

ISSN 2410-8677

ФГБУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК "КУРШСКАЯ КОСА"»

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

Сборник научных статей

Выпуск 20

Полиграфический центр
Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта
2025

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. 20 / сост. Ю. А. Майорова, И. П. Жуковская. — Калининград : Полиграфический центр БФУ им. И. Канта, 2025. — 117 с.

В сборнике представлены статьи, подготовленные по материалам исследований, проведенных на территории национального парка «Куршская коса» и прилегающих акваториях, а также на территории национального парка «Виштынецкий».

Адресован специалистам в области изучения и сохранения природного и культурного наследия особо охраняемых природных территорий.

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

© ФГБУ «Национальный парк
"Куршская коса"», 2025

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 20

Printing Centre
of the Immanuel Kant Baltic Federal University
2025

UDK 502.4(407.26)
BBK 28.088Л64(2Рoc-4К2Г)

Editorial board

A. Kalina, Director
Iu. 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. 20 / Compiler Iu. Maiorova, I. Zhukovskaya. IK BFU Printing Centre, Kaliningrad, RF, 2025. 117 p.

The collection contains articles based on the relevant data of recent research conducted on the territory of Kurshskaya kosa National Park and adjacent water areas, and on the territory of Vyshtynetsky National park.

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"», 2025

Научно-исследовательская деятельность в национальных парках 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, проведенных на территории национального парка «Куршская коса» и его охранных зон, а также на территории образованного в 2024 г. национального парка «Виштынецкий» сотрудниками ФГБУ «Национальный парк "Куршская коса"» и научно-исследовательскими учреждениями и высшими учебными заведениями, в числе которых специалисты БФУ им. И. Канта, АО ИО РАН, АтлантНИРО и КГТУ.

Полученная информация о состоянии природных комплексов и их изменениях может использоваться для оценки экологической ситуации в регионе, разработки рекомендаций по сохранению и восстановлению природных и историко-культурных комплексов и объектов; оптимизации природопользования, а также при формировании текущих и перспективных планов развития.

*Научный отдел
ФГБУ «Национальный парк "Куршская коса"»*

Раздел 1

ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

УДК 582.711.711 (470.26)

И. Ю. Губарева

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

Видовое разнообразие родов *Argentina* Hill. (Аргентина), *Potentilla* L. (Лапчатка) и *Dasiphora* Raf. (Лапчатник) национального парка «Куршская коса»

Аннотация. Для российской части Куршской косы (Калининградская область) впервые составлен конспект родов *Argentina* Hill., *Potentilla* L. и *Dasiphora* Raf., которые включают десять видов. Из них два встречаются исключительно в культуре (*P. indica* (Andr.) Th. Wolf и *D. fruticosa* (L.) Rydb.) и представлены различными декоративными сортами.

Abstract. For the Russian part of the Curonian Spit (Kaliningrad region of Russia), a synopsis of the genus *Argentina* Hill., *Potentilla* L. and *Dasiphora* Raf. were compiled for the first time. This genus is represented by 10 species. Of these, two species are only cultivated (*P. indica* (Andr.) Th. Wolf and *Dasiphora fruticosa* (L.) Rydb.) and represented by various of decorative varieties.

Ключевые слова: род *Argentina* Hill., *Potentilla* L., *Dasiphora* Raf., Куршская коса; конспект, места обитания, встречаемость.

© Губарева И. Ю., 2025

Key words: genus *Argentina* Hill., *Potentilla* L., *Dasiphora* Raf., Curonian Spit, synopsis, habitats of species, habitatus.

Постоянные флористические исследования национального парка «Куршская коса» позволяют не только выявить биоразнообразие заповедной территории, но и проследить динамику заносных и редких видов. По совокупности полученных многолетних сведений ежегодно составляется конспект той или иной таксономической группы растений. В настоящей статье подводится итог многолетних наблюдений и составлен конспект представителей родов: *Argentina* Hill. (Аргентина), *Potentilla* L. (Лапчатка) и *Dasiphora* Raf. (Лапчатник). Его структура соответствует многолетней информационной схеме, разработанной и представленной в публикациях предыдущих лет в сборниках научных статей национального парка. Конспект представляет собой аннотированные флористические списки дикорастущих и культивируемых растений российской части Куршской косы. Структура конспекта и основные литературные источники — как довоенные (1898) [5], так и современные [6]. Пространственное распространение каждого вида по территории Куршской косы указано по материалам литературного обзора [2; 5; 6], гербария БФУ им. И. Канта (KLGU) и многолетним данным собственных наблюдений автора. Для некоторых единичных находок и редко встречающихся видов указывается квартальная привязка согласно существующему делению участковых лесничеств косы.

Сверка латинских названий видов проводилась с учетом таксономической обработки, приведенной у немецких исследователей в довоенный период [5], и изложена в соответствии с принятыми современными взглядами на объем того или иного таксона по «Флоре Восточной Европы» [1], «Определителю сосудистых растений Северо-Западной России» [3; 4] и «Plants of the World Online» [7]. В конспект включены: Лапчатник кустарниковый — *Dasiphora fruticosa* (L.) Rydb., который очень широко распространен в культуре и ранее также принадлежал

к роду Лапчатка (синоним — *P. fruticosa* L.) и изменившая название лапчатка гусиная, в настоящее время причисленная к роду Аргентина (*Argentina* Hill.) [7].

Виды в конспекте расположены в алфавитном порядке. Нумерация указана только для представителей дикорастущей флоры. Характер встречаемости видов на косе дан по шкале, принятой во всех предыдущих Конспектах флоры Куршской косы. Иллюстрации видов — из иконотеки автора и Г. Ю. Ко-нечной, за что выражаем ей благодарность.

Сокращения и обозначения:

австрал. — австралийский	лек. — лекарственный
адв. — адвентивный	лес. — лесной
аз. — азиатский	луг. — луговой
ам. — американский	опуш. — опушечный
аркт. — арктический	пищ. — пищевой
афр. — африканский	пос. — поселок
в. — восток, восточный	псам. — псаммофит
декор. — декоративный	прибр. — прибрежный
евр. — европейский	с. — северный
евраз. — евроазиатский	ср. — средний, среднее
з. — запад, западный	субтр. — субтропический
ЗЛН — участковое лесничество «Зеленоградское»	умер. — умеренный
ЗД — участковое лесничество «Золотые дюны»	ю. — юг, южный
интр. — интродуцент	▼ — интродуценты
кв. — лесной квартал	► — заносные или нату- рализовавшиеся из куль- туры
культ. — культивируемый, в куль- туре	

**Конспект родов *Argentina* Hill. (Аргентина),
Potentilla L. (Лапчатка) и *Dasiphora* Raf. (Лапчатник)
национального парка «Куршская коса»**

1. *Argentina anserina* L. — Аргентина гусиная (рис. 1, 2)*.

Гемикриптофит. V—IX. Обычно. На лугах, по берегам водоемов на песке, в придорожных луговинах и по обочинам тропинок. — Прибр.-луг.; евраз.-с. и ю.ам.-австрал.; умер.-субтроп. — Лек.

На лугах Куршской косы встречается разновидность, листья которой серебристого цвета от интенсивного опушения сверху и снизу — **var. *sericea* (L.) Naupе.** (рис. 2). Эту форму для Восточной Пруссии выделяли немецкие ботаники еще в 1889 г. [5].

2. *Potentilla argentea* L. — Лапчатка серебристая (рис. 3)

Гемикриптофит. (V) VI—IX. Обычно. Обитает на суходольных лугах, в придорожных луговинах, на полянах и опушках (особенно сосновых и березовых лесов). — Опуш.-луг.; евр.-з.аз. умер. — Лек., декор.

Интенсивно опушенная разновидность: ***P. argentea* subsp. *impolita* (Wahlenb.) Hiit.** в настоящее время выделена в самостоятельный вид — ***P. impolita* Wahlenb.**

3. *P. erecta* (L.) Raeusch. — Л. прямостоячая, калган (рис. 4)

Геофит, гемикриптофит. V—IX. Рассеянно. В лесах и на лесных полянах, особенно на торфяной почве в корневой части косы (ЗЛН), по опушкам и окраинам болот, реже — на лугах. — Опуш.-лес.; евр.-з.аз. аркт.-умер. — Лек.

4. *P. impolita* Wahlenb. [*P. argentea* subsp. *impolita* (Wahlenb.) Hiit.] — Л. неблестящая (рис. 5)

Гемикриптофит. VI—VII. Очень редко. Обитает на мелко-травных суходольных лугах в придорожных луговинах. Известны единичные находки южнее пос. Рыбачий (85 кв. ЗД). — Луг.; евр.-з.аз. аркт.-умер. — Декор.

* Здесь и далее иллюстрации см. на с. 12—14.

5. *P. incana* P. Gaertn., B. Mey. et Scherb. [*P. arenaria* Borkh.] — **Л. пепельная** (Л. песчаная) (рис. 6)

Гемикриптофит. IV—V. Очень редко. На небольших мелкотравных полянах и опушках, чаще на интенсивно вытаптываемых берегах водоемов в районе поселков. Несколько единичных экземпляров были обнаружены в 2021 г. в окрестности пос. Морское. — Опуш., псам.; ср. и в. евр., ю. умер. — Декор.

6. *P. intermedia* L. — **Л. средняя** (рис. 7)

Гемикриптофит. V—VII. Часто. На вытаптываемых луговинах у дорог и по опушкам, вдоль квартальных просек, на деградирующих газонах в поселках, на лугах по берегу Куршского залива (в районе пос. Морское, 84 кв. 3Д). — Опуш.-луг., псам.; ср. и в.евр., умер. — Декор.

В 1898 г. вид отмечался немецкими ботаниками в лесу у пос. Лесной (Sarkaur) «вдоль старой почтовой дороги» [5].

► **7. *P. obscura*** Wild. [*P. recta* subsp. *obscura* (Wild.) Argang.] — **Л. темная** (рис. 8)

Гемикриптофит. VI—VII. Очень редко. На рудеральных местах в поселках. Зафиксирована лишь в 2018 г. в пос. Лесной (на куче строительного мусора) и в 2023 г. — на песчаной отсыпке для полотна велодорожки (24 кв. ЗЛН). — Адв., сорно-луг.; евр., з.аз, ю. умер.

Впервые этот вид для территории только Западной Пруссии отметили немецкие ботаники в 1889 г. [5].

8. *P. reptans* L. — **Л. ползучая** (рис. 9)

Гемикриптофит. V—VII. Редко. На сорных местах в поселках, на обочинах грунтовых дорог, реже — на лугах. — Сорно-луг.; евр.-с.афр., з. и ср.аз., умер.

Виды, встречающиеся на Куршской косе только в культуре:

▼ ***Dasiphora fruticosa*** (L.) Rydb. [*Potentilla fruticosa* L.] — **Лапчатник кустарниковый**, Курильский чай кустарниковый (рис. 10)

Фанерофит. V—VIII. Культивируется в поселках и на территориях турбаз. Используется в смешанных декоративных группах с древесными и травянистыми растениями. Установлено несколько сортов с разной формой роста (по высоте) и окраской цветков: желтой (разных оттенков), белой, красно-оранжевой. — Интр.; в., ю.аз., троп. — Декор.

▼ *Potentilla indica* (Andr.) Th. Wolf [*Duchesnea indica* (Andrews) Focke] — **Лапчатка индийская**, Дюшенея (рис. 11)

Гемикриптофит. V—VII (VIII). Изредка культивируется в поселках как декоративное почвопокровное растение. — Интр.; евраз.-с.ам., аркт.-умер. — Декор., пищ.

Анализ многолетних исследований лапчаток в национальном парке «Куршская коса» показал, что он представлен восемью дикорастущими и двумя культивируемыми растениями. В настоящее время изменились давно принятые родовые названия некоторых из них. Так, *P. anserina* и *D. indica* относятся к новому роду: *Argentea* и *Potentilla* соответственно. На Куршской косе большинство дикорастущих представителей обитает в открытых, хорошо освещенных биотопах: мелкотравные луга, квартальные просеки, опушки, рудеральные сообщества. Некоторые виды лекарственные и имеют как народное (*A. anserina*, *P. argentea*), так и официальное (*P. erecta*) применение. Однако запасы их как лекарственного сырья на косе незначительны.

Лапчатки представлены в основном широкоареальными гемикриптофитами, из которых наиболее часто встречаются три вида: *A. anserina*, *P. argentea* и *P. intermedia*. Декоративным видом со множеством сортов и форм является лапчатник кустарниковый (курильский чай). Этот интродуцент, культивируемый в поселках косы, имеет достаточно продолжительные сроки цветения и длительный период сохраняет свою декоративность. Инвазии со стороны интродуцентов за период наблюдений не отмечалось.



Рис. 1. *Argentina anserina* L.



Рис. 2. *Argentina anserina*
var. *sericea*



Рис. 3. *Potentilla argentea* L.



Рис. 4. *P. erecta* (L.) Raeusch.



Рис. 5. *Potentilla impolita* Wahlenb.
[*P. argentea* subsp. *impolita*
(Wahlenb.) Hiit.]



Рис. 6. *P. incana* P. Gaertn.,
B. Mey. et Scherb.
[*P. arenaria* Borkh.]



Рис. 7. *P. intermedia* L.
(фото Г. Ю. Конечной)



Рис. 8. *P. obscura* Willd.



Рис. 9. *Potentilla reptans* L.



Рис. 10. *Dasiphora fruticosa* (L.) Rydb. [*Potentilla fruticosa* L.]



Рис. 11. *P. indica* (Andr.) Th. Wolf

Список литературы

1. Камелин П. В. Род Лапчатка — *Potentilla* L. // Флора Восточной Европы / под ред. Н. Н. Цвелёва. М. ; СПб. : Мир и семья, 2001. Т. 10. — С. 394—452.
2. Победимова Е. Г. *Potentilla* L. Состав флоры Калининградской области и ее распространение и хозяйственное значение // Тр. Бот. Ин-та АН СССР. 1955. Сер. 3, вып. 10. С. 284—285.
3. Цвелёв Н. Н. Род *Potentilla* L. — Лапчатка // Определитель сосудистых растений Северо-Западной России. СПб. : Изд-во СПХФА, 2000. С. 436—441.
4. Цвелёв Н. Н. Род *Dasiphora* Raf. — Лапчатник // Там же. С. 441.
5. Abromeit J., Jentzsch A., Vogel G. *Potentilla* L. Gänserich, Fünffingerkraut // Flora von Ost- und Westpreussen. Berlin, 1889. Bd. 1. P. 232—248.
6. 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.
7. Plants of the World Online. Kew Science. URL: <https://powo.science.kew.org/results?q=Potentilla%20anserina> (дата обращения: 09.06.2025).

Раздел 2

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

УДК 579.4:574.3

А. В. Алдушин, П. Н. Барановский

Калининградский государственный технический университет

Видовая структура рыбных сообществ озера Виштынецкого

Аннотация. В настоящей работе представлены результаты исследований, посвященных изучению рыбных сообществ озера Виштынецкого, в частности их видовой структуры. За последние пять лет определены видовые структуры донного и пелагического сообщества рыб, в том числе по глубинам, а также дана оценка степени доминирования видов указанных сообществ по индексу доминирования Палия-Ковнацки.

Abstract. This paper presents the results of studies devoted to the study of fish communities of Lake Vishtynetskoye, in particular their species structure. Over the past five years, the species structures of the bottom and pelagic fish communities have been determined, including by depth, and an assessment of the degree of dominance of the species of these communities has been given according to the Palia-Kownacki dominance index.

Ключевые слова: видовая структура, донные сообщества рыб, пелагические сообщества рыб, озеро Виштынецкое.

Key words: species structure, bottom fish communities, pelagic fish communities, Lake Vishtynetskoye.

© Алдушин А. В., Барановский П. Н., 2025

Введение

Озеро Виштынецкое — уникальный водоем для Калининградской области. Это единственное озеро из системы Мазурского (Польша) и Литовского поозерий, расположенное на территории России, самое большое по площади и самое глубокое, имеет ледниковое происхождение со сложным рельефом дна. Порядка 65 % общей площади водоема занимают глубины до 20 м, и только около 13 % приходится на глубины более 30 м. Озеро является уникальным олиготрофным водоемом, единственным в области, в котором обитают европейская ряпушка (*Coregonus albula* L.) и жилая форма сига (*Coregonus lavaretus* L.) [1].

Цель настоящей работы — современная оценка видовой структуры рыбных сообществ озера Виштынецкого и вклада каждого вида в их состав.

Материалы и методика

Видовая структура рыбных сообществ озера Виштынецкого определялась на основе данных контрольных обловов ставными сетями, которые выставлялись у дна водоема на различных глубинах, а также в толще воды в глубоководных частях озера (рис. 1). Каждая постановка включала в себя набор сетей с разным шагом — ячеи от минимального до максимального с целью минимизации влияния их селективности на получаемые результаты. Продолжительность постановки набора сетей составляла 0,5—1 сутки.

Помимо сетного лова выполнены 15 экспериментальных тралений с одновременными гидроакустическими измерениями [2]. Вместе с тем с изучением рыбных сообществ при помощи обловов проводились гидроакустические исследования, которые были направлены на решение нескольких задач, а именно: изучение суточной и сезонной динамики распределения пелагического ихтиоценоза, а также его пространственной структуры [3].

Использование порядков разноячеичных ставных сетей с шагом ячей: 6,5, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 35, 40, 45, 50 мм.

2 схемы постановки сетей:

- Донные сети: у дна водоема в различных биотопах (по глубинам)



- Пелагические сети: в толще воды на расстоянии не менее 3 м ото дна через каждые 5 метров, начиная от поверхности.

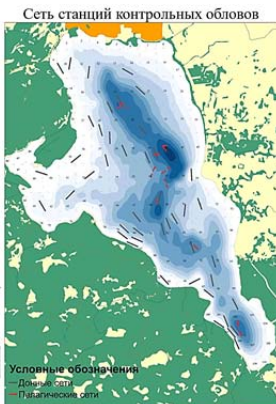
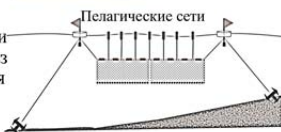


Рис. 1. Методика проведения сетных съемок на озере Виштынецком

Результаты проведенных исследований

Видовая структура донного сообщества рыб озера Виштынецкого за последние 5 лет представлена 13 видами. По численности наибольшая доля (97 %) приходится на ерша, окуня, ряпушку и плотву, при этом доля ерша и окуня составляет 38 и 29 % соответственно. По биомассе доля указанных четырех видов достигает уже 85 %, а наибольшее значение по биомассе приходится на окуня и плотву: 34 и 31 % соответственно (рис. 2).

В вертикальном распределении рыб донного сообщества прослеживаются определенные закономерности. Так, на глубинах до 10 метров по численности и биомассе преобладают окунь и плотва, при этом наибольшая доля по плотве приходится на глубины до 5 метров. На глубинах свыше 10 метров по численности доминирует ерш, также возрастает доля ряпушки и сига как по численности, так и биомассе. Доля окуня при этом снижается. С глубиной, начиная с 30 метров, возрастает доля налима по биомассе, которая достигает наибольших значений в глубоководных частях водоема (с глубинами свыше 40 метров) (рис. 3).

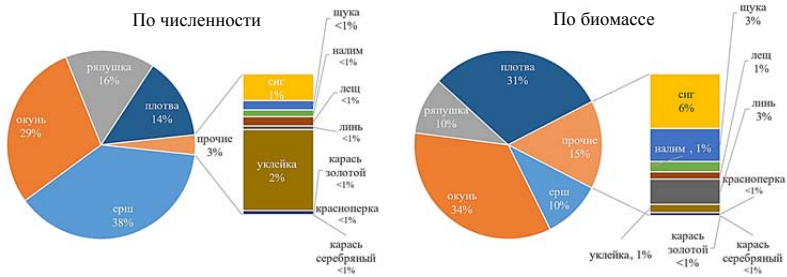


Рис. 2. Видовая структура донного сообщества рыб озера Виштынецкого

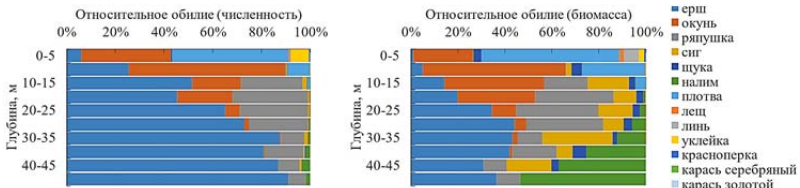


Рис. 3. Видовая структура донного сообщества рыб озера Виштынецкого (по глубинам)

Видовая структура донного сообщества рыб озера Виштынецкого за последние 10 лет не претерпевает серьезных изменений, однако можно отметить колебания относительного обилия окуня и плотвы, имеющих некоторую цикличность (рис. 4).

