж),
11.06.2022

Список литературы

1. Алексеев В.И. Жесткокрылые (Coleoptera) песчаных бездревесных стаций побережья Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. науч. ст. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2005. Вып. 3. С. 3—19.

2. Алексеев В.И. Материалы по фауне жесткокрылых ксило- и мицетобионтов (Coleoptera) Куршской косы // Там же. 2006. Вып. 4. С. 52—47.

3. Алексеев В.И. Базовый список видов жуков (Insecta: Coleoptera) Куршской косы // Там же. 2014. Вып. 10. С. 53—78.

4. Алексеев В.И. Охраняемая энтомофауна национального парка «Куршская коса» и ее мониторинг // Там же. 2023. Вып. 18. С. 33—52.

5. Алексеев В.И., Булгаков Д.Б. Оценка степени изученности энтомофауны в Калининградской области // Вестник БФУ им. И. Канта. 2011. № 7. С. 119—126.

6. Алексеев В.И., Шаповал А.П. Жесткокрылые (Coleoptera), пойманные светоловушкой на Куршской косе: материалы 2009 года // Труды Мордовского ГПЗ им. П.Г. Смидовича. Саранск-Пушта, 2009. Вып. 9. С. 4—19.

7. Алексеев В.И., Шаповал А.П. Видовой и количественный состав жесткокрылых (Coleoptera), пойманных на свет в 2010 г. в национальном парке «Куршская коса» (Россия) // Заповідна справа в Україні. 2011. Т. 17, № 1—2. С. 76—84.

8. Алексеев В.И., Шаповал А.П. Видовой и количественный состав жесткокрылых (Coleoptera), пойманных световой ловушкой на Куршской косе в 2011 году // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2012. Вып. 8. С. 37—55.

9. Алексеев В.И., Шаповал А.П. Жесткокрылые (Coleoptera), пойманные светоловушкой на Куршской косе в 2012 году // Там же. 2013. Вып. 9. С. 39—59.

10. Алексеев В.И., Шаповал А.П. Массовые скопления майского хруща *Melolontha melolontha* (L.) на морском побережье Куршской косы в 2013 году // Там же. 2014. Вып. 10. С. 79—84.

11. Алексеев В.И., Шаповал А.П. Материалы по отряду жесткокрылых (Coleoptera) из светоловушки на Куршской косе (2015 год) // Там же. 2016. Вып. 12. С. 64—83.

12. *Alekseev V. I., Шаповал А. П.* Жесткокрылые (Insecta, Coleoptera), собранные в светоловушку на Куршской косе: материалы шестого сезона // *Acta Biologica Sibirica*. 2019. Т. 5, № 2. С. 68—82.

13. *Alekseev V. I.* Dytiscidae, Noteridae, Haliplidae, Hydraenidae, Hydrophilidae, Hydrochidae, Helophoridae, Spercheidae and Dryopidae (Coleoptera) of the Russian part of the Curonian Spit: an attempt of complex faunal analysis // *Zoology and Ecology*. 2012. Vol. 22, No 1. P. 57—63.

14. *Alekseev V. I., Bukejs A.* To the fauna of leaf-beetles (Coleoptera: Chrysomelidae s.l.) of the Curonian Spit // 6th International Conference "Research and conservation of biological diversity in Baltic Region". Book of abstracts. Daugavpils, Latvia, 28—29 April 2011. P. 14—15.

15. *Alekseev V. I., Drotikova A. M., Rozhina V. I., Bukejs A.* Addenda to the knowledge of beetles (Insecta: Coleoptera) of Kaliningrad Region (western Russia): new faunistic records // *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. 2021. Vol. 21, No. 1. P. 13—31.

16. *Bercio H., Folwaczny B.* Verzeichnis der Käfer Preussens. Fulda : Parzeller & Co, 1979.

17. *Ferenca R., Ivinskis P., Rimsaitė J.* The ant-like flower beetles (Coleoptera: Anthicidae) of the Curonian Spit (Lithuania) // *Naujos ir retos lietuvos vabzdžių rūšys*. 2010. Т. 22. P. 17—22.

18. Lietuvos raudonoji knyga. Gyvūnai, augalai, grybai / red. V. Rašomavičius. Vilnius : Lututė, 2021.

УДК 597.2/5:639.2.052.34

А. В. Гущин, В. Ф. Дубравин

Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН

**Ихтиофауна морской прибрежной зоны
и литорали Куршской косы в акватории у побережья
национального парка «Куршская коса»**

За период изучения состава ихтиофауны в российской акватории Куршской косы было достоверно определено 26 видов рыб, из которых 3 вида — треска, речная камбала

© Гущин А. В., Дубравин В. Ф., 2024

и камбала тюрбо — промысловые. Прибрежные воды с высоким количеством кормового зоопланктона привлекают молодь речной камбалы, камбалы тюрбо, сельди-салаки, шпрота, корюшки и других рыб. Все это позволяет выделить прибрежную акваторию как особо важную для существования обитателей этих вод.

During the period of studying the composition of the ichthyofauna in the Russian waters of the Curonian Spit 26 species of fish were reliably identified, of which three species are objects of industrial fishing: cod, river flounder and turbot flounder. Coastal waters with a high amount of food zooplankton attract juveniles of river flounder, turbot flounder, herring, sprat, smelt and others. All this allows us to highlight the coastal waters as particularly important for the existence of the inhabitants of these waters.

Ключевые слова: ихтиофауна, литораль, Куршская коса, Балтийское море.

Key words: ichthyofauna, littoral zone, Curonian Spit, Baltic Sea.

Введение

Прибрежная зона и литораль моря Куршской косы служит местом концентрации многих организмов в весенний, летний и осенний периоды. В этой зоне высока численность зоопланктона [8]. Концентрация зоопланктона как пищевого ресурса привлекает молодь многих видов рыб: камбалы тюрбо, речной камбалы, сельди-салаки, шпрота, песчанки и ряда видов бычков, которые становятся объектом питания для хищников, в частности для судака, скумбрии и саргана.

Особенность литорали и прибрежной зоны вод Куршской косы заключается в располагающихся параллельно берегу песчаных барах, отделяющих прибрежное мелководье от вод открытой части моря и ускоряющих прогрев воды этой акватории в весеннее и летнее время [6].

Всего в акватории литорали и прибрежной российской морской зоне Куршской косы встречаются 26 видов рыб, включая такие промысловые виды, как треска, речная камбала

и тюрбо, судак. Другие рыбы служат объектом спортивного рыболовства. Это лососи, треска, скумбрия, сарган. Остальные виды отмечены по единичным или крайне редким находкам. Краткое описание ихтиофауны литорали и причин ее концентрации в прибрежной зоне стало темой предлагаемой статьи.

Материал и методика

Параметры водной среды оценивались на месте с помощью многопараметрического прибора для определения качества воды Horiba U-50.

Место взятия проб было определено с помощью JPS навигатора — 55°01'48.10"с. ш. / 20°37'56.34" в. д. на морской части косы и не изменялось за весь период наблюдений. За 1997—1998 гг. выполнено 315 наблюдений в период с 16 мая 1997 г. по 02 мая 1998 г. Расположение прибрежных баров было представлено по спутниковым снимкам [6]. Состав промысловой ихтиофауны оценивался по ловам ставными сетями в 1991—2000 гг. судами компании ООО «Норд». Вылов рыбы велся ставными сетями с ячейей 110—250 мм. Для лова в зоне литорали использовался мальковый пляжный невод с ячейей 8 мм в мешке и 16 мм в крыльях. Невод заводился на 15—20 м от берега на глубину до 1,5 м и выбирался на берег. Обычно выполнялось 2—3 захода со смещением лова по берегу на 50 м от предыдущего места лова. Визуальная оценка присутствия молоди рыб до глубины 3—5 м осуществлялась пловцами.

Результаты

Условия среды в прибрежной части Куршской косы. В водах литорали и прибрежной зоны моря располагаются 2—3 песчаных бара, находящихся на расстоянии 20—40, 60—150, 200—350 м параллельно берегу и хорошо видимых на спутниковых фотографиях. Бары тянутся параллельно вдоль побережья Куршской косы, между ними находятся «каналы» с глубинами между барами 0,5—1,5; 2,0—4,0; 4,5—6,0 м. В «каналах»

между барами отмечаются течения, вызываемые ветрами западных, северо-западных, юго-западных румбов, следующими параллельно вдоль Куршской косы.

Температура, соленость и содержание кислорода в воде литорали Куршской косы имеет сезонную изменчивость (табл. 1). Максимальная среднемесячная температура $+19,9^{\circ}\text{C}$ наблюдалась в августе, минимальная $+2,8^{\circ}\text{C}$ — в декабре. Количество растворенного кислорода максимально в декабре — $8,73$ мг/л и минимально в августе — $5,90$ мг/л. Соленость максимальна в декабре — $8,62$ и минимальна в августе — $8,01$ ppt. Снижение солености до $7,91$ ppt, наблюдавшееся в марте 1998 г., было вызвано затяжными обильными дождями в этом месяце. Водородный показатель pH в течение года изменяется незначительно. Наибольшее значение он имел в августе — $8,62$ pH и наименьшее — $8,02$ pH в феврале.

Ихтиофауна литорали и прибрежной зоны. В морской прибрежной зоне Куршской косы в водах Российской Федерации до глубины 20 м достоверно встречается 26 видов рыб (табл. 2). Речная камбала *Pleuronectes flesus*, камбала тюрбо *Scophthalmus maximus* и треска *Gadus morhua* — промысловые виды, из которых речная камбала и камбала тюрбо составляют основную массу промыслового улова. Треска начинает встречаться в уловах с глубин 6—10 м, в редких случаях на меньших глубинах.

Остальные массовые промысловые виды — салака *Clupea harengus membras* и шпрот *Sprattus sprattus balticus* — не образуют промысловых скоплений в указанной прибрежной зоне, но их молодь многочисленна в этих водах. К промысловым видам, встречающимся, но не образующим скоплений, относятся лососи — семга *Salmo salar* и кумжа *Salmo trutta*. Молодь корюшки *Osmerus eperlanus* в значительных количествах наблюдается повсеместно в прибрежных водах и литорали всей Куршской косы в июле—августе. Европейская песчанка *Ammodytes tobianus* отмечается в прибрежных водах и на литорали Куршской косы в весеннее и летнее время. В российских водах промысел песчанки и бельдюги *Zoarces viviparus* не ведется, но существует в польских водах.

Параметры морской среды литорали Куршской косы в 1997—1978 гг.

| Значение | Месяц | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|--|
| | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I | II | III | IV | |
| Температура | | | | | | | | | | | | | |
| СЗ | 10,00 | 13,60 | 15,95 | 19,91 | 15,74 | 10,97 | 5,99 | 2,78 | 3,58 | 3,25 | 4,08 | 8,62 | |
| СО | 0,55 | 0,60 | 0,53 | 0,25 | 0,38 | 0,40 | 0,33 | 0,33 | 0,15 | 0,22 | 0,16 | 0,52 | |
| СОС | 1,65 | 3,02 | 2,82 | 1,39 | 2,07 | 2,10 | 1,79 | 1,84 | 0,79 | 1,10 | 0,75 | 2,77 | |
| pH | | | | | | | | | | | | | |
| СЗ | 8,14 | 8,35 | 8,30 | 8,62 | 8,46 | 8,46 | 8,42 | 8,45 | 8,53 | 8,02 | 8,29 | 8,45 | |
| СО | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,13 | 0,09 | 0,11 | |
| СОС | 0,17 | 0,25 | 0,23 | 0,23 | 0,16 | 0,11 | 0,26 | 0,23 | 0,20 | 0,64 | 0,42 | 0,57 | |
| Кислород | | | | | | | | | | | | | |
| СЗ | 7,89 | 6,93 | 6,86 | 5,90 | 6,40 | 7,13 | 8,39 | 8,73 | 8,11 | 7,60 | 7,52 | 7,96 | |
| СО | 0,16 | 0,22 | 0,17 | 0,17 | 0,15 | 0,13 | 0,10 | 0,12 | 0,11 | 0,12 | 0,11 | 0,12 | |
| СОС | 0,48 | 1,10 | 0,88 | 0,92 | 0,80 | 0,67 | 0,56 | 0,65 | 0,59 | 0,59 | 0,49 | 0,61 | |
| Соленость | | | | | | | | | | | | | |
| Среднее | 8,22 | 8,12 | 8,23 | 8,01 | 8,45 | 8,39 | 8,48 | 8,62 | 8,51 | 8,43 | 7,91 | 8,49 | |
| СО | 0,07 | 0,08 | 0,05 | 0,11 | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 0,09 | 0,03 | |
| СОС | 0,20 | 0,40 | 0,26 | 0,63 | 0,32 | 0,24 | 0,14 | 0,13 | 0,17 | 0,30 | 0,43 | 0,17 | |

Примечание. СЗ — среднее значение, СО — стандартное отклонение, СОС — стандартная ошибка среднего.

Список ихтиофауны литорали и прибрежной зоны моря до глубины 20 м Куршской косы

| Русское название | Научное название | Встречаемость | Замечание |
|--------------------|----------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------|
| Сибирский осетр | <i>Acipenser baeri</i> | X | Случайная интродукция |
| Остроносый осетр | <i>Acipenser oxyrinchus</i> | X | Плановая интродукция |
| Бестер | <i>Huso huso</i> × <i>Acipenser ruthenus</i> | X | Случайная интродукция |
| Сельдь салака | <i>Clupea harengus membras</i> | XX | Ставной промысел до 1990 г. |
| Шпрот | <i>Sprattus sprattus balticus</i> | XX | Концентрация молоди у берегов |
| Семга, лосось | <i>Salmo salar</i> | XX | Осенний подход к берегам |
| Кумжа | <i>Salmo trutta</i> | XX | Подход к берегам в апреле-мае |
| Сиг, морской сиг | <i>Coregonus lavaretus lavaretus</i> | X | Подход к берегам осенью |
| Корюшка | <i>Osmerus eperlanus</i> | XX | Молодь концентрируется у берега в июле-августе |
| Лещ | <i>Abramis brama</i> | X | В море выходит из заливов |
| Угорь | <i>Anguilla anguilla</i> | X | Единичные находки |
| Сарган | <i>Belone belone</i> | XX | Подходит в мае-июне |
| Треска | <i>Gadus morhua</i> | XXX | Подходит в мае-октябре |
| Трехиглая коллюшка | <i>Gasterosteus aculeatus</i> | XX | Зимой в море, летом встречается единично |
| Судак | <i>Stizostedion lucioperca</i> | XX | Нагульный в летнее время |

| Русское название | Научное название | Встречаемость | Замечание |
|---------------------------|-------------------------------|---------------|------------------------------------------|
| Окунь | <i>Perca fluviatilis</i> | X | Нагульный в летнее время |
| Бельдюга | <i>Zoarces viviparus</i> | X | Нагульный в летнее время |
| Европейская песчанка | <i>Ammodytes tobianus</i> | XX | Нерест в заплеске в летнее время |
| Скумбрия атлантическая | <i>Scomber scombrus</i> | XX | Подходит в июне-августе |
| Бычок кругляк | <i>Neogobius melanostomus</i> | XX | Вселенец, промысловый в Польше |
| Бычок малый | <i>Pomatoschistus minutus</i> | X | (Карасева и др., 2020) |
| Бычок обыкновенный | <i>Pomatoschistus microps</i> | X | (Карасева и др., 2020) |
| Керчак | <i>Muhocephalus scorpius</i> | X | Осень — зима (Гуштин, личные наблюдения) |
| Пинагор | <i>Cyclopterus lumpus</i> | X | Осень — зима (Гуштин, личные наблюдения) |
| Тюрбо | <i>Scophthalmus maximus</i> | XXX | Весна — лето (Гуштин, личные наблюдения) |
| Лиманда | <i>Limanda limanda</i> | X | Май (Гуштин, личные наблюдения) |
| Речная камбала | <i>Pleuronectes flexus</i> | XXX | (Гуштин, личные наблюдения) |

С конца прошлого века в водах южной части Балтийского моря стал встречаться круглый бычок *Neogobius melanostomus* — вселенец из Черного моря. В небольших количествах в литорали ловится трехиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus*. В последние десятилетия в прибрежной зоне южной части Балтийского моря, в том числе в водах Куршской косы, добывается скумбрия *Scomber scombrus* и сарган *Belone belone*, ставшие объектом любительского рыболовства. К единично встречавшимся видам в прибрежной акватории российской части Куршского залива относятся: лещ *Abramis brama*, угорь *Anguilla anguilla*, окунь *Perca fluviatilis*, бельдюга *Zoarces viviparus*, бычок малый *Pomatoschistus minutus*, бычок обыкновенный *Pomatoschistus microps*, керчак *Muchocephalus scorpius*, пинагор *Cyclopterus lumpus*, камбала лиманда *Limanda limanda* (единственный случай поимки в мае 1993 г.).

Обсуждение

Встречаемость видов рыб в разных частях Балтийского моря во многом зависит от суммы факторов среды, изменяющихся по сезонам, географическому положению, конкретной гидрометеорологической обстановки, морфологии дна. Все эти факторы связаны друг с другом прямой и обратной связью.

Общие сведения по условиям среды в Южной Балтике. Атмосферная циркуляция, уровень солнечной радиации, речной сток и водообмен с Северным морем определяют гидрометеорологический режим Балтийского моря [1]. Сезонное взаимодействие Исландского минимума и Азорского максимума вызывают барический градиент, обуславливающий преобладание над Балтийским морем ветров западных румбов, приносящих значительное количество осадков и сглаживающих колебания среднемесячной температуры воздуха [4]. При сильных ЮВ, СЗ ветрах, вызванных циклонами, возникает мощный заток соленых североморских вод, богатых кислородом и проникающих далеко в Балтийское море, но это явление происхо-

дит не каждый год [11]. Проникновение богатых кислородом соленых североморских вод определяет динамику биопродуктивности через результативность нереста основных промысловых видов рыб: трески, речной камбалы [9].

Температура воды в Балтийском море и наступление климатических сезонов связано со значением солнечной радиации, вызывающей прогрев вод, определяя наступление в водах Гданьского бассейна следующих климатических сезонов: зима — январь — март, весна — апрель — июнь, лето — июль — сентябрь, осень — ноябрь — декабрь [2]. Наблюдения, выполненные в морских прибрежных водах Куршской косы в 1997—1998 гг. (см. табл. 1 на с. 54), подтверждают наступление климатических сезонов в указанное время.

Ветры преимущественного западного и северо-западного направлений [4] создают прибрежные течения вдоль берега российской зоны Куршской косы. Указанные гидрологические условия приводят к образованию чередующихся зон размыва и аккумуляции прибрежных донных осадков [10]. Общее происхождение Куршской косы рассматривается как аккумулятивное [3]. Прибойное воздействие и прибрежное вдольбереговое течение вызывают перенос легких фракций грунта и создают вдоль косы своеобразную геоморфологическую систему из нескольких идущих параллельно берегу баров, которые располагаются на расстоянии 20—40, 60—150, 200—350 м от берега с глубинами 0,5—1,5 м на первом баре; 2,0—4,0 м на втором баре, 4,5—6,0 м на третьем баре [6].

Бары хорошо видны на спутниковых фотографиях косы. В летнее время в «каналах» между барами за счет солнечной радиации вода прогревается на 1—2 °С по сравнению с поверхностной температурой воды на удалении до 0,5 км от берега.

Рыбы в прибрежной зоне. В водах южной части Балтийского моря обитают около 100 видов рыб [14]. По достоверным данным, ихтиофауна литорали и прибрежной зоны моря складывается из 26 видов рыб (см. табл. 2 на с. 55—56).

На литорали и в прибрежной зоне Куршской косы в летнее время нерестится европейская песчанка [5]. Личинки и молодь песчанки не покидают прибрежные воды до глубокой осени. В мае в теплые прибрежные воды Куршской косы в массе подходит камбала тюрбо для созревания половых продуктов, но ее нерест проходит в пелагиали над большими глубинами. В зоне литорали и прилегающих водах нерестятся бычки: кругляк, обычный и малый. Встречаются в акватории вселенцы, случайные и преднамеренно вселенные. К таким видам относятся осетровые рыбы, часть из которых попадает в море из рыбоводных ферм [7], других выпускают в море для реинтродукции, как остроносого осетра *Acipenser oxyrinchus*, ранее обитавшего в Балтийском море и восстанавливаемого в Балтийском море по международной программе. В конце XX века в Гданьском заливе появился вселенец — бычок кругляк *Neogobius melanostomus* [13]. Этот вид стал одним из ведущих донных видов рыб литорали Куршской косы [12].

Список видов, нагуливающих в прибрежных водах, включает молодь и взрослых рыб, которых привлекает доступная пища. В свою очередь молодь рыб используется в пищу хищными рыбами: судаком, скумбрией и сарганом.

Благоприятные условия среды и обилие доступной пищи привлекают в прибрежную зону молодь камбал речной и тюрбо, корюшки, сельди салаки, шпрота и трески в конце июня, начале июля. Максимальная концентрация молоди этих видов, оцениваемая по ловам пляжным неводом и визуальным наблюдениям, приурочена к водам «каналов» между первым, вторым и третьим барам (табл. 3).

Между берегом и первым баром, на глубине 0,5—1,5 м, наблюдается концентрация молоди корюшки, песчанки и бычков. На глубинах 1,0—4,0 м между первым и вторым баром встречается молодь тюрбо, речной камбалы, бычка кругляка. В «каналах» между вторым и третьим баром — молодь шпрота и сельди салаки. На глубинах 5,0—15,0 м — молодь трески, которая подходит к берегам южной части Балтийского моря в ходе нагульной миграции молоди [9].

Таблица 3

Распространение молоди рыб в прибрежной зоне Куршской косы

| Зона между берегом и I баром (20—40 м) | Зона между I и II баром (60—150 м) | Зона между II и III баром (200—350 м) | Зона глубже III бара |
|----------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| <i>Pomatoschistus minutus</i> | | | |
| <i>Pomatoschistus microps</i> | | | |
| <i>Gasterosteus aculeatus</i> | | | |
| <i>Osmerus eperlanus</i> | | | |
| <i>Ammodytes tobianus</i> | | | |
| <i>Neogobius melanostomus</i> | | | |
| <i>Scophthalmus maximus</i> | | | |
| <i>Pleuronectes flesus</i> | | | |
| <i>Clupea harengus membras</i> | | | |
| <i>Sprattus sprattus balticus</i> | | | |
| | | | <i>Gadus morhua</i> |

Заключение

Акватория литорали и прибрежной части моря Куршской косы достаточно мало исследована, но очевидно, что ее экологическая роль в ихтиофауне Балтийского моря существенна. Камбала тюрбо использует эти теплые воды для ускорения созревания половых продуктов. Важнейшая особенность этих вод — обеспечение кормовыми ресурсами молоди рыб: речной камбалы, камбалы тюрбо, европейской песчанки, бычков, корюшки, сельди салаки, шпрота, трески. Скопление молоди рыб привлекает хищников: судака, скумбрию, саргана, но малые глубины и отрезанность от открытых вод моря рядом мелководных баров ограничивают их численность.

Исследования показали, что распределение молоди рыб на литорали не случайно и связано с различными условиями среды в «каналах» между барами. Это позволит в будущем оценить

разницу таких условий между барами и в открытых водах моря, связать распределение молоди различных видов между барами с условиями среды и массой кормовых организмов.

Работа выполнена по теме госзадания ИО РАН № FMWE-2024-0025.

Список литературы

1. Антонов А. Е. Крупномасштабная изменчивость гидрометеорологического режима Балтийского моря и ее влияние на промысел. Л. : Гидрометиздат, 1987.
2. Берникова Т. А., Дубравин В. Ф., Нагорнова Н. Н., Стонт Ж. И. Климатические сезоны Южной Балтики // V международная научная конференция «Инновации в науке и образовании-2007» : труды науч. конф. Калининград : Изд-во КГТУ, 2007. Ч. 1. С. 53—55.
3. Блажчишин А. И. Палеогеография и эволюция позднечетвертичного осадконакопления в Балтийском море. Калининград : Янтарный сказ, 1998.
4. Дубравин В. Ф., Стонт Ж. И. Гидрометеорологический режим // А. П. Лисицын, Е. М. Лисицын, В. Ф. Дубравин и [др.]. Система Балтийского моря. М. : Научный мир, 2017. С. 39—58.
5. Гуцин А. В. Балтийская песчанка *Ammodytes tobianus* L. 1758 на литорали Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. Калининград : Из-во БФУ им. И. Канта, 2017. Вып. 13. С. 72—79.
6. Гуцин А. В., Полунина Ю. Ю. О необходимости проведения гидробиологического мониторинга литорали Балтийского моря Куршской косы // Там же. С. 42—48.
7. Гуцин А. В., Лысанский И. Н. Сибирский осетр (*Acipenser baerii*) в Куршском заливе Балтийского моря // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 3. С. 39—43.
8. Полунина Ю. Ю., Матвий С. Г. Зоопланктон в прибрежных водах Калининградского взморья (Балтийское море) // Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна. Апатиты : Кольский научный центр РАН, 2007. С. 460—469.
9. Фельдман В. Н., Зезера А. С., Назаров Н. А. Ихтиофауна // Нефть и окружающая среда Калининградской области. Калининград : Терра Балтика, 2012. Т. 2 : Море. С. 424—448.

10. Харин Г.С., Жуковская И.П., Харин С.Г. Типы позднечет-вертичных осадков и инженерно-геологические особенности Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2008. С. 185—206.

11. Copernicus Marine Service. 2023. Baltic sea major Baltic inflow: bottom from reanalysis. URL: https://data.marine.copernicus.eu/product/BALTIC_OMI_WMHE_mbi_bottom_salinity_arkona_bornholm/description

12. Guschin A. V., Ezhova E. E., Borovikova E. A. Feeding of the Alien Round Goby *Neogobius melanostomus* (Perciformes: Gobiidae) in the Southeastern Baltic // Russian Journal of Biological Invasions. 2022. Vol. 13. No. 1. P. 32—40. DOI: 10.1134/S2075111722010052.

13. Skóra K. E., Stolarski J. New fish species in the Gulf of Gdańsk, *Neogobius* sp. [cf. *Neogobius melanostomus* (Pallas 1811)]. Bulletin of the Sea Fisheries Institute. 1999. Vol. 1(128). P. 83—84.

14. Winkler H. M., Skóra K., Repecka R., Pliksh M., Neelov A., Urho L., Gushin A., Jespersen H. Checklist and status of fish species in the Baltic Sea. ICES CM 2000/Mini., 2000. Vol. 11. P. 1—15.

УДК 502.05:599.745.31

К. А. Иванюков¹, А. В. Шадрина², Е. Е. Ежова^{2,3}

¹ФГБУ «Национальный парк "Куршская коса"»

²Балтийский федеральный университет им. И. Канта

³Институт Балтийского моря

Регистрации балтийского подвида серого тюленя (*Halichoerus grypus macrorhynchus*) на морском побережье национального парка «Куршская коса» в 2021—2023 годах

Рассмотрены результаты мониторинга балтийского подвида серого тюленя на морском побережье Куршской косы за период 2021—2023 гг. Получены данные о количестве регистраций живых и мертвых особей, возрасте и состоянии обнаруженных животных, местах встречи. Показаны участки побережья, где животные встречаются чаще.

The results of monitoring of the Baltic subspecies of gray seal on the sea coast of the Curonian Spit for the period 2021—2023 are considered. Data on the number of registrations of living and dead individuals, the age and condition of the discovered animals, and meeting places were obtained. The sections of the coast where animals are more common are shown.

Ключевые слова: серый тюлень, морское побережье, национальный парк, Куршская коса, регистрации встреч и гибели.

Key words: gray seal, sea coast, national park, Curonian Spit, records of meetings and deaths.

Введение

Морские млекопитающие в Балтийском море представлены видами двух подотрядов — китообразных (Cetacea) и ластоногих (Pinnipedia). Встречи китообразных в юго-восточной части акватории Балтийского моря носят эпизодический характер.

В территориальных водах Российской Федерации у берегов Куршской косы встречаются три вида ластоногих. Все виды имеют особый охранный статус и включены в Красные книги различных уровней. Морские млекопитающие у побережья Куршской косы редки и не образуют скоплений.

В последние годы у побережья Куршской косы наиболее часто и регулярно встречается серый тюлень (балтийский подвид) *Halichoerus grypus macrorhynchus* Hornschusch et Schilling, 1850.

Во второй половине XX века в Балтийском море численность серого тюленя снижалась в связи с интенсивной хозяйственной деятельностью в районах обитания животных. С 1970 г. в советских прибрежных водах Балтийского моря был введен полный запрет на добычу серого тюленя [3]. Балтийский подвид серого тюленя занесен в Красную книгу Российской Федерации, категория 1 — находящийся под угрозой исчезновения подвид и в Красную книгу Калининградской области, категория 1 — вид, находящийся в области под угрозой исчезновения.

После спада численности тюленя, обусловленного промыслом, она начала постепенно восстанавливаться.

Вероятно, положение вида стало меняться в конце XX — начале XXI века. Для всей прибрежной части Калининградской акватории Балтийского моря было установлено увеличение численности балтийского подвида серого тюленя, особенно хорошо выраженное в первое десятилетие XXI века у побережья Куршской косы.

Встречи этих животных ежегодно регистрируются у побережья Калининградской области и Куршской косы [3]. Чаще регистрируются щенки разного возраста и мертвые животные на берегу. За год обнаруживается до нескольких десятков животных. Причины гибели — утопление в рыболовных сетях, браконьерство, загрязнения акватории, фактор беспокойства, агрессия со стороны человека и собак, хищничество домашних и диких животных [1]. Формированию стабильной популяции также препятствуют отсутствие стабильного ледового покрова и островов, недоступных для людей [2].

Размножение тюленей происходит раз в год. Перед родами животным надо выбраться на сушу или на льдину. Рождение детенышей приходится на конец февраля — первую половину марта [4]. Новорожденные детеныши покрыты белым мехом, поэтому их еще называют бельками. Новорожденный щенок имеет длину около 80 см и весит 12—15 кг. Щенки питаются жирным (53 %) молоком матери и не выходят в воду. Лактация длится около 2—3 недель. За это время щенки ежедневно прибавляют в весе примерно 2—2,5 кг. Бельковый покров начинает сходить на вторую неделю жизни и обычно полностью сменяется к месячному возрасту. В первой декаде апреля большинство щенков перелиняло и имеет возраст около месяца. После окончания кормления молоком щенки заканчивают линьку, голодая около трех недель. Они теряют до 24 % массы, пока не научатся охотиться. На втором месяце жизни щенки начинают активно самостоятельно охотиться. Основным объектом питания — рыба. Щенки часто истощены и рано переходят к охоте, иногда не полностью перелиняв.

Материал и методы

Методы исследования: маршрутное обследование морского побережья и сбор данных по обращениям посетителей. На протяжении маршрута ведутся наблюдения и фотофиксация, затем сведения вносятся в базу данных. При регистрации серого тюленя требовались следующие данные: дата, место обнаружения, возраст животного, размер, окрас, наличие повреждений, состояние (табл. 1).

Таблица 1

Пример заполнения базы данных регистрации серого тюленя

| Дата | Место встречи | Возраст (детеныш/взрослая особь) | Размер, см | Окрас | Повреждения | Состояние (нормальный/истощенный/мертвый) |
|------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------|-------|----------------------------|-------------------------------------------|
| 04.04.2023 | 12-й кв., лесничество Золотые Дюны, 45-й км, от уреза воды 40 м | Детеныш | 120 | Серый | Нет | Нормальный |
| 10.04.2023 | 38-й кв., лесничество Зеленоградское, 9-й км, от уреза воды 4 м | Детеныш | 80 | Белый | Нет | Мертвый |
| 13.04.2023 | 69-й кв., лесничество Зеленоградское, 5-й км, от уреза воды 9 м | Детеныш | 120 | Серый | Нет | Истощенный |
| 03.07.2023 | 69-й кв., лесничество Зеленоградское, 5-й км, от уреза воды 2 м | Взрослая особь | 180 | Серый | Сильная степень разложения | Мертвый |
| 14.08.2023 | 62-й кв., лесничество Зеленоградское, 5-й км, от уреза воды 3 м | Взрослая особь | 200 | Серый | Нет | Нормальный |

Также в рамках проекта Коалиции Чистая Балтика «Водная Программа Беларуси и России» в 2021—2022 гг. проводился одномоментный учет ластоногих по побережью Балтийского моря в период размножения. Побережье региона было поделено на пронумерованные участки протяженностью около 2 км. Волонтеры регистрировались онлайн и выбирали себе участок обхода, который начинался в один день, в одно и то же время и в одном направлении движения во избежание двойного учета.

Результаты и обсуждение

За год в среднем обнаруживается до 13 мертвых особей разного возраста и до 7 живых особей, в основном молодых, возрастом до 1 года (табл. 2).

Таблица 2

Регистрация встреч и гибели серого тюленя в 2021—2023 гг.

| Особи | | 2021 | 2022 | 2023 |
|----------------|---------|------|------|------|
| Взрослые | Живые | 6 | 1 | 1 |
| | Мертвые | 4 | 5 | 4 |
| Серки | Живые | 2 | 2 | 5 |
| | Мертвые | 3 | 2 | 12 |
| Бельки | Живые | 1 | 1 | — |
| | Мертвые | — | 1 | 1 |
| Неопределенные | Живые | 2 | 1 | — |
| | Мертвые | 2 | 5 | 1 |

За последние несколько лет наблюдается снижение числа обнаруженных живых особей и, наоборот, увеличение количества мертвых особей (рис. 1).

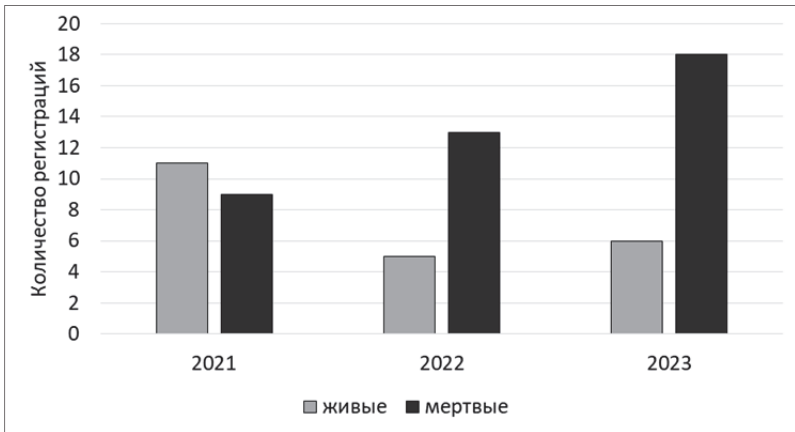


Рис. 1. Регистрация живых и погибших особей серого тюленя

На морском побережье чаще фиксируются щенки разного возраста (рис. 2).



Рис. 2. Возрастной состав встреченных особей серого тюленя

Основная масса регистраций как живых, так и мертвых особей серого тюленя приходится на участок морского побережья от корня косы до 16-го км.

Места достоверных встреч серого тюленя:

- 4—16-й км;
- 18-й км (недалеко от турбазы «Дюны»);
- 24-й км (напротив Биостанции «Фрингилла» ЗИН РАН);
- 29-й км (напротив турбазы «Хвойное»);
- 32—36-й км (напротив пос. Рыбачий, поселковый пляж и прилежащие к нему участки побережья);
- 42-й км (напротив туристического маршрута «Высота Эфа»);
- 45—46-й км (напротив туристического маршрута «Озеро Лебедь»).

По данным последних лет наблюдений, встречи ластоногих наиболее вероятны на 4—16-м км побережья Куршской косы и в районе 32—36-го км, хотя нельзя исключать появления животных и на любых других участках морского пляжа (рис. 3).

По-видимому, серый тюлень встречается на всем протяжении прибрежной части акватории Куршской косы, но регистрируется преимущественно на тех участках пляжа, где чаще бывают отдыхающие.

Среди обнаруженных живых особей часто попадаются истощенные, ослабленные щенки. Не менее 50% новорожденных тюленей погибают от истощения из-за недостаточности кормовых ресурсов в мелководной прибрежной зоне в ранневесенний период.

Начавшееся восстановление популяции балтийского подвиды серого тюленя неустойчиво, особенно в Южной Балтике, поскольку утеряны привычные репродуктивные биотопы. В связи с климатическими изменениями отсутствует припайный лед, и серый тюлень вынужден размножаться на пляжевой полосе побережья Калининградской области. Высочайшая степень антропогенного воздействия и рекреационного освоения побережья приводит к высокой смертности новорожденных и молодых особей.



Рис. 3. Карта-схема мест встреч и гибели серого тюленя в 2021—2023 гг.

Значимой мерой для сохранения популяций краснокнижных видов станет создание реабилитационного центра морских млекопитающих для Южной Балтики на территории Калининградской области. В первую очередь для оказания помощи истощенным, ослабленным новорожденным щенкам.

Для благополучия популяций всех видов тюленей актуальны меры по сокращению химического и нефтяного загрязнения акватории Балтийского моря. Помимо этого, важным является снижение уровня фактора беспокойства.

Фактор беспокойства наиболее опасен в период размножения, когда испугнутая самка может покинуть детеныша, или в период линьки, когда тюленям необходимо проводить больше времени вне воды. Большую угрозу представляют гуляющие по пляжу собаки. Также у детенышей отмечены характерные раны на голове, нанесенные лебедями.

Режим особой охраны территории национального парка способствует снижению фактора беспокойства: часть морского побережья находится в особо охраняемой зоне — посещение этой зоны посетителям парка не разрешается. В национальном парке запрещено движение автотранспортных средств вне дорог общего пользования и свободный выгул собак.

Кроме того, ведется патрулирование территории, и в случае обнаружения живой здоровой особи серого тюленя осуществляются охранные мероприятия.

Для посетителей национального парка проводятся просветительские мероприятия, направленные на повышение осведомленности: публикации в СМИ и в социальных сетях информации о морских млекопитающих и правилах поведения при встрече; ежегодный семейный праздник «День тюленя» (в программе интерактивные площадки, творческие мастерские, тематические игры, экспертные лекции); расположенные на экотропе «Королевский бор» «Тревожная аллея», посвященная редким и исчезающим видам животных и растений, и интерактивная площадка «Балтийское море»; размещение информационных плакатов на побережье.

Список литературы

1. *Гришанов Г. В., Гришанова Ю. Н., Астафьева Т. В.* Оценка состояния уязвимых видов позвоночных животных в экосистемах Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и куль-

турного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. / сост. И.П. Жуковская. Калининград : Полиграфический центр БФУ им. И. Канта, 2023. Вып. 18. С. 65—79.

2. *Гришанова Ю.Н., Гришанов Г.В.* Наземные позвоночные животные Калининградской области : учеб. пособие. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта. Калининград, 2022.

3. *Красная книга Калининградской области* / под ред. В.П. Дедкова, Г.В. Гришанова. Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010.

4. *Красная книга Российской Федерации*. 2-е изд. М. : ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. Т. : Животные.

УДК 574.5:502(470.26)(06)

**С. Ю. Кузьмин, Е. Н. Науменко, Е. В. Авдеева,
А. И. Моисеева, А. Н. Величковский**

Калининградский государственный технический университет

**Антропогенное и неантропогенное загрязнение озера Чайка
в национальном парке «Куршская коса»
(по итогам гидробиологических и гидрохимических
исследований в 2023 году)**

В 2023 г. исследовались зоо- и бактериопланктон озера Чайка, содержание в воде химических соединений и кислорода. По сравнению с предыдущими годами в озере уменьшается видовое разнообразие зоопланктона. Среди бактерий отмечены анаэробы и бактерии группы кишечной палочки. Озеро загрязнено, заилено и зарастает макрофитами. Гидрохимические показатели превышают нормативы. Для улучшения экологического состояния необходимо обеспечить проточность озера, снизить зарастание макрофитами, а также стоки.

© Кузьмин С. Ю., Науменко Е. Н., Авдеева Е. В., Моисеева А. И.,
Величковский А. Н., 2024

Zoo- and bacterioplankton of the lake Chaika were studied in 2023, the content of chemical compounds and oxygen in water. In comparison with previous years, the species diversity of zooplankton in the lake is decreasing. Among the bacteria, anaerobes and bacteria of the *Escherichia coli* group were noted. The lake is polluted, silted up and overgrown with macrophytes. Hydrochemical indicators exceed the standards. To improve the ecological condition, it is necessary to ensure the flow of the lake, reduce overgrowth with macrophytes, and reduce runoff.

Ключевые слова: озеро, зоопланктон, бактериопланктон, загрязнение, эвтрофирование.

Key words: lake, zooplankton, bacterioplankton, pollution, eutrophication.

Введение

В 2023 г. продолжилось мониторинговое изучение озера Чайка. Ранее уже исследовались сообщества зоо- и бактериопланктона водоемов Куршской косы сотрудниками КГТУ [1—4]. Озеро Чайка находится в национальном парке «Куршская коса» и является водоемом уникального дюнно-эолового происхождения, поэтому его необходимо изучать и охранять [7]. Это самое большое пресноводное озеро Куршской косы, расположено юго-западнее пос. Рыбачий. Протяженность озера с востока на запад — 1420 м. Его площадь — 24 га, глубина — от 0,4 до 1,5 м. Дно озера покрыто мощным слоем ила — до 1,5 м в западной части [5]. В 2018—2019 гг. озеро зарыблялось: провели вселение карпа, толстолобика, щуки, окуня, белого амура. Озеро позиционируется как рекреационная зона.

Научно-исследовательская работа включала сбор материала, определение видового состава планктонных организмов, обработку материала, анализ воды на кислород и химические соединения и обобщение. Были поставлены задачи: исследовать зоо- и бактериопланктон озера Чайка, гидрохимию, использовать полученные данные для оценки экологического состояния озера.

Материал и методика

Материал включал пробы зоо- и бактериопланктона с семи станций сбора, а также пробы воды на химический анализ. Пробы воды на гидрохимический анализ отбирались в пластиковые емкости из поверхностного горизонта (0,1—0,2 м) в дневное время. Анализ отобранных проб проводился в гидрохимической лаборатории КГТУ по общепринятым методикам [6] в течение суток после отбора.

Изучался видовой состав зоопланктона, рассчитывались количественные показатели численности и биомассы зоопланктона. Численность организмов по видам определялась счетным методом Гензена, биомасса планктонных организмов — стандартным методом [8; 12]. Зоопланктон отбирался с семи станций, в том числе с середины озера 1 июля 2023 г., путем процеживания 50 л воды через сеть Апштейна с ячейей 0,015 мм. Фиксировались пробы 4%-ным формалином. Температура воды составляла 24—29 °С.

На микробиологические исследования пробы отбирались на глубине 10—15 см от поверхности воды в стерильные стеклянные бутылки с плотно закрывающимися пробками также на семи станциях сбора (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема отбора проб воды (оз.Чайка)

Обработка бактериологического материала проведена общепринятыми методикам [10; 11; 13]. Всего собрано и обработано 35 проб.

Результаты исследования

Летом 2023 г. зоопланктон озера Чайка представлен 23 видами (табл. 1), преобладали коловратки, среди которых на всех станциях сбора явно доминировал по численности *Brachionus calyciflorus* (рис. 2), который является индикатором α - β -мезосапробной зоны, т. е. озеро находится на грани тяжелого загрязнения органикой. Численность групп и биомасса представлены в таблице 2.

Таблица 1

Видовой состав зоопланктона озера Чайка летом 2023 г.

| Rotifera | Cladocera | Copepoda |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <i>Asplanchna herricki</i> De Guerne, 1888 | <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (Müller, 1785) | <i>Cyclops strenuus</i> Fischer, 1851 |
| <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Chydorus sphaericus</i> (Müller, 1785) | <i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus, 1857) |
| <i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851 | <i>Daphnia longispina</i> (Müller, 1785) | <i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820) |
| <i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766 | <i>Daphnia pulex</i> Leydig, 1860 | <i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857) |
| <i>Brachionus diversicornis</i> (Daday, 1883) | <i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820) | |
| <i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783 | <i>Scapholeberis mucronata</i> (Müller, 1776) | |
| <i>Euchlanis dilatata dilatata</i> Ehrenberg, 1832 | | |
| <i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834) | | |
| <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851) | | |

Окончание табл. 1

| Rotifera | Cladocera | Copepoda |
|---------------------------------------------|-----------|----------|
| <i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786) | | |
| <i>Keratella tecta</i> | | |
| <i>Polyarthra trigla</i> Ehrenberg, 1834 | | |
| <i>Trichocerca rattus</i> (Müller, 1776) | | |

Таблица 2

Численность и биомасса зоопланктона озера Чайка летом 2023 г.

| Таксон | Численность, тыс. экз./м ³ | Биомасса, мг/м ³ |
|-----------|---------------------------------------|-----------------------------|
| Rotifera | 81,1 | 486,6 |
| Cladocera | 2,5 | 40,0 |
| Copepoda | 12,3 | 101,6 |
| Всего | 96,9 | 628,2 |

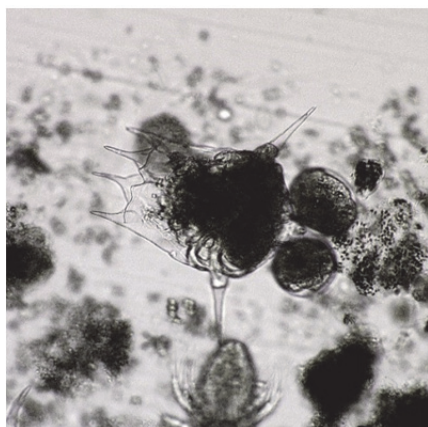


Рис. 2. *Brachionus calyciflorus*

Среди ветвистоусых ракообразных преобладали *Daphnia pulex* (рис. 3) — индикатор тяжёлозагрязнённых вод (α -мезо-

сапробная зона), может обитать в стареющих эвтрофных водоемах, *Scapholeberis mucronata* (рис. 4) — показатель высокой степени эвтрофирования.



Рис. 3. *Daphnia pulex*



Рис. 4. *Scapholeberis mucronata*

Среди копепод многочисленны были *Megacyclops (Acanthocyclops) viridis* (рис. 5) и *Cyclops strenuus* (β - α) (рис. 6).



Рис. 5. *Megacyclops (Acanthocyclops) viridis*

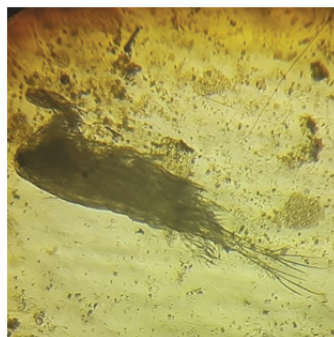


Рис. 6. *Cyclops strenuus*

Озеро обильно заросло макрофитами (тростник, камыш, айр), среди которых доминировал тростник. Биомасса тростника достигала 250 г/м². Тростник обладает способностью аккумулировать биогенные элементы и тяжелые металлы.