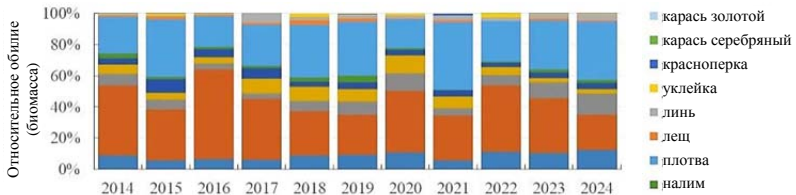


Рис. 4. Динамика видовой структуры донного сообщества рыб озера Виштынецкого

В соответствии с индексом доминирования Паляя-Ковнацки по численности в донном сообществе преобладают ерш и окунь, субдоминантные виды — ряпушка и плотва, а к субдоминантам первого порядка относятся сиг и уклейка. По биомассе основным является окунь. Плотва, ерш, ряпушка, сиг и щука — субдоминантные виды, а к субдоминантам первого порядка относятся налим, линь и лещ (рис. 5).

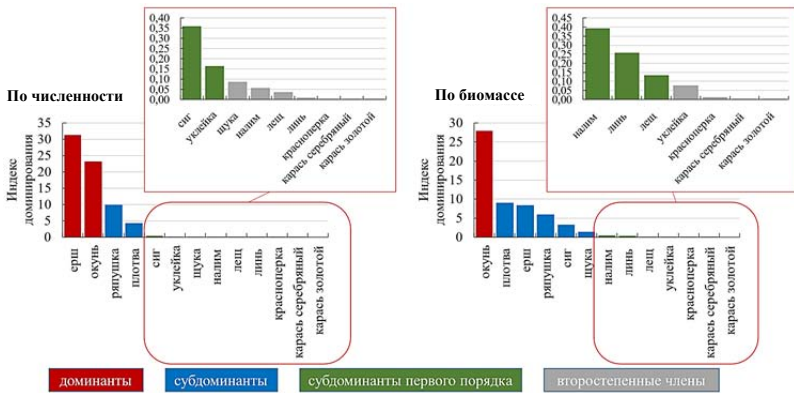


Рис. 5. Степень доминирования видов донного сообщества рыб по индексу доминирования Паляя-Ковнацки

В видовой структуре пелагического сообщества рыб озера Виштынецкого отмечаются шесть видов. По численности и биомассе наибольшая доля (96 %) приходится на ряпушку. Доля окуня — 4 % по численности и 5 % по биомассе, остальные виды составляют менее 1 %. Экспериментальные траления также подтверждают, что доля ряпушки в толще воды как по численности, так и по биомассе самая большая (рис. 6).

В вертикальной структуре только в приповерхностном слое доля ряпушки по численности и биомассе не является наибольшей (это связано с температурными условиями и стратификацией вод в водоеме [3]). По численности и биомассе

в слое глубин до 5 метров преобладает окунь, также встречаются плотва и уклейка. В слое глубин 25—30 метров можно отметить незначительную долю ерша (рис. 7).

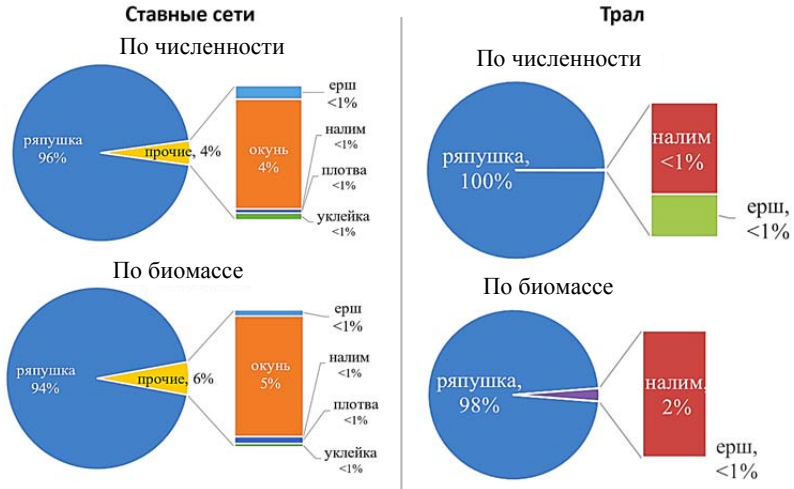


Рис. 6. Видовая структура пелагического сообщества рыб озера Виштынецкого

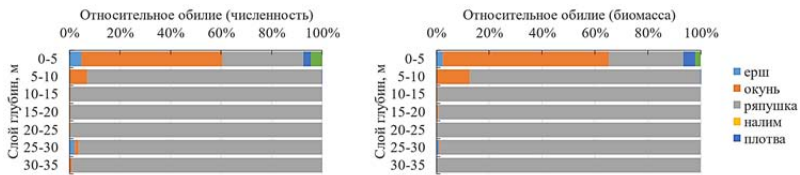


Рис. 7. Видовая структура пелагического сообщества рыб озера Виштынецкого (по слоям глубин)

В соответствии с индексом доминирования Паляя-Ковнацки по численности и биомассе преобладающим видом пелагического сообщества выступает ряпушка, субдоминантой — окунь.

Ерш и уклейка по численности относятся к субдоминантам первого порядка. По биомассе, за исключением ряпушки и окуни, остальные виды можно отнести к второстепенным (рис. 8).

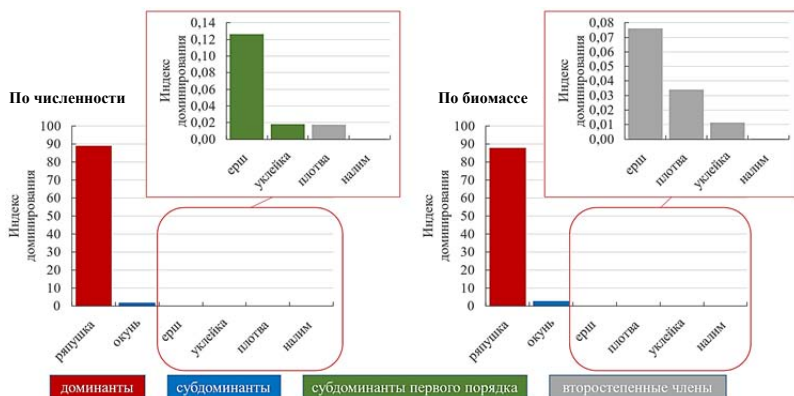


Рис. 8. Степень доминирования видов пелагического сообщества рыб по индексу доминирования Паляя-Ковнацки

Ряпушка — ценный объект промысла, в связи с чем дополнительно была изучена сезонная динамика вертикальных миграций ряпушки и ее пространственное распределение по акватории водоема. Вертикальные миграции ряпушки имеют выраженный сезонный аспект. В период весенней гомотермии ряпушка распределена по всей толще воды и выходит на глубины до 8 метров, высота слоя скоплений может достигать 25 метров с максимальными концентрациями в слое 15—25 метров. По мере прогрева воды в озере формируется слой температурного скачка, который устанавливается в горизонте около 15 метров. В этот период ряпушка концентрируется в глубоководной зоне, формируя два основных слоя скоплений — 15—20 и 25—35 метров с наибольшими концентрациями в слое 25—35 метров. В сентябре слой скачка опускается на глубину и постепенно размывается, а в октябре-ноябре устанавливается осенняя гомотермия и ряпушка снова распределяется по всей толще воды, и картина становится схожей с весенним периодом.

Распределение ряпушки по акватории водоема определяется его температурными и морфологическими условиями. В период весенней гомотермии карта плотностей скоплений ряпушки имеет рассредоточенный характер распределения, что свидетельствует о благоприятных термических условиях на большей части акватории водоема. По мере прогрева воды и установления слоя температурного скачка ряпушка мигрирует в сторону больших глубин (15 м и ниже), что сказывается на ее пространственном распределении: площадь акватории, приемлемая для ее обитания, сокращается, а скопления приурочены к глубоководным впадинам.

Следует отметить, что работы по изучению рыбных сообществ и среды их обитания на озере Виштынецком ведутся ежегодно с 2006 года (после некоторого перерыва в 90-е). Собранные в ходе проводимых комплексных рыбохозяйственных исследований материалы стали основой для оценки текущего состояния водоема и его обитателей, а также служат для оценки объемов возможного вылова промысловых видов рыб.

Выводы

Озеро Виштынецкое — уникальная экосистема с наличием различных экологических групп рыб, их зональностью и сезонной изменчивостью распределения, что объясняется специфическими морфологическими особенностями водоема, значительной глубиной и сезонной термической стратификацией. Сохранение биоразнообразия данного водоема требует учета выявленных закономерностей распределения рыб и продолжения регулярных комплексных исследований.

Список литературы

1. Берникова Т.А. Озеро Виштынецкое. Физико-географическая и гидрологическая характеристика // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. Калининград : Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. С. 94—97.

2. *Шибает С. В.* Первые результаты экспериментального тралового лова в оз. Виштынецком Калининградской области / С. В. Шибает, С. В. Левченко, А. В. Алдушин, О. А. Новожилов, А. В. Белых // Инновации в науке, образовании и бизнесе — 2012: IX Международная научная конференция : материалы. Калининград : Изд-во КГТУ, 2012. С. 71—73.

3. *Алдушин А. В.* Гидроакустические исследования пелагического ихтиоценоза озера Виштынецкого Калининградской области / А. В. Алдушин, С. В. Шибает // Биология внутренних вод. 2016. № 4. С. 54—63.

УДК 502.74: 599.6/.73

К. А. Иванюков

ФГБУ «Национальный парк "Куршская коса"»

**Результаты регистрации мест гибели копытных животных
в национальном парке «Куршская коса»
в период 1996—2024 годы**

Аннотация. Рассмотрены результаты мониторинга гибели копытных животных на территории национального парка «Куршская коса» за период 1996—2024 гг. Получены данные о количестве погибших копытных на автодороге Зеленоградск — Морское в результате наезда автотранспорта, их половозрастной состав. Выделены участки дороги, где животных сбивают чаще.

Abstract. The results of monitoring the death of ungulates in the territory of the Kurshskaya kosa National Park for the period 1996—2024 are considered. Data on the number of ungulates killed on the Zelenogradsk — Morskoye highway as a result of being hit by vehicles, their age and sex composition are obtained. The sections of the road where animals are hit more often are shown.

Ключевые слова: копытные, распространение, национальный парк «Куршская коса», регистрации встреч и гибели.

Key words: ungulate, dispersal, Kurshskaya kosa National Park, records of meetings and deaths.

Введение

На гибель животных в национальном парке «Куршская коса» влияют как естественные факторы (аномально холодные, многоснежные зимы; сокращение кормовых ресурсов), так и антропогенное воздействие, в качестве которого выступает проходящая вдоль Куршской косы автодорога и высокая рекреационная нагрузка [2].

Среди крупных млекопитающих (на Куршской косе встречаются четыре вида копытных: лось, европейская косуля, кабан, пятнистый олень) объектами дорожно-транспортных происшествий часто становятся копытные животные, в таких случаях составляются акты их гибели.

Из-за небольшой площади национального парка и в связи с тем, что проходящая вдоль косы дорога делит территорию пополам, копытным и прочим животным приходится часто пересекать дорожное полотно, чтобы попасть на другую сторону. Таким образом, автотрасса представляет несомненную опасность для животного мира. Проблемы, связанные с гибелью животных в результате наезда автотранспорта, достаточно актуальны [1]. Их исследование позволит оценить негативные эффекты воздействия транспортной инфраструктуры на экосистемы, животных, популяции редких и охраняемых видов, минимизировать дорожно-транспортные происшествия с участием животных [3].

Ежедневный мониторинг позволяет выявить места, где животные чаще всего пересекают автотрассу Зеленоградск — Морское, и участки дороги, представляющие для них наибольшую опасность [1].

В статье анализируются данные по гибели копытных животных на автомобильной дороге Зеленоградск — Морское за двадцатидевятилетний период.

Материал и методы

Методы исследования: в ходе ежедневного мониторинга сотрудниками национального парка проводится фиксация встреч животных, их следов и регистрация мест их гибели. При регистрации мест гибели животных указываются дата, время и место гибели, вид, пол и возраст погибшего животного, а также причина гибели (табл. 1). Сведения вносятся в базу данных. Электронная база данных составляется в программе Excel.

Обработка данных и составление карт-схем мест регистрации встреч и гибели диких копытных осуществляется с помощью программного обеспечения ГИС MapInfo Professional 11.0. [2].

Таблица 1

Пример заполнения базы данных регистрации гибели копытных

Дата	Время	№ квартала	Уч. лесничества	Км	Вид	Пол	Возраст (до года / взрослая особь)	Причина гибели
27.03.2024	08:50	56	Зеленоградское	7	Лось	Самка	До года	Сбита
28.09.2024	20:30	14	Золотые Дюны	48	Косуля	Самка	Взрослая	Сбита
01.12.2024	12:10	58	Золотые Дюны	32	Олень пятнистый	Самка	Взрослая	Сбита
04.11.2024	18:50	9	Зеленоградское	25	Кабан	Самец	До года	Сбит

Данные ежедневного мониторинга охватывают период с 1996 по 2024 г. [1].

Через национальный парк «Куршская коса» проходит автодорога Зеленоградск — Морское, ее протяженность — 49 км.

Результаты и обсуждение

За рассматриваемый период под колесами автомобилей на дороге, проходящей в национальном парке, погибло 235 особей копытных животных. Анализ имеющихся данных о столкновениях диких животных с автотранспортом показал, что из копытных чаще всего на дороге погибают косули и кабаны, реже — лоси и пятнистые олени (табл. 2). Ежегодно на территории парка в результате наезда автотранспорта в среднем среди копытных регистрируется гибель одного лося, одного пятнистого оленя, пяти кабанов и пяти косуль (табл. 2).

Таблица 2

Гибель копытных в национальном парке «Куршская коса» в 1996—2024 гг., особи

Косуля		Кабан		Пятнистый олень		Лось	
Всего	Сбито	Всего	Сбито	Всего	Сбито	Всего	Сбито
148	104	134	102	18	9	37	20

Как видно из таблицы 2, основная причина гибели копытных животных на территории национального парка — дорожно-транспортные происшествия. На рисунке 1 показаны среднесуточные доли случаев гибели всех видов копытных, обитающих на территории национального парка. Показатели среднесуточной смертности кабана и косули в случаях гибели при ДТП составляют 81 и 83 % от общей среднесуточной смертности. Эти виды самые распространенные и многочисленны. Доля гибели лосей на дороге, при относительно невысокой численности, составляет 65 % от общей среднесуточной смертности. Основная масса пятнистого оленя обитает локально, в самой широкой части Куршской косы, в районе 29—32-го км автодороги Зеленоградск — Морское [1; 2], вероятно, поэтому гибель этого вида в результате наезда автотранспорта ниже (50 %) (рис. 1).

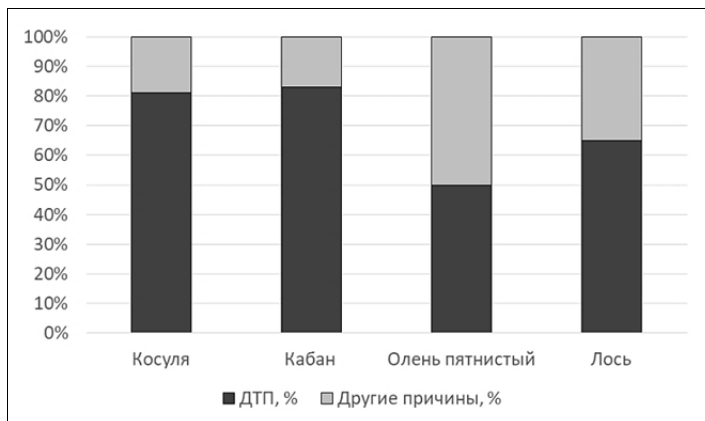


Рис. 1. Причины гибели копытных в национальном парке «Куршская коса» в 1996—2024 гг.

Рассмотрим соотношение половозрастных групп сбитых копытных в 1996—2024 гг. (рис. 2).

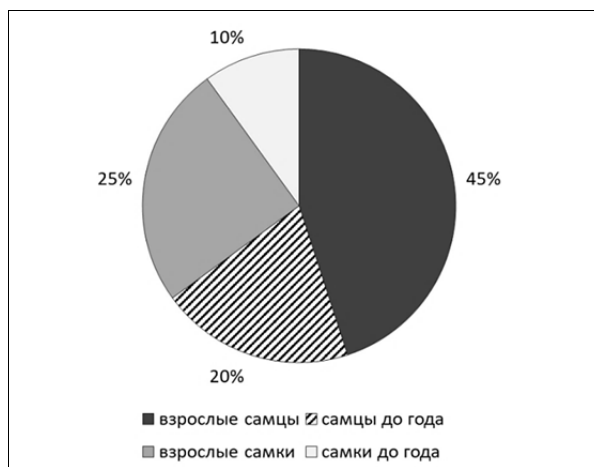


Рис. 2. Половозрастной состав погибших копытных в результате наезда автотранспорта в 1996—2024 гг.

В результате ДТП взрослые особи гибнут более чем в два раза чаще, чем молодые. Самки сбиваются автотранспортом почти в два раза реже, чем самцы. Среди копытных, в частности у косули, при ДТП погибает больше всего взрослых самцов и самок, молодняк (в возрасте до года) — редко. Самцы кабана обеих возрастных групп гибнут под колесами автомобилей в два раза чаще, чем самки, также у кабана самый высокий процент смертности молодняка. Гибель пятнистого оленя в ДТП происходила очень редко. У лося самцы сбиваются чаще самок, молодые животные — реже (рис. 3).

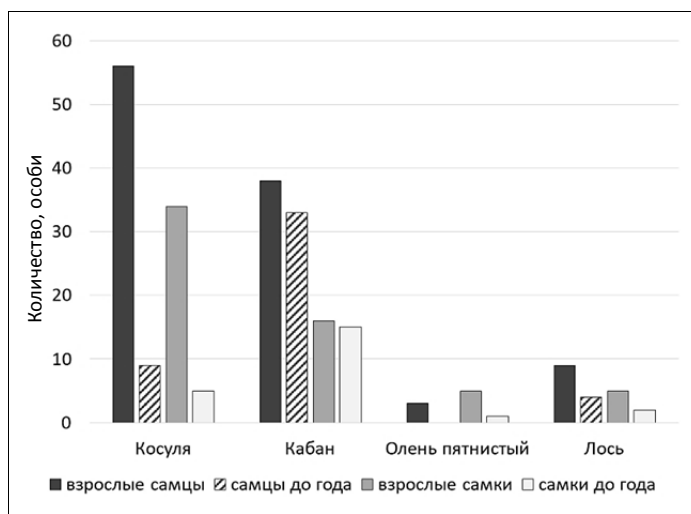


Рис. 3. Половозрастные группы по видам сбитых копытных в 1996—2024 гг.

На основе полученных данных отмечены места, где копытные животные чаще всего гибнут от автотранспорта (рис. 4).

Анализ базы данных регистрации гибели копытных показывает, что больше всего сбитых косуль (от 4 до 7 особей) отмечено на 4—10, 12, 15, 19—22, 24, 29, 46-м км автотрассы. Кабана (от 4 до 8 особей) часто сбивали на 3, 5, 8—9, 12, 14, 18, 26, 30—32-м км. Гибель пятнистого оленя на автотрассе

(до 2 особей) происходила на 30—32-м км. Лось (до 2 особей) в результате наезда автотранспорта пострадал на 9, 20, 23, 30, 47, 49-м км.

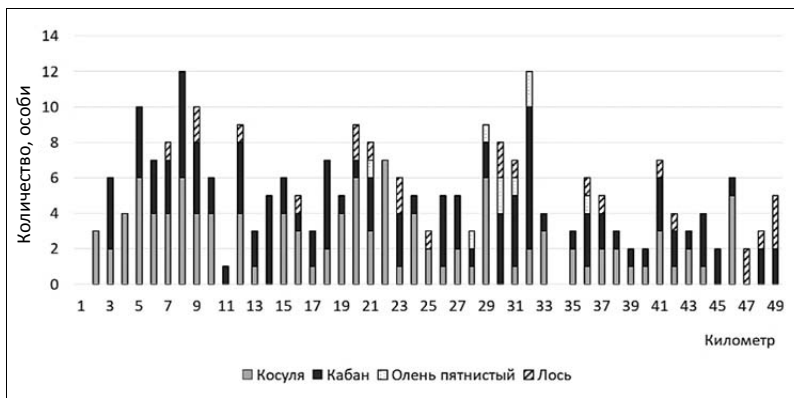


Рис. 4. Регистрация мест гибели копытных в результате наезда автотранспорта на автодороге Зеленоградск — Морское в период с 1996 по 2024 г.

В результате больше всего погибших животных зафиксировано на 3, 5—10, 12, 15, 18, 20—23, 29—32, 36, 41, 46-м км. В этих местах погибло от 6 до 12 животных. Данные участки представляют наибольшую опасность для пересекающих автодорогу животных.

Гибель косули при ДТП происходила в основном в апреле-мае, июле-августе и ноябре. Повышенная активность у косули на дороге в июле связана с массовым гоним. В апреле-мае на ее активность, вероятно, оказывает проявление территориального поведения. В начале осени повышенная гибель лосей и оленей связана со временем гона, когда самцы теряют осторожность и активно перемещаются. Кабаны чаще гибли в мае, августе и в осенний период с сентября по ноябрь. Гибель кабана в июне-августе совпадает с отходом молодняка от семейных групп, в октябре-ноябре — с началом гона (рис. 5).

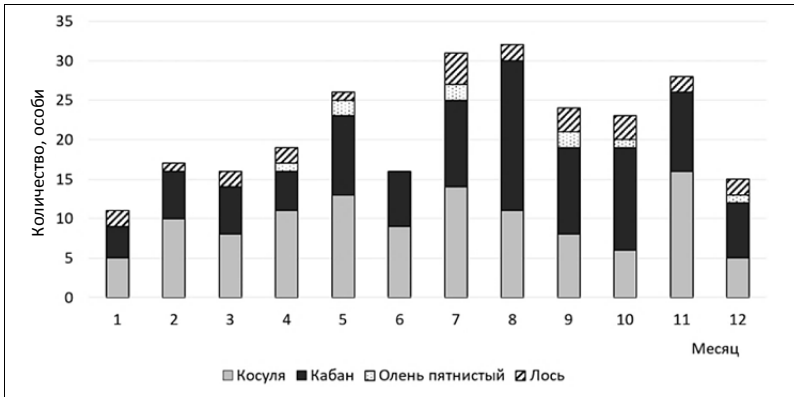


Рис. 5. Гибель копытных в результате наезда автотранспорта в течение года в период с 1996 по 2024 г.

В национальном парке копытные наиболее активны в утренние и вечерние часы, в дневное время наблюдается спад активности, что отражается на динамике гибели животных в течение суток. В ночное время автомобильный трафик низкий, поэтому количество сбитых животных невелико (рис. 6).

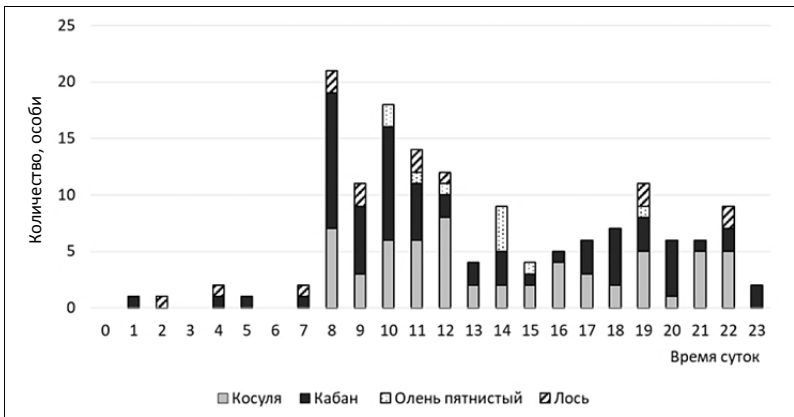


Рис. 6. Гибель копытных в результате наезда автотранспорта в течение суток в период с 1996 по 2024 г.

На невысокую численность лося, вполне естественную для такой территории, автотранспорт оказывает существенное влияние. Случаи гибели возрастают осенью в период гона и весной в период размножения. Животные становятся более активными и чаще пересекают дорогу, особенно в сумеречное время. В осенний период световой день сокращается, темнеет раньше. Дорожный трафик активный, в том числе в вечернее время. Сама дорога достаточно узкая, извилистая. Кусты и деревья расположены близко, поэтому видимость снижена. Несоблюдение скоростного режима, который на территории национального парка «Куршская коса» ограничен 60 км/ч, повышает риск столкновения автомобилей с животными. Животные могут неожиданно выскочить перед автомобилем, а при высокой скорости водитель не успевает среагировать.

За рассматриваемый период на территории национального парка «Куршская коса» основной причиной гибели копытных являются ДТП. Больше всего погибают европейская косуля и кабан как самые распространенные виды. Среди копытных чаще гибнут взрослые самцы. На рисунке 4 отмечены наиболее опасные участки автотрассы.

Список литературы

1. *Иванюков К. А.* Многолетняя динамика численности копытных животных и результаты ежедневного мониторинга // 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. 140—150.

2. *Иванюков К. А.* Тенденции изменения численности и распространения копытных на территории национального парка «Куршская коса» (с 2013 по 2018 год) // Там же. 2019. Вып. 15. С. 56—69.

3. *Соловьёв В. А., Егорова Н. Ю.* Многолетние тренды гибели копытных на дорогах Кировской области // Вестник охотоведения. 2024. Т. 21, № 3. С. 289—298.

УДК 574.583:574.587 (261.24)

**Ю. Ю. Полунина¹, М. А. Герб¹, А. А. Володина^{1,2}, С. В. Александров¹,
О. А. Дмитриева^{1,3}, А. Ю. Шартон¹, А. С. Мельник¹, С. А. Щербаков¹**

¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

²Балтийский федеральный университет им. И. Канта

³Атлантический филиал ВНИРО («АтлантНИРО»)

Характеристика биологических сообществ и гидрохимических показателей прибрежных вод Куршского залива вдоль Куршской косы в 2024 году

Аннотация. Проанализирована пространственная и временная динамика гидрохимических и гидробиологических показателей прибрежных вод западного берега Куршского залива в 2024 г. Отдельные гидрохимические показатели (БПК₅, некоторые тяжелые металлы) превышали ПДК. Показатели растворенного в воде кислорода были выше 100 % насыщения во все сезоны, а развитие биологических сообществ было в пределах многолетних вариаций. Отмечены гиперэвтрофные условия по показателям биомассы фитопланктона и концентраций хлорофилла *a*.

Abstract. The spatial and temporal dynamics of hydrochemical and hydrobiological indicators were analyzed within the coastal waters of the western shore of Curonian Lagoon in 2024. Certain hydrochemical parameters (BOD₅, some heavy metals) exceeded permissible levels. However, dissolved oxygen concentrations remained above 100 % saturation throughout all seasons, and the development of biological communities fell within long-term variations. Hypertrophic conditions were observed based on phytoplankton biomass and chlorophyll *a* concentrations.

Ключевые слова: Куршский залив, фитопланктон, зоопланктон, макрофиты, макрозообентос, биогенные элементы, хлорофилл *a*, растворенный кислород, БПК₅, тяжелые металлы.

Key words: Curonian Lagoon, phytoplankton, zooplankton, macrophytes, macrozoobenthos, nutrients, BOD₅, chlorophyll *a*, heavy metals.

Введение

Комплексные исследования прибрежных вод западного берега Куршского залива ведутся Институтом океанологии с 2001 г. Экологический мониторинг прибрежной зоны, оценивающий биоразнообразие, структурно-функциональные характеристики планктона, бентоса, макрофитов и отдельных гидрохимических показателей в разные сезоны года, не теряет актуальности на фоне изменяющихся условий окружающей среды и имеет природоохранную и туристско-рекреационную значимость. Часть акватории залива, примыкающей к Куршской косе, в конце 2024 г. была включена в охранную зону национального парка. Это обуславливает необходимость научных исследований и ведения экологического мониторинга в охранной зоне Куршского залива.

Материалы и метод

Гидробиологические и гидрохимические пробы отбирали в прибрежной зоне Куршского залива (глубина около 1 м) на территории НП «Куршская коса» весной (25 апреля), летом (22 июля) и осенью (8 октября) 2024 г. на 6 станциях: 440 (пос. Лесной); 403 (в районе НЭБ АтлантНИРО); 404 (музейный комплекс НП); 406 (Рыбачинский мыс), 439 (Черногорская бухта, мол в пос. Рыбачий, глубина до 3 м), 407 (пос. Морское, т/б «Досуг») (рис. 1). Температуру воды измеряли водным термометром, прозрачность — диском Секки на ст. 439.

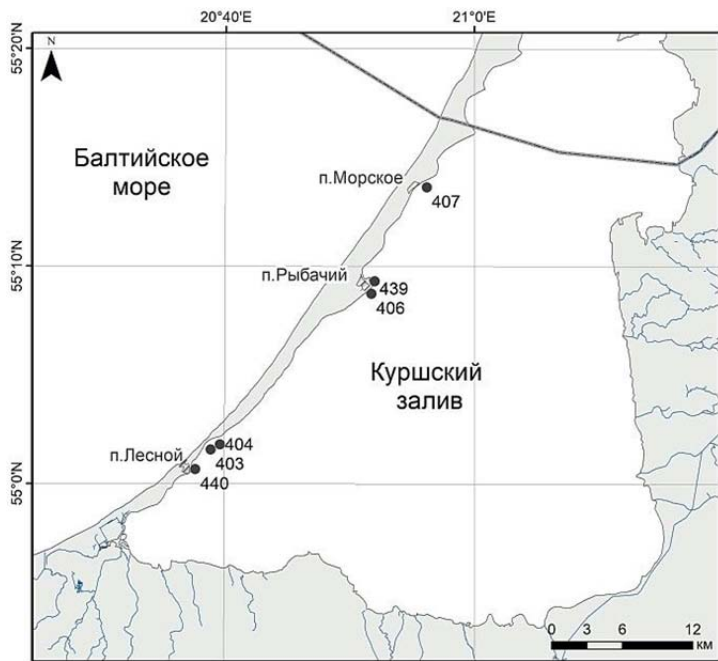


Рис. 1. Карта-схема расположения прибрежных станций западного берега Куршского залива в 2024 г.

Пробы воды для определения растворенного кислорода, биохимического потребления кислорода — БПК₅, биогенных элементов: азота нитратного, нитритного, аммонийного и валового, фосфора фосфатов (минерального) и валового отбирали с горизонта 0—0,5 м. Химический анализ выполняли стандартными методами [14]. Определение азота и фосфора проводилось на спектрофотометре КФК-3КМ. Концентрацию в воде хлорофилла *a* после фильтрования выявляли экстракционным методом на спектрофотометре СФ-56 согласно ГОСТ [3]. Всего обработано 34 пробы.

На содержание тяжелых металлов в воде проанализированы девять проб методом атомно-абсорбционного анализа [11].

Предварительно пробы фильтровались через мембранный фильтр. Содержание кадмия (Cd) и свинца (Pb) определялось на атомно-абсорбционном спектрофотометре (ААС) Квант Zeta; ионов меди (Cu), цинка (Zn), никеля (Ni), хрома (Cr^{3+}) — на ААС Varian AA240FS. Значения сравнивали с ПДК согласно нормативам качества вод водных объектов рыбохозяйственного значения [12].

Пробы *фитопланктона* объемом 0,5 л отбирали с поверхности, фиксировали, обрабатывали общепринятыми методами [13]. К доминантам относили виды и группы водорослей, составивших более 10% от общей численности и/или биомассы фитопланктона в пробе. Пробы *зоопланктона* отбирали, процеживая 50 л воды через сеть Апштейна (ячейка 100 мкм), на ст. 439 — сетью Джеди облавливали весь слой воды от дна до поверхности ($d=14$ см, ячейка 100 мкм). Пробы фиксировали и обрабатывали по общепринятым методикам [10; 13]. *Ботанические* описания растительности проводили по общепринятым методикам изучения прибрежно-водной растительности [7]. Описания делали методом пробных площадей 100 м², для водных сообществ — 4 м². Пробы *макрозообентоса* отбирали дночерпателем Ван-Вина (0,025 м², объем 2 л), промывали, фиксировали и обрабатывали по стандартным методикам [9; 13]. Животных определяли до вида, некоторых — до группы. Отобрано и обработано проб: фитопланктона — 18; зоопланктона — 18; макрофитов — 10; макрозообентоса — 48. Все виды камеральных работ выполнены в лабораториях АО ИО РАН.

Результаты и обсуждение

Гидролого-гидрохимические показатели. В период исследований прозрачность воды изменялась незначительно: 0,5 м — в апреле и октябре, 0,6 м — в июле. Температура воды в апреле изменялась в диапазоне 7,0—10,0 °С, в июле — 24,0—27,0 °С, в октябре —12,0—14,8 °С, что соответствовало весеннему, летнему и осеннему биологическому сезону.

Основными показателями гидрохимического режима водоемов служат концентрации растворенного кислорода, БПК₅, растворенных форм азота и фосфора. В апреле концентрации основных минеральных форм биогенных элементов — нитратного азота (258—854 мкгN/дм³) и фосфора фосфатов (10—38 мкгP/дм³) — характеризовались высокими величинами в результате их зимнего накопления и постепенного использования фитопланктоном в весенний период. В июле концентрации многократно снижались до годового минимума (1—18 мкгN/дм³ и 2—24 мкгP/дм³), обусловленного их потреблением при интенсивном «цветении» воды в летний период. Отличительной особенностью стало сохранение минимальных величин (1—5 мкгN/дм³, 2—12 мкгP/дм³) в октябре (рис. 2, 3) как результат благоприятных для фитопланктона гидрологических условий осенью 2024 г. и продолжения активного потребления биогенных элементов.

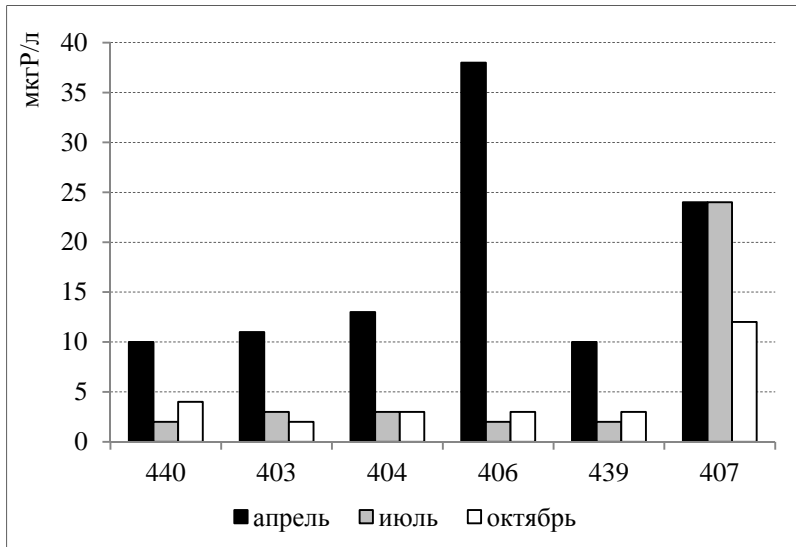


Рис. 2. Концентрация фосфора фосфатов в прибрежной зоне Куршского залива в 2024 г.

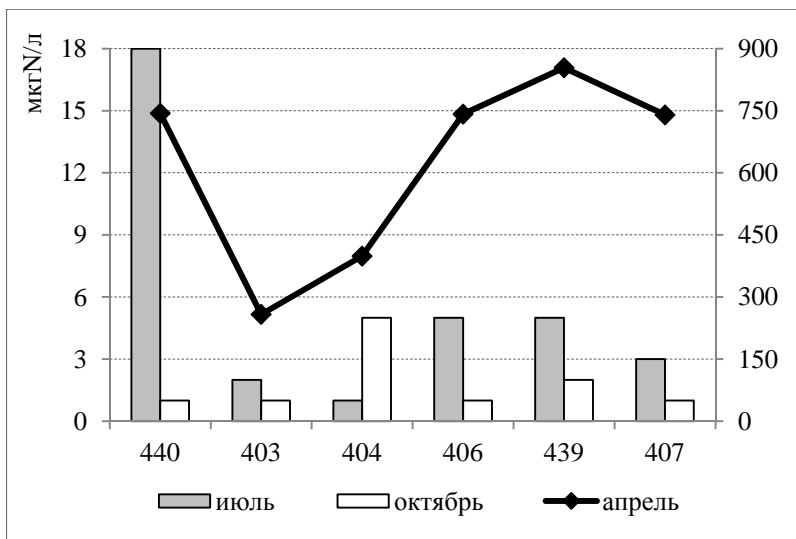


Рис. 3. Концентрация нитратного азота в прибрежной зоне Куршского залива в 2024 г.

Концентрации нитритного азота как промежуточной формы цикла азота были на низком уровне (1—6 мкгN/дм³), соответствующем многолетнему состоянию вод Куршского залива [15]. Концентрации аммонийного азота в заливе связаны главным образом с биохимическим разложением органических веществ, прежде всего планктонных организмов. Весной (5—18 мкгN/дм³) и осенью (6—25 мкгN/дм³) они характеризовались более высокими величинами, обусловленными разложением органических веществ после весеннего и летнего «цветения» воды, а в июле были ниже — 2—12 мкгN/дм³ (рис. 4). В 2024 г. концентрации летом и осенью оказались многократно ниже, чем периодически отмечалось ранее в прибрежной зоне Куршского залива (до 1703—2896 мкгN/дм³ в 2014—2015 гг.) в результате опасного для прибрежной экосистемы скопления цианобактерий [2].

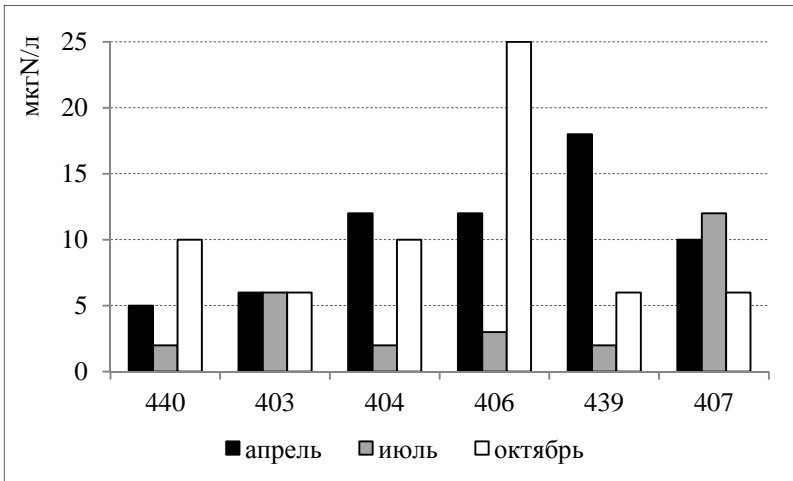


Рис. 4. Концентрация аммонийного азота в прибрежной зоне Куршского залива в 2024 г.

Содержание валового азота с апреля по июль значительно снижалось (в 3 раза) как следствие уменьшения концентрации нитратного азота и сохранялось на низком уровне осенью. Содержание валового фосфора, которое характеризует суммарные концентрации в воде всех форм фосфора, сохранялось в апреле и июле на близком уровне (в среднем 40 и 50 мкгP/дм³). В результате извлечения минерального азота и фосфора фитопланктоном и включением их в состав органических веществ, летом органическая составляющая значительно увеличивалась (в среднем до 90—95 %).

Измеренные нами концентрации минеральных форм азота и фосфора в заливе были многократно ниже ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения, которые составляют для нитритов — 20 мкгN/дм³; нитратов — 9000 мкгN/дм³; аммонийного азота — 400 мкгN/дм³, фосфора фосфатов — 200 мкгP/дм³ [12]. Отмечено устойчивое повышение концентрации минерального фосфора (до 24 мкгP/дм³) у пос. Мор-

ское во все сезоны (рис. 2), которые были многократно выше, чем на других станциях мониторинга, и, возможно, свидетельствует о небольшом локальном загрязнении сточными водами.

БПК₅ является важнейшим критерием загрязнения водоема органическим веществами. Для акватории залива наблюдались повышенные величины БПК₅, составлявшие в июле 5,7—7,7 мгО₂/дм³ и незначительно снижающиеся в октябре до 4,4—5,5 мгО₂/дм³. Данные величины превышают ПДК для рыбохозяйственных водоемов (2,1 мгО₂/дм³), однако высокий уровень по БПК₅ характерен для высокоэвтрофного Куршского залива на протяжении всего безледного периода, и обычно БПК₅ достигает максимума летом в период «цветения» воды. Несмотря на высокие величины БПК₅, содержание растворенного кислорода в апреле 2024 г. было 14,0—15,0 мгО₂/дм³, в июле — 10,0—11,9 мгО₂/дм³ и в октябре — 11,3—12,5 мгО₂/дм³, что составляло 124—127, 119—149 и 105—124 % насыщения воды благодаря активному фотосинтезу фитопланктона. В 2024 г. величины БПК₅ летом и осенью оказались многократно ниже, чем отмечали в предыдущие годы, в период массового скопления цианобактерий, когда величины БПК₅ в десятки раз превышали ПДК, а концентрации кислорода снижались до нуля [2]. Как следствие, в 2024 г. наблюдался благоприятный кислородный режим для развития гидробионтов в прибрежной зоне залива национального парка.

Тяжелые металлы в воде. Повышенное содержание тяжелых металлов в воде негативно влияет на воспроизводство и продуктивность гидробионтов, аккумулируется в трофических цепях, что может быть опасным для здоровья человека. В 2024 г. на всех точках отбора выявлено превышение ПДК [12] для меди (0,017—0,024 мг/дм³), цинка (0,013—0,035 мг/дм³) и никеля (0,001—0,013 мг/дм³) в воде. Превышение ПДК для меди отмечалось ежегодно, однако в 2024 г. (значения 17—24 ПДК) оно было ниже, чем в 2022—2023 гг. (20—70 ПДК). Для цинка содержание превышало в 2—3 раза ПДК, для никеля — 1,3 ПДК. Содержание кадмия (0,00009—0,00045 мг/дм³)

и хрома ($0,025—0,036$ мг/дм³) не превышало ПДК. Концентрация хрома в 2024 г. была ниже, чем в 2023 г. Содержание свинца колебалось от $0,00268$ до $0,00564$ мг/дм³ на ст. 407, что в пределах допустимых концентраций, за исключением ст. 440 ($0,00767$ мг/ дм³), где установлено превышение ПДК ($0,006$ мг/дм³). Вероятный источник попадания свинца в воду — поверхностный сток, поскольку ст. 440 располагается недалеко от автомобильного шоссе в пос. Лесном.