В 2023 г. наблюдалось увеличение общего количества сапрофитных гетеротрофных бактерий. Максимальное значение отмечали на ст. 2 С: $1,1 \times 10^5$ КОЕ/мл (табл. 3—5).

Микрофлора озера Чайка в 2023 г.

| № станции | Общее количество сапрофитных гетеротрофов КОЕ/мл | БГКП*, КОЕ/мл | Обнаруженные бактерии | Санитарно-значимые бактерии | Их процент по станциям | Тип дыхания |
|-----------|--------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------------------------------|
| 1 | $1,8 \times 10^4$ | $4,5 \times 10^3$ | р. <i>Aeromonas</i> | Санитарно-значимые | 100 | Факультативные анаэробы |
| 2 | $1,2 \times 10^4$ | 6 | Сем. Enterobacteriaceae р. <i>Pseudomonas</i> | Санитарно-значимые | 0,1 99,9 | Факультативные анаэробы Факультативные анаэробы |
| 2А | $9,5 \times 10^4$ | 1 | — | — | — | — |
| 2В | $8,3 \times 10^4$ | $1,0 \times 10^3$ | р. <i>Pseudomonas</i> | Санитарно-значимые | 98,8 | Факультативные анаэробы |
| 2С | $1,1 \times 10^5$ | 21 | р. <i>Aeromonas</i> | Санитарно-значимые | 1,2 | Факультативные анаэробы |
| 3 | $5,5 \times 10^4$ | Сплошной рост | — | — | — | — |
| 4 | $9,4 \times 10^4$ | $7,6 \times 10^1$ | р. <i>Pseudomonas</i> | Санитарно-значимые | 100 | Факультативные анаэробы |

Примечание. * БГКП — бактерии группы кишечной палочки.

Таблица 4

**Общее количество сапрофитных гетеротрофных бактерий
и бактерий группы кишечной палочки в воде озера Чайка**

| № станции | Общее количество сапрофитных гетеротрофных бактерий, КОЕ/мл | БГКП, КОЕ/мл |
|-----------|-------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1 | $1,8 \times 10^4$ | $4,5 \times 10^3$ |
| 2 | $1,2 \times 10^4$ | 6 |
| 2 А | $9,5 \times 10^4$ | 1 |
| 2 В | $8,3 \times 10^4$ | $1,0 \times 10^3$ |
| 2 С | $1,1 \times 10^5$ | 21 |
| 3 | $5,5 \times 10^4$ | Сплошной рост |
| 4 | $9,4 \times 10^4$ | $7,6 \times 10^1$ |

Таблица 5

Микробный пейзаж воды озера Чайка в 2023 г.

| № станции | Обнаруженные бактерии | Санитарно-значимые бактерии | Процент выделенных штаммов |
|-----------|---------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1 | <i>p. Aeromonas</i> | + | 100 |
| 2 | сем. <i>Enterobacteriaceae</i> <i>p. Pseudomonas</i> | + | 0,1 99,9 |
| 2 Б | <i>p. Pseudomonas</i> <i>p. Aeromonas</i> | + | 98,8 1,2 |
| 4 | <i>p. Pseudomonas</i> | + | 100 |

Обсеменение воды бактериями группы кишечной палочки регистрировали на всех станциях, что свидетельствует о загрязнении озера сточными водами. Максимальное значение выявлено на станции 1 (на вытоке озера). Кишечная палочка *Escherichia coli* не обнаружена. Бактерии сем. *Enterobacteriaceae* выделены на станции 2 (доля от всех выделенных штаммов

бактерий на этой станции 0,1%). На всех станциях, кроме станции 1, преобладали бактерии р. *Pseudomonas*. Эти бактерии принимают участие в первой фазе деструкции растительных остатков, и поэтому они обильны в местах, богатых слабо-разложившейся органикой. На станции 1 доминировали бактерии р. *Aeromonas*, что свидетельствует об органическом загрязнении воды. Оба рода санитарно-значимые. Таким образом, согласно эколого-санитарной классификации континентальных водоемов, по общему количеству сапрофитных микроорганизмов и по количеству бактерий группы кишечной палочки озеро Чайка относится к загрязненным водоемам.

По совокупности полученных гидробиологических данных можно утверждать об общей недостаточности развития зоо- и бактериопланктона, неблагоприятии экологической обстановки в озере Чайка в летнем сезоне 2023 года. Возможно, на развитие планктона повлияло неантропогенное токсическое загрязнение, связанное с разложением огромной массы детрита растительного происхождения

Количество видов зоопланктона уступает видовому разнообразию 2010—2011 гг., когда в озере были обнаружены 30 таксонов зоопланктона [3]. Увеличивается степень трофности, снижается видовое разнообразие. Заиление, накопление неантропогенных и антропогенных токсических загрязнителей не могло не отразиться на характере зоопланктона.

Преобладание в составе зоопланктона видов индикаторов β-мезосапробности свидетельствует об умеренной загрязненности органикой воды озера Чайка. Доминирование коловраток (50% от всех обнаруженных видов) — показатель эвтрофирования водоема.

Гидрохимические исследования

Гидрохимические исследования воды в озере Чайка в 2023 г. показали превышение показателей по сравнению с нормативами для железа, аммония. В среднем по озеру содержание аммоний-

иона составило 0,83 мг/л, что превышает норматив в 1,7 раза, фосфат-иона — 0,088 мг/л, что характеризует качество воды как слабозагрязненную, железа — 0,24 мг/л, что превышает норматив в 2,4 раза, нитрит-иона — 0,027 мг/л, что характеризует воду как умеренно загрязненную. Большое содержание в воде аммония свидетельствует о незавершенности процессов минерализации, продолжающемся загрязнении воды.

Кислородные условия в водоеме в дневное время благоприятные (7,63—11,57 мг/л). Под утро — ниже ПДК (2,5—4,22 мг/л), что типично для эвтрофных водоемов.

Заключение

По совокупности гидробиологических и гидрохимических исследований в 2023 г. можно утверждать об общей недостаточности развития зоо- и бактериопланктона, тенденции снижения этих показателей по сравнению с 2006—2011 гг., неблагоприятности экологической обстановки в озере Чайка. Структура озерного зоопланктона может меняться по годам, но доминирующей группой, согласно нашим исследованиям [1—4], а также данным других авторов [14], остаются коловратки. Преобладание коловраток (50 % от всех обнаруженных видов) — показатель эвтрофирования водоема. Преобладающие виды зоопланктона относятся к мезосапробам. Можно констатировать эвтрофикацию озера Чайка, загрязнение его органикой, значительные иловые отложения, которые вызваны интенсивным зарастанием озера макрофитами и антропогенным воздействием. Увеличивается степень трофности — снижается видовое разнообразие. Заиление, накопление неантропогенных и антропогенных токсических загрязнителей не могло не отразиться на характере планктона. Экосистема озера, где доминируют один-два вида, неустойчива. Возможно, на развитие планктона повлияло неантропогенное токсическое загрязнение, связанное с разложением огромной массы детрита растительного происхождения.

На всех станциях в бактериопланктоне отмечены бактерии группы кишечной палочки, что свидетельствует о загрязнении озера сточными водами. Повсеместно в воде преобладали анаэробы и факультативные анаэробы. По эколого-санитарным показателям (КОЕ/мл для сапрофитных гетеротрофов и КОЕ/мл для бактерий группы кишечной палочки) озеро Чайка относится к загрязненным водоемам.

Гидрохимические исследования воды в озере Чайка показали превышение показателей по сравнению с нормативами для железа и аммония. Большое содержание в воде аммония говорит о незавершенности процессов минерализации, продолжающемся загрязнении воды.

Нам представляется, что повысить биоразнообразие и биомассу планктонного сообщества, оздоровить экологическую обстановку в озере Чайка возможно: для этого необходимо обеспечить проточность озера, освободив его от избыточного детрита. Следует чистить озеро и каналы, соединяющие его с другими водоемами, снизить зарастание макрофитами, скашивая и удаляя их, сократить стоки с хуторского хозяйства. Использование растительных рыб, непосредственно утилизирующих первичную продукцию, — это перспективная мера предупреждения эвтрофикации водоема.

Список литературы

1. *Кузьмин С.Ю.* Эколого-фаунистическая характеристика озера Чайка на Куршской косе / С.Ю. Кузьмин, А.В. Кутузов // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. науч.ст. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2005. Вып. 3. С. 160—168.
2. *Кузьмин С.Ю.* Оценка экологического состояния водоемов Куршской косы гидробиологическими методами // Там же. 2006. Вып. 4. С. 95—102.
3. *Цыбалёва Г.А.* Зоопланктон прибрежной зоны оз. Чайка в национальном парке «Куршская коса» / Г.А. Цыбалёва, С.Ю. Кузьмин // Там же. 2013. Вып. 9. С. 91—99.

4. *Кузьмин С.Ю., Авдеева Е.В., Моисеева А.И.* Оценка экологического состояния озера Чайка в национальном парке «Куршская коса» по гидробиологическим и гидрохимическим показателям в 2021—2022 годах // Там же. 2023. Вып. 18. С. 89—103.

5. *Рыльков О.В.* Исследование озера Чайка: рукопись / О.В. Рыльков, О. Быкова, Т. Ермакова // Материалы школьного лесничества пос. Рыбачий. 1998.

6. *Гидрология.* Лабораторный практикум и учебная практика / Т.А. Берникова [и др.]. М. : Колос, 2008.

7. *Дедков В.П., Гришанов Г.В.* Система особо охраняемых природных территорий как основа сохранения биологического разнообразия региона юго-восточной Балтики // Вестник Рос. гос. ун-та им. И. Канта. Калининград, 2010. №7. С. 8—13.

8. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция* / под ред. А.А. Салазкина, М.Б. Ивановой, В.А. Огородникова. Л. : ГосНИИ озерного и речного рыбного хозяйства, 1984.

9. *Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения* : приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 3 декабря 2016 г. №552. 2017. URL: <http://rg.ru/2017/01/16/minselhoz-prikaz552-site-dok.html>.

10. *Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований* : учеб. пособие / под ред. А.С. Лабинской, Л.П. Блинковой, А.С. Ещиной. М. : Медицина, 2004.

11. *Определитель бактерий Берджи* / под ред. Дж. Хоулта. М. : Мир, 1997. Т. 1.

12. *Унифицированные методы исследования качества вод* // СЭВ. Совещание руководителей водохозяйственных органов стран-членов СЭВ. М., 1975. Ч. 3 : Методы биологического анализа.

13. *Санитарно-бактериологическое и вирусологическое исследование воды* / В. Н. Гирин, Л. В. Григорьева, Л. Ф. Ерусалимская [и др.]; под ред. В. Н. Гирина, Л. В. Григорьевой. Киев : Здоровье, 1981.

14. *Герб М.А., Ланге Е.К., Лятун М.В., Полунина Ю.Ю., Ежова Е.Е., Чибисова Н.В.* Оценка экологического состояния озера Чайка (Куршская коса) по гидробиологическим и гидрохимическим показателям // Известия КГТУ. Калининград. 2014. № 34. С. 52—60.

УДК 574.583:574.587 (261.24)

**Е. К. Ланге¹, Е. Е. Ежова^{1,2}, А. А. Володина^{1,2}, М. А. Герб¹,
О. А. Дмитриева^{1,3}, Ю. Ю. Полунина^{1,2}, Н. Э. Багиров⁴,
А. Ю. Шартон¹, Д. В. Манаков³**

¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

²Балтийский федеральный университет им. И. Канта

³Атлантический филиал ВНИРО (АтлантНИРО)

⁴Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Оценка состояния биологических сообществ, прибрежной зоны Куршского залива у побережья национального парка «Куршская коса» в 2022 году

В статье дана характеристика состояния фито- и зоопланктона, макрофитов и макрозообентоса прибрежной зоны Куршского залива в вегетационный период 2022 г. В фитопланктоне доминировали цианобактерии и диатомовые водоросли. Среднесезонные количественные показатели фитопланктона соответствовали гипертрофным условиям. Резкая смена состава водных макрофитов и их обилия вблизи поселков Лесной и Морское в многолетнем аспекте, вероятно, произошла в результате антропогенного воздействия. В зоопланктоне в мае и октябре отмечены морские виды. Распределение численности и биомассы зоопланктона вдоль косы в целом сходно с таковым прошлых лет: большие величины характерны для чистоводья. В зообентосе ракообразные в основном представлены амфиподами-вселенцами из Понто-Каспийского бассейна. Наиболее продуктивны бентоценозы были в летний сезон, особенно в биоценозе моллюско-обрастателя *Dreissena polymorpha* в пос. Рыбачий на антропогенных субстратах. Содержание ионов тяжелых металлов в воде, исследованное в июле, не превышало ПДК для рыбохозяйственных водоемов по хрому, кадмию и свинцу и пре-

вышало по никелю, цинку (также в 2021 г.) и меди (также в 2020—2021 гг.). Содержание ионов меди превышало ПДК на всех станциях мониторинга в 74—89 раз.

The article describes the state of phyto- and zooplankton, macrophytes and macrozoobenthos in the coastal zone of the Curonian Lagoon during the vegetation period of 2022. Cyanobacteria and diatoms dominated in phytoplankton. Average seasonal biomass of phytoplankton corresponded with hypertrophic conditions. A sharp change in the composition of aquatic macrophytes and their abundance near the villages Lesnoye and Morskoye in the long-term aspect probably occurred as a result of anthropogenic impact. Brackishwater species were marked in zooplankton in May and October. The distribution of the numbers and biomass of zooplankton along the spit was generally similar to that of previous years: large values are characteristic of open waters without macrophytes. In zoobenthos, crustaceans were mainly represented by alien amphipods from the Ponto-Caspian basin. The benthocenosis were the most productive in the summer season, especially in the assemblage of the fouling mollusk *Dreissena polymorpha* near the village Rybachy at anthropogenic substrates. The content of heavy metal ions in the water, studied in July, did not exceed the maximum permissible concentration for the waterbodies with commercial fishery for chromium, cadmium and lead, and exceeded for nickel, zinc (also in 2021) and copper (also in 2020—2021). The content of copper ions exceeded the maximum permissible concentration at all monitoring stations by 74—89 times.

Ключевые слова: Куршский залив, фитопланктон, макрофиты, зоопланктон, макрозообентос, тяжелые металлы.

Key words: Curonian Lagoon, phytoplankton, macrophytes, zooplankton, macrozoobenthos, heavy metals.

Введение

Более двадцати лет по заданию администрации национального парка «Куршская коса» (далее НП «Куршская коса») сотрудники лаборатории морской экологии (ЛМЭ) АО ИОРАН

осуществляют контроль состояния прибрежной зоны западной части Куршского залива по гидробиологическим и гидрохимическим показателям. Ведение долговременных наблюдений за экосистемой залива и его ответной реакцией на изменяющиеся условия среды имеет важное научное и практическое значение.

Получаемые данные необходимы для документирования биоразнообразия, анализа пространственно-временной изменчивости структурных и функциональных показателей биоты, оценки экологического состояния природных комплексов ООПТ. Результаты исследования рекомендуется использовать при оценке и прогнозе возможных изменений в водных и околоводных биогеоценозах Куршского залива. Полученные выводы важно учитывать при планировании рекреационных территорий, развитии экологического туризма, реализации природоохранных мер и проведении эколого-просветительских мероприятий в НП «Куршская коса».

Цель работы — оценить состояние вод прибрежной зоны западного берега Куршского залива по гидробиологическим и гидрохимическим показателям в 2022 г.

Материал и методы

В 2022 г. комплексный экологический мониторинг в западной прибрежной зоне Куршского залива был проведен в весенний (23 мая), летний (19 июля) и осенний сезоны (4 октября) на 6 стационарных станциях: 440 (пос. Лесной); 403 (окрестности научной базы АтлантНИРО); 404 (Музейный комплекс НП); 406 (кроме мая), 439 (плюс в апреле бентос) (пос. Рыбачий); 407 (пос. Морское). Глубина станций варьировала от 0,6 до 0,8 м, исключая ст. 439 (2,2—3,0 м).

Расположение мониторинговых станций вдоль западного берега залива подробно описано в более ранних публикациях [4; 15] (рис. 1). Параллельно с отбором проб воды измеряли прозрачность диском Секки и температуру водным термометром.



Рис. 1. Карта-схема расположения станций экологического мониторинга в прибрежной зоне западной части Куршского залива на территории НП «Куршская коса» в 2022 г.

Пробоотбор и дальнейшая обработка проб проведены по стандартным методикам [3; 10; 12; 18; 19; 24]. Всего отобрано и проанализировано проб: фито- и зоопланктона — по 17, макрофитов — 35, макрозообентоса — 52.

Содержание тяжелых металлов в отобранных в июле пробах воды с шести станций определялось в испытательной химико-аналитической лаборатории АО ИО РАН атомно-абсорбционным методом: меди (Cu), цинка (Zn), никеля (Ni) и хрома (Cr) — на приборе (ААС) Varian AA240FS; кадмия (Cd) и свинца (Pb) — на приборе ААС КВАНТ-Z-ЭТА-1.

Результаты исследования

Погодные условия. Во время экспедиционных работ в последней декаде апреля стояла малооблачная погода, преобладал легкий ветер юго-восточного направления. Температура воды в прибрежной зоне составила 12 °С, прозрачность — 0,3 м. Уровень воды в заливе — 0,64 м. В конце мая наблюдалась малооблачная погода, без осадков с легким северо-западным-западным ветром. Температура воды в течение дня варьировала от 12,5 до 16 °С, прозрачность воды — от 0,7 до 0,8 м. Уровень воды в заливе — 0,75 м. В середине июля съемка проводилась в малооблачную погоду без осадков с ветром от легкого до слабого западного-юго-западного направления. Температура воды колебалась от 19,5 до 22,0 °С, прозрачность — 0,6—0,8 м. Уровень воды в заливе — 1,0 м. В первой декаде октября выдалась пасмурная с прояснениями погода с дождем во второй половине дня. Преобладал слабый ветер западного-северо-западного направления с порывами до 10—11 м/с. Температура воды в прибрежной зоне составила 12—13,5 °С, прозрачность — 0,2—0,7 м. Уровень воды в заливе — 0,74 м [1; 9].

Фитопланктон. В 2022 г. на станциях в западной прибрежной зоне Куршского залива в фитопланктоне обнаружено 126 таксонов рангом ниже рода из 7 систематических групп. Зеленые водоросли (Chlorophyta) отличались наибольшим числом таксонов — 48 (38 % общего числа). Диатомовые (Bacillariophyceae) насчитывали 31 (24,6 %), цианобактерии (Cyanophyta) — 30 (24 %), криптофитовые (Cryptophyta) — 6 (~5 %), динофитовые (Dinophyta) и эвгленовые (Euglenophyta) — по 2

(по 1,6%), харовые (Charophyta) — 7 (5,6%) таксонов микроводорослей. Обнаруженное соотношение таксонов характерно для исследуемой акватории Куршского залива [2; 5; 14; 16].

Во все сроки исследования в фитопланктоне по биомассе доминировали цианобактерии (20—36% суммарного показателя), диатомовые (29—54%) и зеленые (9—31%), а также криптофитовые на ст. 403 (май, июль) и 440 (июль) (рис. 2).

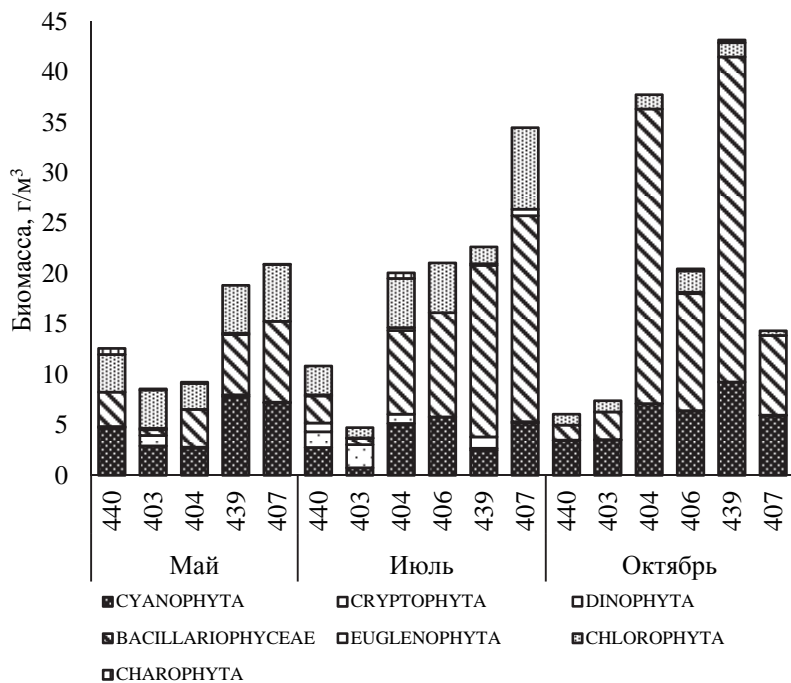
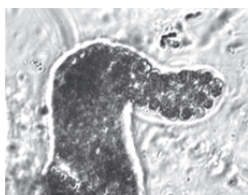


Рис. 2. Динамика биомассы фитопланктона и его систематических групп на станциях мониторинга в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2022 г.

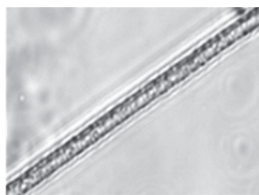
Развитие того или иного доминирующего вида играет определяющую роль в динамике биомассы фитопланктона в течение года. В Куршском заливе установлена значительная сезонная и

межгодовая изменчивость величины и структуры биомассы микроводорослей, доли в ней отдельных видов доминирующего комплекса и многолетние колебания обилия доминантов [2].

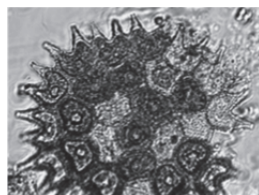
В 2022 г. в комплекс доминантов вошло 13 таксонов микроводорослей (рис. 3). В составе фитопланктонного сообщества преобладали цианобактерии *Anathece smithii* (май), *Woronichinia compacta* (май, октябрь), *Planktothrix agardhii* (май), *Limnococcus limneticus* (июль), *Microcystis wesenbergii* (июль, октябрь), *Woronichinia naegeliana* (октябрь); диатомовые *Actinocyclus normanii* (во все сроки), *Diatoma tenuis* (май), *Stephanocyclus meneghinianus* (июль); зеленые *Pseudopediastrum boryanum* (май, июль); *Pediastrum duplex* (июль); криптофитовые *Cryptomonas curvata*, *C. erosa* (июль).



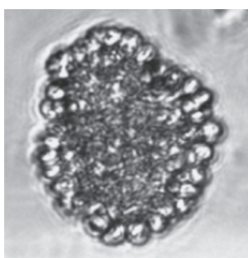
Microcystis wesenbergii



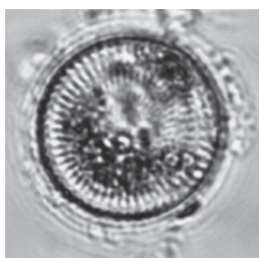
Planktothrix agardhii



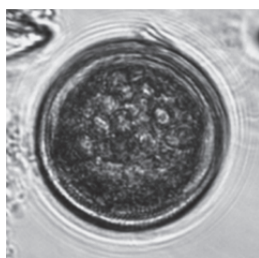
Pseudopediastrum boryanum



Woronichinia compacta



Stephanocyclus meneghinianus



Actinocyclus normanii

Рис. 3. Некоторые доминанты фитопланктона в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2022 г.

Один из основных доминантов и возбудителей цветений фитопланктона в Куршском заливе, потенциально токсичный вид цианобактерий *Aphanizomenon flosaquae*, не играет заметной роли в биомассе фитопланктона исследованной прибрежной акватории последние семь лет, включая 2022 г. [13].

В то же время усилилась роль другого потенциально токсичного вида цианобактерий, *P. agardhii*, который в качестве доминанта в экосистеме залива отмечается с 2001 г. В 2000-х гг. наибольшего уровня вегетации ($10,4 \text{ г/м}^3$) на всей акватории Куршского залива, включая литовскую часть, он достиг в июле-августе 2007 г. [14]. В 2022 г. *P. agardhii* превалировал в составе фитопланктонных сообществ только в мае, колебания биомассы в вегетационный сезон составили от 0,06 до $6,12 \text{ г/м}^3$ (рис. 4).

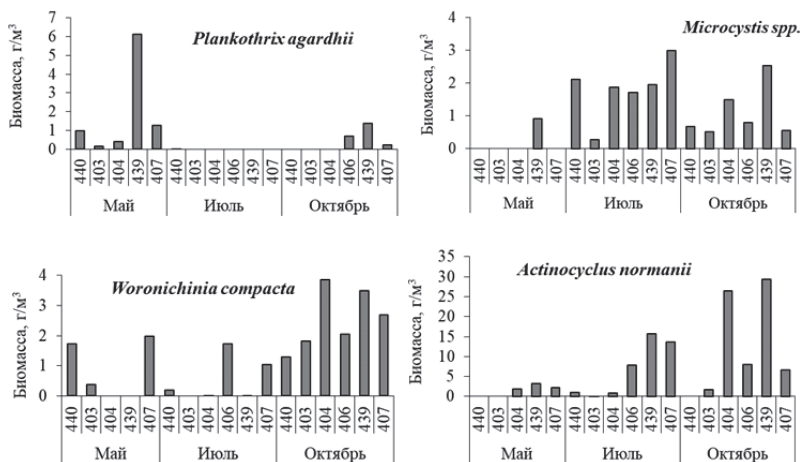


Рис. 4. Динамика биомассы основных доминирующих видов фитопланктона на станциях мониторинга в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2022 г.

В летне-осенний период из цианобактерий в Куршском заливе регулярно в фитопланктоне доминируют виды рода *Microcystis* [6; 7; 13; 14; 26]. На акватории залива вегетация *Micro-*

cystis spp. подвержена пространственно-временным колебаниям. Так, в июне—августе 2001, 2003, 2005—2015 гг. биомасса данных цианобактерий варьировала от 0,1 до 80,0 г/м³, летом 2002 г. биомасса *Microcystis spp.* достигала 300 г/м³ [6]. В 2022 г. виды рода *Microcystis* преобладали в июле и октябре и встречались повсеместно. Биомасса *Microcystis spp.* варьировала от 0,27 до 2,99 г/м³ (рис. 4).

Периодически, например, в летний период 2008 и 2009 гг. в фитопланктоне прибрежной зоны Куршского залива доминирует потенциально токсичная цианобактерия *W. compacta*. Цианобактерии этого рода (*W. compacta*, *Woronichinia spp.*, суммарно) преобладали в мае 2016 г. вблизи пос. Лесной, обеспечив 15 % биомассы фитопланктона (1,1 г/м³) [15]. В 2022 г. *W. compacta* доминировал в мае и октябре. В осеннем сезоне вид фиксировался на всех мониторинговых станциях. В течение вегетационного сезона биомасса этого вида изменялась от 0,04 до 3,85 г/м³ (рис. 4).

Среди диатомовых в доминирующем комплексе фитопланктона Куршского залива ежегодно отмечается крупноклеточный вид *Actinocyclus normanii*. С 2000-х гг. *A. normanii* регулярно преобладает вблизи поселков Рыбачий — Морское (зона влияния солоноватых балтийских вод [29]). Доминирование этого вида практически на всем прибрежном участке залива наблюдалось в июне 2006 г. и июле 2015 г. В 2022 г. *A. normanii* вошел в число доминантов во все сроки исследования и имел наибольшую биомассу из всех доминирующих видов. Величина биомассы указанной диатомеи варьировала от 0,35 до 29,39 г/м³. По многолетним наблюдениям, в биотопе вблизи базы АтлантНИРО (ст. 403) рассматриваемый вид практически не вегетирует [4; 16], что отмечено и в 2022 г., когда в фитопланктоне фиксировалась его наименьшая сезонная биомасса (0,95—1,7 г/м³) (рис. 4).

В период исследований в 2022 г. экстремальные значения биомассы фитопланктона различались в 9 раз, размах колебаний составил от 4,72 до 43,15 г/м³ (рис. 2 см. на с. 88). В мае

биомасса фитопланктона варьировала от 8,56 до 20,92 г/м³, в среднем $14,02 \pm 2,51$ г/м³; в июле — от 4,72 до 34,46 г/м³, в среднем $18,96 \pm 4,20$ г/м³; в октябре — от 6,06 до 43,15 г/м³, в среднем $21,52 \pm 6,38$ г/м³. В мае выявлен минимум биомассы, в октябре, в период развития крупноклеточной диатомеи *A. normanii*, ее максимум. В 2022 г. средняя за вегетационный сезон биомасса составила 18,16 г/м³, что соответствовало гипертрофному статусу [25].

Показатели развития фитопланктона на станциях Куршского залива в мае-октябре 2022 г. были в пределах величин, наблюдаемых в этом водоеме и ранее. Среднесезонная величина биомассы фитопланктона соответствовала таковой в 2017 и 2019 гг. — 16,7 и 17,6 г/м³ соответственно [5; 16].

Полученные данные о видовом составе, комплексе доминирующих видов и количественные показатели фитопланктона согласуются с ранее полученными аналогичными данными для западной прибрежной зоны Куршского залива [2; 4; 5; 12; 13].

Макрофиты. Ботанические исследования в 2022 г. проводились на тех же мониторинговых станциях, что и ранее [17], но были расширены за счет учета прибрежно-водных и сухопутных растений, растущих на берегу. По данным 2022 г., на исследуемых участках побережья обнаружено 139 видов высших растений и макроводорослей из разных систематических и экологических групп. Из них 129 видов высших растений из 5 отделов: Magnoliophyta — 123 (Monocotyledoneae — 36, Dicotyledoneae — 87), Equisetophyta — 2, Bryophyta — 1 вид; 10 видов макроводорослей из 2 отделов: Chlorophyta — 7; Charophyta — 3 вида.

Более половины видового состава растений прибрежной и береговой зоны залива составляют сухопутные виды (78), произрастающие вне покрытого водой грунта из разных экологических групп растений. Гигрогелофитов, растущих у уреза воды, — 30 видов, гидрофитов (водные растения, включая макроводоросли) — 23, гелофиты (воздушно-водные растения) — 8 (рис. 5).

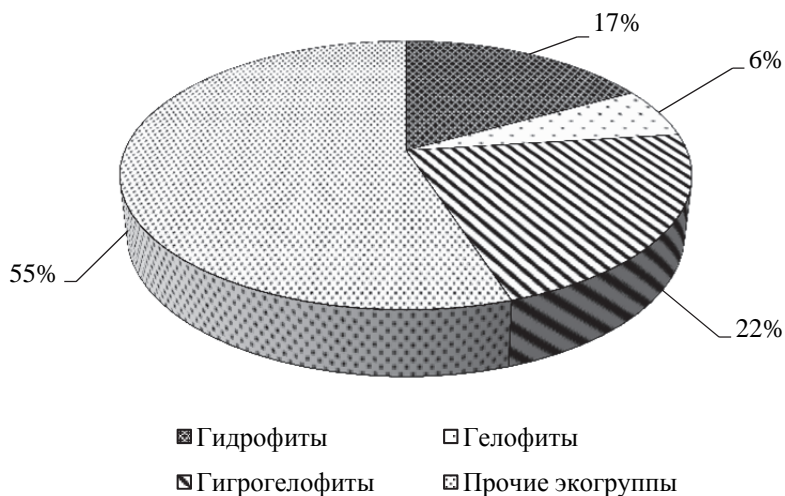


Рис. 5. Распределение экологических групп растений прибрежно-водной и береговой зоны на территории НП «Куршская коса» в 2022 г.

Помимо доминирующих растений (*Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Stuckenia pectinata*, сезонно — *Cladophora fracta*) локально в зарастании мелководья принимали участие *Typha angustifolia*, *Nuphar lutea*, *Nymphaeae candida*, *Potamogeton perfoliatus*, *Fontinalis antipyretica*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*. На песчаных пляжах встречались типичные псаммофиты морских берегов: *Calamagrostis ssp.*, *Sedum sexangulare*, *Cackile baltica*, *Petasites spurius* и др., а также сорные и луговые виды. Влаголюбивые виды играли наиболее значимую роль в растительном покрове прибрежья залива, доля сорных видов составила 25 % (35 видов).

Наибольшее распространение отмечено для видов прибрежных биотопов (преимущественно гидрофиты), а также для некоторых сорных видов, которые могут произрастать на бедных песчаных почвах. Группа укорененных гидрофитов с плавающими листьями наблюдалась только на ст. 403 (рис. 6).

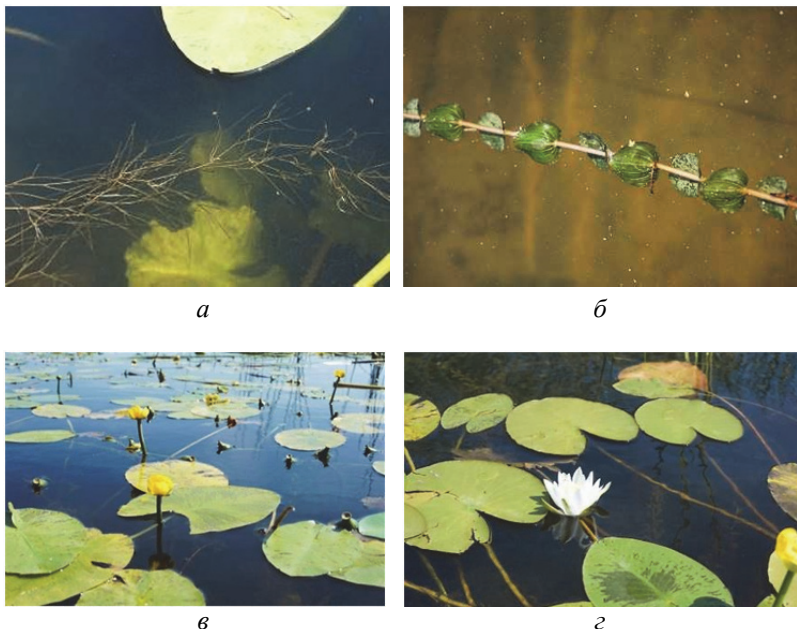


Рис. 6. Растения гидрофиты на ст. 403 в июле 2022 г.:
а — *Stuckenia pectinata*; б — *Potamogeton perfoliatus*;
в — *Nuphar lutea*; г — *Nymphaea alba*

Рясковые в небольшом количестве обнаружены на станциях с выраженным поясом тростника и камыша озерного, образующих бухту (ст. 404). Редко встречаются и некоторые сорные виды, не характерные для прибрежных биотопов. На ст. 406 и 407 произрастает лишь тростник южный из-за особенностей гидродинамических условий. Впервые за годы исследований на ст. 404 выявлен вид *Hierochloa odorata* (Зубровка душистая), который произрастает по берегам залива (устное сообщение И. Ю. Губаревой).

Группа из 36 видов, имеющая наибольшее распространение (частота встречаемости 50—100%), на изучаемом побережье залива составила 26,4% от общего числа видов (табл. 1). Остальные виды наблюдались только на 1—2 станциях.

Таблица 1

**Виды растений с наибольшим распространением
на станциях мониторинга в западной прибрежной зоне
Куршского залива в мае, июле 2022 г.**

| Частота встречаемости, % | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|
| 100 | 83,3 | 66,6 | 50,0 |
| Доля от общего числа видов, % | | | |
| 7 | 3,1 | 6,2 | 10,1 |
| <i>Calamagrostis arundinacea</i> | <i>Agrostis stolonifera</i> | <i>Equisetum pratense</i> | <i>Carex arenaria</i> |
| <i>Phragmites australis</i> | <i>Leymus arenarius</i> | <i>Phalaroides arundinacea</i> | <i>Jucus articulatus</i> |
| <i>Artemisia vulgaris</i> | <i>Cackile baltica</i> | <i>Cirsium arvense</i> | <i>Agrostis gigantea</i> |
| <i>Petasites spurius</i> | <i>Galium mollugo</i> | <i>Sonchus arvensis ssp. uliginosus</i> | <i>Elytrigia repens</i> |
| <i>Calystegia sepium</i> | | <i>Impatiens parviflora</i> | <i>Typha latifolia</i> |
| <i>Stachys palustris</i> | | <i>Lythrum salicaria</i> | <i>Erysimum altum</i> |
| <i>Persicaria lapathifolia</i> | | <i>Linaria vulgaris</i> | <i>Rorippa amphibia</i> |
| <i>Rubus caesius</i> | | <i>Urtica dioica</i> | <i>Myosoton aquatilis</i> |
| <i>Salix spp.</i> | | | <i>Convolvulus arvensis</i> |
| | | | <i>Echinocystis lobata</i> |
| | | | <i>Galeopsis tetrachit</i> |
| | | | <i>Persicaria scabra</i> |
| | | | <i>Galium aparine</i> |

В целом большая часть видов относится к редко встречающимся видам с невысоким проективным покрытием, что объясняется неустойчивым характером мест обитания. Ширина пляжевой зоны, на которой произрастают многие однолетние виды гречишных, сложноцветных и крестоцветных, меняется в течение вегетационного сезона.

В спектре семейств растений береговой зоны ведущими являются Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Polygonaceae и Fabaceae, что указывает на высокий уровень заноса сорных и сорно-луговых растений в прибрежные биотопы Куршской косы, связанного с антропогенно-измененными участками вблизи населенных пунктов — мест расположения мониторинговых станций.

Инвазивный вид *Echinocystis lobata* был обнаружен в береговых тростниковых сообществах в черте пос. Лесной (ст. 440), на базе АтланНИРО (ст. 403) и в Черногорской бухте, пос. Рыбачий (ст. 439).

Наибольшее количество видов (более 70), прежде всего за счет нетипичных, сорных и луговых, выявлено в пос. Рыбачий, на берегу Черногорской бухты, где на 200-метровом удалении от берега, в конце мола, расположена ст. 439 (рис. 7). Здесь выражена широкая пляжевая зона, а на каменном молу произрастает много видов сорных растений. Для ст. 403 также характерно сравнительно высокое видовое разнообразие (более 50), обусловленное как вкладом луговых и сорных растений на берегу, так и многовидовым сообществом водных растений на зарастающем мелководье. Наименьшее количество видов отмечено на ст. 440 и 406 (менее 40) с узкой береговой зоной, подверженной активной хозяйственной деятельности в черте поселков Лесной и Рыбачий (рис. 6).

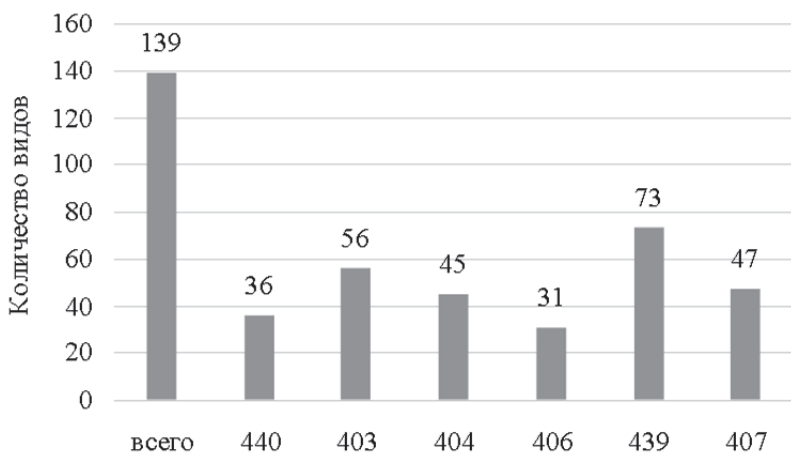


Рис. 7. Количество видов растений на разных станциях мониторинга берега Куршского залива на территории НП «Куршская коса в 2022 г.

В 2022 г. наибольшая фитомасса зафиксирована у водного мха *Fontinalis antipyretica*, в то время как в 2021 г. — у рдеста гребенчатого *Stuckenia pectinata*. По сравнению с прошлым годом уменьшилась величина средней фитомассы у погруженных водных растений, относящихся к семейству рдестовых, при этом увеличилась фитомасса кладофоровых водорослей, массовое развитие которых служит показателем повышенного содержания биогенных элементов (рис. 8).

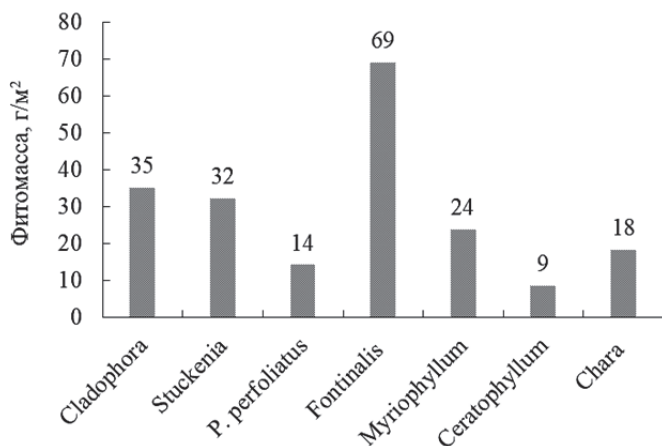


Рис. 8. Средняя воздушно-сухая масса погруженных водных макрофитов на станциях мониторинга в прибрежной зоне западной части Курского залива в 2022 г.

Наибольшая фитомасса водных растений отмечена на ст. 403, тогда как в 2021 г. — на ст. 439. По сравнению с аналогичными данными прошлого года в 2022 г. произошло увеличение общей фитомассы гидрофитов в южной части акватории прибрежной зоны залива (ст. 440, 403, 404) и уменьшение — в Черногорской бухте (ст. 439).

Изменения коснулись не только общей фитомассы, но и структуры сообществ гидрофитов на станциях. В 2021 г. наибольший вклад в фитомассу на ст. 439 внесли преимущественно

рдесты, а в 2022 г. — *Myriophyllum spicatum* и *Cladophora fracta*. На ст. 404 и 403 общая структура комплекса доминантных видов сохранилась, а обилие видов и их фитомасса — увеличилась. На ст. 403 и 404 наблюдалось расширение границ сообщества водного мха *Fontinalis antipyretica* и уменьшение обилия и фитомассы широколистных рдестов (*P. perfoliatus*) на ст. 403. Нестабильные условия в биогеоценозах на ст. 407, где происходит разрушение берега, и на ст. 440 препятствовали укоренению водных растений. На ст. 407 в 2022 г. водные растения не были обнаружены ни в мае, ни в июле. На ст. 440 талломы харовых водорослей встречены на большей глубине, по сравнению с предыдущими годами. Водоросль росла в сообществе с *S. pectinata*.

Анализ трофности и сапробных свойств видов эдификаторов на исследуемых станциях показал, что все макрофиты, доминирующие в прибрежной части западного берега Куршского залива, — экологически пластичные виды, произрастающие в широком диапазоне экологических условий.

Зоопланктон. В зоопланктоне прибрежной зоны Куршского залива отмечены 58 видов и более крупных таксонов голопланктона, представленного 3 основными группами: колероватки (Rotifera) — 25, веслоногие (Copepoda) — 19, ветвистоусые (Cladocera) — 14. Как и в 2021 г., выявлено высокое видовое разнообразие колероваток, в то время как ветвистоусые ракообразные были представлены меньшим числом видов. В меропланктоне присутствовали личинки *Bivalvia*. Также наблюдались икринки и мальки рыб. Тикопланктон (нетипичные обитатели пелагиали, попадающие в пробы при взмучивании грунта водоема) был представлен разными организмами: олигохетами, мизидами, хирономидами.

Для зоопланктона Куршского залива характерна сезонная сукцессия видов [20; 22]. Весенний зоопланктон был представлен 43 видами и более крупными таксонами. Наибольшим разнообразием отличались колероватки и веслоногие ракообразные (16—19 таксонов). Встречены морские виды кладоцер (*Evadne nordmani*) и калянид (*Acartia longiremis*, *A. bifilosa*).

Temora longicornis, *Centropagis hamatus*). В мае на всех станциях отмечено большое количество органической взвеси, состоящей из полуразложившихся водорослей и фрагментов макрофитов с высокой долей мертвых особей зоопланктона и питающимися ими инфузориями. В группе ветвистоусых ракообразных присутствовали помимо молоди и партеногенетических самок и гамогенетические самки с яйцами, что нетипично для поздневесеннего периода. При этом температура воды (12,5—15,0 °С) соответствовала поздневесеннему биологическому сезону. В середине июля при температуре воды около 21 °С таксономическое разнообразие всего зоопланктона было ниже, чем весной: разнообразие коловраток и веслоногих рачков незначительно снизилось, а ветвистоусых рачков возросло. Морские виды в летний период не выявлены. В октябре, когда температура воды в прибрежье залива понизилась до 12—13 °С, таксономическое разнообразие коловраток сократилось, а веслоногих и ветвистоусых ракообразных почти не изменилось. Осенью в заливе встречены те же эвригалиновые морские виды, что и весной.

Морские виды зоопланктона нами стали регистрироваться в прибрежной зоне залива начиная с 2013 г., ранее, в 2001—2012 гг., они не отмечались, и их наличие маркирует осолоненные воды в акватории Куршского залива, что обусловлено, вероятно, изменением динамики пресных и морских вод. Зафиксировано изменение величины стока реки Неман [27]; вырос объем морских вод, поступающих через Клайпедский пролив из-за его углубления в начале 2010-х гг., выявлено также изменение розы ветров и усиление штормовых ветров над Юго-Восточной Балтикой, что может способствовать поступлению морских вод в залив [11].

В весенний сезон доминирующими группами были коловратки и веслоногие ракообразные, которые составляли почти 50 и 40% общей численности зоопланктона соответственно (рис. 9). В группе веслоногих ракообразных доминировал один вид *Mesocyclops leuckarti*, а также ювенильные стадии циклопов. Ветвистоусые ракообразные составляли около 10% об-

щей численности, преобладал мелкий вид-фильтратор *Bosmina longirostris* (рис. 9). По биомассе доля *M. leuckarti* и копепоидов циклопов достигала почти 70%, а доля кладоцер — почти 20%. Мелкоразмерные коловратки в целом составили не более 1% общей биомассы.