Гидробиологические показатели. Высокие величины хлорофилла *a* в 2024 г. зафиксированы в апреле ($35—98$ мкг/дм³), характеризую начало интенсивного развития микроводорослей. В июле в период массового развития цианобактерий концентрации хлорофилла *a* составляли $55—94$ мкг/дм³. В октябре величины хлорофилла *a* снизились до $14—18$ мкг/дм³, что благоприятно для рекреационного и рыбохозяйственного состояния прибрежных вод. В июле средние концентрации хлорофилла *a* соответствовали гипертрофному уровню вод (75 мкг/дм³), аналогичную оценку дает осредненная за вегетационный период величина (> 25 мкг/дм³) [17]. Полученные величины отражают достаточно высокий уровень эвтрофирования вод Куршского залива, что соответствует многолетним данным, характеризую его как высокоэвтрофный водоем, с высокими величинами хлорофилла *a*, особенно в период летнего массового развития фитопланктона и «цветения» воды [1]. Тем не менее данные 2024 г. оказались многократно ниже, чем отмечалось в предыдущие годы при «гиперцветении» вод и скоплении водорослей в прибрежной зоне (хлорофилл *a* достигал 690 мкг/дм³), которое вело к неблагоприятным последствиям в экосистеме [2].

В фитопланктоне обнаружено 152 таксона рангом ниже рода из 7 систематических групп и сборной группы неидентифицированных жгутиковых. В исследуемые сезоны на всех станциях доминировали цианобактерии, диатомовые и зеленые водоросли. Доля этих отделов в суммарной биомассе в апреле составляла в среднем 34, 42, 11 %, в июле — 63, 23,

6%, в октябре — 74, 22, 2%. Значения биомассы фитопланктона в апреле были в диапазоне 5,27—49,02 (в среднем $20,11 \pm 15,36$) г/м³, в июле биомасса возросла, составляя в среднем $44,68 \pm 22,93$ г/м³, в октябре варьировали в пределах 22,40—65,94 (в среднем $51,40 \pm 15,81$) г/м³ (рис. 5).

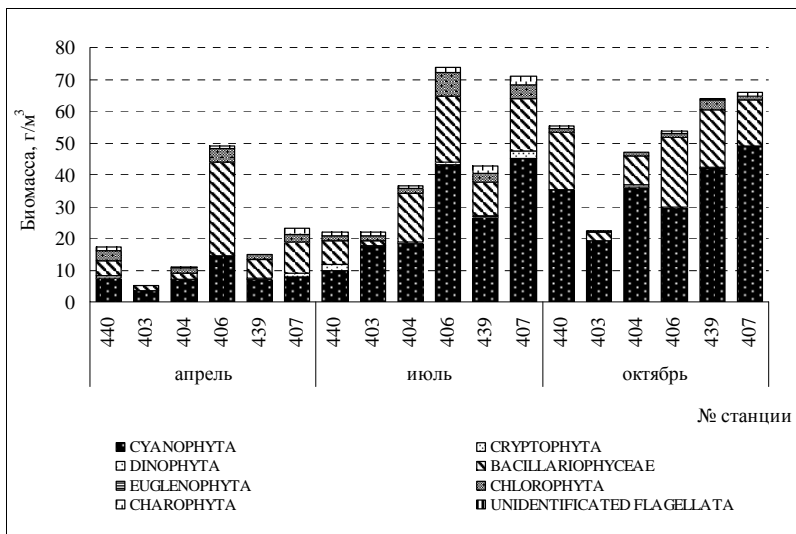


Рис. 5. Биомасса основных систематических групп фитопланктона в прибрежной зоне Куршского залива в 2024 г.

В апреле доминировали главным образом *Limnothrix redekei* (10% суммарной биомассы), *Planktothrix agardhii* (10—27%), *Stephanodiscus astraea* (10—22%), *Pseudopediastrum boryanum* (10%), *Actinocyclus normanii* (17%). В июле преобладали: *Anabaena lemmermannii* (11%), *Anabaena spiroides* (18%), *Aphanizomenon flos-aquae* (47%), *Microcystis wesenbergii* (10%), *A. normanii* (18—36%), *P. agardhii* (12—15%), *Fragilariforma virescens* (10%). В октябре — *L. redekei* (11%), *Woronichinia compacta* (10—24%), *P. agardhii* (3778%), *A. normanii* (10—29%) (рис. 6).

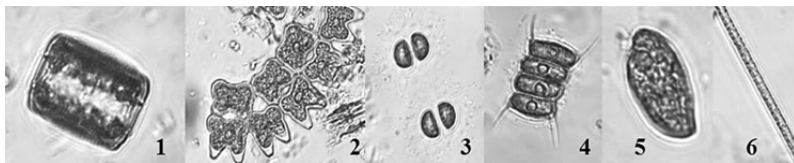


Рис. 6. Доминирующие и характерные виды фитопланктона в прибрежной зоне Куршского залива в 2024 г.:
1 — *Actinocyclus normanii*; 2 — *Pediastrum duplex*; 3 — *Chroococcus* sp.;
4 — *Scenedesmus quadricauda*; 5 — *Cryptomonas ovata*;
6 — *Planktothrix agardhii*

В последние годы в фитоплактоценозе Куршского залива отмечено усиление роли цианобактерии *P. agardhii*. В 2024 г. *P. agardhii* развивался в течение всех месяцев на всех станциях залива. В апреле и июле его биомасса варьировала от 1,72 до 9,09 г/м³, в октябре уровень его развития был максимальным за период проведения исследований в Куршском заливе с начала 2000-х гг., биомасса на исследуемых станциях изменялась от 17,51 до 42,34 г/м³. Другими доминантами в летне-осенний период стали виды р. *Microcystis*. В июне-августе 2001, 2003, 2005—2015 гг. биомасса этих цианобактерий варьировала в пределах 0,1—80,0 г/м³, а летом 2002 г. достигала 300 г/м³ [5]. В 2024 г. этот вид выявлен на большинстве станций во все сезоны (0,03—10,97 г/м³), в июле биомасса оказалась высокой и составила в среднем 3,82 г/м³.

Средняя за вегетационный сезон биомасса фитопланктона в 2024 г. была 38,73 г/м³, что согласно классификации для определения трофности водоема [16] позволяет отнести прибрежную зону к гиперэвтрофной. Биомасса была выше величин, как правило, наблюдаемых в этом водоеме (около 17 г/м³), при максимальном показателе 71 г/м³ в 2015 г. [4; 8].

Зоопланктон был представлен 55 видами и более крупными таксонами: Rotifera — 23, Copepoda — 14, Phyllopoda — 18, что выше, чем в 2023 г. В меропланктоне присутствовали личинки *Bivalvia*. Только на ст. 407 в июле обнаружены копеподитные стадии морского эвригалинного вида *Temora longicornis*.

Отмечена сезонная сукцессия видов: в ранневесеннем сезоне по численности преобладали коловратки — 41 % (доминировали *Keratella cochlearis* и *K. quadrata*) и веслоногие ракообразные (59 %), при этом доля ветвистоусых ракообразных не превышала 0,5 % общей численности. Основу биомассы составлял один вид циклопов *M. leuckarti leuckarti* (93 %), доля остальных видов была незначительна. В июле структура зоопланктона изменилась: доля коловраток существенно уменьшилась до 3,5 %, а доля веслоногих и ветвистоусых ракообразных возросла до 80 и 17 % соответственно. Летом по численности преобладали ювенильные стадии и взрослые особи циклопов *Paracyclops fimbriatus*, *Cryptocyclops bicolor*, *M. Leuckarti leuckarti*. Основу биомассы составляли Copepoda, доля Phyllozoa была лишь 7 %. Осенью количественно преобладали веслоногие ракообразные (8 % общей численности и 97 % общей биомассы зоопланктона), а доля ветвистоусых сократилась до 9 и 3,4 % общей численности и биомассы соответственно. Не типично низка была доля коловраток, которая составила 3 % общей численности и менее 0,1 % общей биомассы зоопланктона. Осенью доминировали разные виды циклопов и крупная калянида *Eudiaptomus gracilis*. Особенностью сезонной динамики 2024 г. стали низкие количественные показатели и доля в зоопланктоне ветвистоусых ракообразных летом, тогда как в 2023 г. они достигали почти 80 % всей общей численности.

Распределение количественных показателей зоопланктона вдоль Куршской косы несущественно отличалось от аналогичных данных прошлых лет: в корневой части косы, где выражены пояса высшей водной растительности (ст. 440—404), отмечены более низкие численности и биомассы зоопланктона, чем в районе без растительности (рис. 7). Традиционно максимальные значения численности зоопланктона выявлены на ст. 439 (мол в пос. Рыбачий), около 45 тыс. экз./м³ в летний и осенний сезоны. Максимум общей численности зоопланктона наблюдался на этой станции в летний период и в 2022—2023 гг.

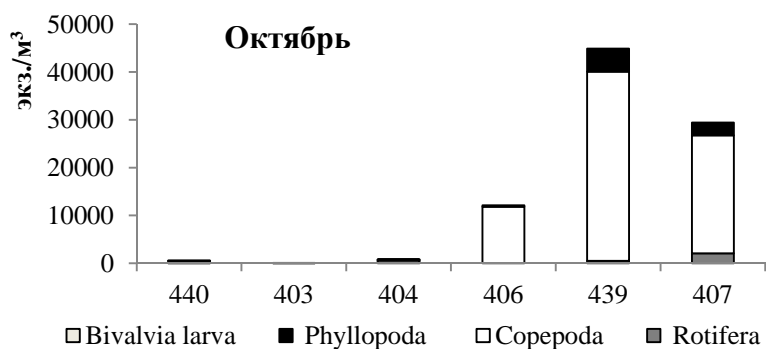
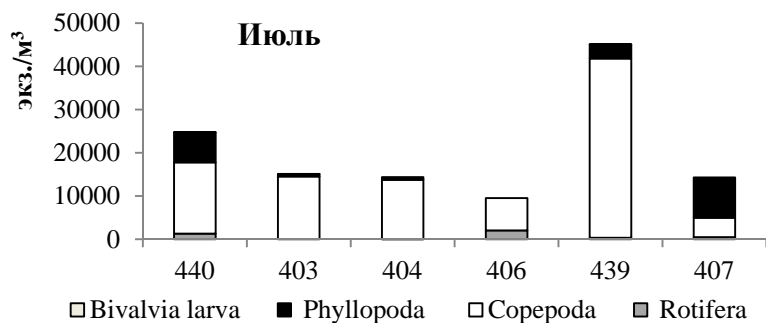
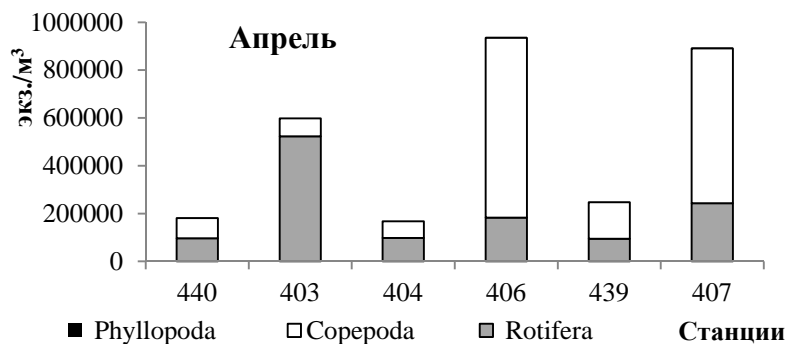


Рис. 7. Численность основных групп зоопланктона в прибрежной зоне западного берега Куршского залива, 2024 г.

Общую биомассу зоопланктона во все сезоны в основном определяли веслоногие ракообразные, преимущественно циклопы и их ювенильные стадии. Нетипичным оказался низкий вклад в биомассу ветвистоусых ракообразных, особенно в летний период. Максимальная численность и биомасса зоопланктона была зафиксирована в апреле за счет развития коловраток и ювенильных стадий веслоногих ракообразных (табл. 1). В 2022—2023 гг. максимальные количественные показатели зоопланктона наблюдались в июле.

Таблица 1

Показатели зоопланктона в прибрежной зоне западного берега Куршского залива, 2024 г.

Показатель	Апрель	Июль	Октябрь
Число видов (голопланктона / всех организмов)	33/37	31/37	22/28
Численность, тыс. экз./м ³ (диапазон, среднее)	182,3—939,9 (66,4)	9,5—45,1 (20,5)	0,06—44,9 (14,6)
Биомасса, мг/м ³ (диапазон, среднее)	518—35337 (11106)	60—1280 (610)	0,2—1107 (483)
Индекс Шеннона, H (по численности)	2,5	2,8	2,8

Разнообразие зоопланктона, согласно индексу Шеннона, варьировало незначительно, с минимумом в апреле (табл. 1), однако этот показатель был выше, чем в 2023 г.

Макрофиты и прибрежно-водные растения. На исследуемых участках побережья и в воде было обнаружено 105 видов высших растений, относящихся к трем отделам: Magnoliophyta — 103 (кл. Monocotyledoneae — 26, кл. Dicotyledoneae — 77), Equisetophyta — 1, Bryophyta — 1 вид и 7 видов макророслей из двух отделов: Chlorophyta — 5, Charophyta — 2. В составе водной флоры отмечается относительно постоянное число видов, которое год от года изменяется незначительно. «Водное ядро» было представлено 29 видами: 22 — Magnoli-

ophyta, 1 — Bryophyta и 7 макроводорослей. Особенностью 2024 г. было отсутствие водорослей в даты наблюдений на ст. 404, 406 и всего один вид на ст. 439 (*Cladophora glomerata*).

Макрофиты произрастали на мелководье, преимущественно в южной части косы до 15-го км (ст. 440, 403, 404) и локально вдоль мола в Черногорской бухте (ст. 439). На других участках (ст. 406, 407) из-за активного гидродинамического режима рост макрофитов затруднен. Повсеместно распространен тростник (*Phragmites australis*) и макроводоросли, прикрепляющиеся к его стеблям. Максимальное видовое разнообразие выявлено на ст. 403 и 439 — 54 и 46 видов соответственно (рис. 8).

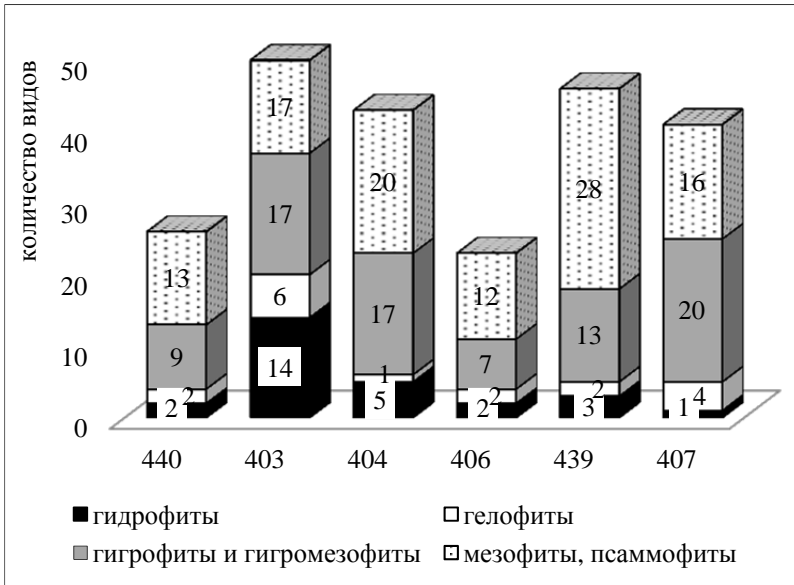


Рис. 8. Распределение экологических групп растений в прибрежной зоне западного берега Куршского залива, 2024 г.

На участке мелководья ст. 403 сформированы разновидовые сообщества гидрофитов и геллофитов (виды р. *Potamogeton*,

Fontinalis antipyretica, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Lemna trisulca*, *Spirodella polyrhizza*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Phragmites australis*, *Acorus calamus*). Многие виды растений встречались только здесь. Ширина пояса тростника достигала 50 м.

Значения проективного покрытия растений в сообществах варьировали, так для *N. lutea* и *P. australis* — по 50%; *T. angustifolia* — 40%. Для типичных гидрофитов и гелофитов оно было небольшим: *Stuckenia pectinata* — 19%, *S. Lacustris* — 15%, *F. antyperetica* — 5%.

Установлено уменьшение обилия видов в целом, проективного покрытия и снижение доли участия *Potamogeton perfoliatus* и *F. antipyretica* в водных сообществах на ст. 403 и 404 по сравнению с 2022—2023 гг. *P. perfoliatus* на ст. 440 вовсе отсутствовал. В Черногорской бухте (ст. 439), где растительность представлена в основном рдестами, изменений не произошло (рис. 9).

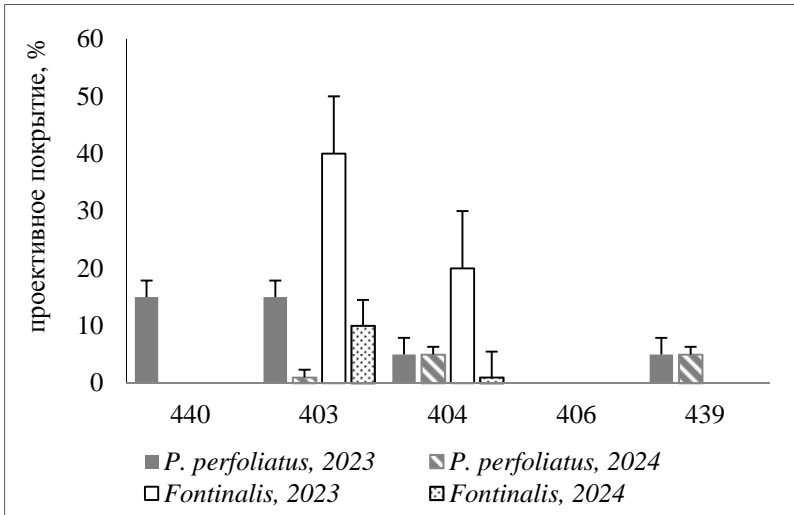


Рис. 9. Проективное покрытие некоторых гидрофитов в прибрежной зоне западного берега Куршского залива в 2023—2024 гг.

Макрозообентос. В литорали залива без водной растительности выявлено 27 видов и форм беспозвоночных животных, относящихся к 6 типам: Spongia, Nematoda, Annelidae (п/кл. Oligochaeta, Nyrudinea), Bivalvia, Gastropoda, Arthropoda, личинки насекомых из отрядов Ceratopogonidae, Trichoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Odonata. Некоторые олигохеты идентифицированы до рода *Nais* и видов *Stylaria lacustris*, *Propappus volki*, ранее отмечаемых в Куршском заливе. Ракообразные представлены двумя классами — Ostracoda (без определения вида) и Malacostraca (*Dikerogammarus villosus*, *Pontogammarus robustoides*, *Chelicorophium curvispinum*, *Limnomysis benedeni*, *Asellus aquaticus*). Все они, за исключением *A. aquaticus*, наблюдались в 2023 г. Чужеродный *D. villosus* из понто-каспийского бассейна, локально встречавшийся в предыдущие годы, в 2024 г. найден только в июле на ст. 439. Установлено три вида двустворчатых моллюсков: *Dreissena polymorpha*, *Anodonta anatina*, *Pisidium* sp. и четыре вида брюхоногих: *Bithynia tentaculata*, *Valvata piscinalis*, *Viviparus viviparus*, *Valvata cristata*. Дрейссена была отмечена повсеместно, за исключением ст. 407 с песчаным грунтом.

Число видов зообентоса варьировало в пределах 5—13 видов на станции, с максимумом на ст. 439 и 403 летом. Как и в предыдущие годы, основными структурообразующими группами повсеместно во все сезоны были Oligochaeta и Chironomidae.

Средняя численность и биомасса зообентоса возрастали от апреля к октябрю: в апреле — 1,4 тыс. экз./м² и 6,3 г/м², в июле — 7,8 тыс. экз./м² и 20,0 г/м², в октябре — 10,2 экз./м² и 42,3 г/м². В октябре количественные показатели бентоса были максимальны (рис. 10), прежде всего из-за показателей на ст. 439. Здесь на искусственных твердых грунтах вдоль мола наибольший вклад в численность и биомассу внесли моллюски-обрастатели *D. polymorpha* и обитающие в макрофитах *V. viviparus*. На этой станции ракообразные были представлены ювенильными особями сем. Pontogammaridae, и рачком-вселенцем *D. villosus*, однако их вклад в общую биомассу оказался незначительным.

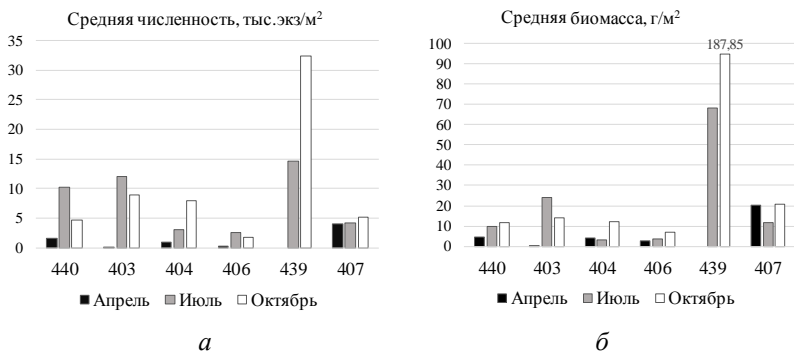


Рис. 10. Средняя численность (а) и биомасса (б) зообентоса в прибрежной зоне западного берега Куршского залива по результатам трех сезонов в 2024 г. (биомасса на ст. 439 изображена с разрывом в связи с высокими значениями)

Средние значения численности и биомассы на всех станциях в 2024 г., без учета ст. 439, сравнимы с показателями предыдущего года (табл. 2). Выявленные в октябре 2024 г. высокие количественные показатели бентоса могут быть следствием более продолжительного биологического летнего сезона (температура воды превышала +15 °С), составившего почти 4,5 месяца [6].

Таблица 2

Средние показатели численности и биомассы в прибрежной зоне западного берега Куршского залива в разные сезоны в 2023 и 2024 гг.

Год	Численность, экз./м ²		
	Апрель	Июль	Октябрь
2023	1623	6676	1595
2024	1408	6394	5730
Биомасса, г/м ²			
2023	5,08	12,49	18,72
2024	6,30	10,41	13,18

Заключение

В охранной зоне Куршского залива национального парка «Куршская коса» содержание кислорода в период наших исследований варьировало в пределах 10,0—15,0 мгО₂/дм³ и составляло > 100 % насыщения вод, что благоприятно для гидробионтов. Величины БПК₅ превышали ПДК для рыбохозяйственных водоемов, что характерно для эвтрофных водоемов. Концентрации биогенных элементов были многократно ниже ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения. Содержание минеральных форм биогенных элементов (нитратного азота и фосфора фосфатов) характеризовались высокими величинами весной в результате их зимнего накопления и многократным снижением летом и осенью за счет интенсивного использования фитопланктоном. Основу биомассы фитопланктона составляли цианобактерии и диатомовые водоросли, формирующие 60 и 53 % ее суммарных значений соответственно. Биомасса за весь период исследования варьировала в пределах 5—74 (в среднем 38,7) г/м³, возрастала от апреля (в среднем 20 г/м³) к октябрю (в среднем 51 г/м³). Содержание хлорофилла *a* характеризовалось максимальными величинами весной и летом и снижалось осенью, хотя биомасса фитопланктона в октябре была максимальна. Возможно, это связано с изменением структуры доминантного комплекса фитопланктона, поскольку разные виды характеризуются индивидуальным пигментным составом. Максимальные и средние концентрации хлорофилла *a*, средние значения биомассы фитопланктона прибрежных вод залива в 2024 г. соответствовали гиперэвтрофному статусу вод, как и в предыдущие годы.

Число видов зоопланктона (55 видов и групп) и индекс Шеннона (2,5—2,8) были выше, чем в 2023 г. Максимальная численность и биомасса фиксировались в апреле (в среднем 66,4 тыс. экз./м³ и около 11 г/м³ соответственно) за счет массового развития коловраток и веслоногих ракообразных. Летом отмечено нетипично низкое количественное развитие зоо-

планктона, осенью — сходное с показателями прошлых лет. Сезонный цикл развития зоопланктона отличался от предыдущих лет исследованием пиком общей численности и биомассы в апреле и низким развитием ветвистоусых ракообразных во все сезоны года, особенно летом. Выявлено, что при сезонном снижении биомассы зоопланктона происходил рост биомассы фитопланктона.

Видовое разнообразие макрозообентоса (27 видов и таксонов) выше, чем в 2023 г. Сохраняется тенденция, характерная для предыдущих лет: преобладание сообществ с невысоким видовым разнообразием и доминированием олигохет и хиромид, за исключением ст. 439, где превалировал моллюско-фильтратор дрейссена. Высокое разнообразие и обилие зообентоса наблюдалось на ст. 440, 403 и 439. Максимальная частота встречаемости выявлена для олигохет (100 %) и хиромид (90 %), высокая — для нематод (65 %). Структура и количественные показатели соответствуют многолетним показателям предыдущих лет мониторинга. Отмечен рост биомассы от апреля к октябрю. Высокие количественные показатели бентоса и фитопланктона в октябре могут быть следствием более продолжительного биологического летнего сезона.

Прибрежно-водные растения и макрофиты насчитывали 105 видов высших растений и 7 видов макроводорослей. «Водное ядро» составило 29 видов. Выявлено относительно постоянное число видов, которое год от года изменяется незначительно. Сообщества сложены широко распространенными толерантными гидрофитами, произрастающими в широком диапазоне экологических условий. Максимальная встречаемость установлена для *P.australis* (100 %) и *Stuckenia pectinata* и *M. spicatum* (80 %).

Таким образом, при превышениях ПДК отдельных гидрохимических показателей и гиперэвтрофному статусу водоема отмечен благоприятный кислородный режим, а развитие биологических сообществ было в пределах многолетних вариаций.

Благодарности. Авторы благодарны коллегам из АО ИО РАН Я.В. Уткиной, Д.М. Казаковой, Я.В. Жолинской, Д.А. Найданову, помогавшим в работе.

Полевые, камеральные работы и анализ данных в 2024 г. выполнен в рамках договора АО ИО РАН и ФГБУ НП «Куршская коса» № 17 — УК-ИО РАН от 23.04.2024, анализ многолетних данных — по госзаданию ИО РАН по теме № FMWE-2024-0025.

Список литературы

1. Александров С.В., Горбунова Ю.А. Продукция фитопланктона и содержание хлорофилла в эстуариях различного типа // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2012. № 1. С. 90—98.

2. Александров С.В., Смирнова М.М. Влияние «цветения» воды на прибрежную зону Куршского залива Балтийского моря // Биология внутренних вод. 2023. № 6. С. 801—810.

3. ГОСТ 17.1.04.02-90 Межгосударственный стандарт. Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла а. URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294835/4294835627.htm>

4. Герб М.А., Ланге Е.К., Ежова Е.Е., Маркиянова М.Ф. и др. Характеристика состояния биоты литоральной зоны Куршского залива в национальном парке «Куршская коса» в 2017 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, 2018. Вып. 14. С. 72—98.

5. Дмитриева О.А., Семенова А.С., Казакова Е.Ю. Структура и динамика планктонных сообществ в прибрежной зоне Куршского залива Балтийского моря в 2017—2021 гг. в период цианобактериальных «цветений» воды // Биология внутренних вод. 2024. Т. 17, № 1. С. 22—42.

6. Календарь природы НП «Куршская коса». URL: <http://www.park-kosa.ru/kalendar-prirody> (дата обращения: 28.03.2025).

7. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л.: Наука, 1981.

8. Ланге Е.К., Герб М.А., Ежова Е.Е., Володина А.А. и др. Результаты экологического мониторинга прибрежной зоны Куршского залива на территории национального парка «Куршская коса» в 2019 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, 2020. Вып. 16. С. 99—137.

9. *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. Финогенова, Г. Г. Винберг. Л. : ГосНИОРХ, 1984.

10. *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. : ГосНИОРХ, 1984.

11. ПНДФ 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. URL: <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293816/4293816101.htm> (дата обращения: 05.11.2024).

12. *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 13 июня 2024 года). URL:<https://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения: 18.11.2024).

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

14. *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.

15. *Сташко А. В., Александров С. В.* Особенности пространственного распределения гидрохимических показателей в Куршском заливе Балтийского моря в 2018—2022 годах // Водные биоресурсы и среда обитания. 2023. Т. 6, № 1. С. 48—61.

16. *Трифорова И. С.* Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л. : Наука, 1990.

17. *OECD: Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control.* Paris, 1982.

Раздел 3

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ, КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

УДК 910.3

Н. С. Белов¹, Т. В. Шаплыгина¹, И. И. Волкова¹, А. Р. Данченков^{1,2}

¹Балтийский федеральный университет им. И. Канта

²Институт океанологии имени П.П. Ширшова РАН

Сравнительный анализ использования фотограмметрии и лазерного сканирования при оценке динамики морского побережья национального парка «Куршская коса»

Аннотация. В рамках инициативного исследования 2024 г., проведенного на территории национального парка «Куршская коса», осуществлена сравнительная оценка эффективности применения различных геодезических методов для мониторинга динамики морского побережья. Полученные результаты демонстрируют превосходство наземного лазерного сканирования над фотограмметрической съемкой по точности (в 2—5 раз), однако установлено, что фотограмметрия обеспечивает приемлемую точность (порядка 5—7 см) для фиксации значительных изменений береговой линии. Особый потенциал выявлен у технологии SLAM, обеспечивающей точность, сопоставимую с традиционным лазерным сканированием (до 1 см), при возможности оперативного обследования протяженных участков и повышения информативности анализа за счет дифференциации растительного

покрова дюнных гряд. Данное исследование обосновывает целесообразность комплексного использования указанных технологий для изучения морфолитодинамических процессов в береговой зоне.

Abstract. A comparative assessment of the effectiveness of different geodetic methods for monitoring the dynamics of the seashore has been carried out within the framework of the initiative study 2024 conducted in the territory of the Curonian Spit National Park. The obtained results demonstrate the superiority of terrestrial laser scanning over photogrammetric survey in terms of accuracy (2—5 times), but it was found that photogrammetry provides acceptable accuracy (about 5—7 cm) for fixing significant changes in the coastline. The SLAM technology has a special potential, providing accuracy comparable to traditional laser scanning (up to 1 cm), with the possibility of rapid survey of extended areas and increasing the informativeness of analysis due to differentiation of vegetation cover of dune ridges. This study substantiates the feasibility of integrated application of these technologies to study morpholithodynamic processes in the coastal zone.

Ключевые слова: дюны, морское побережье, наземное сканирование, фотограмметрия, SLAM.

Key words: dunes, seashore, terrestrial scanning, photogrammetry, SLAM.

Куршская коса представляет собой протяженную аккумулятивную песчаную форму рельефа, возникшую в результате голоценовой трансгрессии Балтийского моря и эоловых процессов, разделяющую пресноводный Куршский залив и акваторию моря. Данная узкая полоса суши характеризуется динамичным эколого-геоморфологическим состоянием, сложным комплексом биотопов и значительным биоразнообразием.

Специфика геоморфологического строения и антропогенной нагрузки в сочетании с динамичностью метеорологических факторов обуславливают необходимость в расширении геоморфологической составляющей в экологическом мониторинге Куршской косы. В 2024 г. авторами было проведено

научное исследование, направленное на оценку эффективности различных геопространственных технологий для анализа динамики морского побережья. В предшествующих работах для решения подобных задач применялись традиционные методы наземного лазерного сканирования, а также технология аэрофотосъемки с использованием беспилотных летательных аппаратов [1]. В рамках настоящего исследования был задействован комплекс из трех взаимодополняющих методов, включающий наземное лазерное сканирование, наземную фотограмметрическую съемку и мобильное лазерное сканирование на базе технологии SLAM (рис. 1).

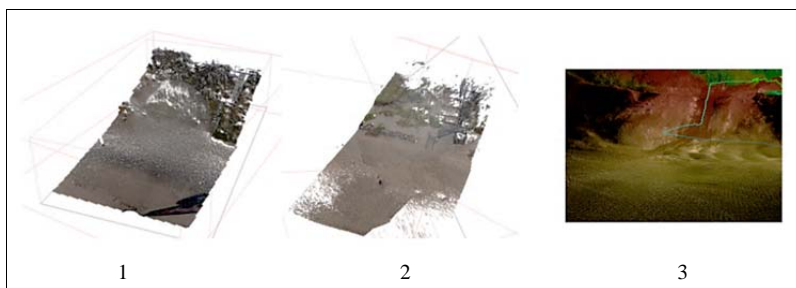


Рис. 1. Визуализация трех способов съемки:
1 — наземное лазерное сканирование; 2 — наземная фотограмметрия;
3 — SLAM сканер

Фотограмметрия и лазерное сканирование представляют собой два ключевых направления в современных геопространственных исследованиях, получивших широкое распространение в контексте мониторинга динамических процессов береговой зоны [2; 3]. Фотограмметрия, основанная на получении пространственной информации об объектах по их изображениям, позволяет создавать высокоточные ортофотопланы и трехмерные модели местности посредством обработки серии перекрывающихся снимков, выполненных с различных ракурсов. Данный метод характеризуется относительной экономичностью и доступностью оборудования, что обуславливает его востребованность при изучении протяженных участков побережья и в условиях ограниченных ресурсов [4].

В свою очередь, лазерное сканирование, использующее принцип измерения расстояний до поверхности объекта посредством излучения лазерных импульсов, обеспечивает получение дискретных трехмерных наборов точек высокой плотности, известных как «облака точек». Эта технология отличается высокой точностью и детализацией получаемых данных, что делает ее незаменимой при исследовании микро-рельефа береговой зоны, выявлении локальных эрозионно-аккумулятивных форм и оценке параметров отдельных геоморфологических элементов. Несмотря на более высокую стоимость оборудования и сложность обработки данных, лазерное сканирование предоставляет уникальные возможности для количественной оценки изменений береговой зоны с субсантиметровой точностью. Современные тенденции в области геоэкологического мониторинга береговой зоны свидетельствуют о возрастающей интеграции фотограмметрических и лазерных методов с другими источниками пространственных данных, такими как спутниковые снимки высокого разрешения и данные глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) [5]. Комбинированное использование этих технологий позволяет получить комплексное представление о динамике береговой зоны, сочетая преимущества высокой пространственной детализации лазерного сканирования с широким охватом и оперативностью фотограмметрической съемки.

В целях обеспечения методологической строгости исследования применялись два подхода к пространственной регистрации полученных «облаков точек»: геопривязка в режиме постобработки с использованием опорных пунктов, координаты которых были определены посредством спутниковых навигационных технологий, а также обработка данных в локальной системе координат для последующего анализа точностных характеристик. Анализ данных, полученных в результате обработки и систематизированных в таблице 1, обусловил возможность формулирования следующих выводов относительно эффективности применения исследуемых геопространственных технологий.

Таблица 1

Сравнение отдельных параметров съемки

Параметр	Лазерное сканирование (Topcon GLS 2000)	Фотограмметрия (комплект из трех камер GoPro 11)	SLAM сканирование (LiGrip H300)
Площадь, м ²	1008	979	1021
Объем, м ³	3196	3458	3111
Время в поле, мин	30	15	10
Время обработки, ч	0,5	3	0,2
Точность, мм	+/- 4	+/- 70	+/- 12

В контексте геоэкологического мониторинга береговой зоны фотограмметрия и лазерное сканирование выступают в качестве ведущих инструментальных средств, каждое из которых обладает специфическими характеристиками, определяющими их применимость для решения различных исследовательских задач. Фотограмметрия демонстрирует ряд существенных преимуществ в прибрежных исследованиях. Высокое пространственное разрешение получаемых ортофотопланов и цифровых моделей рельефа позволяет идентифицировать относительно мелкомасштабные морфолитодинамические изменения берега. Кроме того, экономическая эффективность метода обуславливает его широкую доступность для мониторинга обширных территорий. Несмотря на указанные достоинства, применение фотограмметрии в прибрежном мониторинге сопряжено с определенными ограничениями. Результативность метода существенно зависит от метеорологических условий, поскольку облачность и осадки могут препятствовать получению качественных изображений. Точность создаваемых пространственных моделей может быть снижена при наличии плотного растительного покрова, затрудняющего визуализацию поверхности земли, а также при неблагоприятных условиях освещения, влияющих на качество фотограмметрической обработки. Лазерное сканирование (LiDAR), напротив, представляет собой технологию активного дистанцион-

ного зондирования. Одним из ключевых преимуществ LiDAR является высокая точность получаемых данных о высоте рельефа, что делает его незаменимым инструментом для детального изучения морфолитодинамических процессов в береговой зоне. Способность лазерного излучения проникать сквозь неплотный растительный покров обеспечивает возможность получения данных о подстилающей поверхности. Кроме того, LiDAR в меньшей степени подвержен влиянию условий освещения и может применяться при более широком диапазоне погодных условий по сравнению с фотограмметрией. Тем не менее следует отметить, что стоимость оборудования и проведения лазерного сканирования, как правило, выше, а обработка больших объемов данных требует значительных вычислительных ресурсов и специализированных знаний.

Несмотря на различия в принципах действия фотограмметрии и традиционного лазерного сканирования, технология одновременной локализации и построения карты (SLAM) представляет собой перспективное направление, интегрирующее преимущества обоих подходов за счет параллельной регистрации как пространственных данных в виде «облаков точек», так и визуальной информации посредством фото- или видеофиксации. Данная синергия позволяет сочетать геометрическую точность лазерного сканирования с текстурной информацией, получаемой фотограмметрическим путем. Одно из ключевых достоинств SLAM-сканирования — высокая оперативность сбора данных, что обеспечивает возможность быстрого получения пространственной информации на участках различной пространственной протяженности, от локальных объектов до среднemasштабных территорий, а также для крупномасштабных исследований. Такая эффективность делает SLAM-технологию востребованной при необходимости оперативного мониторинга динамично развивающихся процессов.

Вместе с тем применение SLAM-сканирования сопряжено с определенными технологическими ограничениями. Обработка полученных данных предъявляет высокие требования к вычислительным ресурсам, а качество результатов напрямую

зависит от условий проведения съемки. Нарушение протоколов сбора данных может привести к возникновению артефактов, таких как дублирование траектории движения сканера или геометрические искажения объектов, вызванные перекрытиями или недостаточной плотностью сканирования. Однако, несмотря на указанные ограничения, совокупность преимуществ SLAM-технологии зачастую определяет ее целесообразность для решения широкого спектра задач в области геопространственного анализа.

Фотограмметрия и лазерное сканирование являются ключевыми геопространственными технологиями мониторинга динамики береговой зоны, предоставляя точные данные для количественной оценки пространственно-временных изменений; фотограмметрия применяется для оценки объемных характеристик дюнных комплексов и их динамики, анализа состояния растительного покрова, оценки последствий антропогенного воздействия, в то время как лазерное сканирование обеспечивает высокоточное отображение рельефа для выявления микроформ и структур, мониторинга эрозионных процессов и создания моделей для оценки риска затопления территории, что в совокупности позволяет осуществлять комплексный анализ и прогнозирование состояния береговых и дюнных геосистем.

Список литературы

1. *Danchenkov, Aleksandr, and Nikolay Belov.* "Comparative Analysis of the Unmanned Aerial Vehicles and Terrestrial Laser Scanning Application for Coastal Zone Monitoring." *Russ. J. Earth. Sci* 23 (2023).
2. *Pinton, Daniele, et al.* "Estimating ground elevation in coastal dunes from high-resolution UAV-LIDAR Point Clouds and Photogrammetry." *Remote Sensing* 15.1 (2022): 226.
3. *Burchi, Brendan MJ, and Ethan J. Theuerkauf.* "Comparative analysis of sandy beach and foredune geomorphic change measurements from Apple lidar and small-unoccupied aerial systems." *Scientific Reports* 14.1 (2024): 12828.
4. *Prodanov, Bogdan, et al.* "UAS photogrammetry as an effective tool for high-resolution mapping of depositional landforms and monitoring

geomorphic change. Case study: Kamchia Shkorpilovtsi beach, Bulgarian Black sea coast." Case Study: Kamchia-Shkorpilovtsi beach, Bulgarian Black Sea Coast, 21st International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 21 (2021): 623—634.

5. *Burchi, Brendan MJ, and Ethan J. Theuerkauf.* "Comparative analysis of sandy beach and foredune geomorphic change measurements from Apple lidar and small-unoccupied aerial systems." Scientific Reports 14.1 (2024): 12828.

УДК 551.435

И. П. Жуковская, А. А. Калина, О. В. Рыльков
ФГБУ «Национальный парк «Куршская коса»»

**Динамика морского берега
национального парка «Куршская коса»
в период 2015 – 2023 годы**

Аннотация. В статье представлены результаты сплошного мониторинга за период с 2015 по 2023 г. За данный период проведена оценка изменения суммарных длин морфодинамических участков морского берега, который за последнее десятилетие испытывает периоды как размыва, так и восстановления.

Abstract. This paper presents the results of comprehensive monitoring conducted between 2015 and 2023. During this period, an assessment was made of changes in the total lengths of morphodynamic segments of the sea coast, which over the past decade has experienced periods of both erosion and recovery.

Ключевые слова: морской берег, авандюна, морфодинамические участки.

Key words: sea coast, avandune, morphodynamic areas.

© Жуковская И. П., Калина А. А., Рыльков О. В., 2025

Куршская коса — крупная аккумулятивная форма на побережье Балтийского моря. Морской берег косы представлен пляжем и защитным пляжным дюнным валом (ЗПДВ) — авандюной, которая находится в тыльной части пляжа. Авандюна — это защитный пляжный дюнный вал, возведенный человеком для остановки ветропесчаного потока и волн, на морском побережье.

Изменения климата влияют на стабильность морского берега, который имеют сезонную динамику. В период зимних штормов пляжи сокращаются и теряют свою мощность. Смываются эоловые подушки и появляются уступы прислоненной авандюны. В весенне-летний период идет процесс аккумуляции морского берега. Восстанавливают свою ширину и мощность пляжи, и в тыльной части пляжа у подножья авандюны накапливаются эоловые подушки и прислоненная авандюна.