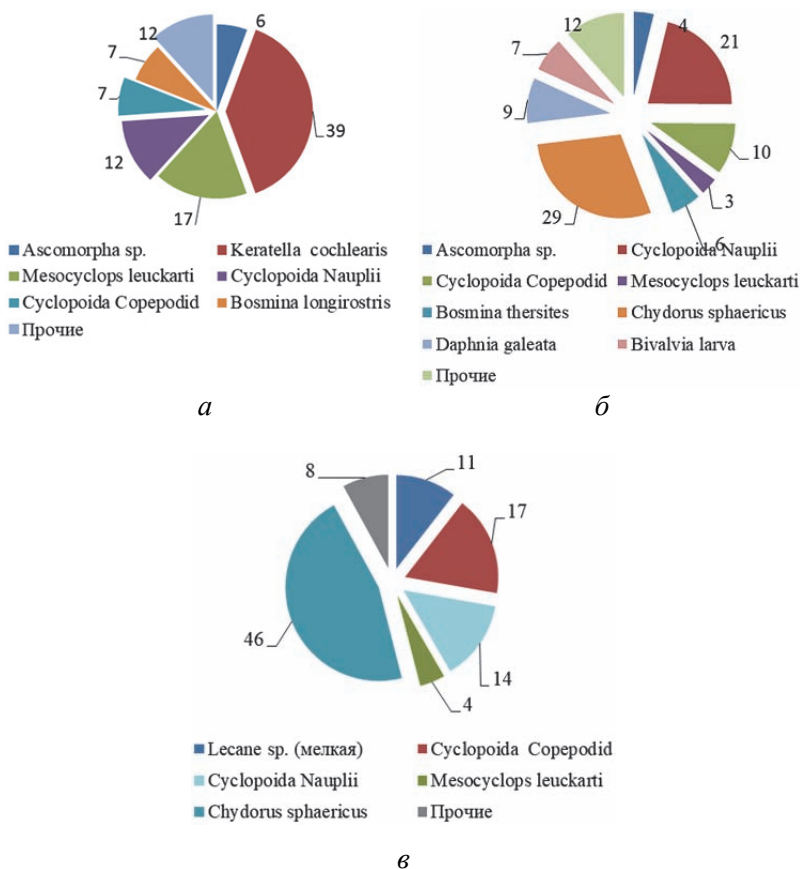


Рис. 9. Структура численности зоопланктона в прибрежной зоне западной части Куршского залива на территории НП «Куршская коса» в 2022 г.: а — май; б — июль; в — октябрь

В июле структура зоопланктона изменилась: доля коловраток сократилась до 9%, доля кладоцер возросла до 46% в общей численности, а доля веслоногих ракообразных почти не изменилась. В группе коловраток преобладал вид *Ascomorpha sp.*, среди циклопов продолжал доминировать *M. leuckarti*. Среди кладоцер преобладали фильтраторы-фитофаги *Bosmina coregoni thersites*, *Daphnia galeata* и собиратель *Chydorus sphaericus* (рис. 9). В общей биомассе доля кладоцер составляла почти 80%, из них 56% — крупный вид *Daphnia galeata*, а доля веслоногих ракообразных сократилась до 20%, наиболее значимым был *M. leuckarti*.

Осенью структура зоопланктона по численности по группам была схожа с таковой в летнем сезоне. Однако комплекс доминирующих видов был иным: в группе коловраток по численности превалировали мелкие *Lecane sp.*, а по биомассе — крупная *Asplanchna priodonta*; среди циклопов доминировали *M. leuckarti* и *Cryptocyclops bicolor*; а в группе кладоцер *C. sphaericus* создавал 46% общей численности и 31% общей биомассы зоопланктона.

Распределение зоопланктона вдоль Куршской косы в целом было схоже с аналогичными данными прошлых лет. В корневой части косы, где прибрежная зона отделена поясом высшей водной растительности от открытой части залива (ст. 403, 404), отмечено значительное видовое разнообразие, но низкие количественные показатели: 38—152 тыс. экз./м³ и 0,21—0,46 г/м³. На участке косы, где берег не отделен поясом водной растительности от открытой части залива (ст. 440, 439, 407), численность и биомасса зоопланктона возрастали до 181—1083 тыс. экз./м³ и 1,31—15,64 г/м³. Максимум общей численности зоопланктона в весенний и осенний сезоны выявлен на ст. 440 и 407, в летний сезон — на ст. 439 (мол в пос. Рыбачий). Распределение биомассы вдоль косы в целом соотносится с распределением численности планктонных ракообразных.

Для количественных показателей зоопланктона характерна высокая сезонная вариабельность. Максимальные значения численности и биомассы зоопланктона в конце мая (табл. 2), что отмечалось и в предыдущие годы исследований. Количественные показатели зоопланктона в июле и октябре были сравнимы между собой, что объясняется еще достаточно высокой температурой воды в осенний сезон. Значения индекса Шеннона незначительно варьировали в период исследования (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели зоопланктона
в прибрежной зоне западной части Куршского залива
на территории НП «Куршская коса» в 2022 г.**

| Показатель | Май | Июль | Октябрь |
|---------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Число видов (голопланктона/всех организмов) | 43/49 | 40/45 | 33/37 |
| Численность, тыс. экз./м ³ | 1183 (192—2311)* | 107 (37—238) | 108 (13—268) |
| Биомасса, г/м ³ | 9,98 (0,25—38,73) | 1,25 (0,16—3,99) | 1,23 (0,07—4,21) |
| Индекс Шеннона, H (по численности) | 2,98 | 3,52 | 2,87 |

* Среднее (диапазон).

Показатели летней численности и биомассы зоопланктона у западного побережья залива характеризуются значительной межгодовой изменчивостью (табл. 3), что характерно для прибрежной зоны водоемов с нестабильными условиями среды. Сравнительно низким уровнем обилия зоопланктона характеризовались 2015, 2017 гг. и особенно 2021 г. Количественные показатели зоопланктона 2022 г. также невысоки (табл. 3).

Таблица 3

Общее число видов (n), средняя численность (N) и биомасса (B) зоопланктона в летнем сезоне (июль) в прибрежной зоне западной части Куршского залива на территории НП «Куршская коса» в разные годы

| Показатель | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| n | 30 | 37 | 29 | 23 | 24 | 49 | 37 | 49 |
| N, тыс. экз./м ³ | 93 | 1148 | 42 | 443 | 148 | 591 | 30 | 107 |
| B, г/м ³ | 1,21 | 23,20 | 0,98 | 5,10 | 4,80 | 3,5 | 0,1 | 1,2 |

Макрзообентос. В зообентосе литорали западного побережья залива, в биотопах без водной растительности (чистоводье), в апреле — октябре 2022 г. обнаружены 25 видов беспозвоночных животных либо таксонов, не идентифицированных до уровня вида. До вида не определяли олигохет, личинок насекомых далее отрядов, в том числе хирономид иных, чем *Chironomus plumosus*, мейобентосные группы Nematoda и Ostracoda. Беспозвоночные прибрежной зоны западного побережья залива принадлежат к 6 типам и 11 группам, рангом не ниже подкласса: губки, стрекающие, нематоды, аннелиды (п/кл Олигохеты и Пиявки), моллюски (кл. Брюхоногие и Двустворчатые), членистоногие из классов ракообразные (кл. Ракушкового и Высшие раки), паукообразные (Водные клещи) и насекомые (отряды Двукрылые, Поденки и Ручейники).

Макробентосные ракообразные были представлены почти исключительно (если не учитывать мейобентосную группу Ostracoda) раками отр. Amphipoda (четыре вида): тремя видами гаммарид — *Dikerogammarus villosus*, *Obesogammarus crassus*, *Pontogammarus robustoides* и одним видом корофиид, *Chelicorophium curvispinum* (найден в качественном сборе). Указанные виды — чужеродные, вселенцы из Понто-Каспийского бассейна. Для *D. villosus*, нового обитателя российской части Куршского залива, впервые выявленного нами в 2018 г., по данным 2022 г. можно констатировать устойчивое состояние популяции и постепенное продвижение вдоль Куршской косы:

вселенец отмечен на ст. 407 (пос. Морское), ст. 439 (бух. Черногогорская, пос. Рыбачий) и ст. 403 (база АтлантНИРО). В то же время мы пока не отмечаем его на станциях между перечисленными, что можно объяснить либо недостаточностью имеющих сборов, либо характерным для *D. villosus* в других районах Балтийского моря разорванным ареалом [28], что указывает на характер его расселения, связанный с антропогенными факторами. Вопрос освоения вселенцем акватории Куршского залива требует отдельного исследования, и он весьма актуален, поскольку *D. villosus* (killer shrimp, «креветка-убийца») — весьма агрессивный хищник, жертвами которого являются многие беспозвоночные, в том числе и другие гаммариды.

Структура зообентоса по численности и биомассе в биотопах без растительности варьировала в направлении от корневой к средней части косы, хотя основными структурообразующими группами неизменно (уже на протяжении более 20 лет наблюдения) остаются малощетинковые черви Oligochaeta и личинки комаров-звонцов Chironomidae. Исключение составила ст. 439, расположенная в крайней точке мола у пос. Рыбачий (около 200 м от берега), в особом, антропогенно сформированном биотопе с наличием твердого субстрата в воде, где структурообразующим видом выступает двустворчатый моллюск-обрастатель *Dreissena polymorpha*.

В мае на ст. 403 и 404 хирономиды не были обнаружены, что обусловлено асинхронностью вылета на разных участках залива *Chironomus plumosus*, основного доминантного вида в таксоцене хирономид. Численность олигохет на ст. 440, 403 и 404 оказалась выше (0,43—3,15 тыс. экз./м²), чем хирономид (0—1,08 тыс. экз./м²). На участке вблизи пос. Морское численность малощетинковых червей сокращалась в десятки раз — до 0,05 тыс. экз./м². Структура биомассы зообентоса в основном совпадала с таковой по численности. Некоторые отличия наблюдались на ст. 403 (база АтлантНИРО), где помимо олигохет (81 % общей биомассы) была высока доля гаммарид (17 %), и на ст. 404, где наибольший вклад в биомассу вносили двустворчатые моллюски дрейссены (57 %) и олигохеты (43 %).

В июле отмечено возрастание численности представителей основных групп зообентоса в несколько раз. Высокие показатели общей численности на ст. 440 (пос. Лесной) (рис. 10), образованной в основном олигохетами и хирономидами, указывают на благоприятные условия для организмов-индикаторов высокого сапробного статуса, использующих в питании легкогидролизуемое органическое вещество взвеси (*Ch. Plumosus*) и неконсолидированного, свежесосажденного органического детрита. Мы связываем это с расположением станции в границах густонаселенного летом поселка и поступлением растворенной и взвешенной органики антропогенного происхождения с берега.

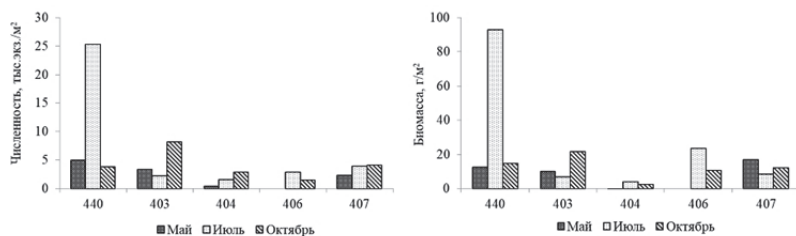


Рис. 10. Пространственно-временная динамика количественных показателей зообентоса в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2022 г.

Значения биомассы бентоса в июле превышало майские показатели на ст. 440 (90 против 10 г/м² в мае) и ст. 404 (3,8 против 0,9 г/м² в мае) (табл. 4). На ст. 403 наблюдалось небольшое снижение биомассы за счет уменьшения обилия олигохет, а на ст. 407 при увеличении численности личинок хирономид в 2 раза, по сравнению с маем, выявлено несущественное уменьшение их биомассы (8 против 13,8 г/м² в мае) за счет преобладания в пробе более мелких форм. Последнее согласуется с характерными для Куршского залива периодами смены генераций *Chironomus plumosus*: после массового лёта в мае начинается развитие новой генерации личинок.

Таблица 4

**Сезонная динамика
средних количественных показателей зообентоса
в чистоводье прибрежной зоны западной части Куршского залива
в 2022 г.**

| Показатель | Май | Июль | Октябрь |
|------------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Численность, тыс. экз./м ² | 2,77 (0,44—4,98)* | 7,15 (1,52—25,31) | 4,06 (1,47—8,11) |
| Биомасса, г/м ² | 9,86 (0,45—16,7) | 26,99 (3,79—92,8) | 12,26 (2,35—21,61) |

* Среднее (диапазон величин), без ст. 439 и 406 (май).

В октябре на всех мониторинговых станциях в бентоценозах в целом сохранились соотношения основных групп: преобладание в пробах олигохет по численности и биомассе, в роли субдоминанта — хирономиды. Только на ст. 407 последние обычно выходят на первое место по численности и биомассе во все сезоны. Это обстоятельство объяснимо характером литорального биотопа в пос. Морское, где распространены чистые плотные мелкозернистые пески и практически отсутствует растительный детрит, так же как и прямые неочищенные стоки в акваторию, поэтому условия для массового развития олигохет здесь гораздо менее благоприятны.

К концу вегетационного сезона в корневой части косы зафиксировано возрастание доли гастропод *Valvata ambigua*, которые на ст. 440 и 403 вышли на первое и второе место по биомассе (6,6 и 7 г/м² соответственно). Тенденция устойчивого присутствия и заметного вклада в структуру бентосных сообществ моллюсков-вальватид наблюдается несколько последних лет. Рост биомассы моллюсков к концу вегетационного сезона — характерное явление для водоемов умеренной зоны. Увеличение биомассы в популяциях моллюсков объясняется результатом размножения и активного соматического роста в

летний период, а накопление запасных питательных веществ в летний период обеспечивает переживание зимнего периода неоднородными видами.

Сезонные колебания средней численности и биомассы разных групп на всех станциях были незначительными. Ряд станций характеризовался возрастанием количественных показателей в группах олигохет и хирономид к середине лета (ст. 440, 406) и спадом численности и биомассы к октябрю, в то время как на других станциях (ст. 403, 404, 407) уменьшалась доля хирономид (за счет вылета) и многократно увеличивалось обилие олигохет. В среднем по станциям численность бентосных организмов во все три сезона была одного порядка, при этом отмечен рост биомассы от мая к июлю и снижение к октябрю до уровня конца весны (табл. 4).

Бентоценоз у конца мола, пос. Рыбачий (ст. 439). На самой таксономически богатой и продуктивной по макробентосу ст. 439 сформировался нетипичный для западного побережья биоценоз дрейссены. Очевидно, это связано с особенностью биотопа — наличием портовой инфраструктуры (мол), служащей дополнительным субстратом дрейссене, значительной глубиной (2 м), по сути — пелагическими, а не литоральными условиями и довольно активной гидродинамикой, что способствует количественному развитию обрастателя-дрейссены, вида-эдификатора, поддерживающего развитие связанного с ней сообщества беспозвоночных и трофически и топически.

В апреле на ст. 439 по численности доминировали дрейссены (15 тыс. экз./м², 46 % общей численности), олигохеты (10,7 тыс. экз./м², 33 %) и личинки хирономид (6,5 тыс. экз./м², 20 %). Доля остальных организмов (гаммариды, гастроподы и др.) не превышала 1 %. По биомассе преобладала дрейссена, достигая массы 885 г/м² (94 % общей биомассы). В мае по численности преобладали олигохеты (9,4 тыс. экз./м², 86 % общей численности). В существенно меньшем количестве по сравнению с апрелем были представлены личинки хирономид

(0,88 тыс. экз./м², 8%), дрейссены (0,36 тыс. экз./м², 3%), гаммариды (0,24 тыс. экз./м², 2%). Разница на порядок в численности личинок хирономид обусловлена, вероятно, майским вылетом имаго комаров. Биомасса зообентоса в мае отличалась от таковой в апреле соотношением основных групп. Снизилась биомасса двустворок и их доля в суммарной биомассе бентоса (92 г/м², 72%) и в 7 раз — хирономид (5,7 г/м², 4%), а олигохет, наоборот, выросла более чем в 2 раза (28 г/м², 22%). В июле отмечена максимальная численность доминантной дрейссены — 122,7 тыс. экз./м² (73% общей численности). Столь высокая численность объясняется преобладанием в пробе сеголеток и ювенильных моллюсков с размерами до 10 мм. На втором месте по численности — личинки хирономид (38,6 тыс. экз./м², 23%). Увеличилась численность гаммарид (3,7 тыс. экз./м², 2,2%), олигохет сократилась (2,5 тыс. экз./м², 1,5%) и была минимальной в период съемок 2022 г. В июле за счет популяции дрейссены величина численности и биомассы зообентоса была максимальной для 2022 г. — 169 тыс. экз./м² и 6031 г/м² соответственно.

На основе изучения раковинных танатоценозов обнаружено 23 вида водных моллюсков, из них брюхоногих — 19, в том числе 7 переднежаберных, 12 легочных, двустворчатых — 4 вида. Отмечено от 7 до 16 видов моллюсков на станцию. В выбросах не выявлено шаровок и горошинок (Sphaeriidae, Pisidiidae), но в бентосных пробах со ст. 440 и 403 найдены неидентифицированные до вида горошины. Два вида брюхоногих занесены в Красную книгу Калининградской области.

Наибольшее видовое богатство моллюсков 16 видов наблюдалось на ст. 403 (база АтлантНИРО), но на каждой станции установлено не менее 7 видов.

Содержание ионов тяжелых металлов. Тяжелые металлы (ТМ) в высоких концентрациях негативно влияют на качество воды природных водоемов, на воспроизводство и продуктивность гидробионтов, могут быть опасными для здоровья людей. Часть техногенных выбросов поступает в природную среду в виде тонких аэрозолей, которые переносятся на значительные

расстояния и, попадая в водную среду, загрязняет ее ТМ. Такой механизм загрязнения ТМ вод вероятен и для Куршского залива наряду с поступлением неочищенных сточных вод.

В июле 2022 г. содержание ионов меди, хрома, цинка, кадмия, никеля и свинца в водах Куршского залива сравнивалось с соответствующими ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения [21; 23].

Содержание ионов хрома ($<0,001$ — $0,07$ мг/л), кадмия ($0,07$ — $0,51$ мкг/л) и свинца ($1,98$ — $2,59$ мкг/л) в воде Куршского залива не превышало ПДК.

Содержание ионов никеля на большинстве станций мониторинга превышало ПДК (до 3,4 раза на ст. 403) и варьировало от $<0,001$ до $0,034$ мг/л.

Содержание ионов цинка колебалось от $0,005$ до $0,183$ мг/л. Максимальное превышение содержания ионов цинка в 18,3 раза обнаружено на ст. 440 (пос. Лесной). На ст. 404 и 439 превышение ПДК составило 2—2,6 раза, на остальных оно было незначительным. Относительно аналогичных данных 2021 г. отмечено увеличение в 10 раз содержания ионов цинка вблизи пос. Лесной. Вероятно, источником поступления в воду этого элемента служит бытовой муниципальный сток и маломерный флот.

Содержание ионов меди превышало ПДК на всех станциях мониторинга. Значения колебались от $0,074$ до $0,089$ мг/л и превышало ПДК от 74 до 89 раз. Максимальное превышение по меди выявлено на ст. 440 (пос. Лесной) и 404 (Музей). По сравнению с аналогичными данными 2021 г. наблюдалось повсеместное повышение концентрации ионов меди в 5—9 раз на соответствующей станции. Наибольшее увеличение наблюдалось на ст. 406 (пос. Рыбачий).

Заключение

Фитопланктон. В 2022 г. фитопланктон Куршского залива был представлен 126 таксонами, принадлежащими к 7 систематическим группам. По количеству таксонов ведущее

положение занимали зеленые (48), диатомовые (31) и цианобактерии (30 таксонов). Остальные группы были представлены 2—7 таксонами. Фитопланктоценозы составляли от 20 до 43 таксонов фитопланктона. В комплекс доминантов вошло 13 таксонов микроводорослей, наиболее значимыми из них были цианобактерии рода *Microcystis*, *Planktothrix agardhii*, *Woronichinia compacta* и диатомея *Actinocyclus normanii*. Основу фитопланктонного сообщества по численности составляли цианобактерии (в среднем 95%), по биомассе — диатомовые (в среднем 53%). Численность фитопланктона на станциях Куршского залива варьировала от 66 до 970 млрд кл./м³ (среднесезонная 469 млрд кл./м³), биомасса — от 4,7 до 43,2 г/м³ (среднесезонная 18,2 мг/м³). Прибрежная зона западного побережья Куршского залива по фитопланктону характеризовалась как гипертрофная — средняя за вегетационный период биомасса превышала 10 г/м³.

Макрофиты. Обнаружено 129 видов высших растений и 10 видов макроводорослей. Помимо водных растений (13 видов), учитывались также растения, растущие на берегу. Выявлено 38 видов, тяготеющих к берегам пресных водоемов (8 гелофитов и 30 гигрофитов и гигрогелофитов), а также растения приморских песков, сорные виды и луговые. Наблюдалось развитие водных сообществ с большим обилием видов и фитомассой в южной части обследованной акватории (ст. 440, 403, 404) и меньшим — в Черногорской бухте (ст. 439). Во флоре, населяющей пляжевую зону, отмечены как многолетние виды гелофитов и гигрофитов, так и однолетние непостоянные элементы, присутствие которых зависит от наличия и ширины песчаного берега.

Узкая полоса прибрежных растений — один из непостоянных компонентов по видовому составу флоры. Ширина пляжа меняется не только год от года, но даже в течение вегетационного сезона в зависимости от направления сгонно-нагонных течений. Из состава флоры выпадали или, наоборот, появлялись не только однолетние, но и многолетние виды. На ст. 407 происходило разрушение берега и полосы тростников, что

негативно сказывалось на количестве и обилии видов, обитающих в воде и пляжевой полосе. На ст. 403 в природные процессы зарастания активно вмешивается человек, выкашивая заросли тростников и камыша озерного, оставляя скошенные растения в воде. На ст. 440 выявлена резкая смена состава водных макрофитов и их обилие в многолетнем аспекте, что, предположительно, связано с антропогенным воздействием.

Зоопланктон был представлен 58 таксонами. В меропланктоне присутствовали велигеры *Vivalvia*. В мае и октябре фиксировались солоноватоводные виды. Максимальное число видов отмечено в конце мая, что наблюдали и в другие годы. Таксономическое разнообразие зоопланктона по индексу Шеннона в разные месяцы варьировало незначительно (2,87—3,52). В группе кладоцер наблюдали смену доминирующих видов по сезонам, что типично для залива: весной преобладал один вид — *Bosmina longirostris*, летом — *Bosmina coregoni thersites*, *Daphnia galeata*, *Chydorus sphaericus*, осенью — только *C. sphaericus*. Среди циклопов на протяжении всего периода исследования преобладал вид *Mesocyclops leuckarti*, осенью еще и *Cryptocyclops bicolor*. Распределение численности и биомассы зоопланктона вдоль Куршской косы в целом было сходно с таковым прошлых лет. В корневой части косы, где прибрежная зона отделена поясом высшей водной растительности от открытой части залива (ст. 403, 404), отмечено сравнительно низкое обилие зоопланктона: численность — 38—152 тыс. экз./м³, биомасса — 0,21—0,46 г/м³. В районе «открытой воды» (ст. 439, 407, 440) величина показателей была выше: 181—1083 тыс. экз./м³ и 1,31—15,64 г/м³. Максимум численности и биомассы зоопланктона установлен в конце мая, в среднем 1183 тыс. экз./м³ и около 10 г/м³. В июле и октябре количественное развитие зоопланктона было существенно ниже: численность в среднем не превышала 110 тыс. экз./м³, биомасса составляла 1,2 г/м³.

Макрзообентос. В зообентосе чистоводья западного побережья залива отмечено 25 таксонов беспозвоночных животных. Разнообразие зообентоса на уровне таксонов высокого

ранга было сравнительно высоким — 6 типов и 11 групп. Макробентосные ракообразные были представлены почти исключительно раками отр. Amphipoda, тремя гаммаридами и одной корофиидой, вселенцами из Понто-Каспийского бассейна: *Dikerogammarus villosus*, *Obesogammarus crassus*, *Pontogammarus robustoides*, *Chelicorophium curvispinum*. Для *D. villosus* — агрессивного хищника, жертвами которого являются многие беспозвоночные (killer shrimp, «креветка-убийца») в 2022 г. отмечено устойчивое состояние популяции и постепенное продвижение вдоль Куршской косы.

В мае 2022 г. доля олигохет в общей численности зообентоса была выше в литорали южной части косы, доля личинок хирономид — у пос. Морское. Структура биомассы зообентоса на ст. 440, 403, 404 и 407 в основном совпадала с таковой по численности. Макробентос ст. 403 отличался доминированием гаммарид, а на ст. 404 наибольший вклад в биомассу внесли двустворчатые моллюски дрейссены и черви-олигохеты. Тенденция устойчивого присутствия и заметного вклада в структуру бентосных сообществ моллюсков-вальватид наблюдается несколько последних лет на ряде станций. Наиболее продуктивными были бентоценозы в летний сезон и особенно на ст. 439, где в июле биомасса бентоса достигала в пробах экстремальных значений 10145 г/м². Количественные показатели на литоральных станциях варьировали в пределах, характерных для последнего десятилетия.

Тяжелые металлы. Содержание ионов хрома (Cr), кадмия (Cd) и свинца (Pb) в воде Куршского залива в июле 2022 г. не превышало ПДК. Предельно допустимые концентрации в пробах воды были превышены для меди (Cu), что отмечалось нами и в 2020—2021 гг., для цинка (Zn) (также в 2021 г.) и никеля (Ni) (ранее не наблюдалось). Содержание ионов никеля на большинстве станций мониторинга превышало ПДК до 3,4 раза (ст. 403). Максимальное превышение содержания ионов цинка в 18,3 раза установлено на ст. 440 (пос. Лесной). На ст. 404 и 439 превышение ПДК составило 2—2,6 раза, на остальных участках оно было незначительным. Содержание

ионов меди превышало ПДК на всех станциях мониторинга от 74 до 89 раз. Максимальное превышение по меди выявлено на ст. 440 (пос. Лесной) и 404 (Музейный комплекс).

Благодарности. Коллектив авторов выражает благодарность всем сотрудникам ЛМЭ АО ИОРАН, принимавшим участие в экспедиционных работах и обработке проб: А. Е. Карташовой, А. С. Мельник, Н. С. Молчановой, Я. В. Уткиной.

Работа выполнена на основе результатов НИР «Оценка состояния биологических сообществ береговой зоны Куршского залива на территории НП «Куршская коса» в 2022 г.», проведенной в рамках договора № 65-УК-РАН от 11.05.2022. Анализ полученных данных был выполнен по теме госзадания ИО РАН № FMWE-2024-0021.

Список литературы

1. *Архив* погоды метеостанции пос. Нида. URL: <https://rp5.ru> (дата обращения: 05.10.2022).
2. Багиров Н. Э., Ежова Е. Е., Ланге Е. К., Полунина Ю. Ю., Герб М. А., Володина А. А. Результаты экологического мониторинга прибрежной зоны Куршского залива на территории национального парка «Куршская коса» в 2020 году // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. / сост. И. П. Жуковская. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2021. Вып. 17. С. 144—189.
3. Балушкина Е. В., Винберг Г. Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных ракообразных // Общие основы изучения водных экосистем. Л. : Наука, 1979. С. 169—172.
4. Герб М. А., Полунина Ю. Ю., Ланге Е. К., Маркиянова М. Ф., Володина А. А., Ежова Е. Е. Характеристика биологических сообществ литорали западного побережья Куршского залива по данным гидробиологического мониторинга в 2015 г. // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. / сост. И. П. Жуковская. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. Вып. 12. С. 97—112.
5. Герб М. А., Ланге Е. К., Ежова Е. Е., Маркиянова М. Ф., Володина А. А., Родионова Н. В., Смирнова М. М. Характеристика состояния биоты литоральной зоны Куршского залива в национальном парке «Куршская коса» в 2017 году // Там же. 2018. Вып. 14. С. 70—98.

6. *Дмитриева О. А.* Потенциально токсичные виды фитопланктона российской части Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря // Там же. 2007. Вып. 5. С. 102—118.

7. *Дмитриева О. А.* Исследование закономерностей пространственно-временных изменений структурных и количественных показателей фитопланктона в различных районах Балтийского моря : дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 2017.

8. *Ежова Е. Е.* Новый вселенец в Балтийское море — моллюск *Rangia cuneata* (Bivalvia, Mactridae) // Морской экологический журнал. 2011. Т. 116, № 1. С. 29—32.

9. *Календарь* природы НП «Куршская коса». URL: http://park-kosa.ru/cn_kalendar-prirody (дата обращения: 05.10.2022).

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

11. *Килесо А. В., Стонт Ж. И.* Некоторые аспекты изменчивости уровня Куршского залива (Юго-Восточная Балтика) при различных синоптических ситуациях // Гидрометеорология и экология. 2020. № 61. С. 494—506.

12. *Кузьмин Г. В.* Фитопланктон. Видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М. : Наука, 1975. С. 73—87.

13. *Ланге Е. К.* Летний фитопланктон Куршского залива и озера Лебедь // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. Калининград : Изд-во РГУ им И. Канта, 2007. Вып. 5. С. 142—149.

14. *Ланге Е. К.* Фитопланктонный комплекс российской части Куршского залива (2001—2007 гг.) // Известия КГТУ. 2013. № 28. С. 87—94.

15. *Ланге Е. К., Герб М. А., Володина А. А., Родионова Н. В., Маркиянова М. Ф., Ежова Е. Е.* Характеристика состояния западной прибрежной зоны Куршского залива по гидробиологическим показателям в 2016 году // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. / сост. И. П. Жуковская. Калининград : Изд-во БФУ им И. Канта. 2017. Вып. 13. С. 86—112.

16. *Ланге Е. К., Герб М. А., Ежова Е. Е., Володина А. А., Кочешкова О. В., Родионова Н. В., Королева Ю. В., Таран В. С.* Результаты экологического мониторинга прибрежной зоны Куршского залива на территории национального парка «Куршская коса» в 2019 году // Там же. 2020. Вып. 16. С. 99—137.

17. Ланге Е.К., Ежова Е.Е., Багиров Н.Э., Володина А.А., Герб М.А., Полунина Ю.Ю., Шартон А.Ю. Характеристика состояния биоты на основе результатов мониторинга прибрежной зоны Куршского залива в пределах национального парка «Куршская коса» в 2021 году // Там же. 2023. Вып. 18. С. 100—134.

18. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция / под ред. А.А. Салазкина, М.Б. Иванова, В.А. Огородниковой. Л. : ГосНИОРХ, 1984.

19. Методические рекомендации по сбору и обработке материала при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция / под ред. А.А. Салазкина, А.Ф. Алимова, Н.П. Финогеновой, Г.Г. Винберга. Л. : ГосНИОРХ, 1984.

20. Науменко Е.Н. Зоопланктон прибрежной части Куршского залива. Калининград : Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии, 2006.

21. ПНД Ф 14.1:2:4.140-98 Количественный метод измерений массовых концентраций бериллия, ванадия, висмута, кадмия, кобальта, меди, молибдена, мышьяка, никеля, олова, свинца, селена, серебра, сурьмы и хрома в пробах питьевых, природных и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией. М., 1998 (изд. 2013 г.).

22. Полунина Ю.Ю., Родионова Н.В. Характеристика зоопланктонного сообщества Балтийского моря // Система Балтийского моря. М. : Научный мир, 2017. С. 258—291.

23. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 г. №552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 10 марта 2020 года). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

24. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. СПб. : Гидрометеиздат, 1992.

25. Трифонова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л. : Наука. 1990.

26. Семенова С.Н., Смыслов В.А. Состояние фитоплена Куршского залива Балтийского моря на рубеже XX—XXI веков // Гидробиологи-

ческие исследования в бассейне Балтийского моря, Атлантическом и Тихом океанах на рубеже тысячелетий. Калининград : АтлантНИРО, 2005. С. 17—64.

27. *Стратегические* направления адаптации бассейна реки Неман к изменению климата // Программа развития ООН в Беларуси и Европейская экономическая комиссия ООН / сост. В.Н. Корнев, А.А. Волчек [и др.]. Брест, 2015.

28. *Minchin D., Arbačiauskas K., Daunys D., Ezhova E. et al.* Rapid expansion and facilitating factors of the Ponto-Caspian invader *Dikero-gammarus villosus* within the eastern Baltic Sea// *Aquatic Invasions*. 2019. Vol. 14, iss. 2. P.165—181.

29. *Vaikutienė G.* Diatom distribution in superficial sediments of northern part of the Curonian Lagoon // *Geologija*. 2002. No. 37. P. 56—66.

УДК 574.583:574.587 (261.24)

**Е. К. Ланге¹, Е. Е. Ежова^{1,2}, А. А. Володина^{1,2}, М. А. Герб¹,
Ю. Ю. Полунина¹, Н. Э. Багиров³, А. Ю. Шартон¹, С. А. Щербаков^{1,2},
Д. В. Манаков⁴, Я. В. Уткина¹, А. Е. Карташова¹**

¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

²Балтийский федеральный университет им. И. Канта

³Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

⁴Атлантический филиал ВНИРО (АтлантНИРО)

**Оценка экологического состояния
прибрежных вод Куршского залива
у побережья национального парка «Куршская коса»
по гидробиологическим данным в 2023 году**

В работе продолжено многолетнее исследование сообществ гидробионтов и гидрохимических показателей прибрежной зоны западной части Куршского залива. В фитопланктоне в зависимости от сезона доминировали характер-

© Ланге Е. К., Ежова Е. Е., Володина А. А., Герб М. А., Полунина Ю. Ю., Багиров Н. Э., Шартон А. Ю., Щербаков С. А., Манаков Д. В., Уткина Я. В., Карташова А. Е., 2024

ные виды диатомовых, зеленых, харовых водорослей и потенциально токсичные цианобактерии. Исходя из величины среднесезонной биомассы, прибрежная зона характеризовалась гиперэвтрофными условиями. Среди макроводорослей впервые обнаружен вид зеленых *Draparnaldia glomerata*. Наибольшую фитомассу имели мезоэвтрофные и β -мезосапробные виды. Общую биомассу зоопланктона во все сезоны в основном определяли ракообразные. Вклад коловраток был заметен в летний период за счет массового развития крупной хищной коловратки *Asplanchna priodonta*. Распределение биомассы вдоль косы соотносилось с распределением численности планктонных ракообразных и было сходно с данными прошлых лет. В зообентосе отмечена устойчивая в течение десятилетий обедненная структура литоральных сообществ с преобладанием олигохет и хирономид и довольно низкими количественными показателями, за исключением летнего сезона. В районе пос. Рыбачий существует таксономически богатый и высокопродуктивный биоценоз с доминированием моллюска-фильтратора *Dreissena polymorpha*. Чужеродные виды ракообразных тепловодного происхождения постепенно расширяют район обитания. Максимальное содержание нитратного, нитритного и аммонийного азота была ниже соответствующего ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения. Величина содержания минерального фосфора характеризовала водоем как эвтрофный. Содержание органического фосфора достигало 0,22 мгР/л, что выше прошлогодних значений. Содержание кадмия, свинца, мышьяка и никеля не превышало ПДК; ионов железа составило 1,6—12 ПДК, цинка — 1,7 ПДК, меди — 20—39 ПДК.

The long-term study of aquatic communities and hydrochemical parameters of the coastal zone of the western part of the Curonian Lagoon was continued. Depending on season, typical species of diatoms, greens and charophytes and potentially toxic cyanobacteria dominated in phytoplankton. Based on the average seasonal biomass, the coastal zone was characterized as hyper-eutrophic area. Among the macroalgae, the green species *Draparnaldia glomerata* was discovered for the first time. Meso-eutrophic and β -mesosaprobic species had the highest phytomass in all seasons. The biomass of zooplankton was deter-

mined mainly by crustaceans. The contribution of rotifers was noticeable in the summer period only due to the mass development of the large predatory rotifer *Asplanchna priodonta*. The distribution of zooplankton biomass along the spit correlated with the numbers of planktic crustaceans, and was similar to similar data from previous years. The zoobenthos shows a stable depleted community structure with dominance of oligochaetes and chironomids, and rather low biomass. In the area of the village Rybachy, there is a taxonomically rich and highly productive biocenosis with the dominance of the filter-feeding mollusk *Dreissena polymorpha*. Alien crustaceans species of warm-water origin are gradually expanding their invasive areal along the spit. The maximum contents of nitrate, nitrite and ammonium nitrogen were below the corresponding maximum permissible concentration for water bodies of fishery importance. The content of mineral phosphorus characterized the water body as eutrophic one. The content of organic phosphorus reached 0.22 mgP/l, which was higher than last year's values. The content of cadmium, lead, arsenic and nickel ions did not exceed the maximum permissible concentration; content of iron ions consists 1.6—12, zinc — 1.7, copper — 20—39 maximum permissible concentration.

Ключевые слова: Куршский залив, фитопланктон, макроводоросли, макрофиты, зоопланктон, макрозообентос, биогенные элементы, тяжелые металлы.

Key words: Curonian Lagoon, phytoplankton, macroalgae, macrophytes, zooplankton, macrozoobenthos, nutrients, heavy metals.

Введение

Прибрежная акватория западной части Куршского залива, с одной стороны, относится к активно используемой туристско-рекреационной зоне, с другой — сопряжена с территорией национального парка «Куршская коса», уникального охраняемого природного объекта. Прибрежные биогеоценозы находятся в зоне перманентного антропогенного воздействия, включая промышленное рыболовство, судоходство, сбросы сточных вод

различного происхождения, гидротехническое строительство, активный отдых населения в акватории залива. Исходя из необходимости контроля биоразнообразия гидробионтов и состояния среды их обитания, целью данной работы стала оценка экологического состояния вод прибрежной зоны Куршского залива по гидробиологическим и гидрохимическим показателям в вегетационный сезон 2023 г.

Материалы и методы

В 2023 г. съемки комплексного гидробиологического мониторинга прибрежной зоны западной части Куршского залива проведены в весенний (24 апреля), летний (18 июля) и осенний сезоны (3 октября) на 6 станциях: 440 (пос. Лесной, 12 км от корня косы); 403 (вблизи научной базы АтлантНИРО, 13,5 км) кроме апреля; 404 (музейный комплекс НП, 15 км); 406, 439 (пос. Рыбачий, 34 км), 407 (пос. Морское, 44 км). Глубина станций составила менее 1 м, кроме ст. 439 («пелагическая»), расположенной на оконечности мола в пос. Рыбачий в 200 м от берега с глубиной отбора проб 1,5—2 м. Прозрачность воды измеряли диском Секки, температуру — водным термометром.

Описание гидрометеорологических условий во время натуральных исследований сделано по экспедиционным дневниковым записям, на основе архивных погодных данных метеостанции в пос. Нида [1] и данных календаря природы НП «Куршская коса» [8].

Всего отобрано и обработано проб: фито- и зоопланктона — по 17, макрофитов — 36 количественных и 4 качественных, макрозообентоса — 48. Собранный во время экспедиций гидробиологический и ботанический материал хранится в фондовых коллекциях лаборатории морской экологии АО ИО РАН.

Пробы воды на *фитопланктон* объемом 0,5 л отбирали с поверхности, фиксировали модифицированным раствором Люголя [9], сгущали методом седиментации [26], подсчитывали

вали в камере Нажотта (0,05 мл), используя микроскоп Leica DM 2500 при увеличении 400х. За счетную единицу фитопланктона принималась клетка. Биомассу рассчитывали счетно-объемным методом [26]. К доминантам относили виды и группы водорослей, составившие более 10% от общей численности и/или биомассы фитопланктона в пробе. В работе использована номенклатура водорослей и формулы расчета индивидуальных объемов, принятые в программе международного мониторинга Балтийского моря [31].

Ботанические пробы отбирали в береговой (песчаный пляж шириной 2—4 м, длиной 50—100 м) и литоральной зоне. Одновременно с описаниями водной флоры и растений, населяющих пляжевую зону, вели фотосъемку видов сосудистых растений, растительных сообществ и побережья в целом. Качественные пробы макроводорослей фиксировали 4%-ным раствором формалина, идентифицировали под микроскопом Olympus CX 41. Количественные пробы гидрофитов отбирали в 2—6 повторности в зависимости от степени развития подводной растительности на станции. Отбор проб вели с помощью металлической рамки площадью 25×25 см. В лабораторных условиях определяли воздушно-сухую массу гидрофитов. Взвешивание выполняли на электронных лабораторных весах Acculab VIC-410D2 Startorius.

Пробы *зоопланктона* собраны на станциях: с глубиной менее 1 м процеживанием 50 л воды через сеть Апштейна (ячейка 100 мкм), с глубиной более 1 м — протяжкой сети Джели от дна до поверхности ($d = 14$ см, ячейка 100 мкм). Пробы фиксировали 4%-ным раствором формалина с глюкозой. Камеральную и статистическую обработку проб проводили по общепринятым методикам [13]. Биомассу рассчитывали по зависимости массы тела организмов от их линейных размеров [3].

Пробы *макрозообентоса* (3 пробы/станция) отбирали малым дночерпателем Ван-Вина (0,025 м², объем 2 л), промывали через бентосное капроновое сито (№ 15 с ячейкой 0,36 мм), фиксировали 4%-ным раствором формалина, обрабатывали по стандартным методикам [14]. Выявляли число организмов

каждого вида/группы в пробе и их массу (групповым методом), используя торсионные весы ВТ-500, с точностью до 1 мг. Рассчитывали средние количественные показатели для каждого таксона на станции. Частоту встречаемости (%) таксона рассчитывали из общего количества отобранных проб.

Содержание *биогенных элементов* в воде определяли по аттестованным методикам, внесенным в Государственный реестр методик количественного химического анализа воды и рекомендованным Росгидрометом [20—25; 27]. Для выявления концентрации различных форм азота и фосфора в пробах воды использовали фотометрические методики. Оптические плотности окрашенных комплексов фосфора и азота измеряли на спектрофотометре ПЭ-5400В. Всего отобрано и проанализировано 34 пробы.

Содержание *тяжелых металлов* в воде определялось на атомно-абсорбционном спектрофотометре (ААС) КВАНТ-Zeta (кадмий (Cd), свинец (Pb), мышьяк (As) и с помощью ААС Varians AA240FS (железо (Fe), медь (Cu), никель (Ni), хром (Cr) [17] сотрудниками лаборатории геологии Атлантики АО ИО РАН. Всего проанализировано шесть проб воды.

Результаты и обсуждение

Погодные условия. В период съемки в последней декаде апреля стояла пасмурная погода с грозами и осадками ближе к концу съемки. В первой половине дня ветер был восточного направления, которое позже менялось на восточное-юго-восточное и северное. Преобладал легкий ветер (2 м/с). Температура воды менялась в диапазоне от 12,0 до 15,5 °С, прозрачность — от 0,6 до 0,8 м. Уровень воды в заливе составил 0,44 м. В середине июля наблюдалась облачная погода с переменным дождем, слабый (4 м/с) с порывами ветер (до 13,8 м/с). Температура воды в прибрежной зоне прогревалась до 20—23 °С, прозрачность воды составила от 0,4 до 0,7 м. Уровень воды в заливе оставался низким (0,44 м). В начале октября во время съемки была малооблачная погода с уме-

ренным ветром (до 8 м/с) южного направления. Температура воды изменялась незначительно — от 17 до 18 °С. Прозрачность воды составила 0,6—0,8 м, уровень воды в заливе — 0,74 м [1; 8]. В период съемок при низком уровне воды в заливе в толще воды наблюдалось большое количество органической взвеси, состоящей из полуразложившихся водорослей и фрагментов макрофитов.

В **фитопланктоне** обнаружено 140 таксонов рангом ниже рода из 9 систематических групп: зеленых (Chlorophyta) — 44, цианобактерии (Cyanobacteria, Cyanophyta, Cyanoprokaryota) — 40, диатомовые (Bacillariophyceae) — 29, харовые (Charophyta) — 10, динофитовые (Dinophyceae) — 6, криптофитовые (Cryptophyta) и эвгленовые (Euglenophyta) — по 4, желтозеленые (Xanthophyta) — 2, золотистые (Chrysophyceae) — 1 таксон.

Среди зеленых традиционно больше всего видов насчитывал порядок Chlorococcales (pp. *Oocystis*, *Desmodesmus*, *Pediastrum*). Таксономическое разнообразие цианобактерий определялось видами порядка Chroococcales (pp. *Aphanothece*, *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Cyanodictyon*, *Microcystis*).

Число таксонов в фитопланктоценозах (α -разнообразии) на исследованных участках прибрежной акватории Куршского залива варьировало от 30 до 63, в среднем — 43 ± 2 . Наиболее высокое α -разнообразие отмечено в апреле, к октябрю оно заметно снижалось: апрель — 53 ± 3 , июль — 42 ± 4 , октябрь — 35 ± 2 . Тенденция снижения биоразнообразия фитопланктона от весны к осени наблюдалась и ранее.

Во все сроки повсеместно преобладали цианобактерии (10—79%), с ростом их вклада в биомассу фитопланктона от весны к осени (рис. 1). Исключение составили ст. 404 и 406 в апреле, где цианобактерии не доминировали. Биомассу фитопланктона все сезоны определяли также диатомовые, кроме ст. 403, 439 в июле. Зеленые превалировали на всех участках в апреле и июле (кроме ст. 439 и 407). На некоторых станциях эпизодически доминировали харовые (рис. 1). Всего обнаружено 11 доминантных видов (рис. 2, табл. 1).

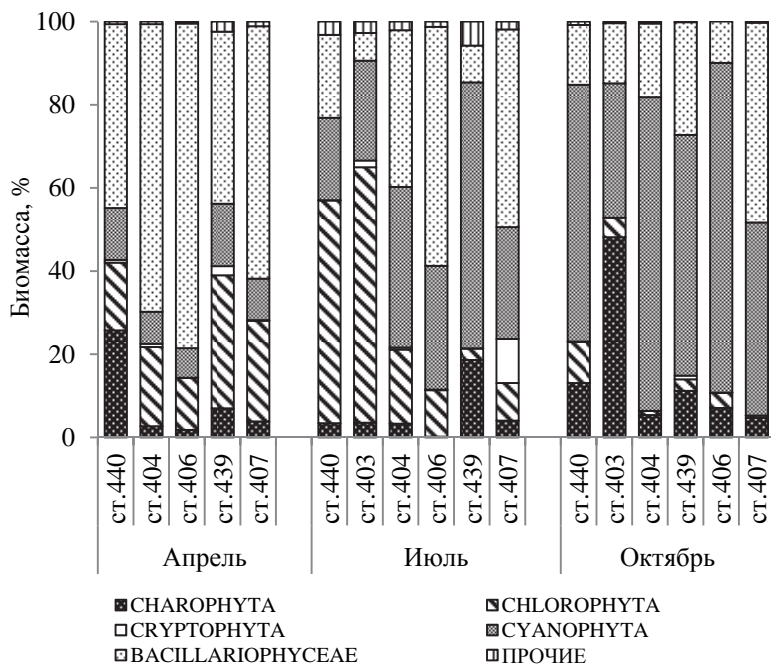
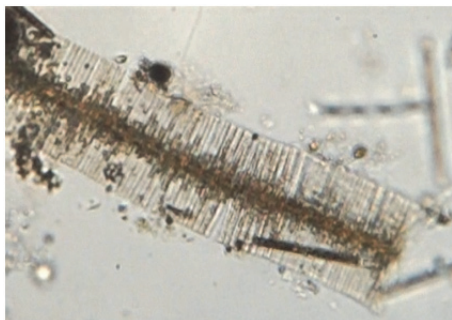


Рис. 1. Доля основных доминантных групп микроводорослей в биомассе фитопланктона на станциях мониторинга в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2023 г.