Среди природных факторов, влияющих на состояние морского берега, также выделяют усиление и учащение в последнее десятилетие штормовых погод, а значит, и сокращение периодов послештормового восстановления. Размыв морского берега происходит интенсивнее в зоне с дефицитом песчаных наносов.

В настоящей работе представлены результаты исследований периодов размыва и восстановления морского склона авандюны с 2015 по 2023 год.

Авандюна называется полнопрофильной, когда она имеет стабильный морской склон при наличии всех ее элементов, которые появляются при аккумуляции песчаных наносов в тыльной части пляжа у подножья авандюны. Авандюна при дефиците песчаных наносов лишается элементов полнопрофильной авандюны, что приводит к постоянному размыву ее морского склона [1]. Такой участок морского склона называется размываемым. Промежуточный участок, с неполными элементами стабильности, представляет собой переходный участок морского склона авандюны [3].

Насыщенность вдольберегового потока, объем переносимого песчаного материала являются основой для устойчивости и стабильности морского берега, который характеризуется постоянной сменой размываемых, переходных, стабильных участков. Морфодинамические участки группируются в зависимости от динамических параметров берега и объема песчаных наносов в три морфодинамические зоны:

— зона дефицита песчаных наносов, приводящих к повсеместному размыву, протяженностью первые 12 км;

— зона транзита песчаных наносов с признаками временного дефицита протяженностью около 20 км (13—33-й км);

— зона транзита и аккумуляции песчаных наносов протяженностью 14 км (34—48-й км) [2].

По ежегодным результатам сплошного мониторинга выделяются стабильные, переходные и размываемые участки. Рассмотрим период 2017—2021 гг. подробнее на схеме расположения морфодинамических участков (рис. 1).

Морфодинамическая зона дефицита песчаных наносов с повсеместным размывом характеризуется постоянными длинными размываемыми участками, которые разделяются двумя гидротехническими сооружениями «Балтберегозащита». Если в 2017 г. суммарная длина размываемых участков в этом районе составляла 9,5 км, то в 2021 г. — 6,5 км. С 2017 г. на протяжении 5 лет в зоне появлялись несколько коротких от 0,2 до 0,5 км переходных участков с эловыми подушками, которые продолжали существовать в течение зимних периодов от 1 до 3 лет, потом снова размывались проходящими штормами (рис. 1). Несмотря на появление переходных участков, традиционные методы укрепления и восстановления по-прежнему неэффективны. Осыпные процессы морского склона авандюны после длительных штормов продолжают отодвигать верхнюю бровку склона авандюны или уступа равнины при отсутствии авандюны. На сегодняшний день зона дефицита песчаных наносов с повсеместным размывом продолжает подтверждать свое название.

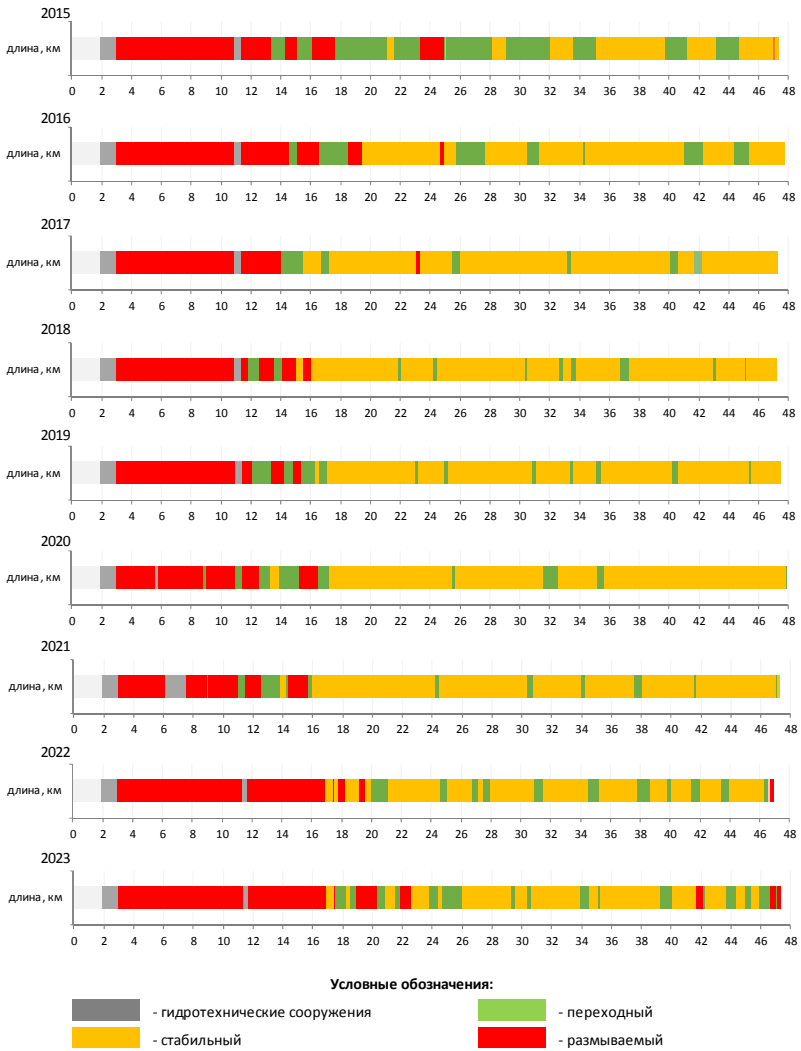


Рис. 1. Схема расположения морфодинамических участков в период с 2015 по 2023 г.

Морфодинамическая зона транзита песчаных наносов с признаками временного дефицита — это самая длинная и динамичная зона, где происходят размывы на первых 5—10 км зоны и восстановление стабильных участков во второй половине зоны в течение нескольких сезонов (рис. 1). На первых 5 км участка остаются короткие одиночные размываемые участки протяженностью от 0,2 в 2017 г. до 0,8 км в 2023 г. На переходных участках происходит накопление эоловой подушки и частично приклоненной авандюны, эти участки восстанавливаются, становятся стабильными. Ежегодно с 2017 по 2021 г. протяженность стабильных участков увеличивалась (с 16,5 км в 2017 г. до 18,9 км в 2021 г.) благодаря аккумуляции песчаных наносов (рис. 1).

Морфодинамическая зона транзита и аккумуляции песчаных наносов отличается стабильностью. Размываемых участков в период с 2017 по 2021 г. не выявлено, переходные участки с 2017 г. стабилизировались почти полностью (от 1,1 до 0,5 км в 2021 г.). Общая протяженность стабильных участков варьирует от 11,7 до 12,5 км (2017—2021 гг.).

Таким образом, в период 2017—2021 гг. морфодинамические зоны с различным объемом песчаных наносов показывают восстановление и стабилизацию морского берега. Суммарная протяженность стабильных участков увеличивается в этот период, несмотря на ежегодные зимние шторма, которые размывают морской склон авандюны (рис. 2).

Восстановительный период 2017—2021 гг. находится между двумя штормовыми периодами существенного размыва: 2015—2016 гг. и 2022—2023 гг. (рис. 2).

Штормовой период 2015—2016 гг. «возглавил» шторм января 2015 г. «Феликс» западного направления при максимальной скорости 23—25 м/с и длительностью более 24 часов, по данным АГМС, установленной на МЛСП D-6 [4]. В результате пляжи потеряли до 2—2,5 м мощности, была разрушена инфраструктура переходов через авандюну, появились уступы размыва морского склона авандюны. При этом пострадали

конструкции с опорами в зоне подмыва авантюны. С 2016 г. началось накопление песчаных наносов в зонах транзита песчаных наносов с признаками временного дефицита и их аккумуляции.

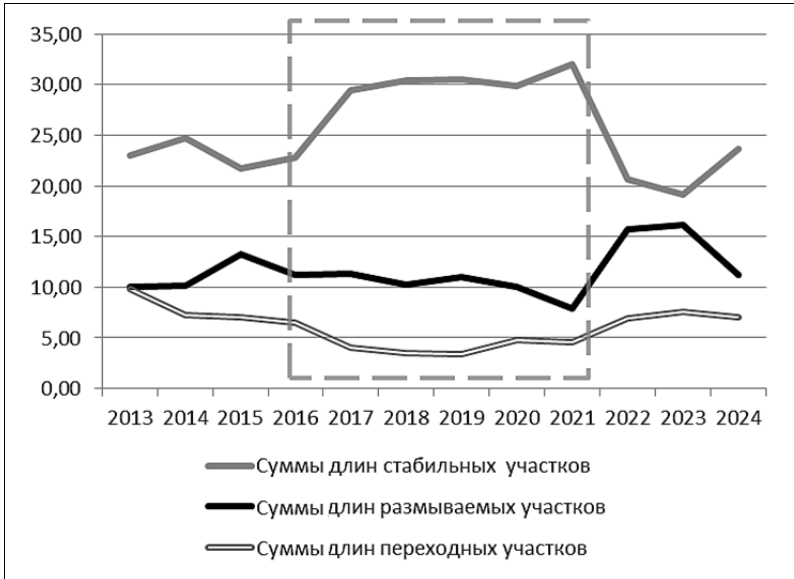


Рис. 2. Схема суммарных годовых длин морфодинамических участков за период 2013—2024 гг.

Период 2022—2023 гг. отмечен шестью штормами января 2022 г., и закончился штормом «Надя», который оказался самым разрушительным для морского склона авантюны. Максимальная скорость 24—26 м/с и высота волн 2,5—3,5 м; западно-северо-западное направление ветра и длительность более суток стали критическими для морского склона [3]. Степень уступа размыва склона в корневой части достигла 6,3 м, тогда и произошел перелив морских вод на пальве, что вызвало подтопление пониженных участков и автодороги. Накопление песчаного материала и восстановление морфодинамиче-

ских участков началось в весенне-летний период 2022 г. Однако в осенне-зимний период 2023 г. стабильные участки снова потеряли до 1,5 км общей протяженности.

Динамика годовых сумм протяженности морфологических участков морского берега показана на рисунке 2.

С 2017 по 2021 г. на графике фиксируется увеличение ежегодных суммарных длин стабильных участков: от 23 до 31 км. Суммарные длины размываемых участков сокращаются от 16 до 9 км. В этот период переходные участки имеют общую протяженность 6—7 км. Такой период можно назвать восстановительным (несмотря на продолжающиеся зимние штормовые погоды в эти годы).

Штормам 2015—2016 гг. предшествовал период накопления и восстановления сезона 2014 г., когда протяженность стабильных участков составила 24,7 км и размываемых участков — 10,1 км. Таким образом, штормовой период 2015—2016 гг. характеризуется увеличением размываемых участков до 13,3 км и сокращением стабильных участков до 21,7 км (рис. 2).

Штормам 2022—2023 гг. предшествовал период накопления сезонов 2017—2021 гг., когда протяженность стабильных участков была максимальной за период восстановления и составляла 32,0 км и протяженность размываемых участков была минимальной за 12-летний период — 7,9 км (период аккумуляции показан на рисунке 2 штрихпунктирной линией). Таким образом, штормовой период 2022—2023 гг. характеризуется увеличением размываемых участков до 16,1 км (почти в два раза) и сокращением стабильных участков до 19,1 км (рис. 2).

Выводы

В период восстановления с 2017 по 2021 г. максимальная протяженность стабильных участков, а также минимальная размываемых участков зафиксированы в 2021 г.

В зоне с дефицитом песчаных наносов и повсеместного размыва берега (0—12-й км) ситуация практически не измени-

лась, участки остаются на протяжении 5 лет размываемыми. В период восстановления между размываемыми участками появлялось несколько коротких от 0,2 до 1,0 км переходных участков с эловыми подушками, которые продолжали существовать в течение зимних периодов от 1 до 3 лет.

В зоне транзита наносов с признаками дефицита песчаных наносов (13—34-й км) ситуация продолжала стабилизироваться на протяжении 5 лет (2017—2021). На первых 5 км еще остаются короткие одиночные размываемые участки протяженностью до 0,5 км. На переходных участках происходило накопление эловой подушки и частично прислоненной авандюны, участки восстанавливались до стабильных. Ежегодно протяженность стабильных участков увеличивались после 2017 г. на 1—2,4 км благодаря аккумуляции транзитных наносов.

В зоне транзита и частичной аккумуляции песчаных наносов (35—48-й км) в период 2017—2021 гг. размываемых участков не наблюдалось, переходные участки стабилизировались почти полностью, протяженность стабильных участков выросла на 1—2 км.

Периоды восстановления стабильности участков необходимо использовать для активных работ по установке пескоулавливающих конструкций на морском склоне. В это время происходит максимальное поступление песчаного материала в тыльную часть пляжа, который надо использовать для удержания и формирования эловой подушки и прислоненной авандюны на переходных и стабильных участках авандюны. Ускорение процессов восстановления полнопрофильных участков авандюны позволяет морскому берегу быть более устойчивым при штормовых погодах.

Список литературы

1. *Болдырев В.Л.* Проблемы сохранения и обустройства берегов Куршской косы// Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2005. Вып. 3. С. 29—38.

2. *Бурнашов Е. М., Карманов К. В.* Дефляционные процессы на морском побережье Куршской косы // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. СПб. : РГГМУ, 2016. № 45. С. 180—191.

3. *Жуковская И. П., Калина А. А., Рыльков О. В.* Результаты мониторинга морского побережья национального парка «Куршская коса» в 2023 году // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград : Полиграфический центр БФУ им. И. Канта, 2024. Вып. 19. С. 178—193.

4. *Обзор* результатов экологического мониторинга морского нефтяного месторождения «Кравцовское» (D-6) ООО «Лукойл-КМН». 2020. Гидрометеорологические условия. С. 18—19.

УДК 502.05 (502.4)

Е. В. Кривоускова, О. А. Новожилов

Калининградский государственный технический университет

**Оценка экологического состояния
прибрежной части акватории озера Виштынецкого
с использованием базового показателя
антропогенной нагрузки**

Аннотация. Озеро Виштынецкое в Калининградской области привлекает тысячи туристов, поэтому основным источником антропогенного воздействия на него является рекреационная деятельность. В период с 2017 по 2024 г. наблюдался рост числа отдыхающих, особенно после 2021 г., что отражается на прибрежной экосистеме водоема. В рамках нашего исследования для оценки влияния антропогенной деятельности осуществлялись попытки использования индекса ПАН⁶. Анализ данных показал получение недостоверных результатов при использовании указанного индекса в районах, где наблюдается влияние гуминных вод, но в то же

время в межгодовой динамике полностью отразил изменения пространственного распределения рекреационной нагрузки. Для дальнейшего применения индекса ПАН⁶ необходима его модификация с использованием показателей, отражающих биологическую продуктивность участков.

Abstract. Lake Vishtynetskoye in the Kaliningrad region attracts thousands of tourists, so the main source of anthropogenic impact on it is recreational activity. In the period from 2017 to 2024, there was an increase in the number of vacationers, especially after 2021, which affects the coastal ecosystem. As part of this study, were made attempts to use the IAI⁶ index to assess the impact of anthropogenic activity. Data analysis showed that this index yielded unreliable results in areas where the influence of humic waters are observed, but at the same time, in interannual dynamics, it fully reflected changes in the spatial distribution of recreational load. For further use of the IAI⁶ index, it is necessary to modify it using indicators reflecting the biological productivity.

Ключевые слова: озеро Виштынецкое, антропогенное воздействие, ПАН⁶, рекреационная нагрузка.

Key words: Lake Vishtynetskoye, anthropogenic impact, IAI⁶, recreational load.

Введение

В настоящее время антропогенная деятельность неизбежно оказывает воздействие на водные экосистемы, часто вызывая необратимые изменения в них. С середины XX в. в связи с ростом антропогенного загрязнения наблюдается стремительное нарастание количества эвтрофированных водоемов. Исследования антропогенных модификаций экосистем способствуют модификациям существующих методик оценки текущего их состояния, прогнозированию их вероятных состояний, а также позволяют в кратчайшие сроки разработать мероприятия по минимизации антропогенных воздействий до «оптимального» уровня.

Особенно остро на увеличение антропогенной нагрузки реагируют прибрежные части водоемов. Здесь быстрее по сравнению с другими участками идет накопление «чрезмерных» объемов биогенных и органических веществ, поступающих как с территории водосбора, так и образующихся в самом водном объекте. Прибрежная зона озер получает большое количество света, быстрее реагирует на изменения температурного, кислородного и ледового режима. Изменения уровня воды как сезонного, так и суточного характера приводят к изменениям площади и конфигурации литоральной зоны, а следовательно, концентрации в ней биогенных веществ, поступающих с водосбора.

Необходимо отметить, что прибрежные территории также являются базисной единицей развития «синей» экономики, направленной на полноценное использование потенциала водных экосистем, и значимы для развития рекреации. В прибрежной части водоемов строятся базы отдыха, организовываются стоянки для кемпинга, обустраиваются причалы для водных видов транспорта, а также создаются пляжи. Увеличивающиеся темпы урбанизации прибрежных зон водных объектов приводят к возрастанию объемов поступления органических и биогенных веществ, что в свою очередь приводит к изменениям гидрологического и гидрохимического режимов экосистемы, к повышению ее трофического статуса.

В последнее десятилетие в Калининградской области активно реализуется программа по увеличению туристической привлекательности региона, в рамках которой появляются новые объекты для развития рекреации. К одному из таких объектов можно отнести национальный парк «Виштынецкий». С момента реализации стратегии развития туризма в Калининградской области, а также введения различных ограничений ежегодно наблюдается планомерное увеличение организованного и неорганизованного туристического потока (ориентировочно до 40 % ежегодно) в пределах прибрежной территории

озера Виштынецкого. В общей сложности за рекреационный сезон (с мая по август) с учетом погодных условий (температура воздуха выше 22 °С и отсутствие дождливой погоды) на рассматриваемой территории в среднем, согласно ориентировочным расчетам, отдыхает до 40 тыс. чел. (398 чел./сут). Вместе с тем увеличивается концентрация биогенных и органических веществ в прибрежной части акватории озера.

За летний период, по ориентировочным данным, на побережье Виштынецкого озера неорганизованным способом отдыхает до 20 тыс. чел., что дополнительно привносит естественной биогенной нагрузки еще около 200 кг [1] общего фосфора, что отражается на состоянии экосистемы.

В рамках данного исследования проводилась апробация использования базового показателя антропогенной нагрузки для оценки влияния рекреационной деятельности на прибрежную территорию озера Виштынецкого для оперативного мониторинга антропогенного воздействия и динамики изменений.

Район исследования

Виштынецкое озеро представляет собой трансграничный водоем, который находится на юго-востоке Калининградской области. Это единственный крупный пресноводный водоем на территории области, входящий в состав Вармино-Мазурской озерной области и располагающийся на окраине Виштынецко-Сувалкской возвышенности на высоте 170 м над уровнем моря. По акватории озера проходит государственная российско-литовская граница.

Водосборный бассейн озера, общей площадью 281,9 км² [2], расположен на территории трех государств, что определяет разнообразие источников поступления биогенных веществ в водоем. Озеро Виштынецкое благодаря своим морфометрическим и гидрологическим характеристикам для Калининградской области — уникальный водоем.

Материал и методика

Пробы отбирались в прибрежной части водоема (рис. 1) на глубине от 1,5 до 2,0 м. Исследования основывались на данных, собранных в летний период 2017—2024 гг. в рамках комплексного экологического мониторинга, проводимого кафедрой водных биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО «КГТУ». Одновременно с отбором проб для гидрохимического анализа на месте измерялись температура воды, электропроводность, рН и концентрация растворенного кислорода.

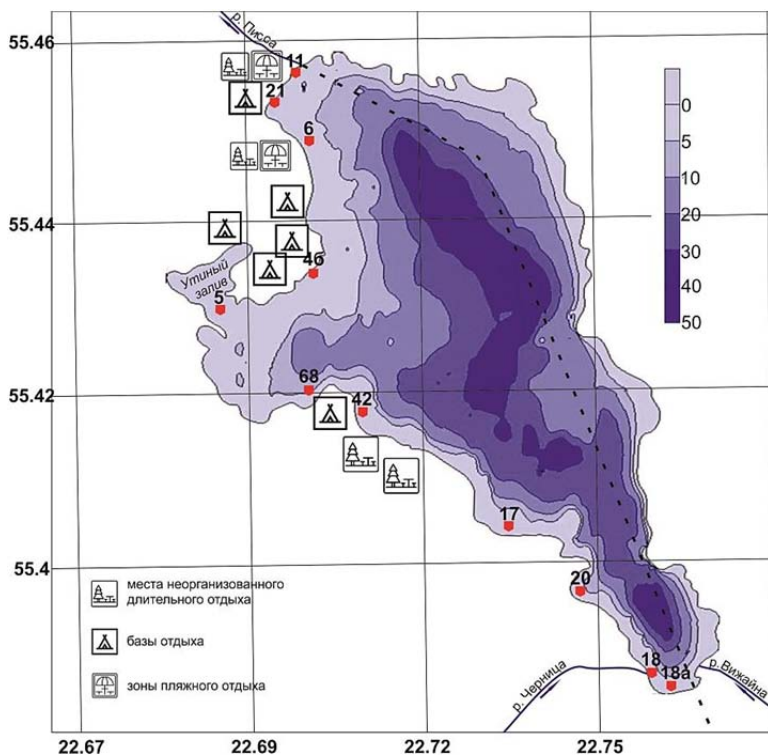


Рис. 1. Сетка мониторинговых станций на озере Виштынецком в 2017—2024 гг.

Сетка прибрежных станций была распределена таким образом, чтобы отразить все особенности экосистемы этой части озера, в том числе с учетом антропогенной нагрузки на его отдельные точки:

— ст. 11 — исток р. Писсы, в прибрежной части располагается неорганизованная зона пляжного отдыха;

— ст. 21 — находится напротив базы отдыха МариНПО, где одновременно могут разместиться до 50 чел.;

— ст. 6 — производился контроль качества воды в непосредственной близости к неорганизованному месту кемпинга в районе гостевого дома «Виштынец»;

— ст. 46 — контроль за качеством воды в районе базы отдыха «Виштынец» и детского лагеря «Жемчужина»;

— ст. 5 — вход в Утиный залив, зарослевый участок озера, в пределах которого с начала 80-х гг. отмечается тенденция к повышению трофического статуса;

— ст. 68 и 42 — осуществлялся контроль качества воды в районе базы отдыха ЮЭС (ст. 42) и кемпинга (ст. 68);

— ст. 17 и 20 — фоновые, данные станции размещены на удалении от всех возможных источников антропогенной нагрузки в труднодоступной местности;

— ст. 18 и 18а — приграничные станции, располагаются в районе впадения р. Черницы.

В рамках подготовки к дальнейшему анализу станции были сгруппированы следующим образом:

— группа 1: фоновые станции — ст. 18а, 18, 20 и 17;

— группа 2: станции с длительным антропогенным воздействием — ст. 42, 5, 68 и 46;

— группа 3: станции с возрастающим антропогенным воздействием — ст. 6, 21 и 11.

Для оценки качества природных вод с экологических позиций предлагается комплексный базовый показатель антропогенной нагрузки (ПАН⁶), рассчитываемый в соответствии с [3] по базовым анализам-маркерам, характеризующим типичные негативные воздействия (рН, сухой остаток, взвешенные вещества антропогенного происхождения, ХПК, БПК₅, азот

аммония, азот нитритов, азот нитратов, фосфор фосфатов, железо общее, марганец общий) и оценивающий возможность экосистемы к самостоятельному восстановлению.

Общий показатель антропогенной нагрузки ПАН⁶ сточных или загрязненных природных вод, усл.м³/м³, по установленным типам воздействий, оказываемых технологией или комплексом технологий, определяется суммированием ПАН [3]:

$$\text{ПАН} = \sum_{i=1}^n \text{ПАН}_i,$$

где ПАН_i — ПАН *i*-го типа воздействия, усл.м³/м³; *n* — количество учитываемых типов воздействия, ед.

Для оценки антропогенного влияния в пределах прибрежной части Виштынецкого озера использовались многолетние данные о концентрациях фосфора фосфатов, азота аммонийного, азота нитритов, азота нитратов, сухого остатка и значении рН как наиболее показательные с учетом источников антропогенной нагрузки в прибрежной акватории.

ПАН⁶ обеспечивает выводы о фундаментальном качестве (классе качества) воды исследуемого створа поверхностного водного объекта и благополучии водной экосистемы. На определенном уровне данный показатель может служить целевым экологическим нормативом.

Для оценки влияния антропогенной деятельности были посчитаны усредненные значения ПАН⁶ для каждой группы (рис. 2), для подтверждения полученных результатов дополнительно посчитан трофический индекс Карлсона с использованием концентрации хлорофилла *a*. Кроме этого, данные были сгруппированы не только по станциям, но и по годам с учетом роста количества отдыхающих и достоверных различий в межгодовых значениях.

Результаты и обсуждение

В период с 2017 по 2020 г. количество отдыхающих возросло, особенно после 2018 г., основной прирост был за счет отдыхающих на базах отдыха, число неорганизованных тури-

стов увеличивалось планомерно, но не достигало «пиковых» концентраций на участках отдыха, как это наблюдалось после 2020 г. Пространственное значение ПАН⁶ (рис. 2) отражало данную закономерность. Относительно высокие значения этого показателя для группы 1 связаны с повышенным значением на данном участке рН за счет влияния гуминных вод, поступающих с водосбора р. Черницы.

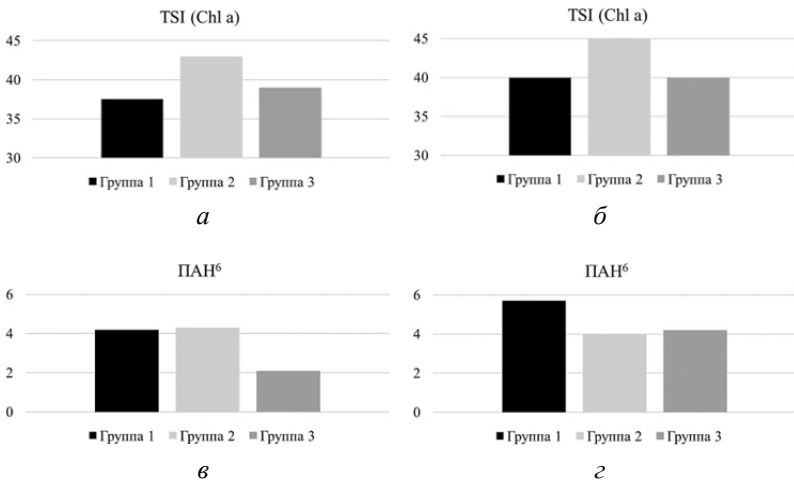


Рис. 2. Пространственная динамика значений ПАН⁶ и трофического индекса Карлсона (TSI Chl a):
a — 2017—2020 гг.; *б* — 2021—2024 гг.; *в* — 2017—2020 гг.;
з — 2021—2024 гг.

Начиная с 2021 г. ввиду различных ограничений начался скачкообразный рост потока отдыхающих, особенно на участках неорганизованного отдыха. Базы отдыха, как и в предыдущие годы, были полностью загружены, однако в рамках различных территориальных перепланировок поверхностный сток с этих территорий значительно сократился.

Как видно из рисунка 2, для группы 1 в оба периода исследований значение ПАН⁶ достаточно высокое, но эти данные не

согласуются с ее трофическим статусом и, как показал причинно-следственный анализ, связано с влиянием больше естественных причин (влияние гуминных вод). Поэтому более показательным для оценки экологического состояния этого участка можно считать индекс Карлсона.

Для групп 2 и 3 ПАН⁶ более показателен с учетом изменения распределения потока отдыхающих и в полной мере отражал влияние рекреационной нагрузки на указанные территории. Как уже отмечалось выше, в 2021 г. начался рост числа отдыхающих на участках неорганизованного отдыха, которые приурочены в большей мере к северу водоема. Эта закономерность прослеживалась и в пространственном распределении показателя ПАН⁶.

В целом на участках, подверженных рекреационной нагрузке, показатель качества вод согласно ГОСТ Р 58556-2019 соответствует значению «чистая», а состояние кризисности экосистемы можно оценить как «обратимое». В то же время биологические показатели, оценивающие экологическое состояние, свидетельствуют о значительном ухудшении качества вод и недостоверности значений ПАН⁶, получаемых на участках, где наблюдается влияние гуминных вод.

Использование индекса ПАН⁶ дает возможность полноценно контролировать влияние антропогенного фактора и ограничивать на участках, где помимо стока с поверхности присутствуют дополнительные стоки и сбросы. Для водоемов, таких как озеро Виштынецкое, где основное антропогенное влияние представлено рекреационной деятельностью применение данного индекса дает ошибочные завышенные значения, связанные больше с естественными факторами, что делает его, несмотря на простоту его расчета и «законодательную значимость», неприемлемым. Для дальнейшего использования ПАН⁶ для водоемов с высоким уровнем рекреационной нагрузки необходима его модификация и использование при расчетах значений, отражающих уровень биологической продуктивности мониторинговых участков.

Список литературы

1. Кривоускова Е.В., Цветкова Н.Н. Предварительная оценка критической фосфорной нагрузки на озеро Виштынецкое (Калининградская область) // Известия КГТУ. Калининград, 2017. №45. С. 83—92.
2. Krivopuskova E., Tzvetkova N. Assessment of the trophic status of the coastal area of lake Vistyitis (Kaliningrad region) by hydrochemical parameters // Sustainable Fisheries and Aquaculture: Challenges and Prospects for the Blue Bioeconomy. Environmental Science and Engineering. Springer, 2022. P. 41—51.
3. ГОСТ Р 58556-2019. Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций. М. : Стандартинформ, 2019.

УДК 502.4

Ю.А. Майорова, А.А. Калина

ФГБУ «Национальный парк «Куршская коса»

Опыт применения результатов рекреационного мониторинга при определении допустимой рекреационной емкости объектов рекреационного назначения национального парка «Куршская коса»

Аннотация. В статье представлен опыт применения результатов рекреационного мониторинга национального парка «Куршская коса» для предварительного расчета предельно допустимой рекреационной емкости в соответствии с правилами, утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации в 2023 году.

Abstract. The article presents the experience of using the results of recreational monitoring in the Kurshskaya Kosa National

Park to preliminarily determine the maximum permissible recreational capacity in accordance with the rules approved by the Government of the Russian Federation in 2023.

Ключевые слова: рекреационный мониторинг, рекреационная нагрузка, рекреационная емкость, национальный парк, Куршская коса.

Key words: recreational monitoring, recreational load, recreational capacity, national park, Curonian Spit.

Развитие экологического туризма на особо охраняемых природных территориях вызвало необходимость нормировать рекреационные нагрузки. С этой целью на учреждения, которые управляют особо охраняемыми природными территориями, возложены обязанности по разработке планов рекреационной деятельности, содержащих сведения о посещаемых природных комплексах и объектах, допустимой рекреационной емкости особо охраняемой природной территории при осуществлении туризма, требованиях к ее охране и использованию [3].

Правила расчета предельно допустимой рекреационной емкости особо охраняемых природных территорий (далее — ООПТ) федерального значения при осуществлении туризма утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 31.10.2025 № 1811 (далее — Правила) [4].

Установленный Правилами порядок расчета предельно допустимой рекреационной емкости предусматривает последовательные расчеты базовой, потенциальной и собственно допустимой рекреационной емкости с применением коэффициентов управленческой емкости, поправочных коэффициентов, а также значения площади туристского объекта, необходимой для одного посетителя, при осуществлении туризма.

Таким образом, в правовом поле закреплено количественное нормирование рекреационной нагрузки. Расчет предельно допустимой рекреационной емкости ООПТ, ее отдельной части проводится при выявлении изменения состояния туристских объектов, но не реже одного раза в пять лет.

Ранее при управлении объектами туризма и рекреации в национальном парке применялась методика предельно допустимых изменений. По результатам комплексного рекреационного мониторинга принимались управленческие решения, направленные на минимизацию негативного воздействия туристско-рекреационной деятельности [1].

Для обеспечения развития экологического туризма на ООПТ требуется проведение регулярных наблюдений за состоянием природных комплексов и их компонентов, вовлеченных в туристско-рекреационную деятельность, а также изучение параметров фактической рекреационной нагрузки с целью предотвращения необратимых трансформаций.

В настоящее время в задачи комплексного рекреационного мониторинга национального парка входит: определение качественных и количественных параметров рекреационной нагрузки; оценка текущего состояния природных комплексов в районе объектов туризма и рекреации (в том числе степени рекреационной дигрессии); учет динамики и установление допустимых изменений природных комплексов под воздействием рекреационной деятельности; выявление рекреационной емкости; разработка рекомендаций по оптимизации организации туризма на ООПТ. Комплексный мониторинг ведется по трем направлениям: оценка текущей рекреационной нагрузки (посещаемости) по качественным и количественным параметрам, экологическому (состояние природных комплексов и их компонентов) и социальному (оценка мнения местных жителей и посетителей) [2].

Согласно Правилам, определение коэффициентов управленческой емкости, поправочных коэффициентов, а также значения площади туристского объекта, необходимой для одного посетителя, при осуществлении туризма, должно проводиться по методикам, утверждаемым Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Однако до настоящего времени таковые методики не утверждены.

Вместе с тем на основе перечисленных в Правилах лимитирующих факторов и проектов методик научным отделом

ФГБУ «Национальный парк "Куршская коса"» были определены параметры и факторы, оказывающие непосредственное влияние на величину предельно допустимой рекреационной емкости, произведены предварительные расчеты емкости по данным комплексного рекреационного мониторинга, а мониторинг был дополнен рядом параметров для более полной оценки. Например, была разработана анкета для опроса местных жителей, а также рассмотрены некоторые дополнительные параметры, оценивающие состояние объектов животного и растительного мира.

При расчете базовой рекреационной емкости были выделены высокий и низкий сезоны, для каждого из которых установлена усредненная продолжительность светового дня. Высокий и низкий сезоны определялись по результатам учета фактической рекреационной нагрузки, светового дня — по данным метеорологического мониторинга. Оптимальное расстояние между группами устанавливалось исходя из особенностей трассы экотропы и инфраструктурного обустройства, принимая во внимание результаты наблюдений фактической посещаемости объекта. Среднее количество человек в группе и среднее время прохождения тропы определялось по результатам учета фактической рекреационной нагрузки (посещаемости).

Для расчетов потенциальной рекреационной емкости анализировались возможные факторы экологического, социального, социокультурного и социально-экономического характера. К расчетам приняты следующие:

1. Коэффициент погодных условий. При вычислении применялись сведения о продолжительности периода с неблагоприятными погодными условиями: сильный ветер, шторм, дожди (по данным метеорологического мониторинга) и общая продолжительность сезона.

2. Коэффициент ограничений, обусловленный неблагоприятным влиянием объектов животного мира, рассчитывался по количеству дней в году активизации гусениц походного шелкопряда по данным мониторинга.

3. Коэффициент ограничений, обусловленный сокращением площади покрытия растительного покрова, рассчитан по результатам оценки степени рекреационной дигрессии объекта в рамках рекреационного мониторинга.

4. Коэффициент ограничений, обусловленный оценкой посетителями уровня удовлетворенности состоянием экотроп, рассчитан по результатам анкетирования 2022—2024 гг.

5. Для расчета рекреационной емкости пляжа дополнительно введен коэффициент ограничений. Он определялся продолжительностью сезона размножения животных, в течение которого они наиболее уязвимы и реагируют на присутствие человека (по данным мониторинга).

Для расчета допустимой рекреационной емкости, коэффициент управленческой емкости определен по параметрам инфраструктурного обустройства: по фактическому оснащению троп почвозащитными настилами, что в условиях высокой посещаемости неорганизованными группами имеет определяющее значение для дюнных экосистем. Кроме того, для ряда объектов применялся коэффициент управленческой емкости по параметрам человеческих ресурсов (количество государственных инспекторов в день, обеспечивающих соблюдение особого режима, охрану территории).

Таким образом, комплексный рекреационный мониторинг позволяет собрать сведения, необходимые для нормирования рекреационных нагрузок и регулирования туризма. Перечень параметров рекреационного мониторинга и периодичность их измерений может варьироваться в зависимости от потребности, обусловленной интенсивностью воздействия рекреационной деятельности, а также от возможностей организации, осуществляющей рекреационный мониторинг. Сбор и обработка сведений об оцениваемых параметрах — весьма трудоемкий процесс. Упростить сбор данных может внедрение таких автоматизированных систем учета, как, например, автономных метеостанций, а также систем подсчета посетителей.

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., Жуковская И. П.* Опыт использования результатов рекреационного мониторинга в управлении туристско-рекреационной деятельностью в национальном парке «Куршская коса» // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П. Г. Смидовича. 2021. Вып. 28. С. 342—349.

3. *Об утверждении* Правил согласования и утверждения плана рекреационной деятельности национального парка, включая требования к содержанию, форме и структуре указанного плана, а также внесения в такой план изменений : постановление Правительства РФ от 30 августа 2023 г. № 1407. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202311020054> (дата обращения: 01.10.2025).

4. *Об утверждении* Правил расчета предельно допустимой рекреационной емкости особо охраняемых природных территорий федерального значения при осуществлении туризма : постановление Правительства РФ № 1811 от 31.10.2023. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202311020054> (дата обращения: 01.10.2025).

УДК 504.062

А. А. Медведева

Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Геоэкологическая оценка состояния природных комплексов в районе экотроп и глэмпингов национального парка «Куршская коса»

Аннотация. Приведены результаты исследования рекреационной дигрессии в районе экотроп национального парка «Куршская коса» («Высота Эфа» и «Королевский бор»),

© Медведева А. А., 2025

а также на территории глэмпингов («Polyana Glamping» и «Rōsa»), которое проводилось в ноябре 2023 г. и апреле 2024 г. — после и перед началом летнего туристического сезона. Также в июле 2024 г. была выполнена оценка стихийных сходов в районе экотроп («Королевский бор» и «Высота Мюллера») в пик туристического сезона (5—7 июля 2024 г.). Полученные результаты позволили сделать вывод об изменении состояния природных комплексов вследствие воздействия рекреационных нагрузок и предложить мероприятия по их снижению.

Abstract. The article presents the results of a study of recreational digression in the area of the eco-trails of the Curonian Spit National Park («Vysota Efa» and «Korolevskiy bor»), as well as in the territory of glamping sites («Polyana Glamping» and «Rōsa»). The study was conducted in November 2023 and April 2024 — before and after the start of the summer tourist season. Also in July 2024, an assessment of spontaneous avalanches in the area of the eco-trails («Korolevskiy bor» and «Vysota Myullera») was carried out at the peak of the tourist season (July 5—7, 2024). The obtained results allowed us to draw a conclusion about the change in the state of natural complexes due to the impact of recreational loads and to propose measures to reduce them.

Ключевые слова: рекреационная дигрессия, Куршская коса, экотропа, глэмпинг, стадии рекреационной дигрессии, тропиновая сеть.

Key words: recreational digression, Curonian Spit, ecotrail, glamping, stages of recreational digression, path network.

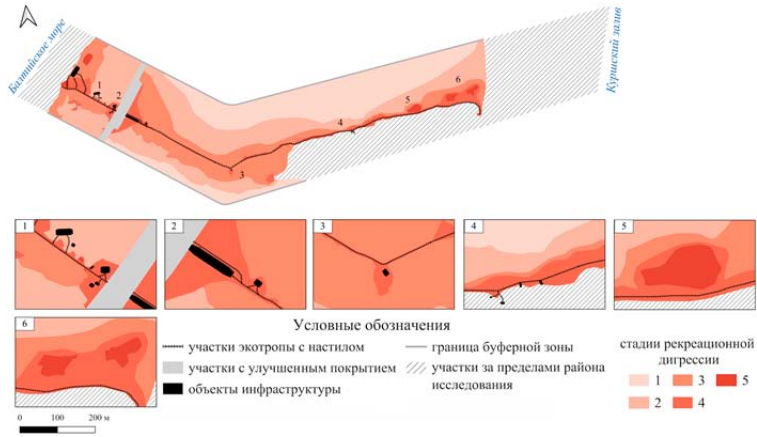
Разнообразие и уникальность природно-ресурсного потенциала национального парка (НП) «Куршская коса» вместе с постоянно модернизирующейся туристско-рекреационной инфраструктурой способствует непрерывному развитию рекреационного комплекса. Однако за таким явлением непременно следует рост посещаемости НП, что в свою очередь ведет к увеличению рекреационных нагрузок на местные при-

родные комплексы (ПК). Наиболее подвержены рекреационным нагрузкам ПК в районе экотроп, особенно в период летнего туристического сезона. В связи с этим необходима оценка их рекреационной дигрессии после и перед началом летнего туристического сезона с целью определения характера динамики восстановления ПК и отслеживания данной тенденции [1].

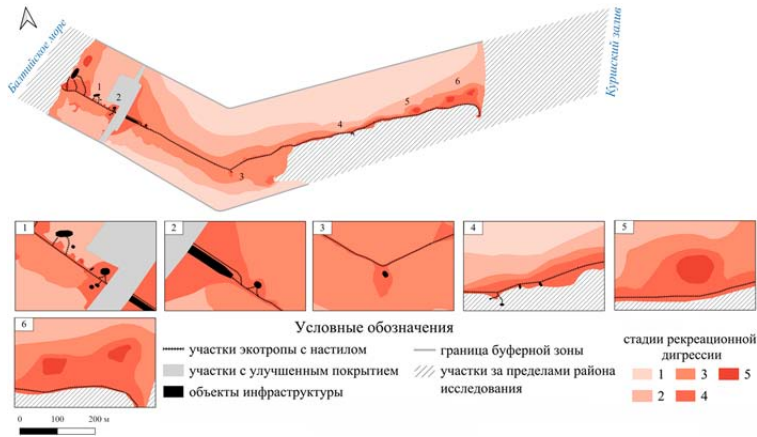
Рекреационная дигрессия природных комплексов оценивалась в начале ноября 2023 г. и конце апреля 2024 г. Оценка проводилась в районе экотроп «Королевский бор» и «Высота Эфа», а также на территории глэмпингов «Polyana Glamping» и «Rõsa». Выбранные экотропы отличаются относительно низкой и высокой посещаемостью соответственно, выбор глэмпингов обусловлен их однотипностью, а также различием в расположении (в самом ближнем и самом дальнем поселке соответственно). Рекреационная дигрессия оценивалась с помощью модифицированной методики оценки рекреационной дигрессии лесных экосистем Н.С. Казанской (авторы — Ю.А. Шидловская и И.П. Жуковская) [3]. Данная методика наиболее эффективна при оценке однотипных ПК, где исследуемые природные объекты не являются целостными структурами, а представляют фрагменты природных комплексов, методика также позволяет провести экспресс-анализ состояния ПК и выявить границы каждой стадии рекреационной дигрессии.