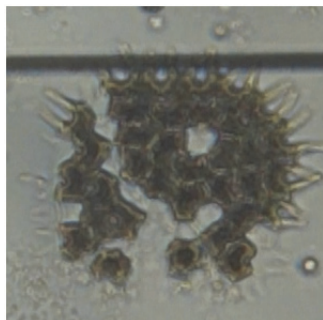
Таблица 1

**Доминантные виды фитопланктона
в прибрежной зоне западного берега Куршского залива в 2023 г.**

| Апрель | Июль | Октябрь |
|----------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|
| <i>Actinocyclus normanii</i> (д) | <i>Microcystis wesenbergii</i> (и) | <i>Cuspidothrix is-satschenkoi</i> (и) |
| <i>Diatoma tenuis</i> (д) | <i>Planktothrix agardhii</i> (и) | <i>P. agardhii</i> (и) |
| <i>Fragilaria</i> spp. (д) | <i>A. normanii</i> (д) | <i>A. normanii</i> (д) |
| <i>Thalassiosira lacustris</i> (д) | <i>Pediastrum duplex</i> (з) | <i>Mougeotia</i> spp. (х) |
| <i>Pseudopediastrum kawraiskyi</i> (з) | <i>Pediastrum boryanum</i> (з) | <i>Spirogyra</i> spp. (х) |
| <i>Spirogyra</i> spp. (х) | <i>Mougeotia</i> spp. (х) | |
| | <i>Cryptomonas</i> spp. (к) | |



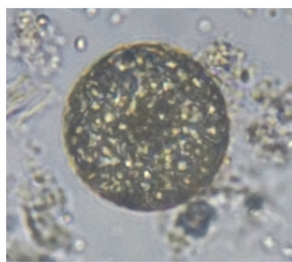
Fragilaria crotonensis



Pediastrum boryanum



Planktothrix agardhii



Thalassiosira lacustris

Рис. 2. Некоторые доминанты фитопланктона в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2023 г.

В 2023 г. потенциально токсичная нитчатая цианобактерия *Planktothrix agardhii* (рис. 2) доминировала в начале октября ($42 \pm 9\%$ общей биомассы), достигая 21 г/м^3 на ст. 406 (пос. Рыбачий), что оказалось наибольшей величиной за все время наблюдений [2; 6; 7; 10—12; 16]. В остальные сроки на всех участках биомасса *Planktothrix* составила $0,1\text{—}0,3 \text{ г/м}^3$, кроме ст. 439, 407 в июле, где ее величина была выше — $1,0\text{—}8,5 \text{ г/м}^3$ (рис. 3). Пик развития, как и в 2015—2017, 2021, 2022 гг., пришелся на осенний сезон, когда биомасса этого вида достигла $9,6 \pm 2,7 \text{ г/м}^3$. Нитчатая цианобактерия *P. agardhii* в качестве доминантного вида в экосистеме залива наблюдается с 2001 г.

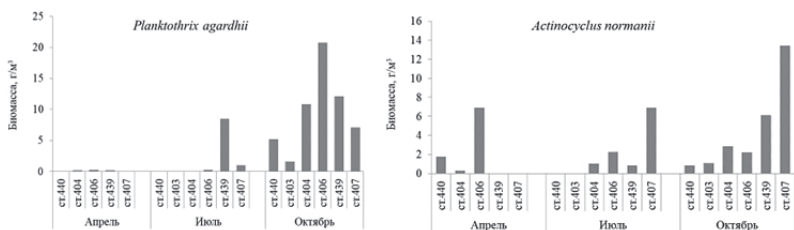


Рис. 3. Сезонная динамика биомассы некоторых доминантов фитопланктона в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2023 г.

Потенциально токсичные виды рода *Microcystis* (суммарно) преобладали на ст. 403 (июль, октябрь), 404 и 407 (июль). Наибольшего развития они достигли в июле с максимум биомассы $2,6 \text{ г/м}^3$ на ст. 407. В Куршском заливе в летне-осенний период виды р. *Microcystis* (*Microcystis aeruginosa*, *M. Wessenbergii*, *M. viridis*) периодически становятся доминантами фитопланктона [18—20]. На акватории залива их вегетация происходит неравномерно и подвержена существенным пространственно-временным колебаниям. В июне — августе 2001, 2003, 2005—2022 гг. биомасса данных цианобактерий варьировала от $0,1$ до $80,0 \text{ г/м}^3$, а летом 2002 г. был зафиксирован максимум биомассы (300 г/м^3) для последних 20 лет [4].

Цианобактерия *Aphanizomenon flosaquae* в 2023 г. заметной роли в фитопланктоне не играла, что отмечается последние 8 лет. Экстремально высокое количество этого вида (биомасса $148—420 \text{ г/м}^3$) было выявлено на участке поселков Рыбачий — Морское (24.09.2015). В штилевую погоду вспышки вегетации *Aphanizomenon*, сопровождающиеся образованием в Куршском заливе зон с биомассой фитопланктона более 1000 г/м^3 , были зарегистрированы в аномально жаркие годы: в июле 1997 г. [28] и августе 2002 г. [10]. К экстремально высокому уровню относилось развитие *Aph. flosaquae* в 2011 г.: в июле на ст. 403 (база

АтлантНИРО) — 430, в начале ноября на ст. 407 (пос. Морское) — 3900 г/м³. Образование больших скоплений *Aphanizomenon* у берега Куршской косы в летне-осенний период в большей степени определялось нагонными процессами при ветре восточного-юго-восточного направления и предшествующей штилевой погоде, способствующей цветению этого вида в акватории залива.

В 2023 г. основной фон фитопланктона определяли также диатомовые (рис. 1 см. на с. 123), в основном благодаря вегетации в апреле *Diatoma tenuis* (биомасса до 1,7 г/м³) и во все сезоны на некоторых станциях — *Actinocyclus normanii*, чья максимальная биомасса (13,4 г/м³) зафиксирована в октябре на ст. 407 (рис. 3). Участок акватории вблизи базы АтлантНИРО (ст. 403) и Музея НП (ст. 404) отличался наименьшим развитием диатомеи, что наблюдается многие годы. Преимущественное развитие этой водоросли чаще происходит у пос. Морское (ст. 407), что было характерно и 2023 г. Указанный вид регулярно с 2000-х гг. доминирует вблизи поселков Рыбачий — Морское [2] (зона влияния солоноватых балтийских вод [32]). По многолетним наблюдениям в биотопе вблизи базы АтлантНИРО диатомея *A. normanii* практически не развивается.

В период наблюдений в 2023 г. размах колебания величины биомассы фитопланктона составил от 3,6 до 30,6 г/м³ (рис. 4). В апреле биомасса фитопланктона в среднем составила 8,7±2,1, в июле — 7,8±2,4, в октябре — 21,5±3,1 г/м³. Продуктивность фитопланктона была выше на северном участке акватории залива между поселками Рыбачий — Морское (ст. 406, 439, 407), по сравнению с южным участком между пос. Лесной и Музеем НП (ст. 440, 403, 404). Исходя из величины средне-сезонной биомассы 12,7±4,4 г/м³, исследованная прибрежная зона Куршского залива в пределах территории НП «Куршская коса», согласно шкале трофности [30], характеризовалась гиперэвтрофными условиями.

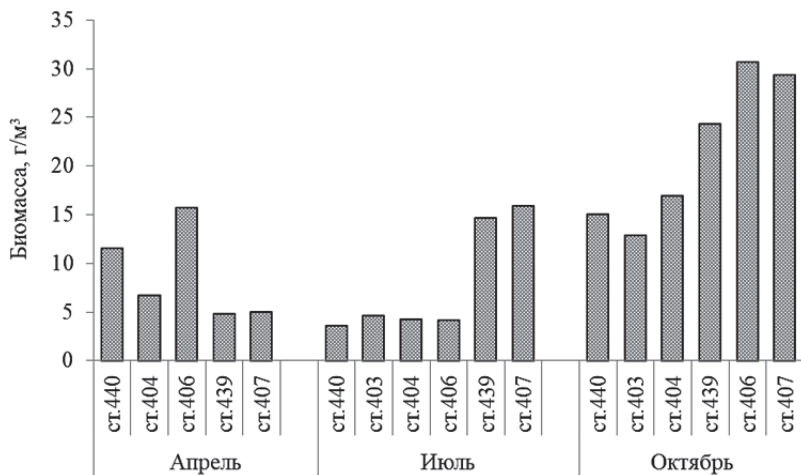


Рис. 4. Распределение общей биомассы фитопланктона в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2023 г.

Макрофиты. На мониторинговых станциях прибрежной зоны западной части Куршского залива 2023 г. «водное ядро» флоры (макроводоросли, гидрофиты и гелофиты) было представлено 37 видами: 28 высших растений (в том числе 2 вида хвощовых и 1 вид водного мха) и 9 макроводорослей, среди которых выявлен новый для залива вид — *Draparnaldia glomerata* (рис. 5).

Высшие водные растения и макроводоросли были распространены на мелководных участках, в бухтах и на затишных участках литорали, преимущественно в начальных километрах косы до 15 км (ст.440, 403, 404) и в Черногорской бухте (ст. 439). На других участках (ст. 406 и 407) складываются неблагоприятные условия для роста макрофитов в связи с активным гидродинамическим режимом. Здесь растет только тростник обыкновенный, периодически отмечаются макроводоросли, которые прикрепляются к его стеблям.

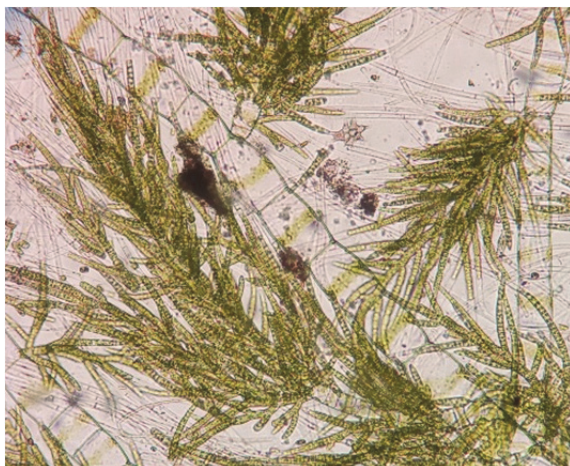


Рис. 5. *Draparnaldia glomerata*,
новый вид для флоры макроводорослей Куршского залива,
ст. 404, 24.04.2023 г. Находка и фото А. А. Володиной

Высоким видовым разнообразием отличались ст. 403 и 404, где растительные сообщества формируются в мелководье, ограниченном от открытой части залива тростниковыми сообществами. На ст. 403 обнаружено 22 вида, из них 14 гидрофитов и 7 гелофитов. Здесь произрастали все эколого-морфологические группы гидрофитов: растения, свободноплавающие в толще воды (роголистник, ряска трехдольная, телорез); плавающие на поверхности воды растения (ряски, макроводоросли); укорененные растения с плавающими листьями на поверхности воды (кубышка желтая, кувшинка чисто-белая); укорененные растения с погруженными листьями (рдесты, уруть колосистая, фонтиналис). Только на этом участке сильно выражено зарастание мелководья разными видами макрофитов, занимающих значительные площади, например рогозом узколистным (*Typha angustifolia*), тростником, камышом озерным (*Schoenoplectus lacustris*), нимфейными.

Участие видов гидрофитов (по проективному покрытию) в водных сообществах на разных участках мелководья (станциях) различалось (рис. 6). Наибольшее проективное покрытие в сообществах имели несколько видов: *F. antipyretica*, *S. pectinata*, *P. perfoliatus*.

В группе водных растений в 2023 г. наибольшая фитомасса была отмечена у *Potamogeton perfoliatus* (рис. 7), в то время как в 2022 г. — у *Fontinalis*, а в 2021 г. — у *Stuckenia pectinata*. По сравнению с 2022 г. уменьшилась средняя фитомасса у погруженных водных растений из сем. Рдестовых, при этом увеличилась фитомасса кладофоровых водорослей, массовое развитие которых является показателем повышенного содержания биогенов.

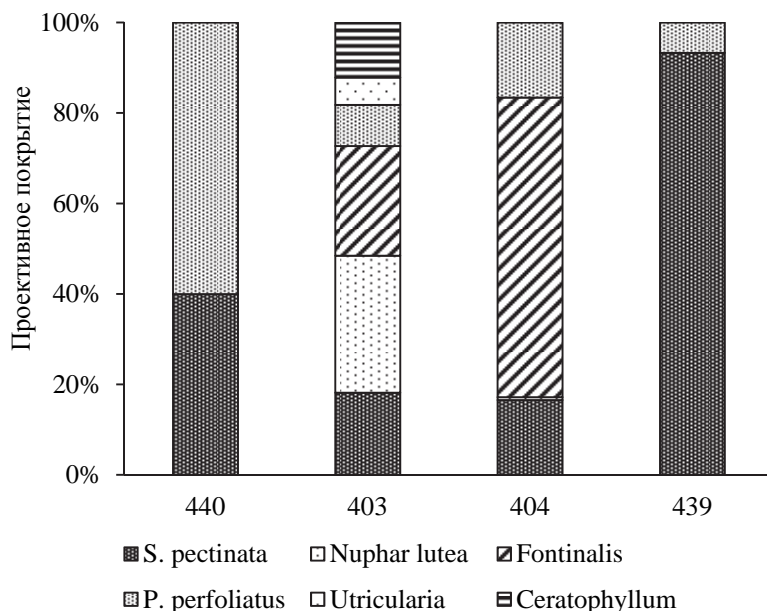


Рис. 6. Проективное покрытие гидрофитов на станциях мониторинга в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2023 г.

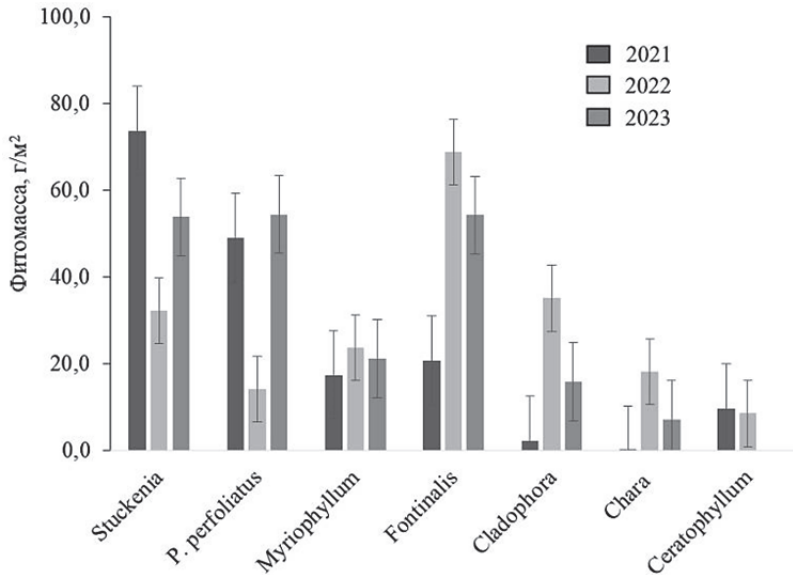


Рис. 7. Средняя воздушно-сухая фитомасса доминирующих макрофитов в прибрежной зоне западной части Куршского залива в июле разных лет

В 2023 г. наибольшая фитомасса водных растений зафиксирована на ст. 404, в 2022 г. — на ст. 403, в 2021 г. — на ст. 439. По сравнению с аналогичными данными прошлого года в 2023 г. произошло небольшое сокращение общей фитомассы гидрофитов почти на всех станциях (рис. 8).

Вдоль мола в Черногорской бухте у пос. Рыбачий (ст. 439) последние три года наблюдаются изменения в структуре сообществ гидрофитов. Если в 2021 г. основу фитомассы здесь составляли рдесты *Stuckenia pectinata* и *Potamogeton perfoliatus*, то в 2022 г. — *Myriophyllum spicatum* и *Cladophora fracta*, а в 2023 г. — снова те же рдесты, что и в 2021 г., но в меньшем количестве (136 против 220 г/м² в 2021 г.).

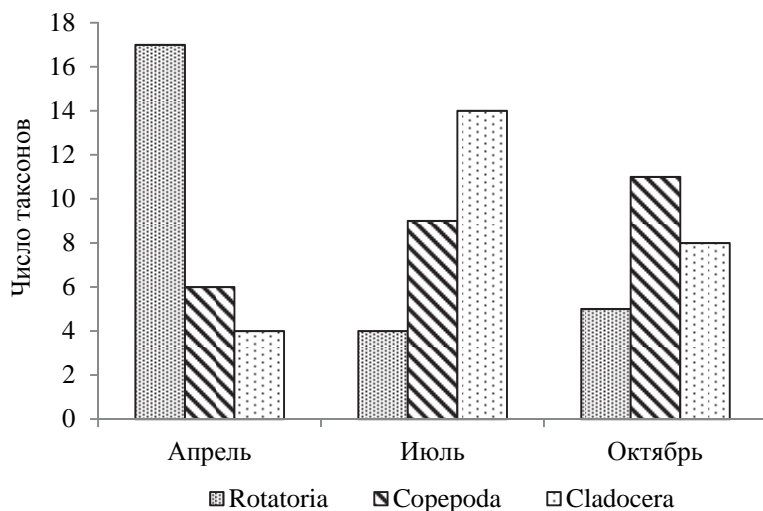


Рис. 8. Таксономическое разнообразие зоопланктона в разные сезоны в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2023 г.

Анализ трофности и сапробных свойств видов эдификаторов на исследуемых станциях, показал, что все макрофиты, доминирующие в прибрежной части западного берега Куршского залива, — экологически пластичные виды, произрастающие в широком диапазоне экологических условий. Среди доминантов наибольшую фитомассу имели мезоэвтрофные и β -мезосапробные виды.

На основе исследований 2023 г. и всех предыдущих лет составлен аннотированный иллюстрированный список макроводорослей.

Зоопланктон. В зоопланктоне прибрежной зоны Куршского залива отмечены 49 видов и таксонов голопланктона, представленного 3 основными группами: коловратки (Rotifera) — 19, веслоногие (Copepoda) — 12, ветвистоусые (Cladocera) — 18. Число видов в 2023 г. было ниже, чем в 2022 г. Выявлено высокое видовое разнообразие коловраток, а также ветвистоусых ракообразных, в то время как веслоногие ракообразные были

представлены меньшим числом видов, чем в 2021—2022 гг. В меропланктоне присутствовали личинки *Bivalvia*. Тикопланктон (нетипичные обитатели планктона, попадающие в пробы при взмучивании грунта водоема) был представлен остракодами, олигохетами, личинками насекомых и тихоходками.

Эвригалинный морской вид *Acartia bifilosa* наблюдался в июле и октябре на ст. 439 у мола в пос. Рыбачий. Вид был представлен взрослыми особями и старшими копепоидитными стадиями с низкой численностью (60—80 экз./м³). Морские виды зоопланктона привносятся в акваторию Куршского залива с затоком балтийских вод, что обусловлено сниженным стоком р. Неман.

Хотя общее число таксонов голопланктона по сезонам изменялось мало (24—27 таксонов), таксономическое разнообразие основных групп зоопланктона менялось от сезона к сезону (рис. 8, табл. 2).

Таблица 2

Показатели зоопланктона в прибрежной зоне западной части Куршского залива на территории НП «Куршская коса» в 2023 г.

| Показатель | Апрель | Июль | Октябрь |
|---------------------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| Число видов (голопланктона/всех организмов) | 27/34 | 27/35 | 24/29 |
| Численность, тыс. экз./м ³ | 66.4 (21,7—124,5)* | 253 (23—918) | 0,06—624 (123) |
| Биомасса, мг/м ³ | 106 (36—187) | 6244 (215—21674) | 1469 (0,1—6537) |
| Индекс Шеннона, H (по численности) | 1,1 | 1,0 | 1,2 |

* Среднее (диапазон).

В апреле при температуре воды 12—15,5 °С наибольшим разнообразием отличались коловратки (17 таксонов), что типично для весеннего планктона. Планктонные ракообразные

характеризовались меньшим числом таксонов: веслоногих — 6, ветвистоусых — 4. Последние были представлены только мелкими формами из сем. Chydoridae и Bosminidae, так как представители этой группы ракообразных в основном теплолюбивые.

В июле и октябре число таксонов коловраток сокращалось, копепод возрастало от весны к осени, а наибольшее разнообразие кладоцер отмечалось в летнем сезоне (рис. 8 см. на с. 131).

В апреле в среднем по станциям по численности и биомассе доминировали коловратки, составившие 77 и 33% суммарного показателя соответственно. Среди них преобладали *Ascomorpha ecaudis* и *Keratella quadrata*. Доля веслоногих ракообразных от общей численности составила 21%, при этом преобладали ювенильные стадии циклопов. В общей биомассе эта же группа составила в среднем 63%, доминировал циклоп *Mesocyclops leuckarti leuckarti*, ювенильные стадии циклопов, а также калянида *Eudiaptomus graciloides* (рис. 9).

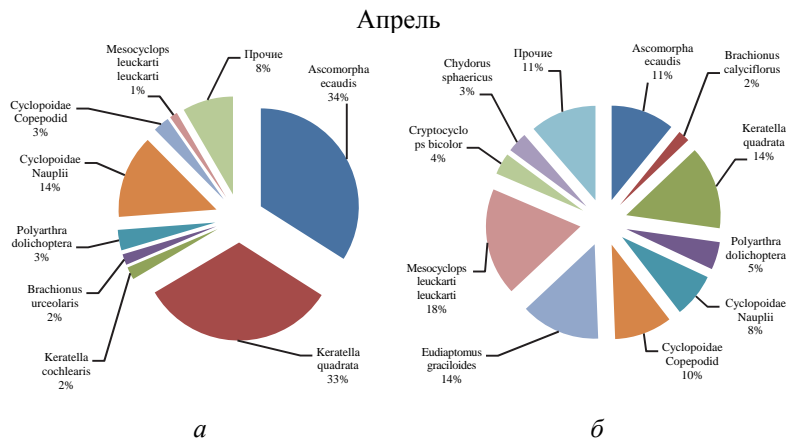
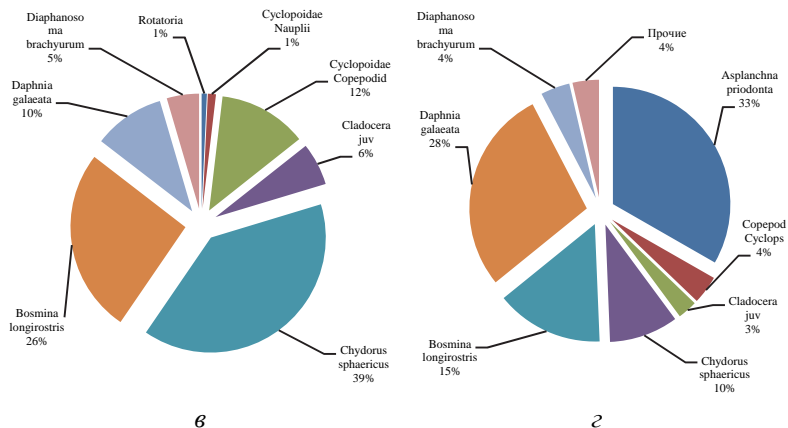


Рис. 9. Структура количественных показателей зоопланктона в прибрежной зоне западной части Куршского залива на территории НП «Куршская коса» в 2023 г. (начало, окончание см. на с. 134):
a, в, д — численность; *б, г, е* — биомасса

Июль



Октябрь

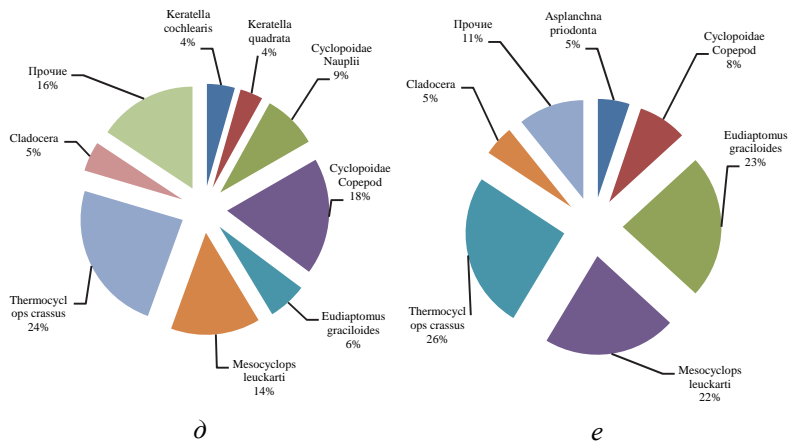


Рис. 9. Окончание (начало см. на с. 133):
 а, в, д — численность; б, з, е — биомасса

В июле при прогреве воды до 21—23 °С преобладали кладоцеры: мелкие виды *Chydorus sphaericus* и *Bosmina longirostris* и крупный вид-фильтратор *Daphnia galeata*. В среднем кла-

доцеры составили 84 и 61 % общей численности и биомассы соответственно (рис. 9). Веслоногие ракообразные продолжали доминировать по численности (15 %), среди них преобладали копепоидитные и науплиальные стадии циклопов, а также половозрелые особи *Cryptocyclops bicolor* и *M. Leuckarti*. Доля этой группы в биомассе снизилась до 6 %. Коловратки, благодаря развитию крупной *Asplanchna priodonta*, доминировали по биомассе, формируя 33 % ее величины.

В октябре в прибрежной зоне залива температура воды понизилась до 17—18 °С, основу зоопланктона формировали исключительно веслоногие ракообразные, составившие в среднем 86 и 90 % общей численности и биомассы соответственно. Комплекс доминирующих видов был представлен ювенильными стадиями циклопов, *M. leuckarti* и эвритермным видом *Thermocyclops crassus* (рис. 9). Последний из указанных видов регулярно встречается в заливе в позднеосеннем сезоне.

В 2023 г. общую биомассу зоопланктона исследованной акватории Куршского залива во все сезоны в основном определяли ракообразные, что характерно для зоопланктона залива. Вклад коловраток был замечен в летний период за счет массового развития крупной хищной коловратки *A. priodonta*.

В целом распределение биомассы вдоль косы соотносилось с распределением численности планктонных ракообразных и было сходно с аналогичными данными прошлых лет [7;12;15; 18]. Для корневой части косы, где прибрежная зона отделена поясом высшей водной растительности от открытой части залива (ст. 403, 404), характерна низкая численность и биомасса зоопланктона, в зоне чистоводья (ст. 440, 406, 439, 407), наоборот, — высокая (рис. 10, 11).

Для количественных показателей зоопланктона присуща значительная сезонная вариабельность. Максимальные значения количественных показателей зоопланктона в 2023 г. были отмечены в июле вблизи пос. Рыбачий (ст. 439, мол), что наблюдалось и в 2022 г. Кроме того, участок акватории у пос. Морское (ст. 407) также выделялся относительно высоким количественным развитием зоопланктона в осеннем и летнем

сезонах. На остальной части прибрежной акватории залива заметных сезонных различий в обилии зоопланктона не наблюдалось (табл. 2, рис. 10, 11).

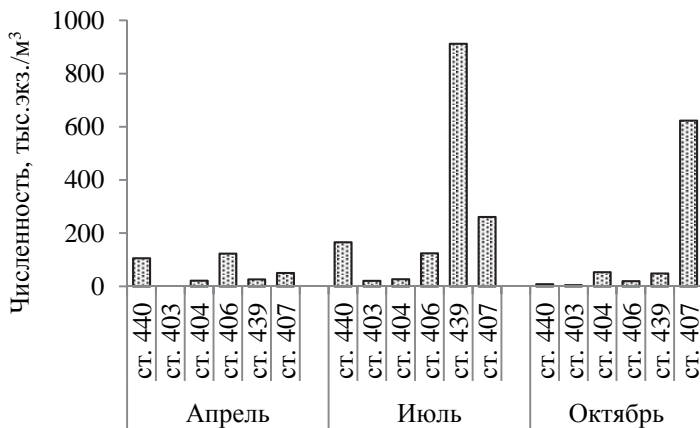


Рис. 10. Динамика численности зоопланктона в прибрежной зоне части Куршского залива на территории НП «Куршская коса» в 2023 г.

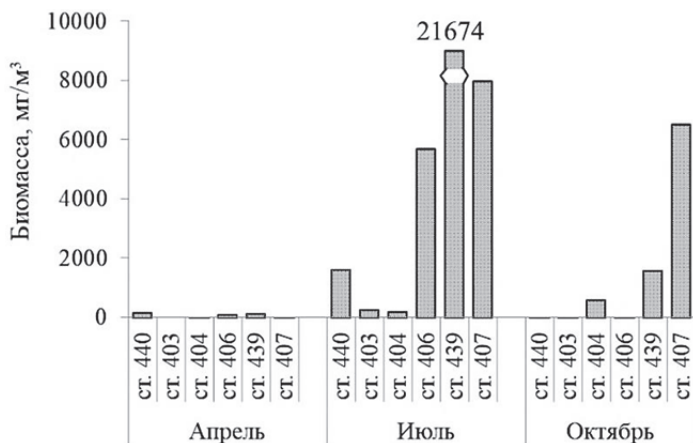


Рис. 11. Динамика биомассы зоопланктона в прибрежной зоне части Куршского залива на территории НП «Куршская коса» в 2023 г.

Выявлены значительные колебания многолетних средних летних показателей численности и биомассы зоопланктона в прибрежной зоне западного берега Куршского залива (табл. 3). Сравнительно низким уровнем обилия зоопланктона характеризовались 2015 и 2017 гг. и особенно 2021 г. По количественным показателям 2023 г. также следует отнести к годам с невысоким количественным развитием зоопланктона.

Таблица 3

Общее число видов (n), средняя численность (N) и биомасса (B) зоопланктона в летнем сезоне (июль) в западной прибрежной зоне Куршского залива на территории НП «Куршская коса» в разные годы

| Показатель | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| n | 30 | 37 | 29 | 23 | 24 | 49 | 37 | 58 | 49 |
| N, тыс. экз./м ³ | 93 | 1148 | 42 | 443 | 148 | 591 | 30 | 107 | 66 |
| B, г/м ³ | 1,2 | 23,2 | 1,0 | 5,1 | 4,8 | 3,5 | 0,1 | 1,2 | 1,2 |

Макрозообентос. В зообентосе литорали западного побережья залива, в биотопах без водной растительности (чистоводье), в апреле — октябре 2023 г. отмечено 25 видов беспозвоночных животных либо таксонов, не идентифицированных до уровня вида. До вида не определяли олигохет, кроме *Tubifex newaensis*, хирономид, иных, чем *Chironomus plumosus*, личинок насекомых далее отрядов, мейобентосные группы Nematoda и Ostracoda. Ювенильных гаммарид и брюхоногих моллюсков также не идентифицировали до видового уровня, ввиду отсутствия диагностических признаков на ранних стадиях.

Разнообразие зообентоса на уровне таксонов высокого ранга было сравнительно высоким. Беспозвоночные принадлежали к 6 типам и 11 группам, рангом не ниже подкласса: губки, стрекающие, нематоды, аннелиды (п/кл. Олигохеты и Пиявки), моллюски (кл. Брюхоногие и Двустворчатые), члени-

стоногие из классов ракообразные (кл. Ракушковые и Высшие раки), паукообразные (Водные клещи) и насекомые (отряды Двукрылые, Ручейники, Жуки).

Как и в 2022 г., макробентосные ракообразные были представлены почти исключительно (если не учитывать мейобентосную группу Ostracoda), раками отр. Amphipoda (четыре вида), в том числе тремя видами гаммарид — *Dikerogammarus villosus*, *Obesogammarus crassus*, *Pontogammarus robustoides*, и по одному виду корофиид *Chelicorophium curvispinum* и мизид *Limnomysis benedeni* (в 2022 г. не встречены). В отличие от прошлого года *Ch. curvispinum* присутствовал на некоторых станциях в количественных пробах. Все названные высшие раки — вселенцы, которые, кроме *D. villosus*, были вселены в залив в 1960-х гг. для улучшения кормовой базы промысловых видов рыб. Следовательно, аборигенные ракообразные не были обнаружены в составе бентоса западного побережья залива, хотя известно [5], что в составе фауны беспозвоночных Куршского залива насчитывается не менее семи таких видов, которые, правда, в большей степени приурочены к солонатоводной части залива. В то же время два вида гаммарид и один вид равноногих обитали в районе исследования в 1950—1960-е гг. В наших сборах они также не встречались с начала мониторинга (2001 г). Можно заключить, что в литоральной зоне Куршского залива в границах национального парка аборигенные виды ракообразных полностью замещены чужеродными видами понтокаспийского фаунистического комплекса.

Для одного из них, вселенца недавнего времени (2018 г. первая регистрация) *D. villosus*, можно отметить: 1) натурализацию в российской части водоема; 2) тенденцию устойчивого состояния популяции; 3) дальнейшее активное расселение вдоль побережья Куршской косы в южном направлении. Этот вселенец, обнаруженный в 2022 г. на ст. 407 (пос. Морское), ст. 439 (бух. Черногорская, пос. Рыбачий) и ст. 403 (база АтлантНИРО), в текущем году распространился до самой южной мониторинговой точки, ст. 440, и, кроме того, найден нами

в литоральной зоне южного побережья залива. Исследование дальнейшего распространения этого вида-вселенца особенно актуально ввиду того, что он является активным хищником, который питается разнообразными беспозвоночными и таким образом лимитирует видовое богатство фауны беспозвоночных залива, по крайней мере, в зоне литорали.

Группа моллюсков в биотопе чистоводья была представлена четырьмя видами брюхоногих и двумя двустворчатых. Дополнительное обследование литорали без отбора проб, с целью регистрации других видов, а также пляжевых выбросов ракушняка, позволившее уточнить видовой список моллюсков западного побережья залива, расширило постоянный видовой список для литорали начальной части косы двумя видами: *Anodonta anatina* и *Unio tumidus*.

К постоянно встречающимся (частота в пробах более 50 %) относились хирономиды (90 %) и олигохеты (100 %). Два понтокаспийских вселенца — двустворка *D. polymorpha* (29 %, кроме ст. 407) и рачок *P. robustoides* (12 %, только на ст. 440, 439) — снизили частоту встречаемости и участки распространения по сравнению с 2022 г. В то же время распространенность другого вселенца *D. villosus* увеличилась до 12 %, а ареал расширился на несколько километров (ст. 440, 403, 439). Геммулы губок по-прежнему фиксировались в корне косы (ст. 440, 403), но их встречаемость снизилась по сравнению с аналогичными данными 2022 г. (17 % проб). Из брюхоногих моллюсков только *Valvata ambigua* с частотой 23 % наблюдалась на всех станциях, кроме ст. 407, что отличало 2023 г. от предыдущего, когда этот вид был обнаружен исключительно в южной части прибрежной зоны (ст. 440, 403, 404). Два других вида моллюсков *A. anatina* и *U. Tumidus* с частотой 19 % были выявлены только на ст. 440 в корне косы. Амфипода *Chelicorophium curvispinum* (13 %) зафиксирована на ст. 403, 404, 439. Нематоды в пробах отмечались с частотой 65 % (против 13 % в 2022 г.) причем на всех станциях без исключения.

Гаммариды характеризовались частотой 40 % и были обнаружены на всех участках, кроме ст. 406. Остальные организмы макробентоса встречались эпизодически (2—6 % проб).

Как и прежде, основными структурообразующими группами неизменно на протяжении 23 лет наблюдения остаются малощетинковые черви *Oligochaeta* и личинки комаров-звонцов *Chironomidae*. Исключение составляет ст. 439 в крайней точке мола у пос. Рыбачий, в особом, антропогенно сформированном биотопе, где структурообразующим видом является двустворчатый моллюск *D. polymorpha* и в этом сообществе наблюдается устойчивая межгодовая тенденция сохранения разнообразия и высоких количественных показателей бентоса, хотя масса основного руководящего, ценозообразующего вида — моллюска дрейссены — может меняться в несколько раз по данным пробоотбора. Поскольку значения биомассы остаются в том же порядке величин, что и в предыдущий год (десятки тысяч экземпляров, сотни и тысячи грамм на квадратный метр), это не говорит об отрицательных тенденциях в биоценозе, а связано с агрегированным распределением моллюска на твердых субстратах (располагается на дне не равномерно, а группами).

Количественные показатели зообентоса изменялись во времени и пространстве (табл. 4, рис. 12, 13).

Таблица 4

Сезонная динамика средних количественных показателей зообентоса чистоводья прибрежной зоны западного берега Куршского залива в 2023 г.

| Показатель | Апрель | Июль | Октябрь |
|---------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Численность, тыс. экз./м ² | 1623 (760—2493) | 6677 (1466—14000) | 1595 (866—2199) |
| Биомасса, г/м ² | 5,1 (2,2—7,5) | 12,5 (4,8—24,5) | 18,7 (1,7—75,7) |

* Среднее (диапазон величин).

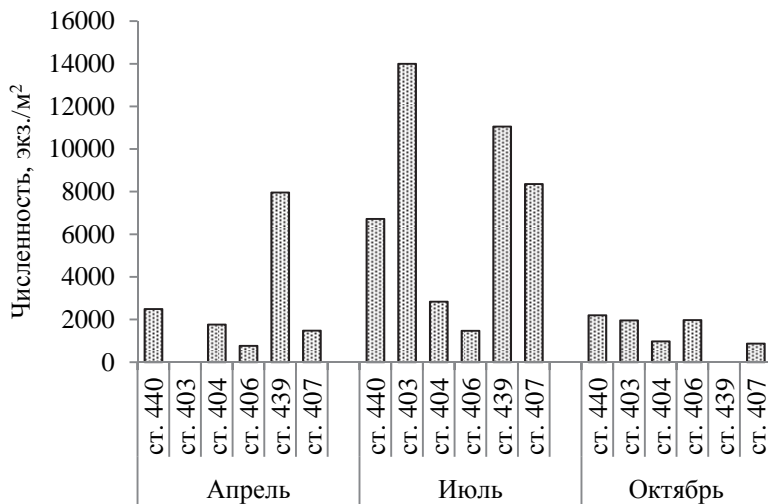


Рис. 12. Средняя численность зообентоса на станциях мониторинга в прибрежной зоне западного берега Куршского залива в 2023 г.

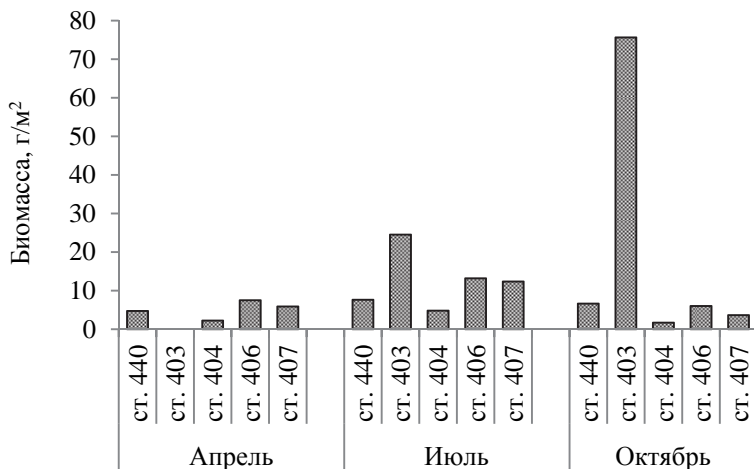


Рис. 13. Средняя биомасса зообентоса на станциях мониторинга в прибрежной зоне западного берега Куршского залива в 2023 г. (без ст. 439, где биомасса в апреле — 303, в июле — 1093 г/м²)

На станциях, расположенных в литорали без растительности, в целом наблюдались не очень высокие количественные показатели зообентоса, при этом они изменялись согласованно от весны к осени: в апреле средняя численность составила 1623 ± 358 экз./м², биомасса не превышала 5 ± 1 г/м², в июле численность достигла максимальных значений за вегетационный сезон — 6677 ± 2217 экз./м², средняя биомасса — $12,5 \pm 3,4$ г/м². В октябре средние показатели снова снизились: численность — 1595 ± 279 экз./м², биомасса — $18,7 \pm 14,3$ г/м², но с учетом случайных видов, попадавших в пробу с растительности, единичного крупного моллюска *Viviparus viviparus*, завывсившего значение биомассы на ст. 403. Без учета случайных организмов в пробе биомасса была такой же низкой, как и в апреле, — $5,1$ г/м².

Тенденция сезонного изменения средней численности бентоса в литорали прибрежной зоны залива (без учета пелагической ст. 439) заключается в двукратном возрастании к середине лета и ее падении к октябрю до уровня, отмечавшегося в начале весны (табл. 4). Изменение же биомассы не обнаруживает падения к осени, она возрастает к октябрю в 3—4 раза по сравнению с апрелем. Это происходит в связи с тем, что летом все группы беспозвоночных активно размножаются, а к осени мелкоразмерная молодежь вырастает, увеличивая индивидуальную массу, и, соответственно, общую биомассу бентоса. Снижение численности после середины лета объясняется в основном выеданием рыбами. Все организмы бентоса Куршского залива, кроме крупных моллюсков-унионид, имеют высокую кормовую ценность для рыб.

Таким образом, за исключением ст. 439, на всех станциях западного побережья залива наблюдается, как и в предшествующие годы, устойчивая обедненная структура сообществ с доминированием олигохет и хирономид и низкими количественными показателями, за исключением летнего сезона, когда показатели, в связи с размножением и интенсивным ростом бентобионтов, достигают годового максимума.

Бентоценоз у мола пос. Рыбачий (ст. 439). В весенний сезон прошлого и текущего годов средние количественные показатели данного биоценоза были сопоставимы друг с другом: в 2022 г. — около 15 тыс. экз./м² и 900 г/м², в 2023 г. — 7987 экз./м² и 303 г/м². Такие значения относятся к величинам одного порядка и разница в 2—3 раза объясняется агрегированным распределением руководящего вида. В то же время разница в летних показателях является значимой и объясняется отбором проб на данной станции в июне, когда только начинается оседание планктонных личинок дрейссены, и они еще не достигли размеров макробентосных организмов и характерной индивидуальной массы. В 2022 г. максимальные количественные показатели в этом биоценозе наблюдались в июле с рекордной для мелководной зоны залива средними численностью и биомассой (123 тыс. экз./м² и почти 6 кг/м²). В текущем году зарегистрированы значительно меньшие максимальные показатели — 10,3 тыс. экз./м² и 1,1 кг/м².

В апреле 2023 г. не выявлено явного преобладания ценообразующего вида, вклад дрейссены в общую численность составил 30% (2,4 тыс. экз./м²), олигохет — 23% (1,9 тыс. экз./м²), амфипод 26% (2,1 тыс. экз./м²) и хирономид — 18,5% (1,5 тыс. экз./м²). Таким образом, четыре основные группы бентобионтов вносили примерно равный вклад в показатель численности, что не вполне характерно для сообщества дрейссены и может быть объяснено тем, что вид-эдификатор еще не вступил в период размножения. Вклад остальных бентосных организмов оказался несущественным. В общую биомассу бентоса подавляющий вклад (97%), вносила дрейссена (303 г/м²). Все остальные виды биоценоза формировали 3% биомассы. В июне на данной станции наблюдалось более характерное для биоценоза дрейссены распределение видов по численности. Вклад руководящего вида составил 51% (5,3 тыс. экз./м²), остальные массовые группы вносили примерно равную долю в формирование численности сообщества: олигохеты — 15% (1,6 тыс. экз./м²), хирономиды — 19% (2 тыс. экз./м²), амфиподы — 16,5% (1,7 тыс. экз./м²). Распре-

деление по биомассе было типичным для этого биоценоза, когда руководящий вид во все сезоны составляет более 90%: дрейссена — 98% (1070 г/м²), амфиподы — 1,4% (14,8 г/м²), гастроподы — 0,2% (2,4 г/м²), хирономиды — 0,09% (1 г/м²) и олигохеты — 0,14% (1,6 г/м²).

На основе многолетних исследований, включая 2023 г., создан аннотированный иллюстрированный список моллюсков.

Содержание биогенных элементов. Поглощение азота из воды в форме минеральных соединений (ионы аммония, нитриты, нитраты) происходит в процессе фотосинтеза фитопланктона. В природных водоемах обогащение вод минеральными формами азота осуществляется в процессе разложения содержащего азот органического вещества, в результате которого образуется аммиак или ионы аммония. Ионы аммония в аэробных условиях в результате реакции нитрификации последовательно превращаются в нитриты и нитраты. При недостатке кислорода в воде возникает обратный процесс — денитрификации, при котором источником кислорода для окисления безазотистых органических веществ становятся нитраты, при этом азот выделяется в свободном состоянии. Один из источников поступления азота в водную среду — промышленные и хозяйственно-бытовые неочищенные либо недостаточно очищенные сточные воды, которые негативно влияют на санитарное состояние водоемов.

В период мониторинговых съемок в 2023 г. максимальная концентрация нитратного азота составила 0,95 мгN/л в апреле вблизи пос. Лесной (ст. 440), что было на порядок ниже ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения — 9 мгN/дм³ [19]. На всех прибрежных участках весной концентрация нитратного азота не опускалась ниже 0,73 мгN/л, тогда как в остальные сроки она не превышала 0,20 мгN/л (рис. 14). Максимальные концентрации нитратов в воде приурочены к весеннему сезону, когда завершены регенерационные циклы соединений азота, но они еще не истрачены в результате потребления фитопланктоном. Отмеченное снижение содержания нитратного азота в три раза и более в летне-осеннем сезоне

связано с динамикой развития фитопланктонных сообществ в заливе: при активной вегетации водорослей содержание минерального азота в воде сокращается.

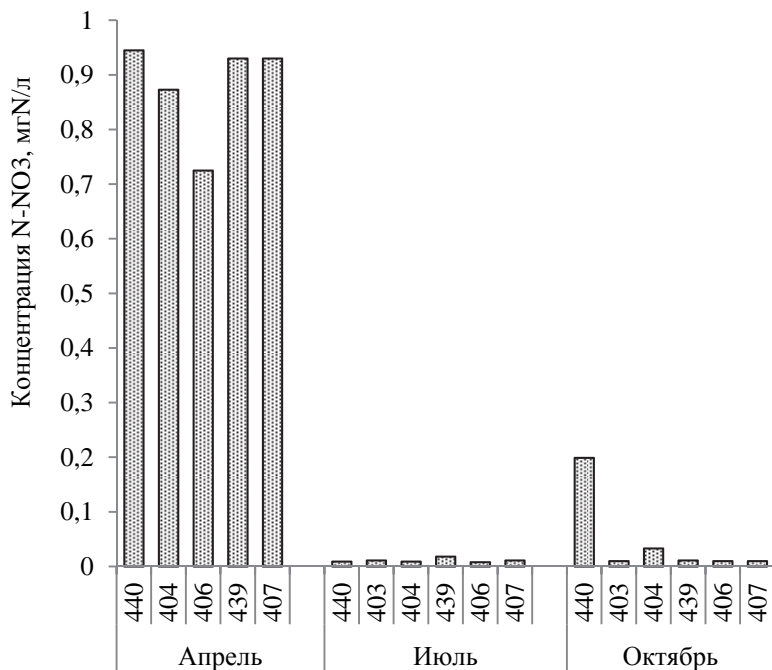


Рис. 14. Сезонное содержание нитратного азота на станциях мониторинга в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2023 г.

Нитриты, являясь неустойчивым промежуточным продуктом в процессе нитрификации, большую часть года в водной среде аналитически не определяются или содержатся в тысячных долях миллиграмма в 1 л. Увеличение концентрации нитритов свидетельствует о разложении органических соединений и задержке окисления нитритов до нитратов, что может происходить при снижении содержания растворенного кислорода в воде.

Содержание нитритного азота в период съемок в исследованной прибрежной зоне Куршского залива изменялось в диапазоне величин от 0 до 0,01 мгN/л, что не превысило ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения (0,02 мгN/дм³). Наибольшая концентрация нитритного азота была отмечена весной, и ожидаемого повышения величины этого показателя в октябре как результата отмирания фитопланктона не наблюдалось (рис. 15).

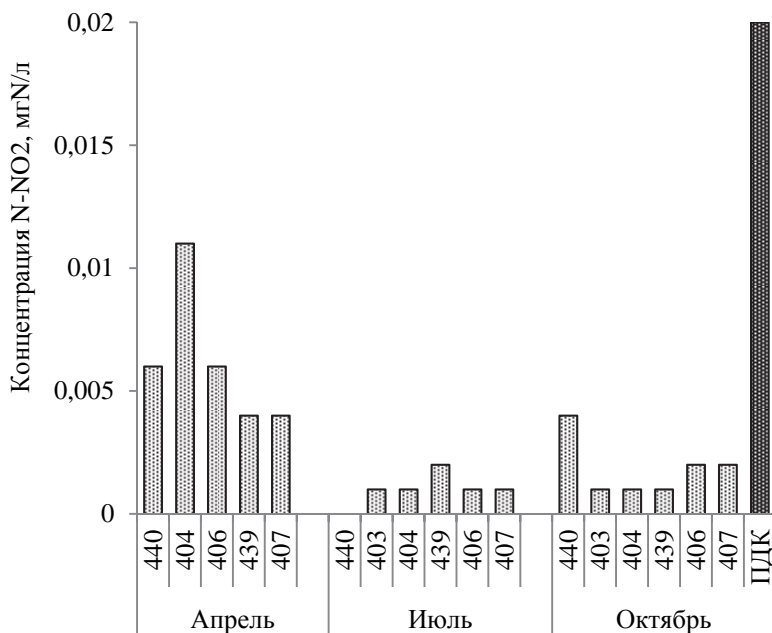


Рис. 15. Сезонное содержание нитритного азота на станциях мониторинга в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2023 г.

Содержание аммонийного азота варьировало в диапазоне от 0,12 до 0,34 мгN/л. Превышения ПДК (0,4 мгN/дм³) обнаружено не было (рис. 16).

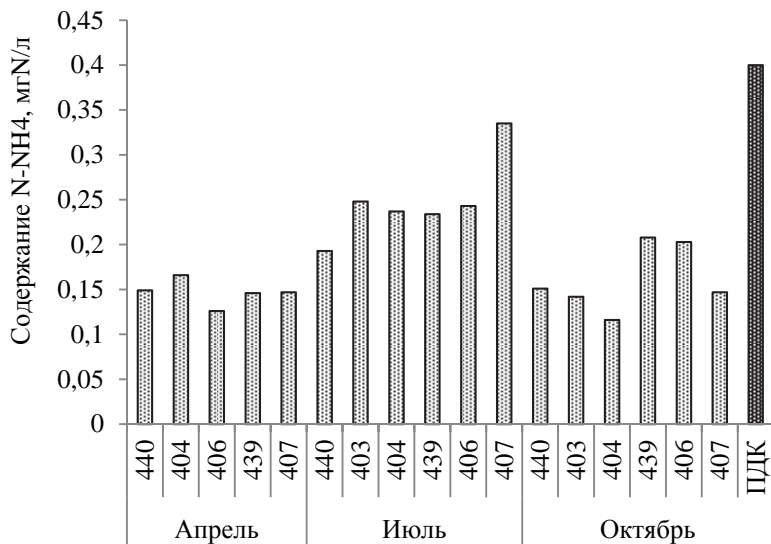


Рис. 16. Содержание аммонийного азота на станциях мониторинга в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2023 г.

Сезонные колебания содержания в воде ионов аммония связано с его ассимиляцией микроводорослями в процессе фотосинтеза в весенне-летнем сезоне, приводящее к снижению его концентрации и, наоборот, ее росту в процессе распада органического вещества в конце вегетационного периода.

В прибрежной зоне залива в летнем сезоне относительно весеннего наблюдалось увеличение содержания аммонийного азота и снижение его концентрации осенью до весеннего уровня: апрель — $0,15 \pm 0,01$, июль — $0,25 \pm 0,02$, октябрь — $0,16 \pm 0,02$ мгN/л, что отмечалось, например, и в 2018 г. при исследовании открытой части залива [29].

Содержание валового азота в период съемок варьировало от 1,38 до 3,16 мгN/л, экстремумы зафиксированы в октябре (рис. 17). На среднем уровне заметных сезонных различий не наблюдалось: в апреле — $1,92 \pm 0,15$, июль — $2,05 \pm 0,21$, октябрь — $2,03 \pm 0,27$ мгN/л. Содержание валового азота в неза-

грязненных эвтрофных водоемах варьирует от 0,8 до 2,0 мгN/л. В 2023 г. величина выше 2 мгN/л выявлена в 35 % случаев с максимумом 3,2 мг/л на ст. 406 в осеннем сезоне.

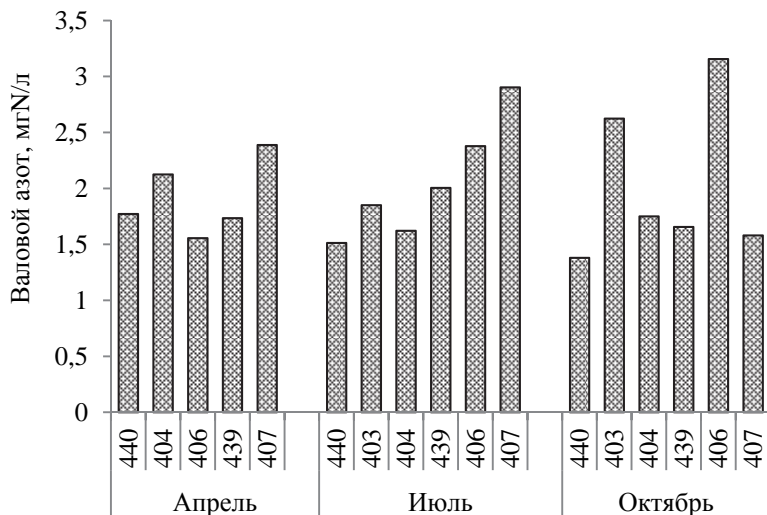


Рис. 17. Содержание валового азота на станциях мониторинга в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2023 г.

Весной доля минеральных форм (нитраты, нитриты, аммонийный азот) составили 45—62 % валового содержания азота в воде (в среднем 55 ± 3 %). В июле на фоне продолжающейся вегетации фитопланктона отмечалось снижение содержания минеральных форм азота до 11—15 % (в среднем 13 ± 1 %), которое продолжилось и в октябре — до 6—10 %, кроме ст. 440, 439, где регистрировалось сравнительно высокое содержание 26 и 13% соответственно, что могло быть результатом более активных процессов деструкции органического вещества в этих биотопах.

Содержание фосфора в природных водах подвержено сезонным колебаниям и зависит от уровня фотосинтеза и биохимического разложения органического вещества.

В период исследований в 2023 г. в прибрежной зоне Куршского залива содержание минерального фосфора характеризовалось низкими значениями и изменялось в пределах от 0,004 до 0,082 мгР/л (рис. 18). Все величины были существенно ниже ПДК фосфора фосфатов (0,2 мгР/дм³) для водоемов рыбохозяйственного значения с гипертрофными условиями, к которым относится Куршский залив.

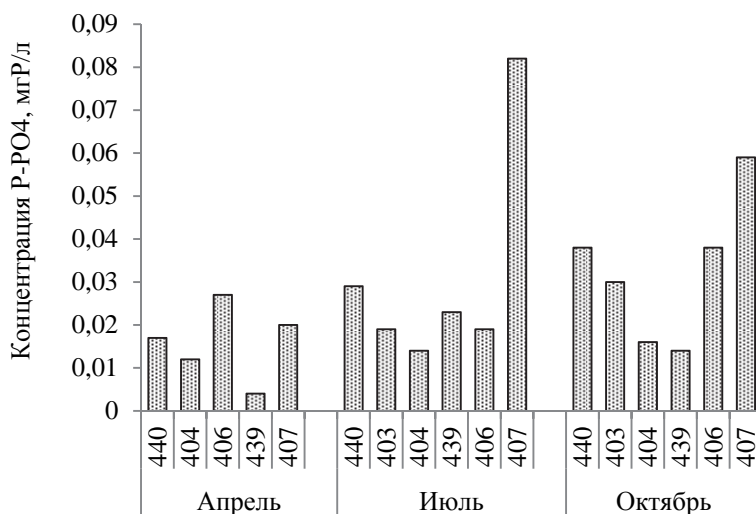


Рис. 18. Содержание минерального фосфора на станциях мониторинга в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2023 г.

В июле концентрация минерального фосфора в среднем $0,021 \pm 0,002$ мгР/л соответствовала таковой в апреле $0,016 \pm 0,004$ мгР/л, за исключением участка вблизи пос. Морское (ст. 407) с наибольшим содержанием для всех сезонов. В октябре концентрация минерального фосфора увеличивалась до 0,030 мгР/л и выше, в среднем $0,033 \pm 0,007$ мгР/л, что стало следствием сезонного снижения активности фотосинтезирующих организмов, сопровождаемого уменьшением ассимиляции фосфора.

Наличие в пробах органического фосфора может быть связано с активным развитием гидробионтов и обогащением водной среды их метаболитами, а также с распадом клеток водорослей в периоды кризисов цветения, которые могут неоднократно происходить в заливе за вегетационный сезон, и отмиранием водной фауны. В 2023 г. содержание органического фосфора в исследованной прибрежной акватории колебалось в пределах от 0,036 до 0,223 мгР/л, и в целом оказалось выше прошлогодних значений. Наблюдался рост содержания органического фосфора от весны к осени (рис. 19), что отражало сезонную сукцессию фитопланктона. В апреле средняя величина данного показателя составила $0,075 \pm 0,012$, в июле — $0,106 \pm 0,023$, в октябре — $0,146 \pm 0,033$ мгР/л.

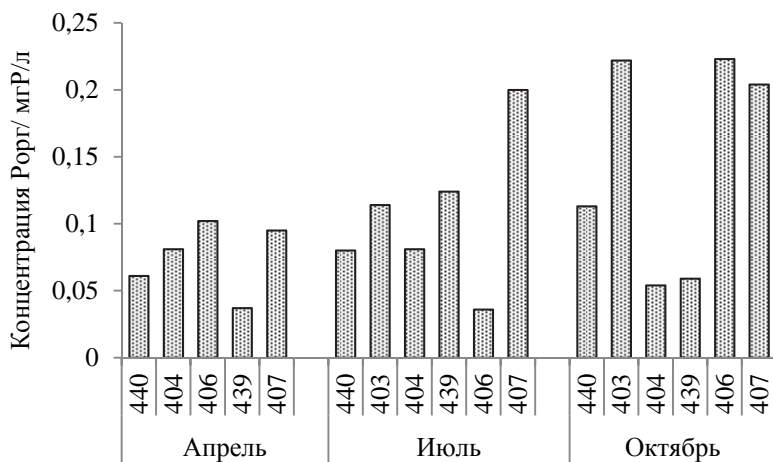


Рис. 19. Содержание органического фосфора на станциях мониторинга в прибрежной зоне западной части Куршского залива в 2023 г.

Повышенное содержание тяжелых металлов (ТМ) в водах природных водоемов негативно сказывается на ее качестве для водопотребления. ТМ могут влиять на воспроизводство и продуктивность гидробионтов, накапливаться в трофических цепях, быть небезопасными для здоровья человека. Большая

часть техногенных выбросов поступает в природную среду в виде тонких аэрозолей, переносится на значительные расстояния. Это может обуславливать межгодовые колебания содержания ионов ТМ в водах Куршского залива, отмечаемое нами в разные годы наблюдений.

В октябре 2023 г. содержание ионов ТМ в пробах воды сравнивали с ПДК согласно утвержденным нормативам качества вод водных объектов рыбохозяйственного значения [29]. Содержание ионов кадмия (0,08—0,24 мкг/л), мышьяка (1,33 до 1,63 мкг/л), никеля (< 0,001 до 0,001 мкг/л), свинца (1,72—4,18 мкг/л) и хрома (0,036—0,068 мкг/л) не превышало соответствующего ПДК. Предельно допустимые концентрации в пробах воды были выше для железа, меди и цинка.

Содержание ионов железа варьировало от 0,16 до 1,24 мкг/л, что превышало соответствующее ПДК (0,1 мкг/л) в 1,6—12,4 раза. Концентрация железа выше 1 мкг/л была обнаружена вблизи базы АтлантНИРО (ст. 403) и пос. Рыбачий (ст. 406).

Содержание ионов меди (0,020—0,039 мкг/л) на исследованных участках превышало ПДК (0,001 мкг/л) в 20—39 раз. По сравнению с прошлогодними данными, когда содержание ионов меди в июле составило более 70 ПДК, в октябре 2023 г. наблюдалось снижение величины этого показателя. По сравнению с аналогичными данными в октябре 2021 г. (максимум 9 ПДК) в 2023 г. отмечено превышение в 2—4 раза.

Содержание ионов цинка в октябре 2023 г. изменялось от 0,006 до 0,017 мг/л. Максимальное превышение содержания ионов цинка в 1,7 раза выявлено на ст. 404 (Музей НП).

Заключение

Фитопланктон. В 2023 г. в фитопланктоне исследованных участков прибрежной акватории западной части Куршского залива обнаружено 140 таксонов рангом ниже рода. Во все сроки практически повсеместно преобладали цианобактерии с ростом их доли в биомассе фитопланктона от весны к осени.

Кроме того, доминировали диатомовые (все сезоны), зеленые (апрель, июль). На некоторых станциях эпизодически преобладали харовые. Всего зафиксировано 11 доминантных видов. Из цианобактерий биомассу в основном формировали потенциально токсичные *Planktothrix agardhii* (июль, октябрь) и виды рода *Microcystis* (июль); из диатомовых — *Diatoma tenuis* (апрель), *Actinocyclus normanii* (июль, октябрь); из зеленых — виды рода *Pediastrum* (апрель, июль); из харовых — *Mougeotia spp.* (июль, октябрь). Экстремальные значения биомассы фитопланктона различались в 8,5 раза, размах колебаний составил от 3,6 до 30,6 г/м³. В апреле и июле средняя биомасса имела сходную величину $8,7 \pm 2,1$ и $7,8 \pm 2,4$ соответственно. В октябре при массовой вегетации *P. agardhii* биомасса фитопланктона достигла в среднем $21,5 \pm 3,1$ г/м³. Наибольшей продуктивностью фитопланктона отличался северный участок акватории залива между поселками Рыбачий — Морское, наименьшей — расположенный южнее, между пос. Лесной и Музеем НП. Исходя из величины среднесезонной биомассы около 13 г/м³, исследованная прибрежная зона Куршского залива характеризовалась гиперэвтрофными условиями.

Макрофиты. «Водное ядро» флоры (макроводоросли, гидрофиты и гелофиты) было представлено 37 видами: 28 — высших растений (в том числе 2 вида хвощовых и 1 вид водного мха) и 9 — макроводорослей, включая новую находку, *Draparnaldia glomerata*. Самым распространенным гелофитом стал тростник обыкновенный. Наибольшее видовое разнообразие наблюдалось на ст. 403 (база АтлантНИРО), где растительные сообщества расположены в полузакрытой бухте, ограниченной от открытой части залива тростниковыми сообществами. Здесь произрастали все эколого-морфологические группы гидрофитов. Наибольшее проективное покрытие в сообществах из гидрофитов имели *Fontinalis antipyretica*, *Stuckenia pectinata*, *Potamogeton perfoliatus*. В пос. Рыбачий (ст. 439) в последние три года отмечаются изменения в структуре сообществ гидрофитов. Если в 2021 г. основу фитомассы составляли рдесты *S. pectinata* и *P. perfoliatus*, то в 2022 г. —

Myriophyllum spicatum и *Cladophora fracta*, а в 2023 г. — снова те же рдесты, что и в 2021 г., но в меньшем количестве. На участке берега до 15 км косы суммарная фитомасса водных растений была больше, чем на участке севернее (44 км косы). В обоих районах доминировали рдесты, а в южной части косы еще и *F. antipyretica*. Среди доминантов макрофитов наибольшую фитомассу имели мезозвтрофные и β -мезосапробные виды.

Зоопланктон был представлен 49 видами голопланктона. В апреле и июле таксономическое разнообразие было выше такового в октябре. Доминантные виды коловраток изменялись по сезонам: в апреле мелкоразмерные фильтраторы-седиментаторы в июле и октябре сменялись крупным хищным видом *Asplanchna priodonta*. Кладоцеры в апреле и октябре не отличались разнообразием и обилием, преобладал один вид *Chydorus sphaericus*. В июле из этой группы традиционно преобладали виды-фильтраторы. Среди копепод обилием выделялись три вида — *Cryptocyclops bicolor*, *Mesocyclops leuckarti* и *Thermocyclops crassus* и летом — калянида *Eudiaptomus graciloides*. Сезонные колебания количественных показателей зоопланктона были сходны с таковыми прошлых лет, наибольшей продуктивностью зоопланктона отличался летней сезон: максимальные средние 253 тыс. экз./м³ (численность) и 6244 мг/м³ (биомасса) против 65 тыс. экз./м³ и 107 мг/м³ (весна) и 144 тыс. экз./м³, 2602 мг/м³ (осень). Исходя из среднесезонных значений численности и биомассы зоопланктона, 2023 г. можно отнести по зоопланктону к малопродуктивным годам.

Макрозообентос. Таксономическое разнообразие макробентоса — как видовое, так и на уровне крупных таксонов — оставалось стабильным и сопоставимым с предыдущими годами наблюдения. Чужеродные виды тепловодного происхождения постепенно расширяют свой район обитания. Показатели количественного развития зообентоса находились в границах среднесезонных значений биомассы и численности, но все же были заметно меньше, в 2—4 раза на отдельных

станциях и в среднем по всем станциям на побережье. Межгодовые колебания биомассы и численности в несколько раз, если они не составляют устойчивой тенденции, считаются нормальными для сообществ макробионтов и обычно объясняются разницей в гидрометеорологических условиях рассматриваемых годов. На всех станциях западного побережья залива, кроме ст. 439, наблюдается, как и в предшествующие годы, устойчивая обедненная структура сообществ с доминированием олигохет и хирономид и низкими количественными показателями, за исключением летнего сезона, когда показатели, в связи с размножением и интенсивным ростом бентобионтов, достигают годового максимума. На ст. 439 развивается таксономически богатый и высокопродуктивный биоценоз с преобладанием моллюска-фильтратора дрейссены. Его количественные показатели в 2023 г. оставались высокими.

Гидрохимические показатели (биогенные элементы). В период мониторинга в 2023 г. максимальная концентрация нитратного, нитритного и аммонийного азота соответственно 0,95, 0,011 и 0,34 мгN/л, зафиксированная в апреле, была ниже соответствующего ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения. Отмеченные значения концентрации фосфора фосфатов в водах залива превышали ПДК в 4 случаях из 17, из них дважды, в июле и октябре на ст. 407 (пос. Морское). В 2023 г. содержание органического фосфора в исследованной прибрежной акватории колебалось в пределах от 0,036 до 0,223 мгP/л, что в целом оказалось выше прошлогодних значений. Максимум наблюдался в июле вблизи пос. Морское (ст. 407). Величина содержания минерального фосфора характеризовала водоем как эвтрофный.

Тяжелые металлы. В октябре 2023 г. содержание ионов кадмия, свинца, мышьяка и никеля в водах Куршского залива не превышало ПДК. Содержание ионов железа составляло 1,6—12 ПДК, ионов меди — 20—39 ПДК, ионов цинка в 1,7 ПДК. По сравнению с аналогичными данными содержания ионов меди в 2021 г. (максимум 9 ПДК) в 2023 г. величина была в 2—4 раза выше.

Благодарности. Коллектив авторов признателен всем сотрудникам ЛМЭ АО ИОРАН, принимавших участие: в экспедиционных работах — А.С. Мельник, М.М. Смирновой; в обработке проб — Д.М. Казаковой.

Работа выполнена на основе данных, полученных в ходе НИР по теме «Оценка экологического состояния прибрежных вод Куршского залива как фактора, определяющего туристско-рекреационную привлекательность береговой зоны национального парка "Куршская коса" в 2023 г.», проведенной в рамках договора № 31-УК-ИОРАН от 20.04.2023 г. Анализ полученных данных был выполнен по теме госзадания ИО РАН № FMWE-2024-0021.

Список литературы

1. *Архив* погоды метеостанции пос. Нида. URL: <https://rp5.ru> (дата обращения: 08.10.2023).
2. *Багиров Н.Э., Ежова Е.Е., Ланге Е.К., Полунина Ю.Ю., Герб М.А., Володина А.А.* Результаты экологического мониторинга прибрежной зоны Куршского залива на территории национального парка «Куршская коса» в 2020 году // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. науч. ст. / сост. И.П. Жуковская. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2021. Вып. 17. С. 144—189.
3. *Балушкина Е.В., Винберг Г.Г.* Зависимость между массой и длиной тела у планктонных ракообразных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979. С. 169—172.
4. *Дмитриева О.А.* Потенциально токсичные виды фитопланктона российской части Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. науч. ст. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2007. Вып. 5. С. 102—118.
5. *Гасюнас И.* Кормовой зоомакробентос залива Куршю марес // Куршю марес. Вильнюс: Зинайте, 1959. С. 191—280.
6. *Герб М.А., Полунина Ю.Ю., Ланге Е.К., Маркиянова М.Ф., Володина А.А., Ежова Е.Е.* Характеристика биологических сообществ литорали западного побережья Куршского залива по данным гидробиологического мониторинга в 2015 г. // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. науч. ст. / сост. И.П. Жуковская. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. Вып. 12. С. 97—112.

7. *Герб М. А., Ланге Е. К., Ежова Е. Е., Маркиянова М. Ф., Володина А. А., Родионова Н. В., Смирнова М. М.* Характеристика состояния биоты литоральной зоны Куршского залива в национальном парке «Куршская коса» в 2017 году // Там же. 2018. Вып. 14. С. 70—98.

8. *Календарь* природы НП «Куршская коса». URL: <http://www.park-kosa.ru/kalendar-prirody> (дата обращения: 08.10.2023).

9. *Кузьмин Г. В.* Фитопланктон. Видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М. : Наука, 1975. С. 73—87.

10. *Ланге Е. К.* Фитопланктонный комплекс российской части Куршского залива (2001—2007 гг.) // Известия КГТУ. 2013. № 28. С. 87—94.

11. *Ланге Е. К., Герб М. А., Володина А. А., Родионова Н. В., Маркиянова М. Ф., Ежова Е. Е.* Характеристика состояния западной прибрежной зоны Куршского залива по гидробиологическим показателям в 2016 году // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. / сост. И. П. Жуковская. Калининград : Изд-во БФУ им И. Канта. 2017. Вып. 13. С. 86—112.

12. *Ланге Е. К., Герб М. А., Ежова Е. Е., Володина А. А., Кочешкова О. В., Родионова Н. В., Королева Ю. В., Таран В. С.* Результаты экологического мониторинга прибрежной зоны Куршского залива на территории национального парка «Куршская коса» в 2019 году // Там же. 2020. Вып. 16. С. 99—137.

13. *Методические* рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция / под ред. А. А. Салазкина, М. Б. Иванова, В. А. Огородниковой. Л. : ГосНИОРХ, 1984.

14. *Методические* рекомендации по сбору и обработке материала при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция / под ред. А. А. Салазкина, А. Ф. Алимова, Н. П. Финогеновой, Г. Г. Винберга. Л. : ГосНИОРХ, 1984.

15. *Науменко Е. Н.* Зоопланктон прибрежной части Куршского залива. Калининград : Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии, 2006.

16. *Отчет* по мониторингу окружающей среды литовской части Балтийского моря и Куршской косы / ред. А. Станкявичюс. Клайпеда, 2007.

17. *ПНД Ф 14.1:2.4.140-98* Количественный метод измерений массовых концентраций бериллия, ванадия, висмута, кадмия, ко-

бальта, меди, молибдена, мышьяка, никеля, олова, свинца, селена, серебра, сурьмы и хрома в пробах питьевых, природных и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией. М. : 1998 (изд. 2013 г.).

18. *Полунина Ю.Ю., Родионова Н.В.* Характеристика зоопланктонного сообщества Балтийского моря // Система Балтийского моря. М. : Научный мир, 2017. С. 258—291.

19. *Приказ* Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 г № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 10 марта 2020 года). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

20. *РД 52.24.383-2018* Массовая концентрация аммонийного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего. Ростов н/Д : Росгидромет ; ФГБУ ГХИ. 2018.

21. *РД 52.24.381-2017* Массовая концентрация нитритного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса. Ростов н/Д : Росгидромет, ФГБУ ГХИ, 2017.

22. *РД 52.24.380-2017* Массовая концентрация нитратного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса после восстановления в кадмиевом редуторе. Ростов н/Д : Росгидромет ; ФГБУ ГХИ, 2017.

23. *РД 52.24.532-2016* Массовая концентрация общего азота в водах. Методика измерений спектрофотометрическим методом с минерализацией проб в термореакторе. Ростов н/Д : Росгидромет ; ФГБУ ГХИ. 2016.

24. *РД 52.10.738-2010* Массовая концентрация фосфатов в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом. Ростов н/Д : Росгидромет ; ФГБУ ГХИ, 2010.

25. *РД 52.24.387-2006* Массовая концентрация фосфора общего в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия. Ростов н/Д : Росгидромет ; ФГБУ ГХИ, 2006.

26. *Руководство* по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В. А. Абакумова. СПб. : Гидрометеиздат, 1992.

27. *Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана.* М. : Изд-во ВНИРО, 2003.

28. *Семенова С.Н., Смыслов В.А.* Состояние фитоцена Куршского залива Балтийского моря на рубеже XX—XXI веков // Гидробиологические исследования в бассейне Балтийского моря, Атлантическом и Тихом океанах на рубеже тысячелетий. Калининград : АтлантНИРО, 2005. С. 17—64.

29. *Сташко А.В., Шендерюк В.В., Касьян А.В., Александров С.В., Виноградова Л.Л.* Содержание минеральных форм биогенных элементов в Куршском заливе в 2018 году // Известия КГТУ. 2019. №55. С. 111—121.

30. *Трифонов И.С.* Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л. : Наука, 1990.

31. *HELCOM, Baltic Marine Environmental Protection Commission — Helsinki Commission Guidelines for the Baltic Monitoring Programme for the third stage; Part D. Biological Determinands.* 1988. 27 D.

32. *Vaikutinene G.* Diatom distribution in superficial sediments of northern part of the Curonian Lagoon // *Geologija.* 2002. No. 37. P. 56—66.

УДК 591.524.12

Ю.Ю. Полунина¹, Э.А. Болотов²

¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва

²Балтийский федеральный университет им. И. Канта

**Характеристика прибрежной зоны
Вислинского и Куршского заливов Балтийского моря
по показателям зоопланктона летом 2023 года**

Приведены сведения о видовом составе, численности и биомассе зоопланктона прибрежной части Вислинского и Куршского заливов летом 2023 г. Количественные показатели зоопланктона Куршского залива входили в диапазон зна-

чений более ранних исследований. Биомасса зоопланктона в Вислинском заливе оказалась значительно ниже, чем в предыдущие годы исследований. Численность и биомасса зоопланктона Вислинского залива была многократно ниже, чем Куршского залива. Индексы видового богатства Маргалефа, разнообразия Шеннона и выравненности Пиелу были ниже в Вислинском заливе, чем в Куршском. С учетом индексов, доминирования коловраток и низких показателей количественного развития зоопланктона, состояние прибрежных вод Вислинского залива летом 2023 г. было более неблагоприятное, чем Куршского залива.

Information is provided on the species composition, abundance, and biomass of zooplankton in the coastal zone of the Vistula and Curonian Lagoons in the summer of 2023. Quantitative parameters for zooplankton in the Curonian Lagoon were within the range of previous data in this lagoon. The biomass of zooplankton in the Vistula Lagoon was significantly lower than in previous years of research. The abundance and biomass of zooplankton was significantly lower in the Vistula Lagoon compared to the Curonian Lagoon. The Shannon's indices for species richness, Margalef's diversity, and Pielou's evenness were higher in the Curonian Lagoon compared to the Vistula Lagoon.

These findings, considering the low quantitative development of zooplankton and the dominance of rotifers, suggest a more unfavorable condition for the coastal waters of Vistula Lagoon on zooplankton indicators in during the summer of 2023.

Ключевые слова: зоопланктон, Вислинский залив, Куршский залив.

Key words: zooplankton, Vistula Lagoon, Curonian Lagoon.

Введение

Вислинский и Куршский заливы, расположенные в юго-восточной части Балтийского моря, являются экосистемами, которые испытывают значительное антропогенное влияние. Эти трансграничные акватории важны для рыбного промысла, имеют большое судоходное и рекреационное значение. На

берегах заливов находятся города и поселки, порты и крупные предприятия. Прибрежная зона заливов особенно подвержена высоким антропогенным нагрузкам и существенным колебаниям факторов среды.

Куршская коса, которая отделяет залив от Балтийского моря, — национальный парк и поэтому мониторинг экологического состояния прибрежной зоны Куршского залива вдоль косы — важная задача. Южная часть Куршского залива, принадлежащая РФ, практически пресноводная. Часть Вислинского залива (Калининградский залив) является солоноватоводной акваторией, где соленость составляет в среднем около 3 промилле [7; 8], однако в прибрежной зоне залива соленость ниже, чем в открытой части, за счет речного и поверхностного стока пресных вод. Калининградский морской канал, принадлежащий акватории залива, имеет высокий уровень судоходства, что может оказывать влияние на качество вод.

Зоопланктон, первое звено передачи энергии автотрофов к гетеротрофам, динамично реагирует на изменения окружающей среды вариациями видового состава, структуры и количественных показателей. Недостаток информации о современном состоянии зоопланктона прибрежных зон двух заливов стали предпосылками к данному исследованию.

Цель работы — проанализировать состояние прибрежной зоны Вислинского и Куршского заливов по некоторым показателям зоопланктона летом 2023 г.

Материалы и методы

Материал для исследования собирали на прибрежных участках российской части Вислинского залива 13 и 16 июня 2023 г. и Куршского залива 2 июля 2023 г. в рамках прибрежных экспедиций Атлантического отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН. Расположение станций представлено на рисунке 1.

Пробы зоопланктона отбирали на глубине 0,8—1,0 м, процеживая 50 л воды через сеть Апштейна (ячея 100 мкм) в пла-

стиковые емкости. Пробы фиксировали 4%-ным формалином. Фиксацию и камеральную обработку проводили по стандартным методикам с использованием определителей [5; 6; 9]. Биомассу зоопланктона рассчитывали по зависимостям массы от длины [2].

Всего обработано 3 пробы из Куршского залива и 10 проб из Вислинского залива. Рассчитывали индексы видового богатства Маргалефа, разнообразия Шеннона и выравненности Пиелу. Сходство сообществ зоопланктона оценивали при помощи индекса Жаккара. Температуру воды измеряли водным термометром.

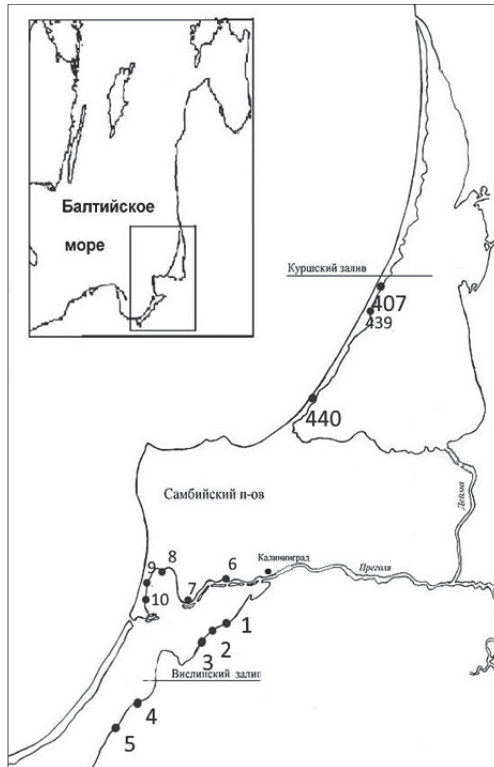


Рис. 1. Карта станций

Результаты и обсуждение

Температура воды в прибрежной зоне Вислинского залива 13 июня варьировала от 20 °С и до 21,6 °С, составляя в среднем 20,6 °С, 16 июня температура воды в среднем была 22,5 °С (табл. 1).

Таблица 1

Значения температуры воды в период исследования в заливах, 2023 г.

| Показатель | Залив | | |
|------------|------------|-----------|-----------|
| | Вислинский | | Куршский |
| Дата | 13,06 | 16,06 | 02,07 |
| Т воды, °С | 20,0—21,6 | 22,0—23,5 | 19,7—21,5 |

Зоопланктон прибрежной зоны Вислинского залива был представлен 12 видами и более крупными таксонами: Rotifera — 7, Copepoda — 2, Cladocera — 3. Наиболее значимой группой стали коловратки, представленные мелкими видами-седиментаторами из широко распространенных родов *Keratella*, *Filinia*, потребляющие мелкокоразмерную органическую взвесь. Из веслоногих ракообразных отмечен один эвригалинный вид *Eurytemora affinis*. Выявлены пять индикаторных видов (*Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis*, *Filinia longiseta*, *Bosmina coregoni*, *Chydorus sphaericus*), относящихся преимущественно к β-мезосапробам.

По численности доминировали коловратки: *Keratella quadrata* составляла 75 %, *Keratella cochlearis* — 18 %, и *Filinia longiseta* — 5 % общей численности зоопланктона. Вклад остальных видов в численность не превышал 2 % (табл. 2).

По биомассе преобладали следующие виды: *Keratella quadrata* — 76 %, *Eurytemora affinis* — 12 % и *Harpacticoida sp.* — 7 % общей биомассы зоопланктона. Вклад остальных видов в биомассу не превысил 5 %.

Таблица 2

**Массовые виды зоопланктона по численности
в Вислинском и Куршском заливах летом 2023 г.**

| Вислинский залив | Куршский залив |
|------------------------------------|------------------------------------|
| <i>Keratella quadrata</i> , 75 % | <i>Bosmina coregoni</i> , 59 % |
| <i>Keratella cochlearis</i> , 18 % | <i>Chydorus sphaericus</i> , 14 % |
| <i>Filinia longiseta</i> , 5 % | <i>Mesocyclops leuckarti</i> , 7 % |

Общая численность зоопланктона варьировала в пределах от 0,2 до 200 тыс. экз./м³, а биомасса — от 0,1 до почти 80 мг/м³ (табл. 3). Также на северном берегу Вислинского залива не было обнаружено ни одного вида из крупного таксона Cladocera.

Рассчитанный индекс Жаккара (0,3) показал низкое сходство сообщества зоопланктона восточного и северного побережья залива.

Таблица 3

**Некоторые количественные показатели зоопланктона
Куршского и Вислинского заливов летом 2023 г.**

| Показатель | Залив | |
|---------------------------------------|------------|-------------|
| | Вислинский | Куршский |
| Число видов | 12 | 13 |
| Численность, тыс. экз./м ³ | 0,1—200,2 | 273,5—997,7 |
| Биомасса, мг/м ³ | 0,1—79,9 | 4292—42833 |
| Индекс видового богатства Маргалефа | 1,0 | 1,0 |
| Индекс Шеннона | 0,9 | 1,1 |
| Индекс выравненности Пиелу | 0,3 | 0,4 |

Выявлена неоднородность пространственного распределения зоопланктона вдоль берегов залива: северное побережье Вислинского залива характеризовалось очень низкой биомассой зоопланктона (0,10—4,26, среднее 1,16 мг/м³), в то время

как восточное — более высокими показателями (2,15—79,87, среднее 29,23 мг/м³) (рис. 2). В среднем биомасса и численность зоопланктона на северном побережье в 25 и 29 раз была ниже, чем на восточном. Возможно, это обусловлено разной степенью антропогенного загрязнения берегов. Северный берег залива характеризуется более высокой степенью антропогенного загрязнения вод: здесь в бухту Приморская впадает городской коллектор, куда поступают органические вещества, расположен г. Светлый и другие населенные пункты, крупные предприятия. Кроме того, здесь находится Калининградский морской канал, где проходят множество судов, и может наблюдаться загрязнение нефтяными продуктами. Показатели индексов загрязнения вод УКИЗВ и ССМЕ WQI в районе Приморской бухты по многолетним данным выше, чем в других районах залива [1].

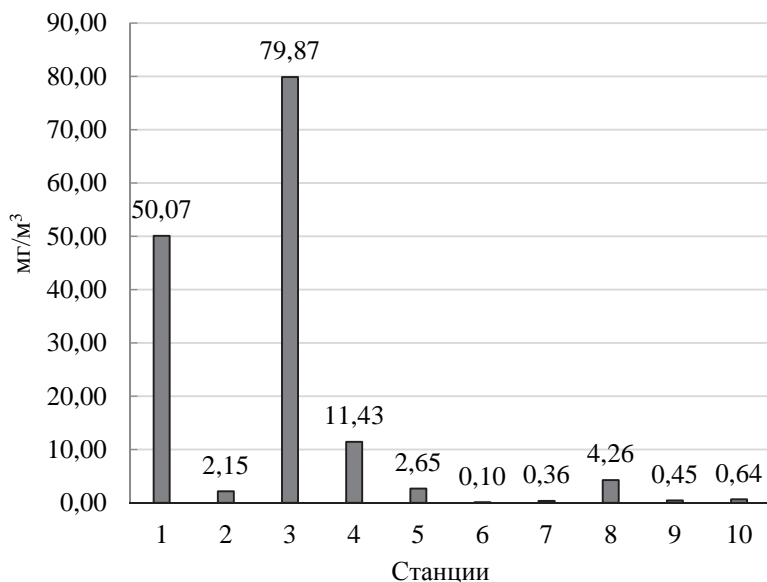


Рис. 2. Биомасса зоопланктона в прибрежной зоне Вислинского залива, июнь 2023 г.

Показатели биомассы зоопланктона Вислинского залива в июне 2023 г. были низкие (табл. 3). В июне 2009 г. (наши неопубликованные данные) численность зоопланктона колебалась в пределах 0,5—6,2 тыс. экз./м³ (в среднем 2,8 тыс. экз./м³), а биомасса — от 5,6 до 159,1 (в среднем до 40,8 мг/м³). Высокие показатели численности и низкие показатели биомассы зоопланктона в июне 2023 г. обеспечивались абсолютным доминированием в сообществе мелкоразмерных видов коловраток, в то время как в 2009 г., при более низких показателях численности, более высокая биомасса была обусловлена преобладанием планктонных веслоногих ракообразных, преимущественно *Eurytemora affinis* и видами рода *Acartia*.

В прибрежной зоне Куршского залива температура воды составляла около 20 °С (табл. 1 см на с. 162). Зоопланктон был представлен 13 видами и более крупными таксонами: Rotifera — 4, Copepoda — 3, Cladocera — 6. Наиболее разнообразной группой в период нашего исследования были ветвистые ракообразные. На станции 440 был найден вид *Alona costata*, которой не встречался на других станциях. Группа веслоногих ракообразных была представлена пресноводными видами: циклопом *Mesocyclops leuckarti*, калянидой *Eudiaptomus graciloides* и *Harpacticoida sp.* Наиболее многочисленной в группе коловраток был вид *Asplancha sp.*, также присутствовали следующие виды: *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis* и *Filinia longiseta*. Выявлено девять видов-индикаторов сапробности, относящиеся к β-α-мезосапробам.

В структуре зоопланктона преобладали по численности кладоцеры, где вид *Bosmina coregoni* составлял 39 %, *Chydorus sphaericus* — 22 % и *Daphnia galeata* — 11 % общей численности зоопланктона. Доля всех веслоногих ракообразных составляла около 21 % общей численности зоопланктона, а доля хищной коловратки *Asplancha sp.* — около 2 %.

По биомассе доминировали следующие виды: *Asplancha sp.* — 57 %, *Bosmina coregoni* — 22 %, *Daphnia galeata* — 10 % и *Mesocyclops leuckarti* — 5 % общей биомассы зоопланктона.

Вклад остальных видов в биомассу не превысил 6%. *Chydorus sphaericus* превалировал по численности, однако по биомассе его вклад составил около 2%.

Общая численность и биомасса зоопланктона прибрежной зоны Куршского залива варьировала в пределах от 273 до 997 тыс. экз./м³ и от 4,3 до 42,8 г/м³ соответственно. Максимальное значение биомассы отмечено у пос. Рыбачий в Черногогорской бухте (ст. 439'). Эти количественные показатели многократно превышали таковые в Вислинском заливе.

Установлено, что число видов зоопланктона прибрежной зоны Куршского залива в период нашего исследования было меньше, чем в летний период 2021 г. (отмечено 37 видов) и в 2020 г. (отмечено 49 видов). Это, вероятно, обусловлено разным объемом материалов: в период нашего исследования пробы были отобраны на трех станциях, в предыдущие годы — на шести станциях. Наиболее разнообразной группой летом в 2021 г. была Rotifera, а в нашем исследовании — Cladocera. Индекс Шеннона летом 2023 г. оказался ниже (1,1), чем в 2021 г. (1,6) [3; 4], хотя и этот показатель разнообразия является низким. Общая численность зоопланктона летом 2023 г. была выше, чем летом 2021 г. (в среднем 30 тыс. экз./м³), и схожа с этим показателем в 2020 г. (в среднем 591 тыс. экз./м³). Биомасса зоопланктона в 2023 г. многократно превышала этот показатель в 2021 г. (средняя биомасса была чуть более 100 мг/м³) и в 2020 г. (средняя — около 3500 мг/м³) [4]. Это иллюстрирует значительные вариации видового состава и количественного развития зоопланктона в разные годы в прибрежной зоне залива, что характеризует сообщество зоопланктона как неустойчивое, подверженное значительному влиянию внешних факторов и может быть следствием возрастания уровня эвтрофикации водоема.

Анализ сходства зоопланктона двух заливов показал, что только пять видов были отмечены в обоих заливах: *Filinia longiseta*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina coregoni*.

Рассчитанные индексы видового богатства Маргалефа, разнообразия Шеннона и выравненности Пиелу оказались довольно низкими, однако чуть выше они были в Куршском заливе (табл. 3 см. на с. 163).

Таким образом, в летний период 2023 г. зоопланктон Вислинского залива представлен 12 видами и таксонами более высокого порядка, доминировали коловратки *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis*, *Filinia longiseta*, которые составляли почти 98% общей численности. Показатели биомассы зоопланктона были очень низкими, особенно на северном побережье залива. Биомасса зоопланктона была значительно ниже, чем в июне 2009 г.

В Куршском заливе зафиксировано 13 видов зоопланктона, доминировали ветвистоусые ракообразные *Bosmina coregoni*, *Daphnia galeata*, *Chydorus sphaericus* которые составляли почти 88% общей численности зоопланктона. Веслоногие ракообразные были представлены пресноводными видами. Биомасса была высокой и варьировала от 4,3 до 42,8 г/м³. Количественные показатели зоопланктона Куршского залива входили в диапазон значений более ранних исследований.

Индексы видового богатства Маргалефа, разнообразия Шеннона и выравненности Пиелу оказались ниже в Вислинском, чем в Куршском заливе. Численность и биомасса зоопланктона Вислинского залива была многократно ниже, чем Куршского залива, при этом более 70% составлял лишь один вид — коловратка *Keratella quadrata*. Это иллюстрирует более неблагоприятное состояние прибрежных вод Вислинского залива, чем Куршского, по показателям зоопланктона летом 2023 г.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИО РАН по теме FMWE-2024-0025.

Список литературы

1. Александров С.В., Сташко А.В. Экологическое состояние Вислинского залива с учетом параметров качества и эвтрофирования вод // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2023. № 3. С. 78—91.

2. *Балушкина Е. В., Винберг Г. Г.* Зависимость между массой и длиной тела у планктонных ракообразных // *Общие основы изучения водных экосистем.* Л. : Наука, 1979. С. 169—172.

3. *Цыбалева Г. А., Полунина Ю. Ю.* Современное состояние летнего зоопланктона Куршского залива // *Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»* : сб. науч. ст. / сост. О. В. Рыльков, И. П. Жуковская. Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2006. Вып. 4. С. 194—208.

4. *Ланге Е. К., Ежова Е. Е., Багиров Н. Э., Володина А. А., Герб М. А., Полунина Ю. Ю., Шартон А. Ю.* Характеристика состояния биоты на основе результатов мониторинга прибрежной зоны Куршского залива в пределах национального парка «Куршская коса» в 2021 году // *Там же.* 2023. Вып. 18. С. 100—134.

5. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция* / под ред. А. А. Салазкина, М. Б. Ивановой, В. А. Огородниковой. Л. : ГосНИОРХ, 1984.

6. *Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России* / под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Целолихина. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2010. Т. 1: Зоопланктон С. 231—233.

7. *Сенин Ю. М., Смыслов В. А., Хлопников М. М.* Общая характеристика Вислинского залива // *Закономерности гидробиологического режима водоемов разного типа.* М. : Научный мир, 2004. С. 17—18.

8. *Чубаренко Б. В.* Зонирование Калининградского залива и устьевого участка реки Преголи по показателям гидролого-экологического состояния и в целях оптимизации мониторинга // *Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российской морей Северо-Европейского бассейна (проект подпрограммы «Исследование природы Мирового океана» федеральной целевой программы «Мировой океан»).* Апатиты : Изд-во Кольского научного центра РАН, 2007. Вып. 2. С. 591—601.

9. The World of Copepods. URL: <http://www.marinespecies.org/copepoda/>

Раздел 3

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ, КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

УДК 551.311.31

Н. С. Белов¹, Т. В. Шаплыгина¹, И. И. Волкова¹, А. Р. Данченков²

¹Балтийский федеральный университет им. И. Канта

²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

Послештормовое обследование аккумулятивных форм рельефа Куршской и Вислинской кос: анализ изменений и перспективы сохранения

В статье представлены результаты комплексного исследования изменений аккумулятивных форм рельефа Куршской и Вислинской кос, вызванных штормовыми воздействиями. На основе данных полевых наблюдений, фотограмметрических материалов и геоинформационного анализа проведена оценка трансформации зоны пляжа и авандюны. Полученные результаты позволили выявить наиболее уязвимые участки кос, подверженные интенсивной эрозии, и определить приоритетные направления берегозащитных мероприятий. Обсуждаются перспективы сохранения уникальных природных объектов в условиях современных климатических изменений и повышения уровня моря.

The article presents the results of a comprehensive study of changes in the accumulative landforms of the Curonian and Vis-

tula Spits caused by storm impacts. On the basis of field observations, photogrammetric materials and geoinformation analysis the transformation of the beach and avandune zone was assessed. The obtained results allowed to identify the most vulnerable areas of the spits, exposed to intensive erosion, and to determine the priority directions of coastal protection measures. The prospects of preservation of unique natural objects in the conditions of modern climatic changes and sea level rise are discussed.

Ключевые слова: Куршская и Вислинская косы, шторм, берег, дюнные гряды, морфолитодинамика.

Key words: dune, Curonian and Vistula Spits, storm, shore, morpholodynamics.

Введение

Куршская и Вислинская косы представляют собой динамические аккумулятивные формы рельефа, отделяющие прибрежные лагуны от Балтийского моря. Формирование этих песчаных образований — результат длительной аккумуляции песчаного материала, транспортируемого морскими течениями и ветром. Морфология кос характеризуется значительным разнообразием, ее ключевые элементы — пляжи, дюнные гряды и дефляционно-аккумулятивная равнина. Природные комплексы кос подвергаются постоянному воздействию таких геодинамических процессов, как дефляция и аккумуляция. Косы являются ценными природными лабораториями, предоставляющими уникальную возможность исследовать взаимодействия суши и моря, а также динамику природных ландшафтов под влиянием как естественных, так и антропогенных факторов. Несмотря на свою уникальность, косы — уязвимые геосистемы, подверженные риску деградации под воздействием таких факторов, как штормовая активность и повышение уровня моря.

Динамика штормовой активности в юго-восточной части Балтийского моря подвержена значительным межгодовым ва-

риациям. Ключевую роль в формировании штормов играет транзит циклонов из Северной Атлантики. Сопутствующие циклонической деятельности барические градиенты генерируют ветровое поле, оказывающее существенное влияние на динамические процессы в береговой зоне. Ветры штормового нагона, характеризующиеся скоростью, превышающей 10 м/с, преимущественно западного, северо-западного и северо-восточного направлений, являются основным метеорологическим фактором, вызывающим кратковременные колебания уровня моря. Вероятность возникновения экстремальных ветров (более 15 м/с) составляет около 6% в год. Наиболее интенсивные штормы (10—12 баллов по шкале Бофорта) ассоциированы с очень сильными северо-западными и северо-восточными ветрами, вероятность которых не превышает 1% в год [1].

Штормовой нагон на побережье Калининградской области представляет собой кратковременное повышение уровня моря, обусловленное барическим минимумом и сопутствующим ветровым воздействием. Продолжительность данного явления варьирует в пределах 1—3 дней и наиболее часто наблюдается в осенне-зимний период. Периоды с экстремально высокими уровнями моря возникают с периодичностью 2—3 года. Максимальные уровни воды во время штормовых нагонов превышают 1,2—1,4 м над средним уровнем моря, что приводит к интенсивной береговой эрозии на определенных участках побережья.

Изучение эрозии дюн, проведенное как в полевых условиях, так и с помощью численного моделирования, показало зависимость скорости отступления берега от высоты и продолжительности морского волнения [2]. Несмотря на значительное количество исследований, посвященных динамике ветровых волн во время штормов, взаимосвязь между продолжительностью штормовых событий, эрозией берегов и изменениями береговой линии остается недостаточно изученной [3; 4].

Наиболее часто наблюдаемыми направлениями ветра в Калининградском регионе являются северо-западное и юго-западное. Данная климатическая особенность обусловлена преобладанием воздушных масс, поступающих с Атлантического океана (рис. 1).

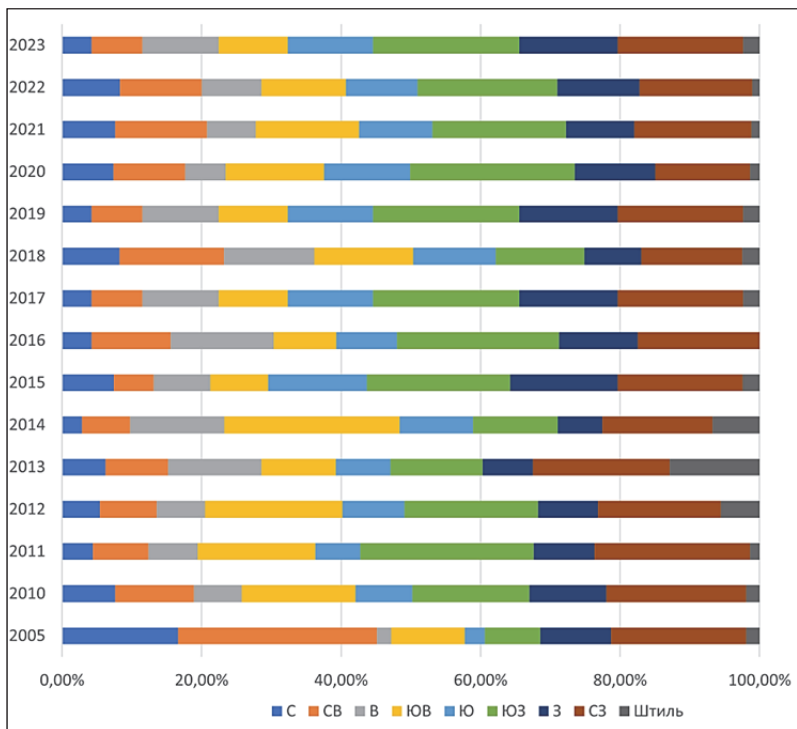


Рис. 1. Распределение направления ветра по годам, %
(по данным гр5)

Анализ данных скоростных характеристик региона демонстрирует преобладание западных направлений ветра. Северо-западный ветер характеризуется наибольшей скоростью и стабильностью, что указывает на его доминирующую роль в фор-

мировании климатических условий. Западный ветер также обладает значительной скоростью, что подтверждает его существенное влияние на метеорологические процессы (табл. 1). Напротив, восточное и северо-восточное направления характеризуются низкими скоростями ветра, что может свидетельствовать о менее активной циркуляции воздушных масс с этих направлений или о более низкой энергии данных воздушных масс.

Таблица 1

**Среднегодовая скорость ветра на станции Балтийск
по данным сайта гр5 за период 2005—2023 гг.**

| Год | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2005 | 5,4 | 3,6 | 2,1 | 3,3 | 4,8 | 4,9 | 5,2 | 6,2 |
| 2010 | 2,7 | 2,1 | 2,1 | 2,3 | 3,5 | 4,7 | 6 | 3,9 |
| 2011 | 2,8 | 2,2 | 2 | 2,6 | 4,2 | 5,8 | 7,4 | 5,3 |
| 2012 | 3,3 | 2 | 2,5 | 3 | 4,5 | 6,1 | 6,2 | 5,4 |
| 2013 | 3,5 | 3 | 2,5 | 3 | 4,3 | 5,1 | 6,1 | 5 |
| 2014 | 2,8 | 2,4 | 2,8 | 2,8 | 4,2 | 4,9 | 5,2 | 4 |
| 2015 | 3,5 | 2,3 | 2,5 | 3 | 4,9 | 5,9 | 7 | 4,6 |
| 2016 | 2,9 | 2,2 | 2,7 | 2,6 | 4,7 | 6,9 | 7,4 | 3,9 |
| 2017 | 2,6 | 2,1 | 2,6 | 4,8 | 4,8 | 6,3 | 7,3 | 4,4 |
| 2018 | 2,9 | 2,4 | 2,6 | 3,4 | 4,2 | 5,8 | 6 | 3,7 |
| 2019 | 3,3 | 2,5 | 2,7 | 3,4 | 5,3 | 6,7 | 6,8 | 3,7 |
| 2020 | 3,3 | 2,4 | 2,3 | 3,8 | 5,4 | 6,7 | 7,1 | 3,6 |
| 2021 | 3,1 | 2,4 | 2,4 | 3,4 | 4,8 | 6,6 | 6,2 | 3,6 |
| 2022 | 2,9 | 2,2 | 2,2 | 3 | 5,1 | 6,4 | 6,7 | 3,6 |
| 2023 | 2,6 | 2,4 | 2,6 | 3,1 | 4,9 | 6,9 | 6,6 | 3,6 |

Материалы и методы

С 2011 г. нами проводятся систематические наблюдения на Куршской и Вислинской косах с использованием современного геодезического оборудования. Для получения высокоточных данных о рельефе местности применяются наземный лазерный сканер Topcon GLS-2000, геодезический приемник Topcon GR-5, беспилотные летательные аппараты и наземная фотограмметрия. Однако при проведении расчетов объемов материалов по полученным профилям возникает существенное ограничение: полученные данные не позволяют достоверно экстраполировать результаты более чем на 5—7 метров в стороны от профиля. Для установления линейных параметров исследуемых объектов мы применяем метод профилирования. В то же время для оценки объемных характеристик используются участки протяженностью 50—100 метров, ограниченные наветренным склоном донно-грядового пояса. Данные приемы позволяют получить более точные результаты при определении объемов. Переменные, которые использовались для получения результатов, представлены на рисунке 2.

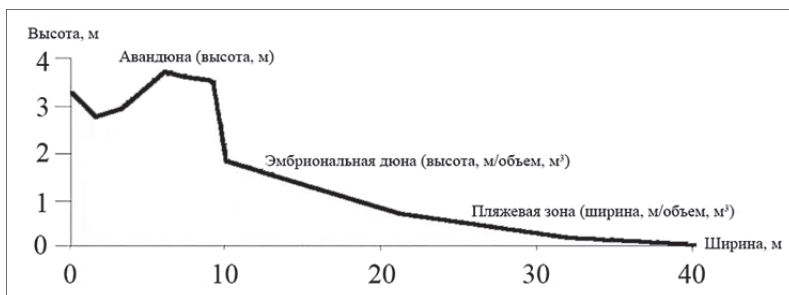


Рис. 2. Измеряемые морфометрические параметры

На Куршской косе долгосрочные исследования проводятся на двух стационарных участках: в районе Визит-центра наци-

онального парка и на экотропе «Высота Эфа». Краткосрочные наблюдения охватывают четыре дополнительных участка (районы питомника, турбазы «Дюна», орнитостанции, глэмпинга «Роза»). На Вислинской косе долгосрочный мониторинг проводится на участке в районе горы Шведская, а краткосрочные исследования — на шести участках (через каждый километр от поселка Коса).

Результаты

Анализ морфолитодинамики пляжей до и после штормов показал, что они вызывают существенное выравнивание пляжевой поверхности. В большинстве случаев наблюдалось сужение пляжной полосы на 5—20 м, но в некоторых районах, особенно в местах с высокой антропогенной нагрузкой, отмечалось расширение пляжа за счет аккумуляции песчаного материала, перенесенного с соседних участков. Динамика высотных отметок пляжей Куршской и Вислинской кос в послештормовый период демонстрирует существенные различия. На Куршской косе колебания отметок относительно исходного уровня, определенного по среднему уровню Балтийского моря, составляли незначительные величины от 0,1 до 0,5 м. Вислинская коса характеризовалась более выраженной динамикой высотных отметок, с максимальными значениями, достигающими 0,9 м относительно исходного уровня. Однако предполагается, что эти значительные изменения носят локальный характер. Средние значения колебаний высот пляжей на Вислинской косе составили около 0,35 м.

Интенсивность эрозионных процессов в пляжевой зоне Вислинской косы существенно выше, чем на Куршской. Средние потери материала на Вислинской косе достигали 0,9—1,1 м³/м² против 0,6 м³/м² на Куршской косе. При этом на Куршской косе наблюдалось накопление крупнообломочного материала и антропогенного мусора у подножия авантюны. Полученные данные свидетельствуют о том, что высота пляжа

перед штормом — ключевой фактор, определяющий степень эрозии дюн [5]. Штормовые нагоны с относительно большой высотой приводили к эрозии целых пляжевых систем. При этом предполагается, что основным фактор, определяющий интенсивность эрозии, — превышение высоты нагона над высотой пляжа. Чем выше был пляж до шторма, тем меньше пострадала авандюна. Наиболее интенсивная эрозия отмечалась на низких и узких пляжах, где отступ основания авандюны достигал 2—3 м. Высота пляжа является ключевым фактором, определяющим устойчивость дюн.

Анализ изменений высотных и объемных характеристик авандюн и эмбриональных дюн показал значительные различия между Куршской и Вислинской косами. На Куршской косе снижение высоты авандюны составило от 0,1 до 0,4 м, в то время как на Вислинской — до 1,1 м. Объемные потери материала авандюны на Куршской косе достигали $0,7 \text{ м}^3/\text{м}^2$, а на Вислинской — $1,6 \text{ м}^3/\text{м}^2$. Эмбриональные дюны на обеих косах подвергались полному разрушению в результате сильных штормов и, вероятно, служили источником материала для аккумуляции на пляже.

Выводы

Благодаря активным мерам по охране, осуществляемым администрацией национального парка, Куршская коса демонстрирует более высокую устойчивость к штормовым воздействиям. Несмотря на наличие отдельных эродированных участков, их площадь относительно незначительна, порядка 10 км протяженностью [6]. Участки активной морской абразии на Вислинской косе преимущественно локализованы вблизи ее северного окончания. Их протяженность около 4—5 км. Средняя скорость отступления береговой линии в этих зонах оценивается в 1,2 м в год. Однако следует отметить, что данная величина характеризует не общую динамику береговой линии, а скорость разрушения подножия дюнно-грядового комплекса.

Для сохранения Вислинской косы необходим комплекс инженерно-технических и природоохранных мероприятий, в том числе упорядочение рекреационной деятельности [7].

Комплексный подход к сохранению береговой зоны требует сочетания различных методов исследования и инженерных решений. Систематический мониторинг с применением современных геоинформационных технологий позволяет отслеживать динамику морфологических процессов и выявлять участки, наиболее подверженные эрозии. Параллельно с этим реализация инженерных мероприятий, таких как строительство берегозащитных сооружений и искусственная подпитка пляжей, направлена на стабилизацию береговой зоны. Важное место в системе мер по сохранению занимают экологические проекты, включающие восстановление естественной растительности и ограничение антропогенного воздействия.

Список литературы

1. *Стонт Ж. И.* Летопись штормов юго-восточной части Балтики / Ж.И. Стонт, О.И. Рябкова // XXIX Береговая конференция: Натурные и теоретические исследования — в практику берегопользования : сборник материалов Всероссийской конференции с международным участием, Калининград, 18—24 апреля 2022 года. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2022. С. 148—150. EDN YSXJAG.

2. *Ibaceta R., Harley M.D.* Data-driven modelling of coastal storm erosion for real-time forecasting at a wave-dominated embayed beach, Coastal Engineering. URL: <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2024.104596>.

3. *Халиева А. А.* Мониторинг многолетней динамики береговой линии с использованием ГИС и данных дистанционного зондирования Земли / А. А. Халиева, Н. А. Яицкая // Материалы 21-й Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, 13—17 ноября 2023 года. М. : Институт космических исследований Российской академии наук, 2023. С. 112. EDN CEJТАR.

4. *Цыганкова А. Е.* Оценка состояния берегозащиты аварийных участков Азовского моря / А. Е. Цыганкова, Л. А. Беспалова, Е. В. Беспалова // Геология морей и океанов : материалы XXV Между-

народной научной конференции (Школы) по морской геологии, Москва, 13—17 ноября 2023 года. Москва: Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, 2023. Т. 3. С. 64—68. EDN BVZFAG.

5. *Щодро А. Е.* О механике вдольберегового переноса наносов на морских побережьях / А. Е. Щодро, Д. А. Антоненков, А. Н. Сорокин // Системы контроля окружающей среды. 2023. № 4(54). С. 124—134. EDN AQRWNN.

6. *Жуковская И. П.* Результаты мониторинга морского побережья национального парка «Куршская коса», 2019—2020 годы / И. П. Жуковская, А. А. Калина, О. В. Рыльков // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2021. Вып. 17. С. 103—112. EDN NUDCZJ.

7. *Горячкин Ю. Н.* Антропогенное воздействие на литодинамику черноморского побережья Крымского полуострова / Ю. Н. Горячкин, Т. В. Ефремова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2022. № 1. С. 6—30. EDN KQQHNP.

УДК 551.435

И. П. Жуковская, А. А. Калина, О. В. Рыльков

ФГБУ «Национальный парк "Куршская коса"»

Результаты мониторинга морского побережья национального парка «Куршская коса» в 2023 году

Приведены результаты ежегодного сплошного мониторинга защитного пляжного дюнного вала в 2023 г. на территории национального парка «Куршская коса».

The article presents the results of the annual continuous monitoring of the protective coastal dune ridge in 2023 in the territory of Kurshskaya kosa National Park.

Ключевые слова: национальный парк, Куршская коса, морское побережье, защитный пляжный дюнный вал.

Key words: national park, Curonian Spit, sea coast, protective coastal dune ridge.

Морское побережье Куршской косы испытывает дефицит песчаных наносов и часто находится под влиянием штормовых погод. Состояние и стабильность защитного пляжного дюнного вала — авандюны — зависит от количества песчаных наносов. Участки авандюны с дефицитом песчаных наносов имеют не все морфометрические параметры. Один из таких участков находится в корневой части косы, он постоянно размывается и отступает [5; 9]. Участки авандюны, у которых уравновешенный баланс наносов, имеют полный профиль развития, располагаются в средней части косы [4; 9].

В последние десятилетия количество зимних штормов в Юго-Восточной Балтике в среднем составляет 25—35 в год. Происходит активизация и экстремальных штормов [1; 2]. Частая изменчивость морского побережья под влиянием ежегодных штормовых погод, оказывающих разрушительное влияние на морской склон авандюны и морской пляж, предполагает проведение ежегодных мониторинговых наблюдений. Сплошное картирование защитного пляжного дюнного вала (ЗПДВ) проводится по методике В. Л. Болдырева, которая позволяет выделить стабильные и размываемые участки морского склона авандюны.

При изучении динамики береговой зоны южной части Куршской косы на территории национального парка в 2023 г.:

— проведен комплекс наблюдений: фотосъемка, визуальное наблюдение, картирование морфодинамических участков с помощью навигатора GPS map62s;

— выявлены размываемые, переходные и стабильные участки;

— составлены схемы стабильных, переходных и размываемых участков ЗПДВ. Полученные данные будут использованы для составления рекомендаций по восстановлению целостности авандюны.

Результаты исследований показали, что на значительном протяжении морского побережья продолжают активные динамические процессы. В 2023 г. выделено 38 чередующихся участков берега, в том числе 14 стабильных, 8 размываемых, 16 переходных, а также 2 техногенных участка с берегозащитными сооружениями.

Материалы и методы

В статье приведены результаты ежегодного обследования состояния морского склона защитного пляжного дюнного вала — авандюны по методике В. Л. Болдырева. Авандюна представляет собой природно-антропогенный барьер, который находится в тыльной части морского пляжа в зоне размыва морскими волнами, под действием штормовых погод. Картирование морского берега основано на выделении морфодинамических участков. Они подразделяются на *стабильные*, *размываемые*, *переходные* (от стабильного участка — к размываемому участку или от размываемого — к стабильному) и *техногенные* [9]. Типы морфодинамических участков морского побережья Куршской косы приведены на рисунке 1.

Стабильные участки берега имеют развитую эоловую подушку или прислоненную молодую авандюну, покрытую песчаными злаками (рис. 1, *а*, 2, *а*). Размываемые участки авандюны — четко выраженные отвесные склоны, без какой-либо растительности, такие участки формируются в период штормовой деятельности моря (рис. 1, *б*, 2, *б*). Переходные участки представлены у основания склона эоловой подушкой в зачаточном или размытом состоянии (рис. 1, *в*, 2, *в*), с частично сохраненной растительностью. Техногенные участки находятся в корне косы и в пос. Лесной (рис. 2, *г*), в пляжной зоне которых размещены берегоукрепительные сооружения (волногасящие проницаемые конструкции различных типов). Установка таких конструкций была обусловлена размывом авандюны и опасностью повтора прорыва морской воды в глубь косы.

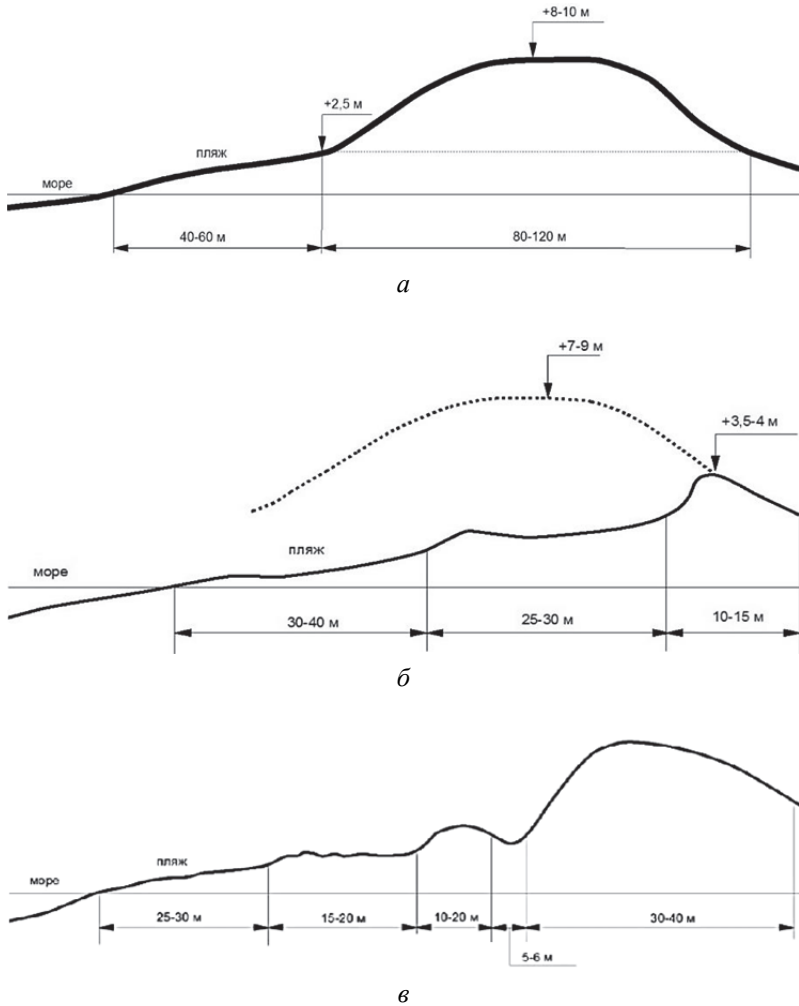


Рис. 1. Поперечные профили пляжа и защитного вала (авандюны) Куршской косы:
a — стабильный берег — авандюна полного профиля;
б — размываемый берег — авандюна размывта на 30—50%;
в — переходный берег — берег с новой аккумуляцией (золотый надув)



a



б



в

Рис. 2. Типы морфодинамических участков морского побережья Куршской косы в 2023 г. (первый фрагмент, окончание см. на с. 183):
a — стабильный участок; *б* — размываемый участок;
в — переходный участок



2

Рис. 2. Окончание (начало см. на с. 182):
2 — техногенный участок

Результаты и выводы

В течение 2023 г. выполнены следующие объемы работ:

- сквозное картирование морфологических участков ЗПДВ;
- выделены размываемые, переходные и стабильные участки авандюны;
- составлены схемы морфодинамических участков авандюны;
- составлены схемы сопоставления морфодинамических участков 2007, 2022, 2023 гг.

Морской пляж в период проведения работ, как правило, имеет максимальный объем песчаных отложений и ширину от 30 до 50 м. На пляже преобладают средне-, мелкозернистые по составу пески, с участками выброса гальки. Выбросы гальки разных размеров и валунов прослеживаются практически от корня косы до литовской границы, что связано с повышенной штормовой активностью моря в последние десятилетия.

По результатам обследования составлена схема участков аккумуляции и размыва с 1-го по 48-й км Куршской косы

(рис. 3—5) за 2023 г. Проведен сравнительный анализ морфодинамических участков с данными сплошного картирования 2007, 2022 гг. Для сравнительного анализа взята схема типизации участков берега В. Л. Болдырева.

Сплошной инвентаризацией морского побережья национального парка в 2023 г. установлено 38 чередующихся участков берега, в том числе 14 стабильных, 8 размываемых, 16 переходных, а также 2 техногенных участка с берегозащитными сооружениями (рис. 3—5).



Рис. 3. Сравнительная схема типизации берегов 2007, 2022 и 2023 гг. на участке 1—17-й км Куршской косы

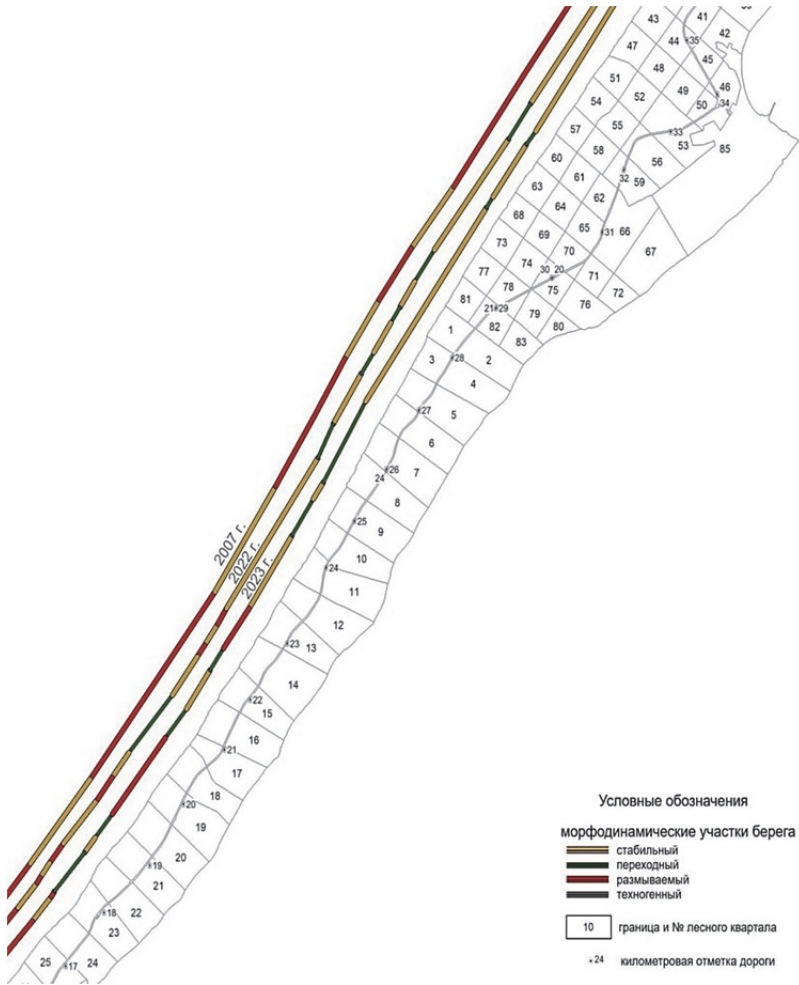


Рис. 4. Сравнительная схема типизации берегов 2007, 2022 и 2023 гг. на участке 18—35-й км Курской косы



Рис. 5. Сравнительная схема типизации берегов 2007, 2022 и 2023 гг. на участке 36—48-й км Куршской косы

В 2022 г. выделено 39 чередующихся морфодинамических участков, из них: 18 стабильных — общей протяженностью 20,7 км, 8 размываемых — 15,2 км, 12 переходных — 6,9 км.

В таблице 1 показаны морфодинамические участки 2007, 2022, 2023 гг., их количество и общая протяженность. В 2007 г. сотрудниками ИО РАН было установлено 17 чередующихся участков берега, в том числе 8 стабильных и 9 размываемых [3; 6], техногенные и переходные участки не выделялись (рис. 3—5).

Таблица 1

Параметры морфодинамических участков за исследуемые годы

| Количество и протяженность морфодинамических участков, км | | |
|-----------------------------------------------------------|-------------|------------|
| 2023 | 2022 | 2007 |
| 14 С — 19,1 | 18 С — 20,7 | 8 С — 17,5 |
| 8 Р — 16,6 | 8 Р — 15,2 | 9 Р — 23,0 |
| 16 П — 8,3 | 12 П — 6,9 | нет |

Примечание. С — стабильный участок; Р — размываемый участок; П — переходный участок.

Устойчивость и стабильность морских берегов косы зависит от насыщенности вдольберегового потока и объема переноса песчаного материала. Для морского берега косы характерно чередование локальных морфодинамических фрагментов, которые объединяются по динамическим параметрам берега и объему песчаных наносов:

— участок с 1-го по 17-й км: дефицит песчаных наносов, приводящий к повсеместному размыву (рис. 3);

— участок с 18-го по 35-й км: транзит песчаных наносов с признаками временного дефицита (рис. 4);

— участок с 36-го по 48-й км: транзит и аккумуляция песчаных наносов (рис. 5).

В таблице 2 представлены по годам морфологические участки, разделенные по динамическим параметрам.

Таблица 2

Параметры морфодинамических участков

| Год | Протяженность зоны, км | | |
|-----------------------------------------------------------|------------------------|-------------|-----------|
| | 1—17 | 18—35 | 36—48 |
| Количество и протяженность морфодинамических участков, км | | | |
| 2007 | 2 С — 4,5 | 4 С — 4,5 | 2 С — 8,5 |
| | 4 Р — 9,1 | 4 Р — 11,5 | 1 Р — 2,4 |
| 2022 | С — нет | 12 С — 13,2 | 6 С — 7,5 |
| | 2 Р — 13,6 | 5 Р — 1,4 | 1 Р — 0,2 |
| | П — нет | 6 П — 3,4 | 6 П — 3,5 |
| 2023 | С — нет | 8 С — 10,3 | 7 С — 9,0 |
| | 2 Р — 13,5 | 3 Р — 2,2 | 3 Р — 0,9 |
| | П — нет | 8 П — 4,9 | 8 П — 3,4 |

Примечание. С — стабильный участок; Р — размываемый участок; П — переходный участок.

В 2007 г. выделено 2 стабильных участка с 1-го по 17-й км косы (рис. 3) протяженностью 4,5 км; в 2022—2023 гг. стабильных участков не выделено. В 2007 г. установлено 4 размываемых участка общей протяженностью 9,1 км, а в 2022—2023 гг. — по 2 размываемых участка соответственно протяженностью 13,6 и 13,5 км.

В 2007 г. зафиксировано 4 стабильных участка с 18-го по 35-й км косы (рис. 4) протяженностью 4,5 км; в 2022 г. — 12 стабильных участков общей протяженностью 13,2 км; в 2023 г. — 8 стабильных участков общей протяженностью 10,3 км. В 2007 г. выявлено 4 размываемых участка общей протяженностью 11,5 км; в 2022 г. размываемых участков стало 5, хотя их общая протяженность всего 1,4 км; в 2023 г. выделено 3 размываемых участка общей протяженностью 2,2 км.

В 2007 г. выделено 2 стабильных участка с 36-го по 48-й км косы (рис. 5) общей протяженностью 8,5 км; в 2022 г. — 6 стабильных участков общей протяженностью 7,6 км; в 2023 г. — 7 стабильных участков общей протяженностью 9,0 км; по данным 2007 г. выделен 1 размываемый участок

протяженностью 2,4 км; в 2022 г. — 1 размываемый участок — 0,2 км; а в 2023 г. — 3 размываемых участка общей протяженностью 0,9 км.

С 2016 по 2021 г. размываемые участки вообще отсутствовали с 35-го по 48-й км. За последние годы размываемые участки активно восстанавливаются с 35-го по 48-й км косы [7; 8].

За годы исследований в 2007 г. было выделено 9 размываемых участков максимальной общей протяженностью 23,0 км. В 2022 г. зафиксировано 8 размываемых участков общей протяженностью 15,2 км. По итогам 2023 г. установлено 8 размываемых участков протяженностью 16,6 км (рис. 3). За последние 15 лет минимальная общая протяженность размываемых участков составила 7,9 км в 2021 г.

Главная причина активизации процессов размыва южного берега в корневой части косы — дефицит песчаных наносов [6; 9]. Это подтверждается все продолжающимся увеличением протяженности участка размыва с 1-го по 17-й км на протяжении последних лет.

На северной оконечности участка 35—48-го км происходит стабилизация участков после штормов и размыва за счет поступления песчаных наносов и самовосстановления склона, а также благодаря работам по укреплению отдельных размываемых участков традиционными методами устилки размываемых склонов.

В феврале 2023 г. на Куршскую косу обрушилась серия штормов, которые нанесли серьезный урон всему побережью региона, больше всего пострадала корневая часть косы. В таблице 3 представлены основные характеристики штормов. Продолжительное штормовое воздействие вызвало нагонное повышение уровня моря на 1—1,5 м при высоте волны 5—7 м. В результате многосуточного нагонного и волнового воздействия на пляж и авандюну практически на всем побережье косы были смыты золотые подушки в тыльной части пляжа. По морскому склону авандюны образовался отвесный уступ размыва.

Таблица 3

Характеристика штормов Юго-Восточной Балтики 2023 г.

| Дата | Направление ветра | Сила ветра, балл | Максимально измеренная скорость, м/с |
|-------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| 01.02 | Юго-западный | 7 | 17,0 |
| 10.02 | —//— | 7 | 16,5 |
| 18.02 | —//— | 10 «Цейнеп» «Ксандра» | 25,5 |
| 20.02 | Западный | 9 «Вилли» | 22,8 |
| 08.03 | —//— | 8 | 18,3 |
| 12.03 | —//— | 8 | 19,2 |
| 04.10 | —//— | 8 | 20,6 |
| 05.10 | Северо-западный | 9 | 21,0 |
| 07.10 | —//— | 9 «Паатрик» | 22,4 |
| 08.10 | —//— | 8 | 19,7 |
| 12.10 | Юго-западный | 7 | 19,2 |
| 14.10 | —//— | 7 | 18,8 |
| 23.12 | Северный | 9 | 21,9 |
| 25.12 | Северо-западный | 9 | 22,4 |
| 26.12 | —//— | 9 | 22,4 |
| Всего: 15 штормов (февраль—декабрь 2023) | | | |

После февральских штормов 2023 г. количество и протяженность отдельных морфодинамических участков претерпели изменения.

За прошедшие 15 лет на палье возникали локальные прорывы морских вод, последний такой прорыв произошел 31 января 2022 г. при прохождении над Калининградским побережьем активного циклона с ветром северных румбов, со скоростью до 27 м/с, который сопровождался нагонным подтоплением корневой части косы.

В таблице 4 приведены данные по количеству штормов в месяц и их максимальные скорости в 2007 и 2022 гг. [11] по данным АГМС (автоматической гидрометеостанции), установленной на МЛСП D-6, на расстоянии 20 км от берега [10].

В таблице 3 представлены характеристики штормов Юго-Восточной Балтики 2023 г. по данным автоматической метеостанции DAVIS, VANTAGE PRO2, установленной на 15-м км Куршской косы.

Таблица 4

**Характеристика штормов Юго-Восточной Балтики
2007, 2022 гг.**

| Характеристика штормов | Месяц | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-----|------|---|----|------|------|----|-----------|-----------|-----------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| 2007 | | | | | | | | | | | | |
| Количество | 11 | 2 | 3 | 2 | — | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 7 | 3 |
| Максимально измеренная скорость, м/с | 26 | 20 | 20 | 16 | — | 21 | 17 | 18 | 18 | 22 | 22 | 23 |
| 2022 | | | | | | | | | | | | |
| Количество | 8 | 2 | — | 2 | — | — | 3 | 1 | — | 5 | 1 | 2 |
| Максимально измеренная скорость, м/с | 27,3 | 22,8 | — | 21,9 | — | — | 17,9 | 17 | — | 17,9 | 13,9 | 18,8 |

Заключение

По итогам ежегодного сплошного мониторинга морского побережья в 2023 г., выделены стабильные, переходные и размываемые участки защитного пляжного дюнного вала — авандюны. Составлена схема типизации морфологических участков морского побережья для сравнения изменений в динамике развития в 2007 и 2022 гг.

В феврале 2023 г. на побережье Калининградской области обрушились штормы (табл. 3), в результате нагонного и волнового воздействия на побережье косы были размыты золотые подушки. По морскому склону авандюны на отдельных

участках образовался уступ размыва высотой от 1 до 5 м. В сравнении с 2022 г. протяженность размываемых и переходных участков увеличилась, стабильных участков уменьшилась.

На значительном протяжении морского побережья продолжают активные динамические процессы: аккумулятивные — на участках общей протяженностью 19,3 км; размываемые — на участках общей протяженностью 16,6 км (для сравнения: в 2007 г. было выявлено 23 км размываемых участков). В зоне частичного дефицита и транзита песчаных наносов постоянно выделяются переходные участки общей протяженностью 8,3 км. В 2023 г. размыв морского побережья корневого участка косы, характеризующегося дефицитом песчаных наносов и приводящего к повсеместному размыву, продолжает увеличиваться. Размываемые участки располагаются со 2-го по 17-й км косы.

Список литературы

1. *Бобыкина В.П., Стонт Ж.И.* Сравнение воздействий на берега Куршской косы сильных штормов 2007 и 2012 годов // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2014. Вып. 10. С. 173—182.

2. *Бобыкина В.П., Стонт Ж.И., Карманов К.В.* Особенности динамики морского берега Куршской косы в зимний период 2013—2014 годов // Там же. 2015. Вып. 11. С. 69—78.

3. *Болдырев В.Л.* Проблемы сохранения и обустройства берегов Куршской косы // Там же. 2005. Вып. 3. С. 29—38.

4. *Болдырев В.Л.* Морфологические и литологические индикаторы регионов развития вдольбереговых потоков песчаных наносов // Изучение основных закономерностей и тенденций перемещения береговой линии Балтийского моря за последние 100 лет. Таллин, 1992. С. 55—62.

5. *Болдырев В.Л., Тепляков Г.Н.* Формирование, состояние и проблемы сохранения ландшафтов Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия. М. : НИА-Природа, 2003. С. 20—41.

6. *Жамойда В. А., Рябчук Д. В., Кропачев Ю. П. и др.* Проявления современных литодинамических процессов в береговой зоне Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта. 2008. Вып. 6. С. 149—166.

7. *Жуковская И. П., Рыльков О. В., Калина А. А.* Результаты мониторинга морского побережья национального парка «Куршская коса» в 2014—2015 годах // Там же. 2016. Вып. 12. С. 190—202.

8. *Жуковская И. П., Калина А. А., Рыльков О. В.,* Результаты мониторинга морского побережья национального парка «Куршская коса» в 2019—2020 годах // Там же. 2021. Вып. 17. С. 103—113.

9. *Жуковская И. П., Рыльков О. В.* Результаты мониторинга морского побережья национального парка «Куршская коса» в 2023 году // Там же. 2023. Вып. 18. С. 186—203.

10. *Обзор* результатов экологического мониторинга морского нефтяного месторождения «Кравцовское» (D-6). Калининград : ООО «Лукойл-КМН», 2022.

11. *Стонт Ж. И., Буканова Т. В., Крек Е. В.* Изменчивость климатических характеристик прибрежной части Юго-Восточной Балтики в начале XXI века // Вестник БФУ им. И. Канта. 2020. № 1. С. 81—94.

УДК 502.4, 502.05, 504.03

Ю. А. Майорова, А. А. Калина, О. Н. Ефремова

ФГБУ «Национальный парк "Куршская коса"»

Результаты анализа динамики качественных параметров посетителей национального парка «Куршская коса» по данным опросов в 2010 и 2022—2024 годах

В статье дан сравнительный анализ результатов опросов посетителей национального парка «Куршская коса» в 2010 и 2022—2024 гг.

The article presents a comparative analysis of the results of surveys of visitors to Kurshskaya kosa National Park in 2010 and 2022—2024.

Ключевые слова: рекреационный мониторинг, рекреационная нагрузка, социологический опрос, анкета, портрет посетителя, национальный парк, Куршская коса.

Key words: recreational monitoring, recreational load, sociological survey, questionnaire, visitor research, portrait of a visitor, national park, Curonian Spit.

Введение

Высокие темпы роста посещаемости особо охраняемых территорий на фоне общего роста внутреннего туризма в России обуславливают необходимость принятия своевременных научно обоснованных управленческих решений, позволяющих балансировать между базовыми задачами национальных парков в области охраны естественного состояния уникальных и типичных природных комплексов, объектов растительного и животного мира, естественных экологических систем, биоразнообразия, с одной стороны, и развитием туристической деятельности — с другой.

Комплексный рекреационный мониторинг включает в себя оценку параметров фактической нагрузки, состояния природных комплексов и объектов территории рекреационной деятельности и анализ динамики изменений. Результаты комплексного рекреационного мониторинга используются при нормировании рекреационных нагрузок и регулировании туризма [4].

В статье приведены результаты сравнительного анализа качественных параметров посетителей национального парка «Куршская коса» по результатам опросов в 2010 и 2022—2024 гг., выполненных в рамках рекреационного мониторинга национального парка.

Методика

В статье анализируются результаты опросов, проведенных в национальном парке «Куршская коса» в 2010 г. и ежегодно начиная с 2022 г. Для наиболее репрезентативной выборки авторы отобрали схожие вопросы анкет, результаты опросов 2022—2024 гг. были сгруппированы.

В 2010 г. посетителей опрашивали в летний период (высокий сезон) на экотропе «Высота Эфа» и в Визит-центре национального парка «Куршская коса» путем интервьюирования сотрудниками национального парка, волонтерами и студентами-практикантами в рамках реализации проекта «Агора 2.0 — Историко-культурный туризм для усиления идентичности Балтийского региона». Анкета состояла из трех блоков: блок А — изучение мнения туристов об исследуемой территории; блок В — изучение структуры туристических потоков; блок С — изучение туристической привлекательности Балтийского региона.

С 2022 г. опрос посетителей национального парка ведется на постоянной основе по анкете, доработанной с учетом рекомендаций Минприроды России. Посетителей интервьюируют сотрудники национального парка, привлеченные волонтеры, студенты-практиканты на экотропах и в Визит-центре. Также посетители могут самостоятельно заполнять анкеты на территории национального парка в Визит-центре, в местах размещения туристов и онлайн с использованием сервиса Yandex Forms [1; 2].

Результаты исследования и их обсуждение

За исследуемый период наблюдений посещаемость национального парка выросла в 5 раз: с 220 400 в 2010 г. до 1 059 075 в 2023 г. [4] (рис. 1). Изменилась не только количественная, но и качественная структура турпотока, что подтверждается нижеприведенными результатами анализа данных анкетирования посетителей.

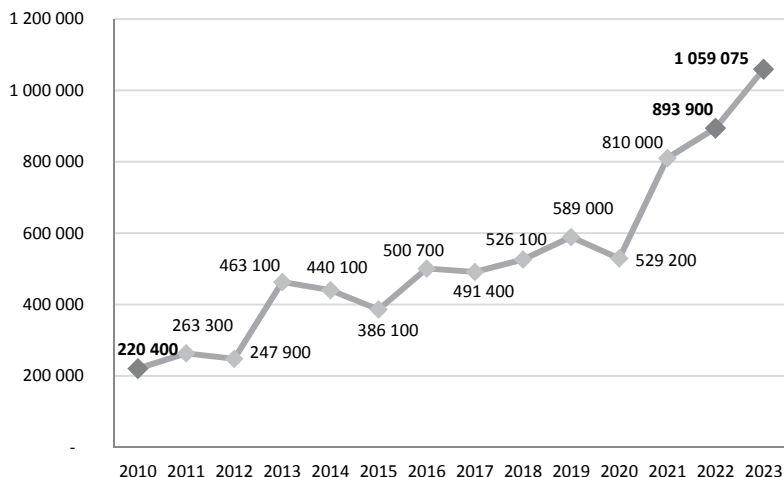


Рис. 1. Динамика посещаемости национального парка «Куршская коса» с 2010 по 2023 г., чел./год [4; 5]

С июля по сентябрь 2010 г. всего опрошено 1000 посетителей национального парка, а с октября 2022-го по сентябрь 2024 г. — 780.

В 2010 г. среди участников опроса преобладали мужчины (55%), в 2022—2024 гг. — женщины (64%). Этот факт не может свидетельствовать об изменении гендерной структуры турпотока, но может быть учтен при дальнейшем анализе других характеристик турпотока.

На рисунке 2 представлены данные о возрастной структуре респондентов, участвовавших в социологических опросах. В 2010 г. преобладали возрастные группы до 18 лет и от 18 до 30 лет (64%); меньше всего было опрошено посетителей старше 45 лет (15%). В последние же годы в возрастной структуре преобладает группа старше 30 лет, возрастные группы 18—30 и старше 45 лет сравнялись. Это может быть обусловлено тенденцией роста популярности познавательного экологического туризма среди семейных групп.

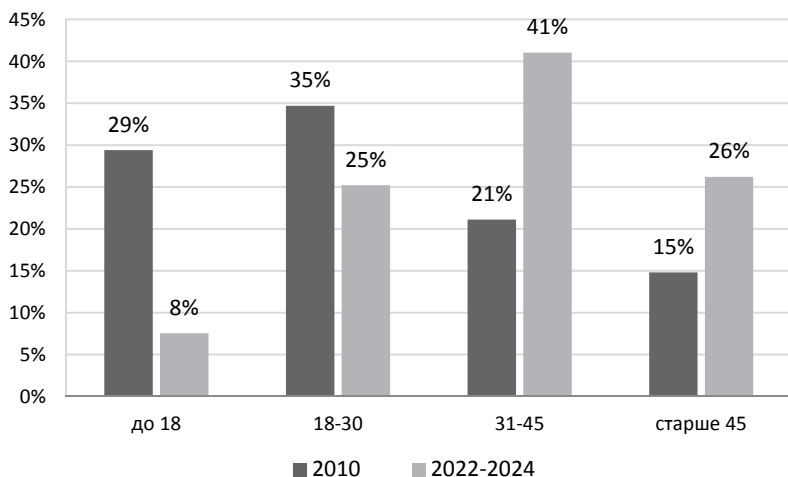


Рис. 2. Распределение посетителей национального парка «Куршская коса» по возрастным группам

На рисунке 3 приведены данные географической дифференциации структуры турпотока национального парка: как видим, в исследуемом периоде сохраняется преобладающее большинство посещений жителями Калининградской области (2010 г. — 62%; 2022—2024 гг. — 55%). Остается высокой доля респондентов, проживающих в городах, что может говорить о востребованности экологического туризма среди городского населения.

В последние годы наблюдается значительный прирост доли туристов из других регионов (более чем в 10 раз).

Наблюдаемое большое сокращение числа иностранных граждан в структуре турпотока при значительном приросте туристов из других регионов России, вероятно, связано с развитием внутреннего туризма в России, обусловленным изменением геополитической ситуации, развитием туристско-рекреационной инфраструктуры национального парка «Куршская коса» и ростом туристической привлекательности региона.

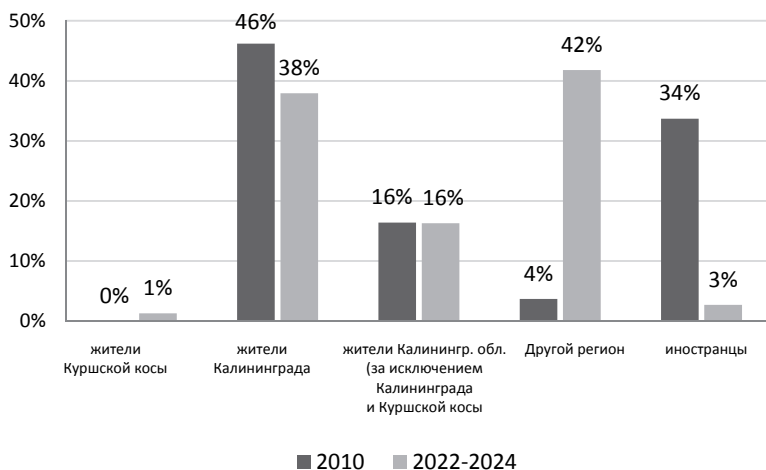


Рис. 3. География турпотока национального парка «Куршская коса» по результатам опросов

В 2010 г. среди респондентов, проживающих за пределами Калининградской области, 90% составляли иностранные граждане, преимущественно из Германии и Польши, с 2022 г. этот показатель сократился до 6% — с преобладанием граждан Белоруссии.

При этом существенно расширилась география туристов из России: в 2010 г. косу в основном посещали жители Санкт-Петербурга и Москвы, в 2022—2024 гг. в структуре турпотока отмечены жители всех регионов России.

На рисунке 4 отражено изменение приоритетности источников информации о возможности посещения национального парка, используемых респондентами. Если в 2010 г. основным источником информации были «СМИ и реклама» (телевидение, радио, печатные издания) — 48% упоминаний, то в 2022—2024 гг. этим источником воспользовалось наименьшее количество опрошенных — 9%. В 2022—2024 гг. заметно выросла роль Интернета — 34% респондентов получили ин-

формацию из социальных сетей и официального сайта. Отметим, что рост популярности использования социальных сетей и официальных сайтов — это общая мировая тенденция. Вместе с тем постоянные рубрики, регулярный познавательный и развлекательный контент национального парка позволяет поддерживать интерес аудитории и распространять официальную достоверную информацию. Рост числа посетителей, приехавших на косу по рекомендации родственников, друзей и знакомых, может быть обусловлен как общей тенденцией развития внутреннего туризма в России, так и повышением удовлетворенности туристов от посещения национального парка, что подтверждается результатами опросов.

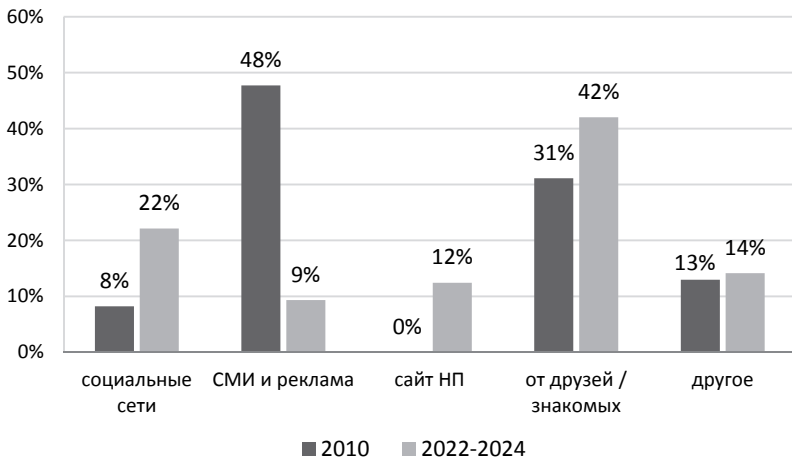


Рис. 4. Источники информации о национальном парке «Куршская коса», используемые респондентами, по результатам опросов

Среди основных целей посещения, согласно ответам респондентов, сохраняется познавательный природный и историко-культурный туризм, составившие в совокупности 43 % в 2010 г. и 35 % в период с 2022 по 2024 г.

Цели посещения в «отпуск на родину (возвращение к месту рождения)» и «ностальгический туризм», набравшие в 2010 г. суммарно 21 % ответов опрошенных, в 2022—2024 гг. не были отмечены в ходе опросов. В последнее время возросла доля посетителей, приезжающих в национальный парк с целью активного отдыха: если в 2010 г. эту цель указали только 5 % респондентов, то в 2022—2024 гг. — 27 %. Спрос меняет и характер туристических предложений: помимо классических для данной территории автобусно-пешеходных экскурсий и самостоятельного посещения (в том числе с аудиогидом), посетителям национального парка предлагаются тематические мастер-классы, индивидуальные туры, водные, велосипедные и конные прогулки, событийные мероприятия.

Показатель привлекательности национального парка «Куршская коса» для туристов по параметру повторных посещений очень высок и по прошествии времени увеличивается: если в 2010 г. 54 % посетителей ранее были в национальном парке хотя бы один раз, то в 2022—2024 гг. этот показатель возрос до 64 %. Такой прирост может быть обусловлен транспортной доступностью территории национального парка, высоким уровнем туристско-рекреационной инфраструктуры и разнообразием предложений.

Увеличилась продолжительность пребывания посетителей на территории национального парка: так, в 2010 г. преобладающее большинство респондентов приезжали на несколько часов, а уже в 2022—2024 гг. 39 % опрошенных приезжали на несколько дней. Это связано с развитием качества и количества предложений мест размещения и питания на территории национального парка, ориентированных на разные целевые аудитории.

Высокая транспортная доступность, близость областного центра и расположение у границы национального парка курортного города обуславливают сохраняющуюся значительную долю респондентов, использующих легковые автомобили для посещения национального парка (рис. 5). Вместе с тем

в 2010 г. количество респондентов, приехавших на косу в составе туристических групп на экскурсионных автобусах, было равно числу туристов, прибывших на легковых авто, — 32%. А в 2022—2024 гг. большинство респондентов прибыли на косу на легковых автомобилях — 51%, на экскурсионных автобусах — всего 11%. На фоне ежегодного прироста доли организованных посетителей в общей структуре турпотока (с 8% от общей годовой посещаемости национального парка в 2010 г., до 14% — в 2023 г., по данным рекреационного мониторинга) такое распределение объясняется тенденцией роста популярности индивидуальных экскурсий и посещения национального парка в составе малых экскурсионных групп (до пяти человек) на легковых автомобилях [4; 5].

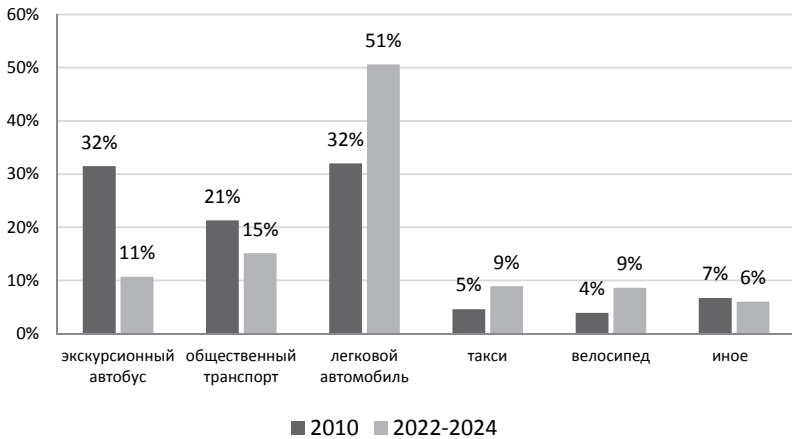


Рис. 5. Виды транспорта, используемые респондентами для посещения национального парка «Куршская коса» по результатам опросов

По результатам опроса выявлен рост общей удовлетворенности транспортной доступностью национального парка (рис. 6): в 2010 г. подавляющее большинство опрошенных

(76 %) отметило, что добираться до косы утомительно; в 2022—2024 гг. 78 % считает, что добираться до национального парка удобно. Это связано с развитием транспортной инфраструктуры как на Куршской косе, так и в целом по Калининградской области, а также доступностью предложений организации индивидуальных посещений национального парка.

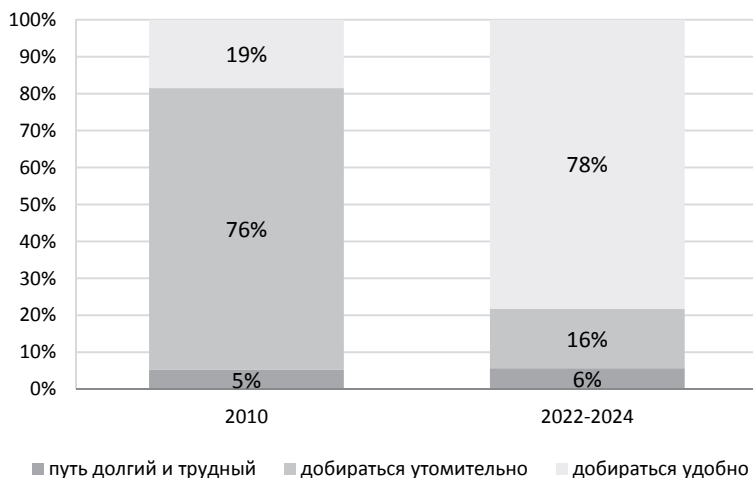


Рис. 6. Оценка удовлетворенности посетителями транспортной доступностью национального парка «Куршская коса» по результатам опросов

В целом посетители высоко оценили уровень развития туристско-рекреационной инфраструктуры национального парка в период исследования. Наблюдаемый на рисунке 7 рост удовлетворенности от посещения объясняется в том числе применением современных технологий и конструктивных решений при обустройстве экологических троп, повышающих комфортность пребывания и емкость рекреационных объектов, организацией доступной среды для лиц с ОВЗ, интерактивных элементов и др. [1; 3].

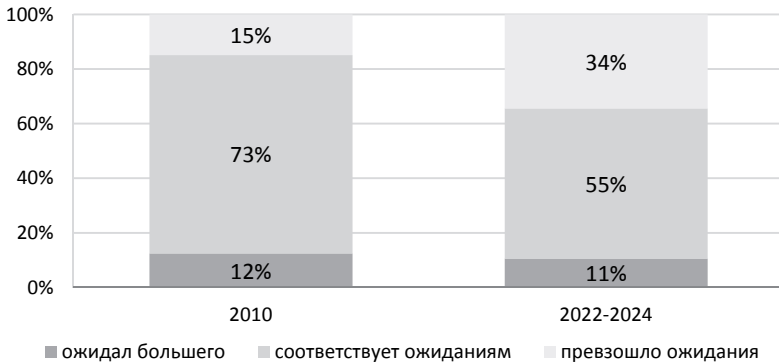


Рис. 7. Оценка удовлетворенности посетителями туристической инфраструктурой национального парка «Куршская коса» по результатам опросов

Помимо инфраструктурного обустройства территории национального парка, развивается и информационное наполнение. Рисунок 8 наглядно демонстрирует рост доли респондентов, отметивших, что информационное наполнение превзошло их ожидание: с 30 % в 2010 г. до 46 % в 2022—2024 гг.

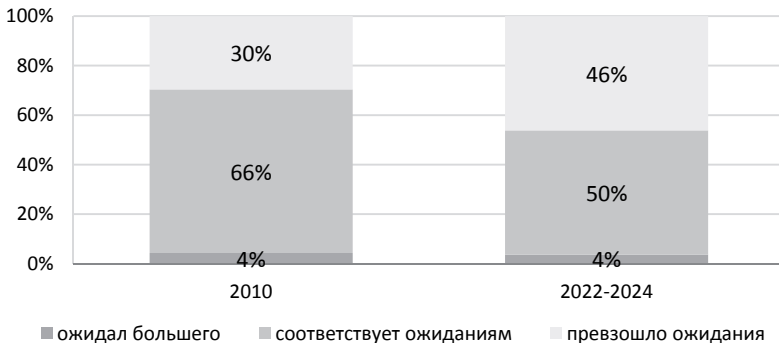


Рис. 8. Оценка удовлетворенности посетителями информационным наполнением экотроп национального парка «Куршская коса» по результатам опросов

Выросла и общая удовлетворенность от посещения национального парка. В 2010 г. значительное число опрошенных (46%) ожидали большего от посещения НП, а в период 2022—2024 гг. не оправдались ожидания всего у 6%. При этом существенно возросло количество респондентов, у которых впечатления от посещения национального парка «превзошло ожидания»: с 1% в 2010 г., до 34% в 2024—2024 гг. (рис. 9).

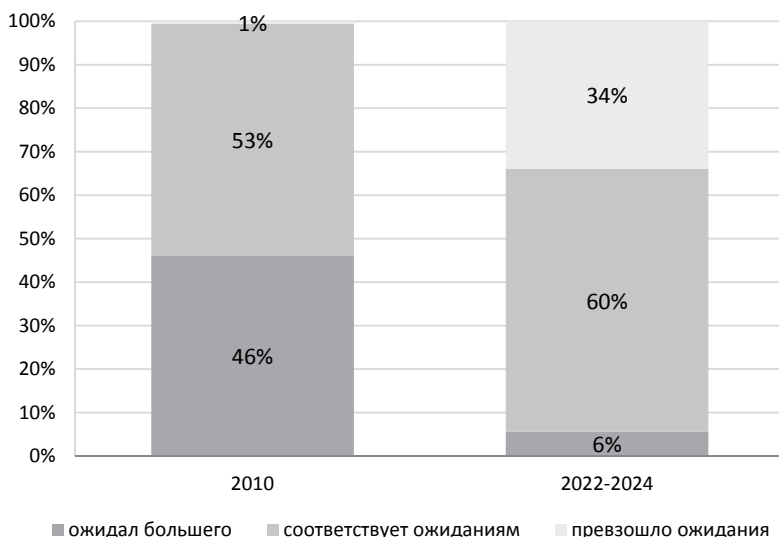


Рис. 9. Оценка общей удовлетворенности от посещения национального парка «Куршская коса» по результатам опросов

Заключение

Изучение качественных параметров турпотока в составе комплексного рекреационного мониторинга позволяет определить удовлетворенность посетителей по разным критериям и разработать стратегию для дальнейшего туристско-рекреационного развития.

Наблюдаемая положительная динамика, выявленная по результатам опросов посетителей национального парка «Куршская коса» в 2010 г. и 2022—2024 гг., подтверждает эффективность использования результатов рекреационного мониторинга при планировании и организации туристско-рекреационной деятельности.

Список литературы

1. *Завадская А. В., Непомнящий В. В.* Рекреационная емкость особо охраняемых природных территорий — от нормирования к управлению. Новосибирск : СО РАН. — 1 опт. компакт-диск (CD-ROM). С. 94—95, 99—100.

2. *Майорова Ю. А.* О рекреационном мониторинге в национальном парке «Куршская коса» // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформация природной среды : материалы всероссийской научной конференции молодых ученых, посвященной памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка (г. Пермь, ПГНИУ, 20—21 апреля 2023 года) / под ред. С. А. Бузмакова ; Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2023. С. 146—148.

3. *Майорова Ю. А., Жуковская И. П.* Опыт использования результатов рекреационного мониторинга в управлении туристско-рекреационной деятельностью в национальном парке «Куршская коса» // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П. Г. Смидовича. 2021. Вып. 28. С. 342—349.

4. *Майорова Ю. А., Ефремова О. Н., Жуковская И. П.* Результаты учета рекреационной нагрузки в национальном парке «Куршская коса» в период с 2018 по 2023 год // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. статей / сост. И. П. Жуковская. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2023. Вып. 15. С. 212—219.

5. *Майорова Ю. А., Жуковская И. П.* Особенности туристско-рекреационного мониторинга в национальном парке «Куршская коса» // Там же. 2019. Вып. 15. С. 119—133.

УДК 504.062

А. А. Медведева

Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Оценка рекреационной дигрессии природных комплексов в районе экотроп национального парка «Куршская коса»

Приведены результаты исследования рекреационной дигрессии в районе экотроп национального парка «Куршская коса» («Высота Эфа» и «Королевский бор») после и перед началом летнего туристического сезона. Исследование проводилось в начале ноября 2022 г. и в конце мая 2023 г. Полученные результаты позволили сделать вывод об изменении состояния природных комплексов вследствие воздействия рекреационных нагрузок и предложить мероприятия по их снижению.

The results of a study of recreational digression in the area of eco-trails of Kurshskaya kosa National Park ("Vysota Efa" and "Korolevskiy bor") after and before the start of the summer tourist season are presented. The study was conducted at the beginning of November 2022 and the end of May 2023. The results obtained allowed us to conclude that the state of natural complexes has changed in the absence of exposure to relatively high recreational loads, and also made it possible to propose recommendations for optimizing recreational environmental management.

Ключевые слова: рекреационная дигрессия, Куршская коса, экотропа, стадии рекреационной дигрессии.

Key words: recreational digression, Curonian Spit, ecotrail, stages of recreational digression.

Национальный парк (НП) «Куршская коса» обладает разнообразным и во многом уникальным природно-ресурсным потенциалом для развития рекреационного комплекса (живо-

писные дюнные ландшафты, песчаные пляжи, Балтийское море и Куршский залив, растительность и животный мир и т.д.). Отмечающийся в последние годы повышенный интерес к рекреационным объектам Куршской косы, а как следствие рост посещаемости, привел к увеличению нагрузок на ее природные комплексы (ПК). Наиболее высокие рекреационные нагрузки испытывают ПК в районе экотроп в период летнего туристического сезона. В связи с этим появляется потребность в оценке рекреационной дигрессии данных ПК после и перед началом летнего туристического сезона с целью установления динамики восстановления ПК и отслеживания данной тенденции.

Воздействие рекреационной деятельности на ПК может проявляться в различных негативных последствиях — как для всего ПК, так и для отдельных его компонентов. В разной степени на состояние ПК влияют все виды рекреационной деятельности.

Наиболее устойчивы к рекреационному воздействию *геологические объекты*, тем не менее в полной мере данный компонент ПК не защищен от проявления последствий рекреационной дигрессии, которая может выражаться в сносе склоновых отложений, нарушении культурных слоев, деградации и разрушении отдельных форм рельефа.

Самыми уязвимыми формами *рельефа* являются авантюна, дюнные гряды и массивы. Перемещение по ним отдыхающих, особенно с использованием транспортных средств повышенной проходимости, приводит к нарушению напочвенного покрова, снижению его проективного покрытия, активизации дефляционных, водно-эрозионных, оползневых и осыпных процессов [1].

Негативными последствиями от воздействия рекреации для *почвенного покрова* являются: осыпи, оползни, усиление эрозионных процессов или их развитие, угнетение почвенной микрофлоры, вызванные в основном пешими прогулками и спортивной рекреацией. В процессе кочевой неорганизованной рекреации происходит выжигание гумуса под кострищами.

На *растительности* отрицательно сказывается промысловая (исчезновение и уменьшение растений Красной книги, отрицательная селекция растительного покрова, сокращение проективного покрытия отдельных видов растений), пешая и спортивная рекреация.

В процессе рекреации *водные объекты* страдают от химического и шумового загрязнения, распространения сорных растений, усиления береговой эрозии.

Отрицательное воздействие на *животный мир* проявляется в изменении видового состава, нарушении мест обитаний, маршрутов передвижения, сокращении воспроизводства, численности и гибели животных [4].

В процессе рекреации негативно воздействию подвергается *атмосфера*, испытывая химическое и шумовое загрязнение.

Ухудшает *эстетическое восприятие* территории загрязнение ТБО и проявления вандализма.

Рекреационная дигрессия природных комплексов оценивалась в ноябре 2022 г. и мае 2023 г. на территории экотроп «Королевский бор» и «Высота Эфа». Выбор экотроп обусловлен контрастностью их посещаемости и, как следствие, более или менее выраженными изменениями природных комплексов. Оценка проводилась маршрутным методом с использованием модифицированной методики оценки рекреационной дигрессии лесных экосистем Н.С. Казанской (авторы — Ю.А. Шидловская и И.П. Жуковская) [3].

В границах района исследования *экотропы «Высота Эфа»* были установлены участки 1—5-й стадий рекреационной дигрессии. На вершине авантюны зафиксирована 5-я стадия дигрессии, что обусловлено механическими повреждениями напочвенного покрова вследствие перемещения отдыхающих; на участках в местах сходов с настила при подъеме на вторую смотровую площадку, что связано с высокой привлекательностью для туристов. Участки 4-й стадии дигрессии встречаются на всем протяжении маршрута вдоль настила, вокруг и вблизи рекреационных объектов. Расширение 4-й стадии характерно

для мест с возможностью сходов с настила и мест с наиболее крутым уклоном. Наименьшая ширина участка 4-й стадии (1,7 м) отмечена внутри тропы без настила, вдоль которой высажены туи. Участок 4-й стадии дигрессии также выделен в районе дюнно-грядового комплекса в заповедной зоне. Для участков 3-й стадии дигрессии характерно расположение на всем протяжении маршрута и резкое расширение в пределах авантюны и вдоль тропы по направлению к морю, где наблюдается сравнительно густая тропиновая сеть. Участки 2-й стадии дигрессии находятся на всем протяжении маршрута, им свойственна редкая тропиновая сеть малой площади, при наличии характерных мхов и лишайников. Участки 1-й стадии дигрессии встречаются в районе палеве и подножия дюны. Процессы рекреационной дигрессии в пределах буферной зоны данной экотропы протекают быстрее и значительно вследствие ее высокой посещаемости, в том числе и неорганизованными туристами, незакрепленных или слабо закрепленных ПК, быстро подвергающихся деструктивным изменениям.

При оценке рекреационной дигрессии после летнего туристического сезона (начало ноября 2022 г.) 1-й стадии были подвержены 31,09% территории района исследования, 2-й — 36,37%, 3-й — 24,05%, 4-й — 7,62%, 5-й — 0,87% (рис. 1, 5). В процессе оценки рекреационной дигрессии экотропы до начала туристического сезона (конец мая 2023 г.) 1-я стадия занимала 33,02% от площади района изучения, 2-я — 44,7%, 3-я — 15,27%, 4-я — 6,33%, 5-я — 0,69% (рис. 2, 5). Уменьшение площадей 3-й, 4-й и 5-й стадий рекреационной дигрессии связано с самовосстановлением природных комплексов и, как следствие, переходом части площадей данных участков во 2-ю, 3-ю и 4-ю стадии соответственно. На сокращение площади 4-й стадии дигрессии особенно повлияла установка нового настила шириной от 2 до 2,9 м, в то время как ширина старого настила составляла от 1 до 2 м.

В границах района исследования *экотропы «Королевский бор»* были отмечены 1—4-я стадии рекреационной дигрессии. Абсолютное преобладание участков 1-й стадии дигрессии

объясняется наиболее низкой посещаемостью экотропы и прохождением его части вдоль квартальных просек, покрытых песко-гравийной смесью. Также территория маршрута находится в пределах старовозрастных участков леса с равнинным рельефом, оптимальным увлажнением и полноразвитыми мощными почвами. Участки 2-й стадии дигрессии встречаются на всем протяжении тропы и связаны преимущественно со стоками с основного маршрута. Участки 3-й стадии приурочены к объектам осмотра: обнаружены у кормушки для парнокопытных, вблизи беседки на парковке и места отдыха около питомника туи гигантской. Участок необорудованной настилом тропы средней ширины 2,3 м и протяженностью около 230 м, проходящий через «Тревожную аллею», также относится к 3-й стадии дигрессии. Участок с 4-й стадией дигрессии зафиксирован во время оценки в осенний период в месте тропы без настила вблизи беседки со стороны Куршского залива (рис. 3).

При оценке рекреационной дигрессии после летнего туристического сезона (начало ноября 2022 г.) 1-я стадия занимала 97,87 % территории района изучения, 2-я — 2,03 %, 3-я — 0,08 %, 4-я — 0,01 %. Оценка рекреационной дигрессии экотропы перед летним туристическим сезоном (конец мая 2023 г.) показала следующие результаты: участки 1-й стадии занимали 98,11 % от площади района исследования, 2-й — 1,8 %, 3-й — 0,09 % (рис. 4, 6). Изменение площадей связано с самовосстановлением природных комплексов при невысокой рекреационной нагрузке. В частности, было установлено, что отсутствие 4-й стадии в пределах экотропы при оценке в весенний период связано с переходом участка в 3-ю стадию дигрессии и непосредственно уменьшением его площади. Сокращение площади 3-й стадии отмечено в районе беседки вблизи парковки со стороны моря, участка кормушки копытных животных и в районе места отдыха у подпологового питомника туи гигантской. Уменьшение площади 2-й стадии дигрессии связано с восстановлением растительности на участках вдоль настила и, как следствие, переходом площадей в 1-ю стадию.

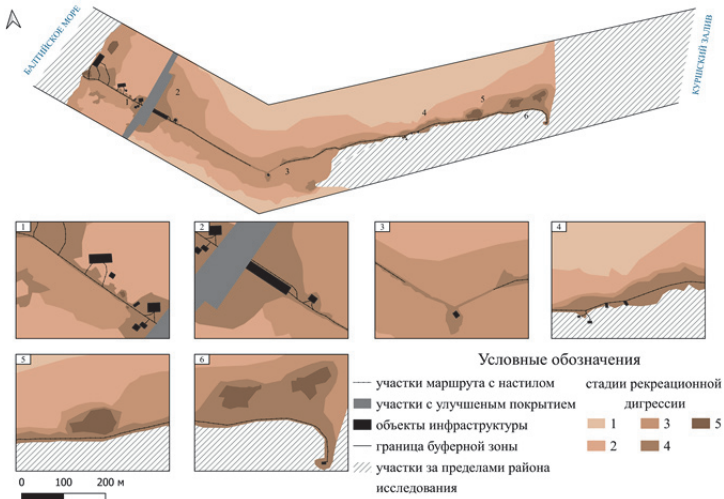


Рис. 1. Рекреационная дигрессия природных комплексов в районе экотропы «Высота Эфа» (начало ноября 2022 г.)

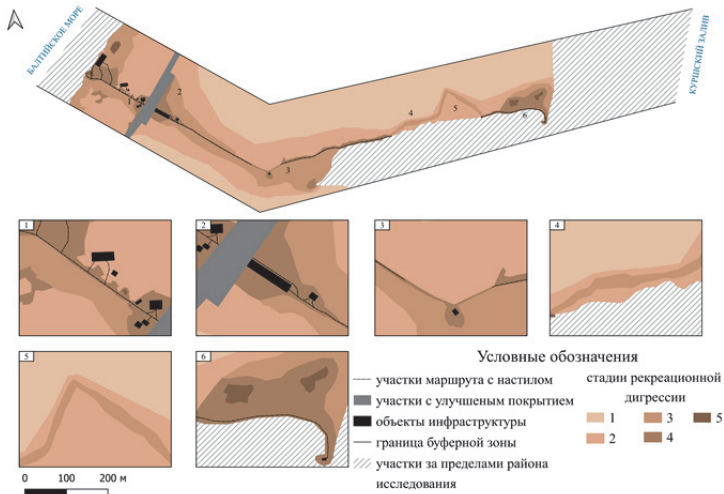


Рис. 2. Рекреационная дигрессия природных комплексов в районе экотропы «Высота Эфа» (конец мая 2023 г.)

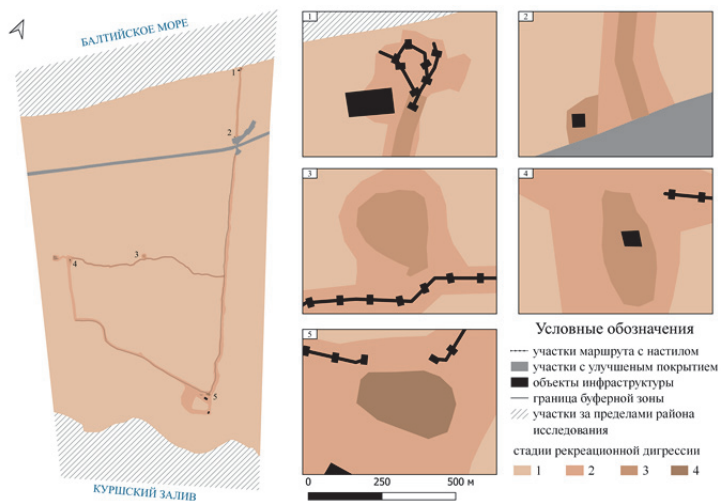


Рис. 3. Рекреационная дигрессия природных комплексов в районе экотропы «Королевский бор» (начало ноября 2022 г.)

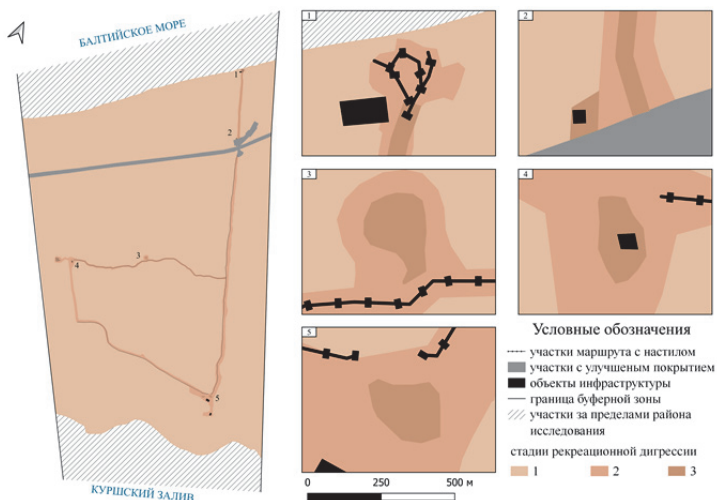


Рис. 4. Рекреационная дигрессия природных комплексов в районе экотропы «Королевский бор» (конец мая 2023 г.)



Рис. 5. Динамика доли площади территории с разной стадией рекреационной дигрессии в районе экотропы «Высота Эфа»

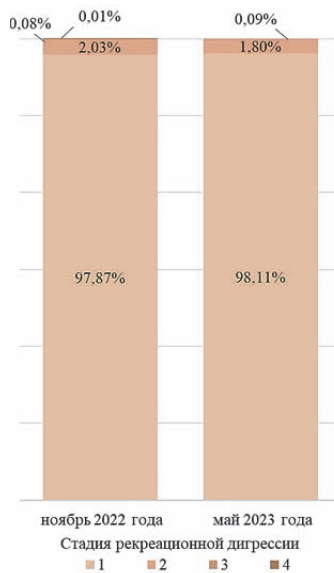


Рис. 6. Динамика доли площади территории с разной стадией рекреационной дигрессии в районе экотропы «Королевский бор»

Аналогичное исследование на данных территориях осенью 2014 г. проводилось Ю. А. Майоровой и И. П. Жуковской [2], согласно которому рекреационной дигрессии подвергались следующие доли изучаемых территорий.

| Экотропы | Стадия рекреационной дигрессии | | | | |
|---------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| «Высота Эфа», % территории | 11,92 | 25,22 | 35,84 | 25,82 | 1,2 |
| «Королевский бор», % территории | 0 | 96,61 | 3,3 | 0,09 | 0 |

Сравнительный анализ приведенных выше данных за 2014 г. и данных, полученных автором осенью 2022 г. и весной 2023 г., показал, что в целом отмечается положительная динамика перехода площадей территории с высокой стадии дигрессии на более низкую, что свидетельствует об эффективности природоохранных мероприятий и мероприятий по оптимизации туристско-рекреационной инфраструктуры, реализуемых сотрудниками национального парка.

Анализ рекреационной дигрессии природных комплексов выбранных экотроп НП «Куршская коса» показал, что их более сильное нарушение в районе маршрута «Высота Эфа» характерно для самых привлекательных для туристов участков, которые также являются слабоустойчивыми и подвергаются постоянному воздействию эоловых процессов и ветроволновой деятельности. Низкая стадия дигрессии характерна для более чем 95 % оцениваемой территории в районе экотропы «Королевский бор», что связано с более высокой устойчивостью природных комплексов и относительно невысоким уровнем посещаемости.

Сотрудниками национального парка «Куршская коса» разрабатываются и реализуются проекты по сохранению природных комплексов в районе рекреационных объектов, проводится их инвентаризация и мониторинг состояния, рекреационный мониторинг, модернизируется туристско-рекреационная инфраструктура.

Круглогодично сотрудники НП и волонтеры занимаются восстановлением авантюны, в том числе в местах несанкционированных сходов отдыхающих. Выявляется уровень существующих и потенциальных угроз, их динамика, причины и др., оценивается уровень воздействия на природные комплексы.

Помимо участковой формы охраны на территории национального парка организована оперативная группа, несколько мобильных патрульных групп. В ходе мероприятий по охране нередко привлекаются инспекторы Россельхознадзора по Калининградской области, сотрудники прокуратуры, Гостехнадзора, военнослужащие пограничных войск ФСБ России.

На основе оценки рекреационной дигрессии природных комплексов в районе выбранных экотроп были выработаны следующие основные рекомендации по оптимизации рекреационного природопользования:

- для регулирования рекреационных потоков можно внедрить систему регистрации на посещение экотроп с возможностью увидеть число уже зарегистрированных посетителей на тот или иной день для принятия решения о поездке. Альтернативой может быть электронное голосование в социальной сети или установка веб-камер на парковках вблизи экотроп;
- организация туристско-рекреационной инфраструктуры в населенных пунктах способствует перераспределению туристических потоков непосредственно в сторону самих населенных пунктов, тем самым позволит сбалансировать рекреационную нагрузку на экотропах (например, сократит время пребывания туристов на них), а также ее организация способствует трудовой занятости местного населения;
- для привлечения посетителей вне летнего сезона можно разместить на сайте национального парка или в социальной сети таймлапс видео/серию фотографий с сезонным изменением самой аттрактивной для туристов части маршрута;
- к содержанию информационных стендов рекомендуется добавить информацию о запрете кормления животных. Например, обращение к посетителям может быть таким: «Уважаемые посетители, на территории национального парка категорически запрещено кормление диких животных. Животные становятся зависимыми от человеческой пищи и отучаются самостоятельно добывать ее. В поисках еды они выходят на дорогу и создают аварийные ситуации. Животные также являются переносчиками болезней, передающихся людям»;
- в районе сходов с основного маршрута к участкам высокой стадии рекреационной дигрессии рекомендуется размещать предупредительные таблички с надписью «НЕ ХОДИТЬ! Любые сходы с настила запрещены!».

Регулярно реализуемые сотрудниками национального парка «Куршская коса» мероприятия по оптимизации рекреационного природопользования дают позитивные результаты, поскольку

в последние годы отмечается рост посещаемости НП при сохранении относительно невысокого уровня нарушенности природных комплексов, в том числе в районе экотроп.

Список литературы

1. *Шаплыгина Т. В.* Геоэкологическая оценка состояния природных комплексов Куршской и Вислинской кос : дис. ... канд. геогр. наук. Калининград, 2010.

2. *Шидловская Ю. А.* Оценка геоэкологического состояния природных комплексов в районе объектов туризма и рекреации национального парка «Куршская коса» / Ю. А. Шидловская, И. П. Жуковская // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2014. Вып. 10. С. 252—270.

3. *Шидловская Ю. А.* Оценка рекреационного воздействия посетителей на природные комплексы в районе экологического маршрута «Высота Эфа» национального парка «Куршская коса» / Ю. А. Шидловская, И. П. Жуковская // Там же. 2012. Вып. 8. С. 202—209.

4. *Шубницина Е. И.* Природный туризм в национальном парке и рекреационная нагрузка // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П. Г. Смидовича. 2016. № 17. С. 250—258.

УДК 551.461.25: 551.435.34

Е. В. Моданова, Г. С. Михневич

Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Влияние гидрометеорологических факторов на морфологию лагунного берега Куршской косы

Рельеф берега определяется одновременным воздействием множества процессов и факторов, среди которых гидрометеорологическая обстановка наиболее изменчива. Сложная динамика вод Куршского залива, характеризующаяся резкими колебаниями уровня как компенсационной (вслед-

ствие развития ветрового волнения, течений) так и балансовой (из-за быстрого снеготаяния и обильных осадков) природы, вызывает трансформации его берегов. В работе на основе данных полевых исследований выполнен анализ воздействия колебаний уровня и ледовой обстановки на динамику и морфологию берега залива в пределах территории национального парка «Куршская коса».

The relief of the coast is determined by the simultaneous impact of many processes and factors, among which the hydrometeorological situation is the most variable. The complex dynamics of the waters of the Curonian Lagoon, characterized by sharp fluctuations in the level as compensatory (due to the development of wind waves, currents) as well as the balanced (due to rapid snowmelt and heavy precipitation) nature, it causes transformations of its shores. Based on field research data, the analysis of the impact of fluctuations in the level and ice conditions on the dynamics and morphology of the gulf coast within the territory of Kurshskaya kosa National Park.

Ключевые слова: Куршский залив, Куршская коса, лагунный берег, гидрометеорологические факторы, динамика, размыв, шторм.

Key words: Curonian lagoon, Curonian Spit, lagoon coast, hydrometeorological factors, dynamics, erosion, storm.

Введение

Как известно, Куршская коса — уникальный геоморфологический объект, характеризующийся развитием разнообразных процессов; один из наиболее ярких — волновая деятельность, сосредоточенная как на берегу Балтийского моря, так и на берегу Куршского залива [2]. Для берега Куршского залива свойственно сочетание волновой активности с резким изменением его уровня, что приводит к динамичной перестройке пляжевой зоны [4], однако планомерные масштабные мониторинговые исследования лагунного берега не проводятся. Ранее, в период 2002—2008 гг. сотрудники Института океано-

логии им. П.П. Ширшова РАН занимались изучением морфологии и динамики лагунного берега [1]. Ими была заложена наблюдательная сеть, состоявшая из шести реперов [1], которые впоследствии были утрачены ввиду активности береговых процессов. В августе 2022 г. наблюдения за динамикой лагунного берега возобновили ученые БФУ им. И. Канта [4]. Изучение динамики береговой зоны Куршского залива осуществлялось на четырех реперных точках (Rp1—Rp4) в пределах национального парка «Куршская коса» (рис. 1). Работы велись ежемесячно. Для определения координат реперов использовалась спутниковая система навигации GPS. Нивелировочные измерения производились при помощи тахеометра Sokkia серии 50RX. Во время каждой съемки исследовались формы рельефа от репера до уреза воды [4].

Наблюдения, охватывающие все сезоны года (с осени 2023-го по осень 2024 г.), продемонстрировали динамичные изменения берега, в связи с чем предпринята попытка проследить влияние гидрометеорологических факторов на рельеф лагунного берега Куршской косы.

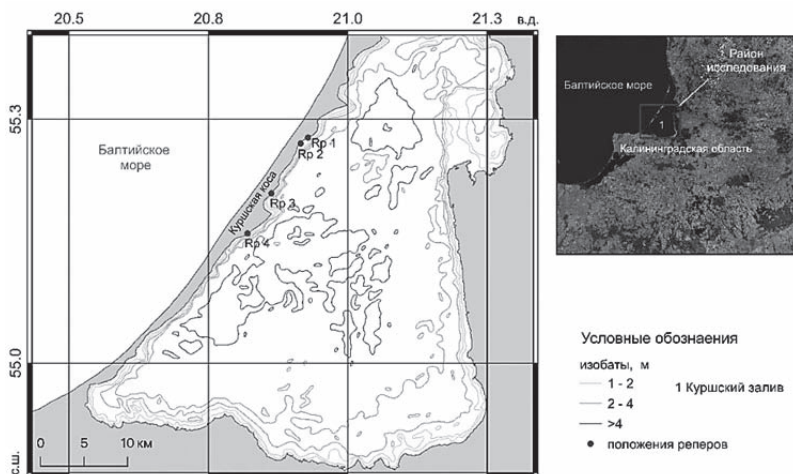


Рис. 1. Карта-схема района исследования и положения реперов

Материалы

Фактической основой работы послужили: результаты ежемесячных наблюдений за морфологией лагунного берега Куршской косы в районе поселков Морское и Рыбачий в 2022—2023 гг.; данные об уровнях, полученные с помощью мареографа Log_aLevel, расположенного со стороны залива в районе променада у Музейного комплекса НП «Куршская коса» (14-й км); гидрометеорологические данные, полученные на станции Музейного комплекса НП «Куршская коса» [3], и данные сайта Rp5.ru [5].

Результаты

В течение года происходили значительные морфологические изменения и колебания параметров берега Куршского залива. В большинстве случаев изменения на разных реперах происходят согласованно. В то же время репер 1 характеризуется наиболее экстремальными параметрами берега. Например, на Rp 1 ширина берега (расстояние от бровки уступа размыва до уреза воды) изменялась от 1 (февраль 2023-го) до 10,7 м (сентябрь 2022-го); на всех реперах — от 1 (Rp 1) до 20,1 м (декабрь 2022-го, Rp2) (рис. 2).

Высота берега (превышение тыловой части пляжа над урезом воды) на Rp 1 изменялась от 0,05 (февраль 2023-го) до 0,77 м (сентябрь 2022-го); если рассматривать все 4 репера: от 0,05 до 1,16 м (Rp 3, июнь 2023-го) (рис. 3).

Подобные изменения параметров определяются совокупностью гидрометеорологических факторов. Основными гидрометеорологическими факторами, влияющими на морфологию лагунного берега, являются: ветровой режим, ветровые течения, уровень залива, ледовый режим. Естественно, что эти факторы связаны между собой: ветер вызывает волнение, может провоцировать возникновение течений, сгонно-нагонные изменения уровня; лед — тормозит волнение и сглаживает уровенные колебаний.

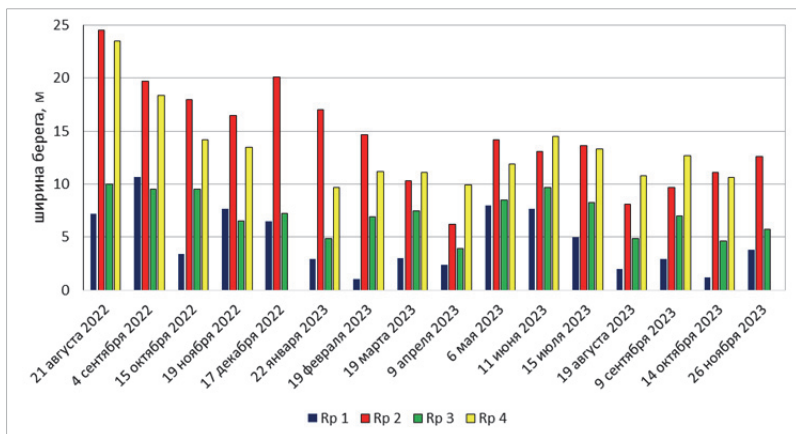


Рис. 2. Изменения ширины берега (август 2022-го — ноябрь 2023-го), м

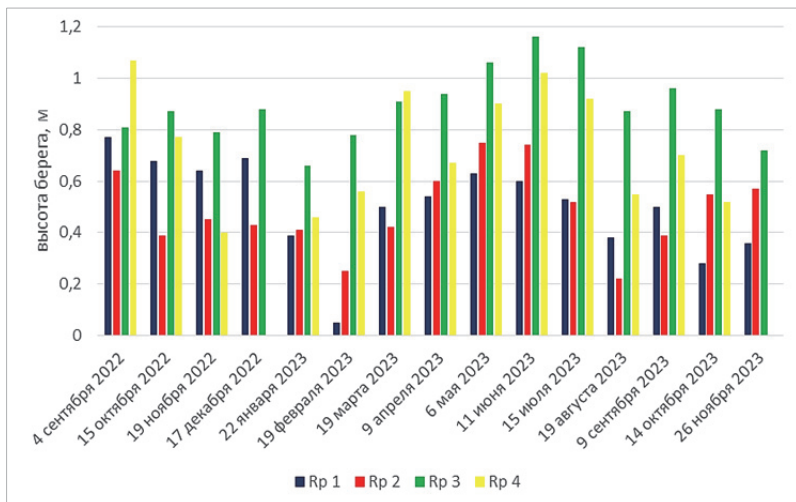


Рис. 3. Изменения высоты берега (сентябрь 2022-го — ноябрь 2023-го), м

Проанализирована взаимосвязь динамики берега Куршского залива и положения его уровня. На рисунке 4 приведены графики изменения положения уреза воды по нивелировочным данным и уровня залива по данным мареографа.

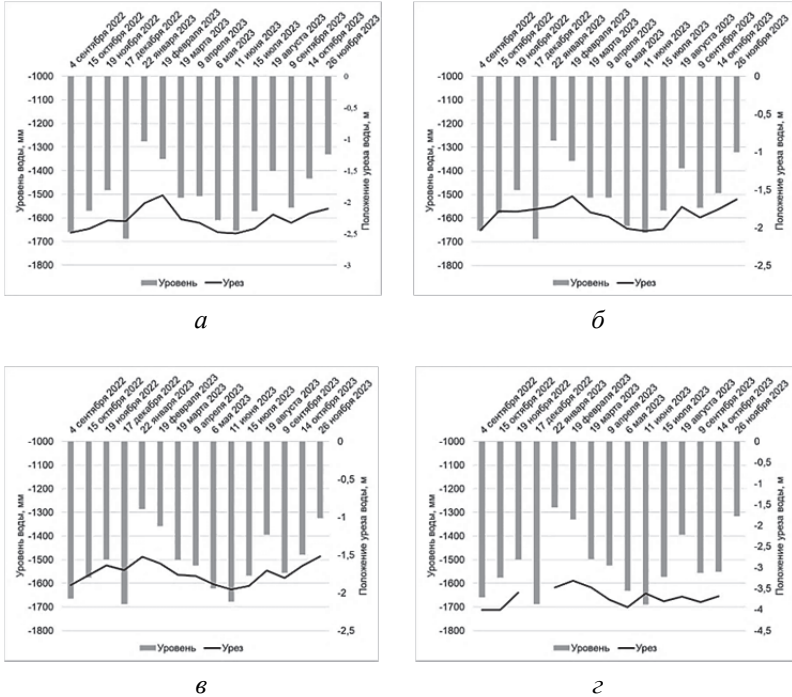


Рис. 4. Взаимосвязь между положением уреза воды, измеренного в процессе нивелировки, и отметкой уровня Куршского залива, полученного с мареографа: а — Rp 1; б — Rp 2; в — Rp 3; г — Rp 4

Корреляционный анализ показал статистически значимую сильную связь между положением уреза воды, измеренного в процессе нивелировки, и отметкой уровня Куршского залива. Для Rp 1 коэффициент корреляции (r) составил 0,88, для Rp 2 — 0,75; Rp 3 — 0,83; Rp 4 — 0,72. То есть понижение уровня в большинстве случаев означает отодвигание уреза

воды в сторону залива и, очевидно, увеличение ширины пляжа; и наоборот, подъем уровня вызывает размыв берега, прежде всего пляжевой области, и перемещение уреза воды в сторону косы. Установленная связь говорит о возможности использования данных об уровне, полученных мареографом, установленном на значительном (от 15 до 28 км) расстоянии от реперов в Рыбачьем и Морском. Первоначально не было очевидным, что колебания уровня залива происходят синхронно на такой дистанции с учетом существующих течений, ориентировки береговой линии по отношению к направлению ветра и т. п.

Уровень залива влияет и на параметры пляжа, такие как ширина и высота. Ширина пляжа находится в обратной зависимости от положения уровня залива, коэффициент корреляции для всех реперов, кроме Rp 2, составляет $-0,66 \dots -0,68$. Также наблюдается обратная связь между высотой пляжа и уровнем залива: коэффициент корреляции для различных реперов составляет от $-0,51$ (Rp2) до $-0,79$ (Rp 1).

На графиках (рис. 4) заметно, что на всех реперах из взаимосвязи уровня и положения уреза воды сильно выбиваются данные за декабрь 2022 г. Ширина пляжа в декабре на большинстве реперов была больше, чем в ноябре. Причиной тому является появление на поверхности залива льда, вызывающего приостановку активности волновых процессов. Толщина льда накануне дня съемки достигла 9 см. Примерно такие же условия наблюдались и в начале декабря 2023 г. В связи с этим влияние льда кажется позитивным, однако формирование мощного льда, его подвижки и накопление торосов имеет противоположные следствия. Так, в середине декабря 2023 г. торшение, по-видимому, вызывало разрушение кромки берега и формирование небольших уступов до 30 см или очень крутого лагунного склона пляжа, а в январе 2024 г. торосы высотой более 1 м разрушительно воздействовали непосредственно на уступ призаливной террасы или подножие молодой дюны.

Показательной в плане совместного воздействия ветра, волнения и изменений уровня, безусловно, провоцируемого ветровым фактором, стала ситуация февраля 2023 г., когда на Калининградскую область обрушился шторм «Ульф» (рис. 5).

В течение суток, предшествовавших съемке (18 февраля 2023 г.), уровень упал на значительную величину (около 800 мм, до отметки -2123 мм). Это сгонное колебание было спровоцировано западным-юго-западным ветром, средняя скорость которого составила 18 февраля $9,7$ м/с, а максимальные порывы в ночь с 17-го на 18-е достигали $25,6$ м/с. Ослабление ветра во вторую половину дня 18 февраля отразилось в резком компенсационном подъеме уровня и в размыве берега; в день съемки (19 февраля) происходит стабилизация уровня на отметках $-1350\dots-1330$ мм, сопряженная со слабыми проявлениями аккумуляции. Средняя скорость западного ветра была $6,5$ м/с.

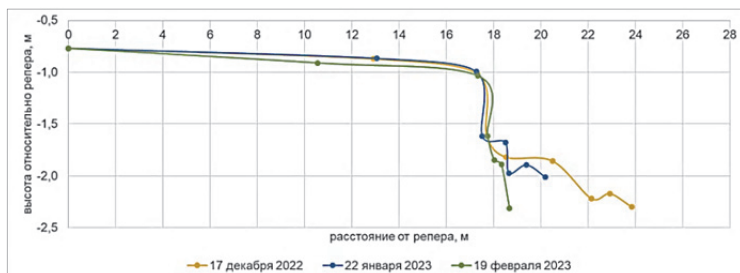


Рис. 5. Колебания уровня воды в Куршском заливе в феврале 2023 г.

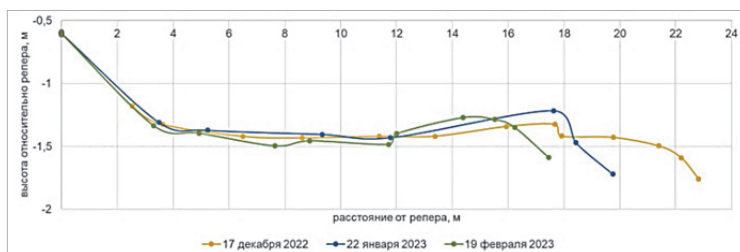
На Рр 1 произошел экстремальный размыв пляжа (рис. 6, а), в уступе призаливной террасы формируется ниша, следов аккумуляции практически нет. На полоске намытой дамбы-пересыпи близ пос. Морское и на Рр 2 зафиксированы следы размыва (штормовой уступ высотой до 30 см) и начинающаяся аккумуляция (валы, косы простирающиеся с юга на север) (рис. 6, б). На Рр 3 признаков свежего активного размыва нет. На Рр 4 наблюдался размыв пляжа, формирование штормового уступа и аккумуляирование вала.

Таким образом, критическая ситуация сложилась только на Рр 1 (рис. 6, а). Южнее, в районе намытой дамбы и Рр 2 при высоком уровне залива, хорошо фиксируемом по наличию воды в понижении на пляже, размыв скомпенсирован аккумуляцией материала вдольберегового перемещения с подпиткой из эоловых массивов, находящихся к югу. Наверное, поэтому вал сложен на Рр 2 материалом, меньшим по крупности,

нежели тыловая часть пляжа. Рр 3 находится в тени выступа Рыбачьего, возможно, из-за этого характеристики берега здесь указывают на его относительную стабильность. Рр 4, вероятно, испытывал аккумуляцию материала, вовлеченного в продольное перемещение.



а



б

Рис. 6. Динамика берегового профиля на Рр 1 (*а*) и Рр 2 (*б*) в декабре 2022 г. — феврале 2023 г.

Другие условия сложились в начале сентября 2022 г., когда уровень планомерно снижался примерно с отметки –1450 до –1950 мм (рис. 7). Понижение уровня развивалось под влиянием легких восточных, восточно-северо-восточных ветров, а затем юго-юго-восточных и южных ветров. При этом в отдельные кратковременные периоды уровень мог незначительно (на 100—300 мм) повышаться. И хотя снижение уровня было значительным и практически достигло тех же значений, что и в феврале, но морфологические следствия совсем дру-

гие. Самые благоприятные параметры берега (рис. 8) наблюдались 4 сентября, например: на Рр 1 ширина пляжа составила 10 м, на Рр 2 и Рр 4 формируются валы, а 11 сентября отмечалось развитие фестонных форм рельефа.

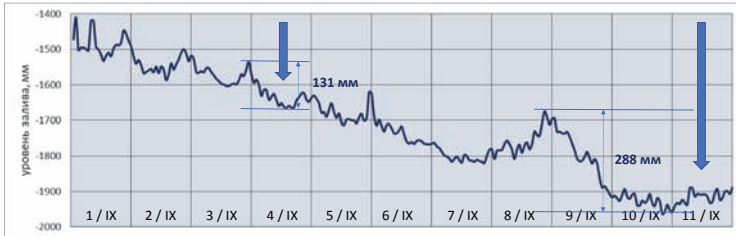
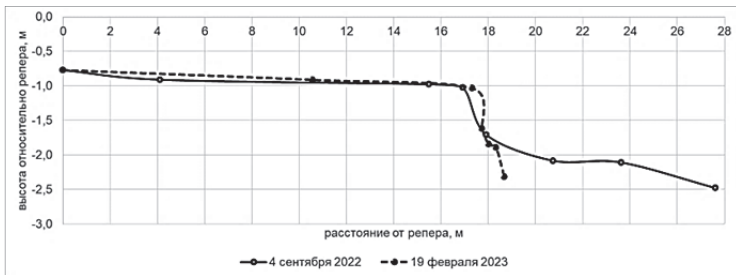
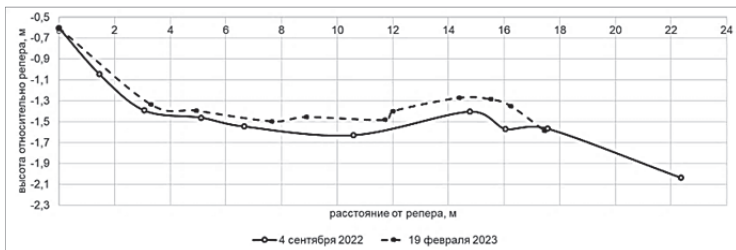


Рис. 7. График изменения уровня Куршского залива 1—11 сентября 2022 г.



a



б

Рис. 8. Профили берега на Рр 1 (*a*) и Рр 2 (*б*) 4 сентября 2022 г. (условия легкого ветра) и 19 февраля 2023 г. (шторм «Ульф»)

Выводы

Рельеф берега Куршского залива находится в тесной зависимости от гидрометеорологических факторов, среди которых можно выделить ветер, волнение, течения, ледовые условия, уровень залива. В процессе исследования установлено непосредственное влияние положения уровня залива на морфологию берега. Положение уреза воды залива и параметры пляжа имеют хорошо выраженную связь обратного характера: рост уровня залива способствует размыву берега, сокращению ширины и высоты пляжа. Резкий подъем уровня, например компенсационного характера вследствие ослабления штормового западного ветра, вызывает разрушение, сокращение пляжа (до полного уничтожения), формирование ниш размыва в уступе призаливной террасы. Понижение уровня залива, прерывающееся кратковременными подъемами, может создавать условия для мобилизации осадочного материала, его переноса и аккумуляции в виде валов и/или фестонных форм. Установление льда на заливе гасит воздействие волнения и сглаживает колебания уровня, позитивно влияя на параметры берега; в то же время торошение льда вызывает разрушение пляжа.

Благодарности. Авторы выражают глубокую признательность заместителю директора по научной деятельности ФГБУ «Национальный парк "Куршская коса"» Ю. А. Майоровой за помощь в организации работ и ведущему научному сотруднику Атлантического отделения Института океанологии РАН М. О. Ульяновой за предоставленные данные об уровне Куршского залива.

Список литературы

1. *Бобыкина В. П.* К методике наземного мониторинга берегов // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2018. № 4. С. 87—93.

2. *Жиндарев Л. А., Лукьянова С. А., Бадюкова Е. Н.* Современная динамика лагунных берегов Куршской и Вислинской кос (Юго-Восточная Балтика) // Балтийский регион — регион сотрудничества. 2020. С. 278—291.

3. *Календарь* природы. URL: <https://park-kosa.ru/kalendar-prirody> (дата обращения: 28.02.2024).

4. *Михневич Г. С.* Межгодовая и сезонная динамика лагунного берега Куршской косы // Проблемы приграничья. Новые траектории международного сотрудничества : материалы VII международной научно-практической конференции. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2023. С. 127—132.

5. *Расписание* погоды [сайт]. URL: <https://rp5.ru> (дата обращения: 28.02.2024).

УДК 551.506.8(470.26)

О. В. Рыльков

ФГБУ «Национальный парк "Куршская коса"»

Феноклиматическая характеристика 2023 года в национальном парке «Куршская коса»

Представлена качественная и количественная характеристика сезонного развития природных явлений 2023 г. на фоне гидротермического режима. Оценка фенологических событий текущего года дана в сравнении с многолетними данными 2014—2023 гг.

Qualitative and quantitative characterisation of the seasonal development of natural phenomena in 2023 against the background of the hydrothermal regime is presented. The assessment of phenological events of the current year is given in comparison with multi-year data of 2014—2023.

Ключевые слова: фенология, фенологическое явление, фенологический сезон.

Key words: phenology, phenological phenomenon, phenological season.

Цели и задачи

Выявить особенности сезонного развития природных явлений в национальном парке в 2023 г. в ряду многолетних наблюдений на фоне гидротермического режима.

Введение

Важное приложение фенологических наблюдений — это описание естественных природных периодов (сезонов и подсезонов). Для установления их начала и окончания используются конкретные фенологические фазы, а за пределами вегетационного сезона — наблюдения за абиотическими явлениями (заморозки, снежный и ледовый покровы, нагоны и сгоны воды, подтопления и пр.). Из дат формируются фенологические календари, которые представляют основу для целостного описания и классификации сезонности; позволяют получить интегрированный сезонный ритм природных явлений и оценить сезонные закономерности [9]. Фенологические наблюдения, дополненные статистическими показателями измеряемых климатических элементов, дают возможность видеть полную картину ритма и амплитуды сезонов.

Особенностью местного климата является прямая зависимость количества осадков и пасмурных дней от интенсивности циклонической деятельности. В 2023 году дождь шел 119 дней, снег падал 25 дней; причем 67% осадков пришлось на вторую половину года (с августа по декабрь); 157 дней года были пасмурными, 114 — солнечными.

Методика

Анализ погодных условий представлен по данным автоматической метеорологической станции Vantage PRO2. Она установлена в 2014 г. на профиле 15-го км. Состав погодных наблюдений включает: почасовые значения срочной температуры воздуха, экстремальных температур воздуха, относитель-

ной влажности воздуха, силы и направления ветра, атмосферного давления; а также ежедневную регистрацию срочной температуры почвы, температуру воды в прибрежной полосе залива и моря, количества выпавших осадков; глазомерную оценку количества облаков и классификацию погод по Е. Е. Федорову.

Для фенологических наблюдений применяется стандартная методика регистрации срока и фотофиксация с периодичностью наблюдений пять дней в неделю [1—4]. Материалы фенологических наблюдений в национальном парке собираются на двух стационарных фенологических профилях 15-го и 35-го км Куршской косы с 1998 г.

Результаты фенологических наблюдений систематизируются с помощью автономной программы (приложение Windows), которая использует базу данных SQLite и предусматривает прямой экспорт данных в Excel. Публичный доступ к результатам наблюдений открыт на официальном сайте национального парка в разделе «Календарь природы» [5].

Феноклиматическая оценка 2023 г. проведена по методике нормированных отклонений с использованием средних многолетних значений фенологических дат [7]. Для анализа и сравнения фенологических событий разных категорий, которые значительно отличаются дисперсиями, а также единицами измерения, применялось нормированное отклонение (n), вычисляемое как отношение разницы значения параметра текущего года и средней арифметической к стандартному отклонению (σ). Границы нормы определяются средним квадратическим отклонением в пределах одного признака и величиной среднего нормированного отклонения, равной ± 1 сигма. Таким образом, значения нормированного отклонения между линиями с ординатами $+1$ и -1 считаются статистической нормой. Графическое изображение фенологических событий через нормированные отклонения позволяет быстро оценить параметр в данном году по сравнению с многолетней статистической нормой.

Анализ сезонного развития фенологических явлений дополнен данными по термическому режиму года, которые

представлены графически в нормированных отклонениях и в градусах Цельсия значений среднемесячных температур воздуха.

Результаты

Январь 2023 г., как и в прошлом году, был одним из самых теплых за последние семь лет (табл. 1). Среднесуточная температура воздуха января достигла максимума $+13,2^{\circ}\text{C}$ первого января. В этом месяце наблюдалось всего пять дней с отрицательной температурой воздуха. Февраль 2023 г. по среднесуточной температуре воздуха был в группе теплых. Зимних погод (с отрицательной среднесуточной температурой воздуха) не было. Температура воздуха марта и декабря была близка к средней многолетней норме (рис. 1). Температура воздуха апреля, мая, июня и октября оказалась немного выше нормы (рис. 1). При этом май выдался самым теплым, а июнь — самым холодным за последние пять лет. Температура воздуха июля была на $1,3^{\circ}$ ниже нормы, а августа, в соответствии со средним многолетним значением, немного ниже нормы (рис. 1), но август выдался самым теплым за последние пять лет. Сентябрь стал самым теплым за весь период наблюдений. Десятого сентября среднесуточная температура воздуха достигла максимума — $26,7^{\circ}\text{C}$. Температура воздуха ноября была на $1,5^{\circ}\text{C}$ ниже нормы (рис. 1), при выраженном нисходящем температурном тренде месяца.

Таким образом, в 2023 г. был близкий к аномально теплому январь, сентябрь — аномально теплый и аномально холодный ноябрь (рис. 1). Среднегодовая температура 2023 г. составила $9,5^{\circ}\text{C}$ ($n = 0,4$) при среднем многолетнем значении $9,1^{\circ}\text{C}$ (табл. 1); 2023 г. вошел в группу нормальных по теплу лет.

Режим увлажнения, наряду с температурным режимом, — ключевой параметр при анализе сезонного развития растений. Данные по количеству осадков представлены в нормированных отклонениях на графике (рис. 2) и в миллиметрах среднемесячной суммы осадков (табл. 2).

Таблица 1

Значения среднемесячных температур воздуха в 2023 г.

| Месяц | Средняя температура месяца, °С | Среднее многолетнее значение | Отклонение | |
|------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------|---------------|
| | | | стандартное | нормированное |
| Январь | 1,7 | -0,1 | 2,2 | 0,8 |
| Февраль | 2,0 | 0,9 | 2,5 | 0,4 |
| Март | 3,1 | 3,2 | 1,6 | 0,0 |
| Апрель | 7,0 | 6,8 | 1,0 | 0,2 |
| Май | 12,6 | 12,3 | 1,8 | 0,2 |
| Июнь | 16,8 | 16,5 | 2,2 | 0,1 |
| Июль | 18,2 | 19,5 | 2,2 | -0,6 |
| Август | 19,1 | 19,3 | 1,1 | -0,2 |
| Сентябрь | 17,9 | 15,7 | 1,8 | 1,2 |
| Октябрь | 10,2 | 10,1 | 0,9 | 0,1 |
| Ноябрь | 3,9 | 5,4 | 1,0 | -1,6 |
| Декабрь | 1,8 | 1,8 | 2,1 | 0,0 |
| <i>Всего год</i> | 9,5 | 9,1 | 1,0 | 0,6 |

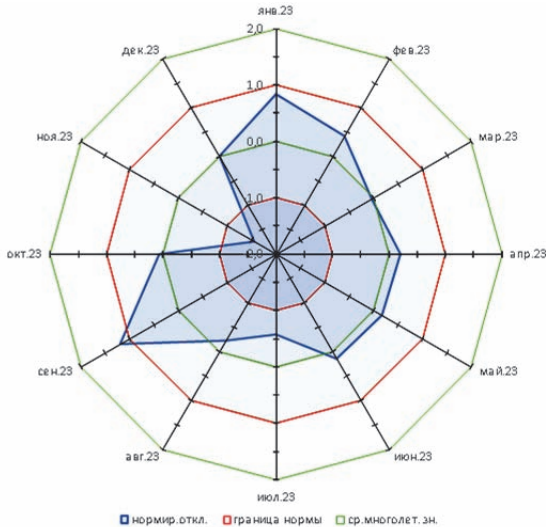


Рис. 1. Распределение среднемесячных температур в единицах нормированного отклонения в национальном парке в 2023 г.

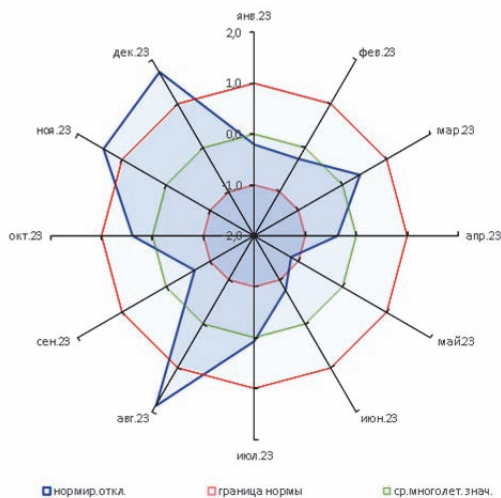


Рис. 2. Распределение сумм осадков по месяцам в единицах нормированного отклонения в национальном парке в 2023 г.

Таблица 2

Значения суммы осадков за месяц

| Месяц | Сумма осадков, мм | Среднее многолетнее значение | Отклонение | |
|------------------|-------------------|------------------------------|-------------|---------------|
| | | | стандартное | нормированное |
| Январь | 70 | 75 | 22,6 | -0,2 |
| Февраль | 52 | 58 | 23,3 | -0,3 |
| Март | 45 | 37 | 19,1 | 0,4 |
| Апрель | 19 | 28 | 25,1 | -0,4 |
| Май | 8 | 41 | 28,3 | -1,2 |
| Июнь | 28 | 56 | 35,9 | -0,8 |
| Июль | 91 | 89 | 29,4 | 0,1 |
| Август | 171 | 102 | 37,2 | 1,9 |
| Сентябрь | 48 | 84 | 56,4 | -0,6 |
| Октябрь | 138 | 117 | 53,5 | 0,4 |
| Ноябрь | 132 | 84 | 34,0 | 1,4 |
| Декабрь | 138 | 85 | 30,8 | 1,7 |
| <i>Всего год</i> | 940 | 856 | 188,4 | 0,4 |

Суммарное количество осадков, выпавших за 2023 г., составило 940 мм, что выше среднемноголетнего значения (842 мм). По сравнению с предыдущим годом в 2023 г. выпало на 146 мм больше осадков. По средним многолетним значениям 2023 г. вошел в группу нормальных по увлажнению лет, но был очень неравномерный по режиму увлажнения. Так, были аномально сухой май, почти аномально сухой июнь и аномально увлажненные август, октябрь, ноябрь и декабрь (табл. 2). Из-за дефицита осадков с апреля по июль в почве сохранялся существенный недостаток влаги, который был восполнен в августе, когда интенсивный рост древесных растений уже завершился.

В национальном парке «Куршская коса» принята трехуровневая периодизация года для умеренного климатического пояса [8]. Годовой цикл развития природы разделяется на 4 сезона и 13 *подсезонов*. Индикаторами начала и окончания фенологических сезонов в национальном парке считаются даты наступления наиболее четко выраженных фаз развития растений [6].

Фенологический зимний сезон 2022—2023 гг. начался 17.11.2022 г. (раньше средней многолетней даты на 12 дней) устойчивым обратным переходом среднесуточных температур воздуха через ноль. Снежный покров образовался 4.12.2022. Ледовое поле на Куршском заливе появилось 15.12.2022 (на седьмой день после установления морозных погод). Максимальная толщина льда достигла 18 см. Его укрепление прекратилось с началом оттепели 20.12.22. Залив полностью очистился ото льда 14.01.2023. Ледовые явления отмечались также в январе и марте, но дальнейшего развития они не получили и завершились на стадии шуги и припая.

Продолжительность зимнего сезона составила 118 дней при средней многолетней продолжительности 106 дней (табл. 3). Несмотря на длительность, он был очень мягким. Зимние погоды по совокупности не превысили 20%, погоды со снежным покровом составили 23%, преобладали погоды с переходом через ноль (45%).

Таблица 3

**Продолжительность фенологических подсезонов
зимнего сезона в 2023 г.**

| Зимние подсезоны | Продолжительность подсезона, дни | Средняя многолетняя продолжительность | Отклонение | |
|--------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------|---------------|
| | | | стандартное | нормированное |
| <i>Предзимье</i> | 5 | 29 | 24,4 | -1,0 |
| <i>Зима</i> | 84 | 50 | 27,5 | 1,2 |
| <i>Позимье</i> | 29 | 27 | 11,6 | 0,2 |
| <i>Всего сезон</i> | 118 | 106 | 21,3 | 0,6 |

Фенологическая весна началась 15.03.2023 г. в обычные сроки цветением лещины. Продолжительность весеннего сезона составила 84 дня, что почти соответствовало норме (табл. 4). Подсезоны по своей длительности были близкими к средней многолетней продолжительности.

Таблица 4

**Продолжительность фенологических подсезонов
весеннего сезона 2023 г.**

| Весенние подсезоны | Продолжительность подсезона, дни | Средняя многолетняя продолжительность | Отклонение | |
|-----------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------|---------------|
| | | | стандартное | нормированное |
| <i>Голая весна</i> | 20 | 26 | 12,9 | -0,5 |
| <i>Зеленая весна</i> | 30 | 30 | 8,8 | 0,0 |
| <i>Цветущая весна</i> | 34 | 32 | 7,3 | 0,3 |
| <i>Всего сезон</i> | 84 | 85 | 14,3 | -0,1 |

Лето (летний сезон) 2023 г. началось 07.06.2023, на 2 дня раньше средней многолетней даты (9/06). Летний сезон длился

99 дней и оказался на 7 дней короче средней многолетней продолжительности (106 дней) (табл. 5). Сезон был представлен коротким под сезоном *полное лето*, продолжительным под сезоном *спад лета* (табл. 5).

Таблица 5

**Продолжительность фенологических под сезонов
летнего сезона 2023 г.**

| Летние под сезоны | Продолжительность под сезона, дни | Средняя многолетняя продолжительность | Отклонение | |
|--------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------|---------------|
| | | | стандартное | нормированное |
| <i>Перволетье</i> | 18 | 23 | 5,1 | -0,9 |
| <i>Полное лето</i> | 9 | 21 | 8,4 | -1,5 |
| <i>Спад лета</i> | 43 | 31 | 9,8 | 1,3 |
| <i>Бабье лето</i> | 29 | 31 | 9,2 | -0,2 |
| <i>Всего сезон</i> | 99 | 106 | 8,1 | -0,8 |

Фенологическая осень началась 14.09.2023, что на 9 дней раньше средней многолетней даты (23/09), опадением плодов каштана конского. Сезон осени продлился 62 дня, что на 6 дней короче средней многолетней продолжительности (табл. 6). В его составе аномально длинным выдался под сезон *золотая осень*; под сезон *поздняя осень* был коротким в пределах нормы; аномально коротким стал под сезон *глубокая осень*.

Таким образом, в 2023 г. аномально продолжительными оказались под сезоны: *зима*, *спад лета* и *золотая осень* (рис. 3), аномально короткими — *полное лето* и *поздняя осень*. Продолжительность остальных под сезонов — в пределах статистической нормы.

По сравнению с прочими сезонами года наибольшей продолжительностью отличаются лето и зима (по 29 % от продолжительности года). Наиболее коротким фенологическим сезоном года на исследуемой территории является осень (18,5 %).

Таблица 6

**Продолжительность фенологических подсезонов
осеннего сезона 2023 г.**

| Осенние подсезоны | Продолжительность подсезона, дни | Средняя многолетняя продолжительность | Отклонение | |
|-----------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------|---------------|
| | | | стандартное | нормированное |
| <i>Золотая осень</i> | 49 | 27 | 12,1 | 1,8 |
| <i>Поздняя осень</i> | 10 | 30 | 15,4 | -1,3 |
| <i>Глубокая осень</i> | 3 | 11 | 10,4 | -0,8 |
| <i>Всего сезон</i> | 62 | 68 | 15,8 | -0,4 |

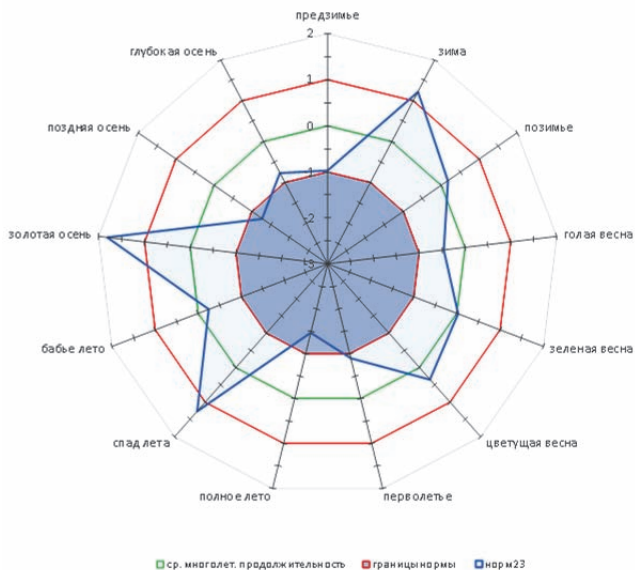


Рис. 3. Распределение продолжительности подсезонов в единицах нормированного отклонения в национальном парке в 2023 г.

Наблюдаемая в настоящее время тенденция потепления климата в национальном парке «Куршская коса» выражается в удлинении сроков безморозного периода года.

Список литературы

1. *Поплавская Л.Г., Рыльков О.В.* Календарь природы Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». М. : НИИ-Природа, 2003.
2. *Поплавская Л.Г., Рыльков О.В.* Календарь природы Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2005. Вып. 3. С. 189—192.
3. *Рыльков О.В., Тепляков Г.Н.* Календарь природы Куршской косы и сезонные явления в НП «Куршская коса» // Там же. 2007. Вып. 5. С. 161—172.
4. *Рыльков О.В., Поплавская Л.Г.* Календарь природы национального парка «Куршская коса» // Там же. 2016. Вып. 12. С. 202—210.
5. *Рыльков О.В.* Методика формирования «Календаря природы» на основе ежедневных наблюдений // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича. 2021. № 28. С. 178—181.
6. *Рыльков О.В., Рылькова А.О.* Опыт выделения фенологических сезонов в национальном парке «Куршская коса» // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2019. Вып. 15. С. 133—154.
7. *Сапельникова И.И.* Феноклиматическая характеристика 2021 года в Воронежском заповеднике // Полевой журнал биолога. 2022. Т. 4, № 2. С. 119—136.
8. *Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д.* Летопись природы в заповедниках СССР. М. : Наука, 1990. С. 143.
9. *Hudson I.L., Keatley M.R.* Phenological Research. Methods for Environmental and Climate Change Analysis. Springer Dordrecht Heidelberg ; London ; New York, 2010. P. 521.

Редколлегия сборника научных статей «Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куришская коса», сотрудники национального парка и авторы статей выражают искренние соболезнования в связи с кончиной нашего коллеги и друга. Мы глубоко скорбим об уходе замечательного человека и крупного ученого. Леонид Викторович оставил о себе добрую память, мы будем помнить о нем.

В. А. Паевский, А. П. Шаповал

*Биологическая станция «Рыбачий»
ЗИН РАН*

**Памяти Леонида Викторовича Соколова
(21.03.1949 – 17.08.2024)**

Семнадцатого августа 2024 г. ушел из жизни выдающийся орнитолог, главный научный сотрудник Биологической станции «Рыбачий» Зоологического института РАН, доктор биологических наук Леонид Викторович Соколов.

Он относился к тем счастливым людям, которые с самого детства увлекались тем, чему будет посвящена вся их дальнейшая жизнь. Еще будучи младшим школьником, Леонид, начитавшись книг Альфреда Брема и Майн Рида, стал интересоваться животными, вначале тиграми и другими хищными зверями. Несмотря на мечты о львах и пумах, пришлось довольствоваться белочкой, хомячком, ежиком и птичками, которые свободно перемещались по комнате в коммунальной квартире.

По рассказам самого Леонида, родился он в православной семье в Ленинграде. Однако религиозность, заложенная родителями, постепенно заменилась верой в эволюцию и дарвинизм. Любовь к животным привела Леонида в зоологический кружок при Ленинградском государственном университете, где его

наставником стал опытный полевой орнитолог Георгий Александрович Носков. Занятия в этом кружке окончательно определили жизненные интересы Леонида: в 1966 году он при довольно большом конкурсе сумел поступить на биолого-почвенный факультет ЛГУ. Там он вскоре был избран старостой зоологического кружка, а потом вошел в Совет молодых ученых, ежегодно принимал участие в проведении городской школьной биологической олимпиады.

После окончания Ленинградского государственного университета Леонид в сентябре 1971 года по распределению был зачислен в Биологический институт ЛГУ в Старом Петергофе. Работал старшим лаборантом в лаборатории наземных позвоночных животных и входил в немногочисленную тогда группу орнитологов под руководством Г. А. Носкова. Принимал участие в отлове и кольцевании птиц на орнитологическом стационаре на берегу Ладожского озера и уже тогда начал изучать ориентацию миграционных перемещений птиц в экспериментах с так называемыми «круглыми клетками».

Однако работа Леонида Соколова в Биологическом институте продолжалась недолго. Интенсивное развитие исследований миграций птиц в другом месте — на Биологической станции «Рыбачий» на Куршской косе — стало привлекать внимание очень многих орнитологов. В мае 1973 года по рекомендации профессора Алексея Сергеевича Мальчевского он становится младшим научным сотрудником Биостанции. Руководителем Соколова был Виктор Рафаэлевич Дольник. В те времена для всех орнитологов, интересовавшихся миграциями птиц, Биостанция «Рыбачий» становится весьма притягательной, поскольку, кроме возможности разработки на ее базе разнообразных научных тем миграционной направленности, она стала родоначальником так называемых «Рыбачинских ловушек», позволяющих отлавливать и кольцевать несколько тысяч мигрирующих птиц за одни сутки.

Переход на Биостанцию определил всю оставшуюся жизнь Леонида Соколова — как научную, так и личную. Многие его

друзья и коллеги ныне живут в других городах и странах, а сам Леонид Викторович, побывавший и с научными, и с личными целями в государствах почти всего мира, в том числе и во многих экспедициях в Средней Азии, всегда возвращался на Куршскую косу.

Перейдя на новое место работы, Л. В. Соколов продолжил заниматься теми же научными темами, что и раньше. Со свойственной ему целеустремленностью и тщательностью занялся проблемой ориентации птиц. Постепенно общий интерес к механизмам ориентации перерос в страсть к изучению «любви к родине», то есть филопатрии, а также обратного процесса – расселения молодых птиц (дисперсии). Этот интерес выразился в тщательном анализе количества окольцованных птиц, возвращающихся после зимовки домой, в место кольцевания или же улетевших в другие места. Результатом стала защита в 1983 году кандидатской диссертации «Формирование связи с территорией будущего гнездования (филопатрии) у перелетных воробьиных птиц». Дальнейшее десятилетнее развитие исследований по этой проблеме, мнения о которой у разных российских орнитологов часто были совершенно полярными, завершилось успешной защитой Л. В. Соколовым в 1993 году докторской диссертации «Филопатрия перелетных птиц».

Леонида Викторовича всегда характеризовало стремление держать руку на пульсе самых передовых идей. Детально разобравшись с филопатрией и написав две научные книги и одну популярную на эту тему, он увлекся проблемами влияния изменений климата на сроки сезонных явлений жизни птиц и на их популяционную динамику. Этим вопросам он посвятил большое количество статей в самых разных изданиях, а также докладов и красочных презентаций на конференциях. Завершающим этапом этой научной бурной деятельности стало издание в 2010 году монографии «Климат в жизни растений и животных».

Последующей интереснейшей темой, глубоко заинтересовавшей Л. В. Соколова, было прослеживание перелетов птиц

современными методами телеметрии — на основе датчиков, прикрепленных к телу птиц, и систем спутникового наблюдения. Эти системы произвели настоящую революцию в изучении миграций, поскольку дали возможность проследивать полный маршрут передвижения помеченных птиц на всем земном шаре. В содружестве с датскими орнитологами сотрудники Биостанции «Рыбачий» изучали особенности миграционных стратегий у европейских и азиатских популяций обыкновенных кукушек, летящих на зимовку в Африку. Последняя статья Леонида Викторовича, опубликованная в 2024 году совместно с коллегами в «Зоологическом журнале», носит замечательное название: «Сверхдальняя миграция обыкновенной кукушки: от Камчатки до Намибии». В ней подробно описаны пути кукушек, пролетающих до зимовки 17 тысяч километров.

За годы работы на Биостанции по мере роста числа значимых научных публикаций его переводили с повышением на более высокие должности и объявляли благодарности за успешное проведение конференций и инициативную творческую работу. Особой активностью отличалась его научно-организационная деятельность. Он являлся членом Центрального совета Мензбировского орнитологического общества, энергично участвовал в работе Программных комитетов Первого и Второго Всероссийских орнитологических конгрессов.

По итогам своей научной деятельности Леонид Викторович опубликовал более 270 научных работ, в том числе 4 монографии. Одна из них посвящена климату в жизни растений и животных.

Особое значение в жизни Леонида Викторовича имела и его научно-просветительская работа, которой он занимался вместе с другими сотрудниками Биостанции на Куршской косе. Многочисленным туристам он всегда с увлечением рассказывал о жизни птиц и работе орнитологов. Его захватывающие лекции на полевом стационаре так нравились всем, что руководители приезжающих туристических групп специально просили провести экскурсию именно Леонида Викторовича.

На всех производило сильное впечатление прекрасное чувство юмора Соколова. Помимо большого объема сугубо научного творчества, еще со студенческих лет он пристрастился, как он сам выражался, «к писакомаранию бумаги» под псевдонимом «Леонид Акципитер», т. е. к написанию легких юмористических рассказов. Они сохранились в серии «Ненаучные труды» или «Байки для посвященных».

Уход из жизни Леонида Викторовича отозвался глубокой болью в наших сердцах. Он обладал замечательным дружелюбным характером, что всегда отмечали и его многочисленные друзья, и все коллеги, и посетители полевого стационара «Фрингилла» на Куршской косе, где стоят Рыбачинские ловушки. Он останется в нашей памяти ярким примером настоящего талантливую ученого, беззаветно преданного поискам истины. В памяти всех навсегда останется его широкая улыбка, готовность оказать любую помощь и поддержку.

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1

ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

- Губарева И. Ю.* Исследование древесных интродуцентов флоры национального парка «Куршская коса» на примере *Cotinus coggygria* Scop. (Скумпия кожевенная)..... 6
- Губарева И. Ю.* Видовое разнообразие рода *Artemisia* L. (Полынь) национального парка «Куршская коса» 17

Раздел 2

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

- Алексеев В. И.* Новые фаунистические находки Coleoptera и пляжевый сбор жуков на Куршской косе..... 25
- Гущин А. В., Дубравин В. Ф.* Ихтиофауна морской прибрежной зоны и литорали Куршской косы в акватории у побережья национального парка «Куршская коса» 50
- Иванюков К. А., Шадрина А. В., Ежова Е. Е.* Регистрации балтийского подвида серого тюленя (*Halichoerus grypus macrohynchus*) на морском побережье национального парка «Куршская коса» в 2021—2023 годах..... 62
- Кузьмин С. Ю., Науменко Е. Н., Авдеева Е. В., Муссеева А. И., Величковский А. Н.* Антропогенное и неантропогенное загрязнение озера Чайка в национальном парке «Куршская коса» (по итогам гидробиологических и гидрохимических исследований в 2023 году)..... 71
- Ланге Е. К., Ежова Е. Е., Володина А. А., Герб М. А., Дмитриева О. А., Полунина Ю. Ю., Багиров Н. Э., Шартон А. Ю., Мананков Д. В.* Оценка состояния биологических сообществ, прибрежной зоны Куршского залива у побережья национального парка «Куршская коса» в 2022 году 83

Ланге Е. К., Ежова Е. Е., Володина А. А., Герб М. А., Полунина Ю. Ю., Багиров Н. Э., Шартон А. Ю., Щербаков С. А., Манakov Д. В., Уткина Я. В., Карташова А. Е. Оценка экологического состояния прибрежных вод Куршского залива у побережья национального парка «Куршская коса» по гидробиологическим данным в 2023 году 116

Полунина Ю. Ю., Болотов Э. А. Характеристика прибрежной зоны Вислинского и Куршского заливов Балтийского моря по показателям зоопланктона летом 2023 года 158

Раздел 3
ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ,
КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ
И ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

Белов Н. С., Шаплыгина Т. В., Волкова И. И., Данченков А. Р. Послештормовое обследование аккумулятивных форм рельефа Куршской и Вислинской кос: анализ изменений и перспективы сохранения 169

Жуковская И. П., Калина А. А., Рыльков О. В. Результаты мониторинга морского побережья национального парка «Куршская коса» в 2023 году 178

Майорова Ю. А., Калина А. А., Ефремова О. Н. Результаты анализа динамики качественных параметров посетителей национального парка «Куршская коса» по данным опросов в 2010 и 2022—2024 годах 193

Медведева А. А. Оценка рекреационной дигрессии природных комплексов в районе экотроп национального парка «Куршская коса» 206

Моданова Е. В., Михневич Г. С. Влияние гидрометеорологических факторов на морфологию лагунного берега Куршской косы 216

Рыльков О. В. Феноклиматическая характеристика 2023 года в национальном парке «Куршская коса» 227

Паевский В. А., Шаповал А. П. Памяти Леонида Викторовича Соколова (21.03.1949 — 17.08.2024) 238

CONTENTS

Chapter 1 FLORISTIC RESEARCH

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Gubareva I.</i> Study of wood introducents in the flora of Kurshskaya kosa National Park using the example of <i>Cotinus coggygria</i> Scop. ... | 6 |
| <i>Gubareva I.</i> Species diversity of the genus <i>Artemisia</i> L. Kurshskaya kosa National Park | 17 |

Chapter 2 FAUNISTIC RESEARCH

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Alekseev V.</i> New faunistic records of Coleoptera and beach collecting of beetles in the Curonian Spit | 25 |
| <i>Gushchin A., Dubravin V.</i> Ichthyofauna of the Marine Coastal Zone and Littoral of the Curonian Spit in the Waters off the Coast of Kurshskaya kosa National Park..... | 50 |
| <i>Ivaniukov K., Shadrina A., Ezhova E.</i> Records of the Baltic subspecies of gray seal (<i>Halichoerus grypus macrorhynchus</i>) on the sea coast of Kurshskaya kosa National Park in 2021—2023 | 62 |
| <i>Kuzmin S., Naumenko E., Avdeeva E., Moiseeva A., Velichkovskiy A.</i> Anthropogenic and non-anthropogenic pollution of Lake Chaika in Kurshskaya kosa National Park (based on the results of hydrobiological and hydrochemical studies in 2023)..... | 71 |
| <i>Lange E., Ezhova E., Volodina A., Gerb M., Dmitrieva O., Polunina J., Bagirov N., Sharton A., Manakov D.</i> Assessment of the state of biological assemblages of the coastal zone of the Curonian Lagoon in the Waters off the Coast of Kurshskaya kosa National Park, 2022 | 83 |
| <i>Lange E., Ezhova E., Volodina A., Gerb M., Polunina J., Bagirov N., Sharton A., Shcherbakov S., Manakov D., Utkina J., Kartashova A.</i> Assessment of the ecological state of the coastal waters of the Curonian Lagoon in the Waters off the Coast of Kurshskaya kosa National Park based on hydrobiological data in 2023..... | 116 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Polunina Yu., Bolotov E.</i> Characteristics of the coastal zone of the Vistula and Curonian Lagoons of the Baltic Sea according to zooplankton indicators in the summer of 2023 | 158 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

Chapter 3

CLIMAT, GEOLOGY AND LANDSCAPES RESEARCH

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Belov N., Shaplygina T., Volkova I., Danchenkov A.</i> Post-storm survey of accumulative landforms of the Curonian and Vistula Spits: analysis of changes and conservation perspectives | 169 |
| <i>Zukovskaya I., Kalina A., Rylkov O.</i> Results of Sea Coast Monitoring of Kurshskaya kosa National Park 2023 | 178 |
| <i>Maiorova Iu., Kalina A., Efremova O.</i> The qualitative dynamic analysis of the visitors to Kurshskaya kosa National Park according to surveys in 2010 and 2022—2024 | 193 |
| <i>Medvedeva A.</i> Assessment of recreational digression of natural complexes in the area of eco-trails of Kurshskaya kosa National Park | 206 |
| <i>Modanova E., Mikhnevich G.</i> Influence of hydrometeorological factors on the morphology of the lagoon coast of Kurshskaya kosa National Park | 216 |
| <i>Rylkov O.</i> Phenoclimatic characterisation of 2023 in Kurshskaya kosa National Park | 227 |
| <i>Payevsky V., Shapoval A.</i> In memory of Leonid Viktorovich Sokolov (21.03.1949 — 17.08.2024) | 238 |

Научное издание

ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОХРАНЫ
ПРИРОДНОГО И КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КУРШСКАЯ КОСА»

Сборник научных статей

Выпуск 19

Составитель

Жуковская Ирина Петровна

Редактор *Н. Н. Мартынюк*

Верстка *Л. В. Миловидовой*

Подписано в печать 24.12.2024 г.

Формат 60×90¹/₁₆. Усл. печ. л. 15,4

Тираж 100 экз. Заказ 16

Полиграфический центр
Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта
236001, г. Калининград, ул. Гайдара, 6