При определении площади территорий с разными стадиями рекреационной дигрессии учитывались площади объектов инфраструктуры, в том числе настилов, а также кварталных дорог.

В границах района исследования *экотропы «Высота Эфа»* в оба периода исследования были установлены все пять стадий рекреационной дигрессии (рис. 1). При оценке после летнего туристического сезона (начало ноября 2023 г.) на 1-й стадии находилось 32,7% территории, на 2-й — 34,9%, на 3-й — 23,7%, на 4-й — 7,8%, на 5-й — 0,9%. При оценке перед началом летнего туристического сезона (конец апреля 2024 г.) участки 1-й стадии занимали 38% территории, 2-й — 31,7%, 3-й — 22,4%, 4-й — 7,3%, 5-й — 0,6%.



а

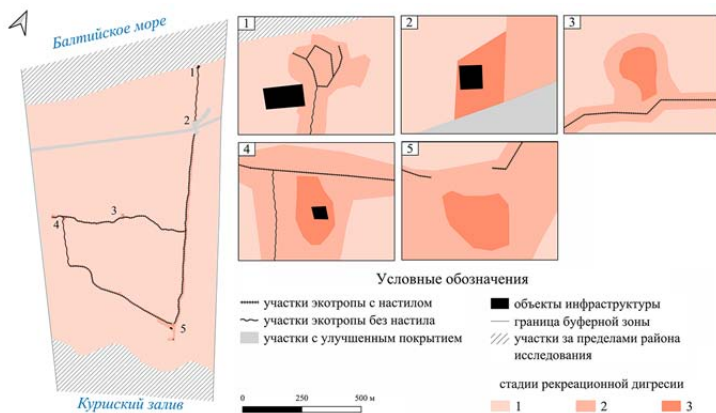


б

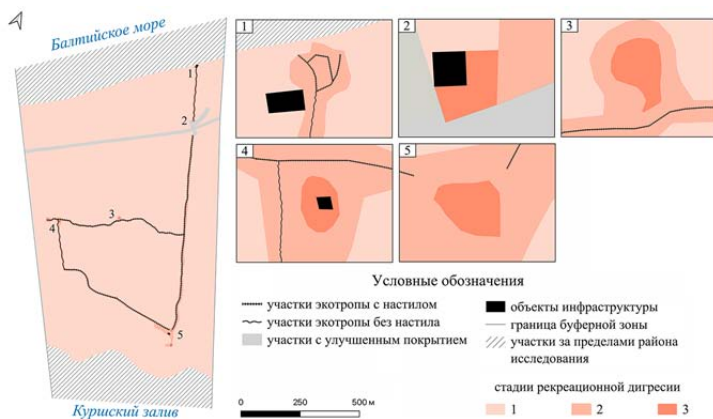
Рис. 1. Рекреационная дигрессия ПК
в районе экотропы «Высота Эфа»:
а — начало ноября 2023 г.; б — конец апреля 2024 г.

В границах района исследования *экотропы* «*Королевский бор*» были зафиксированы 1—3-я стадии рекреационной дигрессии в оба периода исследования (рис. 2). При оценке после летнего туристического сезона (начало ноября 2023 г.) участки

3-й стадии занимали 0,03% территории, 2-й — 2,2%, 1-й — 97,8%. Перед летним туристическим сезоном (конец апреля 2024 г.) были выявлены следующие показатели доли площадей разных стадий: участки 1-й стадии занимали 97,8% территории, 2-й — 2,2%, 3-й — 0,3%.



a



б

Рис. 2. Рекреационная дигрессия ПК в районе экотропы «Королевский бор»: *a* — начало ноября 2023 г.; *б* — конец апреля 2024 г.

Оценка рекреационной дигрессии на территории *глэмпинга* «*Polyana Glamping*» позволила установить наличие 2—5-й стадий рекреационной дигрессии в оба периода исследования (рис. 3). После летнего туристического сезона (начало ноября 2023 г.) участки 2-й стадии занимали 18,6% территории, 3-й — 76,24%, 4-й — 3,86%, 5-й — 1,29%. Оценка перед летним туристическим сезоном (конец апреля 2024 г.) показала следующие результаты: площадь 2-й стадии увеличилась на 9,67% (28,28%), 3-й — уменьшилась на 20,05% (56,19%), 4-й — увеличилась на 10,41% (14,27%), 5-й — уменьшилась на 0,03% (1,26%).

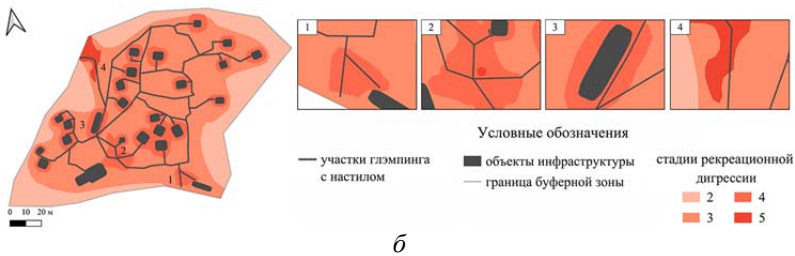
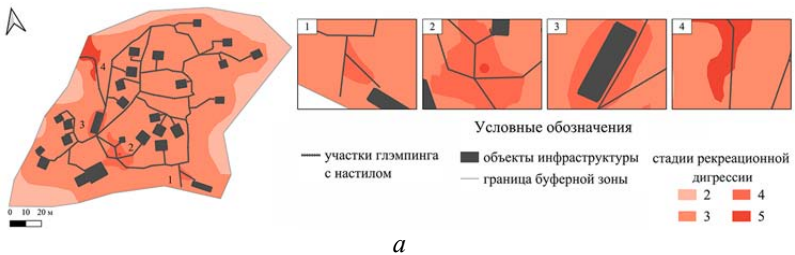


Рис. 3. Рекреационная дигрессия ПК в районе глэмпинга «*Polyana Glamping*»: а — начало ноября 2023 г.; б — конец апреля 2024 г.

При оценке рекреационной дигрессии территории *глэмпинга* «*Rōsa*» в оба периода исследования были выявлены 2—4-й стадии (рис. 4). После летнего туристического сезона (начало ноября 2023 г.) участки 2-й стадии занимали 79,2%

территории, 3-й — 18,9%, 4-й — 1,9%. Оценка перед летним туристическим сезоном (конец апреля 2024 г.) показала следующие результаты: площадь 2-й стадии увеличилась на 10% (89,2%), площадь 3-й уменьшилась на 9,2% (9,7%), площадь 4-й уменьшилась на 0,8% (1%).

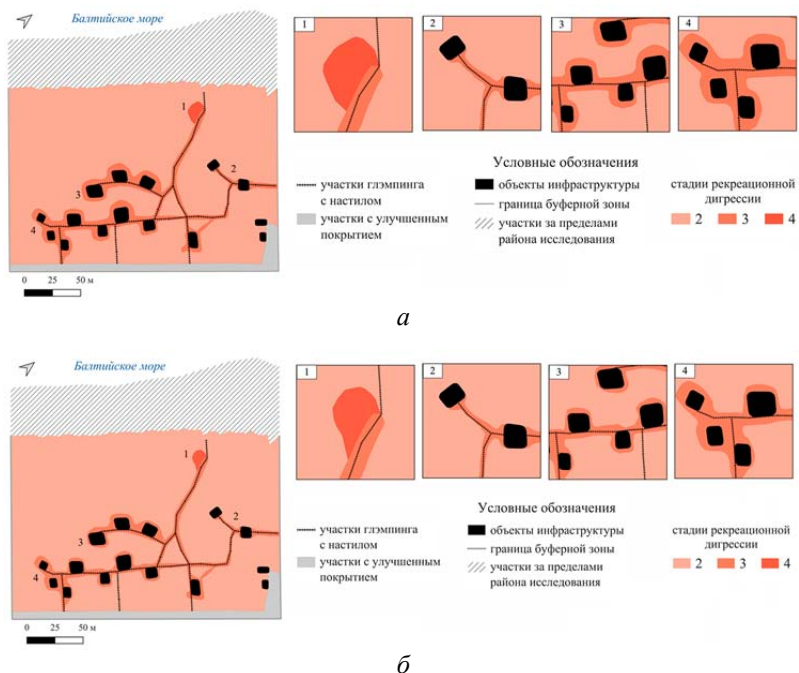


Рис. 4. Рекреационная дигрессия ПК в районе глэмпинга «Rösa»: а — начало ноября 2023 г.; б — конец апреля 2024 г.

Несмотря на то что экотропы НП «Куршская коса» оборудованы настилами и запрещающими знаками схода с них, это не останавливает отдыхающих. Появление несанкционированных троп или стихийных сходов приводит в первую очередь к деградации почвенно-растительного компонента ПК.

Состояние стихийных сходов на экотропах «Королевский бор» и «Высота Мюллера» оценивалось визуальным методом

с использованием модифицированной методики А.С. Кузнецовой (2022) в пик туристического сезона (5—7 июля 2024 г.). В основу оценки положено определение следующих параметров: проективное покрытие напочвенного покрова, %; доля площади с нарушенной структурой подстилки, %; доля площади, лишенной подстилки, %.

Общая длина стихийных сходов на *экотропе «Королевский бор»* (рис. 5) — ≈ 4600 м; их суммарное количество — 27. Практически одинаковое количество сходов слабого, среднего и сильного (9, 9 и 8 соответственно) уровня нарушенности на данной экотропе объясняется ее популярностью среди любителей сбора ягод и грибов.

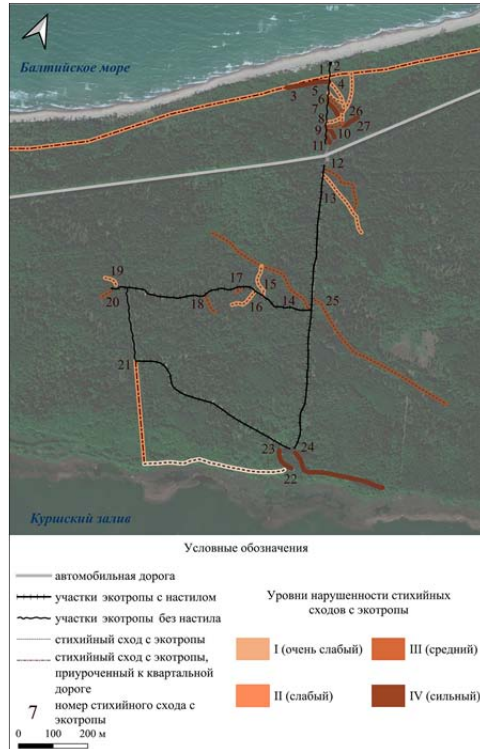


Рис. 5. Стихийные сходы на экотропе «Королевский бор»

Общая длина стихийных сходов на экотропе «Высота Мюллера» (рис. 6) — ≈ 1900 м; их суммарное количество — 31. Преобладание сходов среднего уровня нарушения объясняется большим числом «площадок» для осмотра, с которых открывается вид на Балтийское море. В целом ситуацию в отношении стихийных сходов для обеих экотроп можно охарактеризовать как удовлетворительную.

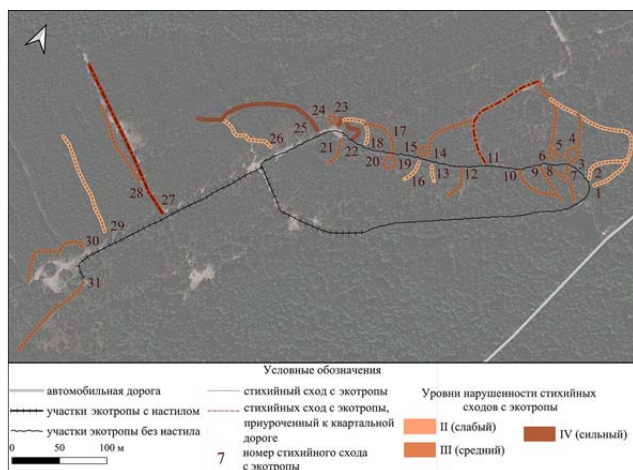


Рис. 6. Стихийные сходы на экотропе «Высота Мюллера»

Полученный в ходе оценки рекреационной дигрессии и состояния стихийных сходов материал позволил выработать ряд рекомендаций для оптимизации рекреационного природопользования в НП «Куршская коса» в районе экотроп и глэмпингов, а также стихийных сходов:

- 1) внедрение системы электронной регистрации на посещение экотроп;
- 2) организация туристско-рекреационной инфраструктуры в населенных пунктах;
- 3) установка деревянных ограждений или создание живых изгородей вдоль настила;
- 4) установка информационных стендов о запрете сходов с настила;

- 5) посадка устойчивых кустарников за пределами настилов на территории глэмпингов;
- 6) расположение указателей у стихийных сходов с надписью «ПРОХОД ЗАПРЕЩЕН»;
- 7) установка информационных стендов с напоминанием об ухудшении состояния природной среды из-за сходов с настила и о штрафе за проход на территорию заповедной зоны;
- 8) перекрытие доступа к стихийным сходам с помощью небольших деревянных ограждений или живых изгородей.

Список литературы

1. *Медведева А. А.* Оценка рекреационной дигрессии природных комплексов в районе экотроп национального парка «Куршская коса» // 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, 2024. № 19. С. 206—216.

2. *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. № 8. С. 202—209.

УДК 551.461.25: 551.435.34

Г. С. Михневич, В. Рачипа, Е. В. Моданова
Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Экстремальные морфодинамические изменения лагунного берега Куршской косы (в районе пос. Морское и Рыбачий)

Аннотация. Зимний сезон характеризуется усилением ветро-волнового воздействия на берег Куршского залива и его экстремальными изменениями. Особенно значительный

размыв связывается со штормовыми событиями, роль которых в динамике берега связана не только с генерацией волнения, но и со спровоцированными колебаниями уровня залива. На основе данных полевых исследований выполнен анализ морфодинамических изменений берега в пределах территории национального парка «Куршская коса», произошедших в зимние сезоны 2022/23 и 2023/24 гг. Выявлено отступление берега до 1,5 м за сезон.

Abstract. The winter season is characterized by increased wind-wave activity along the coast of the Curonian Lagoon, leading to significant changes. Particularly significant erosion is associated with storm events, whose impact on coastal dynamics involves not only wave generation but also induced fluctuations in bay water levels. Based on field study data, morphodynamic changes along the coast of the Curonian Spit National Park during the winter seasons of 2022/2023 and 2023/2024 were analyzed. Shoreline retreat of up to 1.5 meters per season was recorded.

Ключевые слова: Куршский залив, Куршская коса, лагунный берег, динамика, размыв, шторм, уровень.

Key words: Curonian lagoon, Curonian Spit, lagoon coast, dynamics, erosion, storm, level.

Введение

Как известно, берег Куршской косы испытывает значительные изменения, напрямую зависящие от гидрометеорологической обстановки [1]. Однако если динамика морского берега исследуется подробно и регулярно, то изменения берега залива характеризуются пока только ориентировочно. Между тем существуют косвенные данные, полученные при анализе картографического материала и космических снимков, утверждающие, что темпы размыва берега залива могут составлять метры в год [1]. В связи с этим в данной работе предпринята попытка охарактеризовать экстремальные изменения берега Куршского залива в районе пос. Морское и Рыбачий.

Материалы

Фактической основой являются данные, полученные в процессе ежемесячных мониторинговых наблюдений в 2022—2024 гг. за динамикой берега Куршского залива. Исследования проводятся на стационарных реперных точках (рис. 1), расположенных на размываемых участках близ пос. Морское (Rp. 1—2) и Рыбачий (Rp. 3—4) и на защитной дамбе в пос. Морское (точки 1—7d, с декабря 2023 г.). Также использованы: данные об уровне Куршского залива (мареограф Log_aLevel, Атлантическое отделение Института океанологии РАН им. П. П. Ширшова); данные «Календаря природы» [2]; метеорологические данные [4].

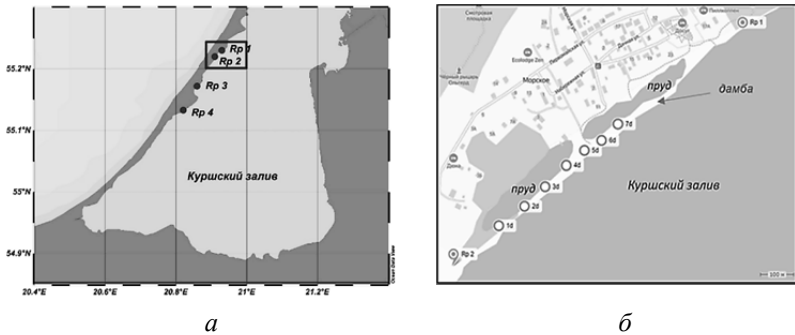


Рис. 1. Расположение точек наблюдения за динамикой берега:
а — реперные точки (Rp1—Rp4) на берегу Куршского залива;
б — точки наблюдения за состоянием дамбы в районе пос. Морское (1d—7d)
 (выполнено с использованием ресурса Яндекс.Карты)

Результаты

Сезонные изменения лагунного берега Куршской косы характеризуются существенными колебаниями его параметров и быстрой сменой элементарных форм рельефа. Радикальные изменения, связанные с разрушением уступа призаливной террасы и полной перестройкой пляжа, вызваны продолжи-

тельными периодами подъема уровня Куршского залива, которые происходят, как правило, в осенне-зимние сезоны и сочетаются с ветро-волновым воздействием на берег. Как видно из рисунка 2, значения ширины берега в районе пос. Морское чаще всего принимают минимальный характер именно в зимний период (например, 2,5—3,5 м на Rp 1). Обусловлено это тем, что зимы характеризуются частыми штормами, вызывающими разнообразные последствия на берегу залива.

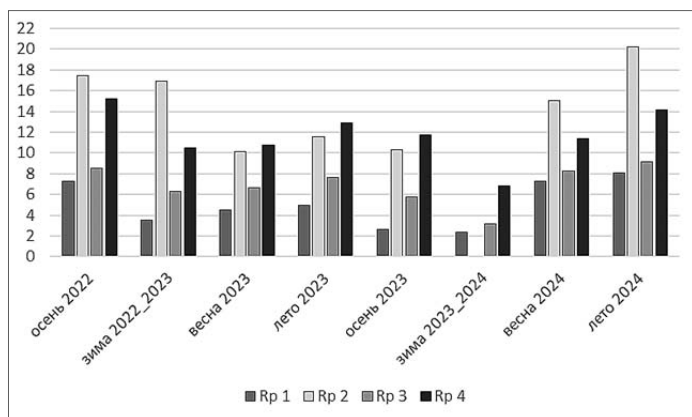


Рис. 2. Изменения значения средней сезонной ширины берега (м) на реперных точках наблюдения в пос. Морское (Rp 1—2) и в пос. Рыбачий (Rp 3—4)

Примечательной в плане совместного воздействия ветра, волнения и изменений уровня стала ситуация февраля 2023 г., когда на Калининградскую область обрушился шторм «Ульф». В течение суток, предшествовавших съемке, уровень упал на значительную величину (около 800 мм, до отметки –2123 мм). Ослабление ветра во вторую половину дня 18.02.2023 г. отразилось в резком компенсационном подъеме уровня и в размыве берега; 19.02.2024 г. происходит стабилизация уровня на отметках –1350...–1330 мм, сопряженная со слабыми проявлениями аккумуляции [3].

В результате на день съемки 19.02.2023 г. на Рр 1 произошел полный размыв пляжа. Расстояние между бровкой уступа размываемой террасы и урезом воды сократилось до 1 м (в декабре — 6,5 м; в январе — 2,9 м), в уступе призаливной террасы формируется волноприбойная ниша, следов аккумуляции практически нет. В марте происходит восстановление пляжа (ширина 3 м). На полоске намытой дамбы-пересыпи близ пос. Морское и на Рр 2 наблюдались следы размыва (штормовой уступ высотой до 30 см) и начинающаяся аккумуляция (валы, ассиметричные выступы одностороннего питания, простирающиеся с юга на север). В целом сложившаяся ситуация не столь критична, как на Рр 1: в течение зимы 2022—2023 гг. пляжевая зона сокращается с 20,3 м в декабре и 16,2 м в январе до 14 м (после шторма «Ульф»). Через месяц после шторма пляж на Рр 2 составил 10,3 м [3].

Зима 2023—2024 гг. характеризуется двумя экстремальными продолжительными подъемами уровня Куршского залива: в конце декабря — начале января (до –850 мм) и в феврале 2024 (выше –900 мм). В конце 2023 г. два шторма — «Золтан» и «Абдул» — привели к медленному подъему уровня до –1200 мм, а ветры восточных и северо-восточных направлений скоростью 10 м/с (порывы до 15 м/с) в первые дни года довели отметку уровня до –850 мм. К тому же 1.01.2024 г. температура опустилась ниже 0 °С. Отрицательные температуры продержались до 8.01.2024 г. включительно, 9—11.01 наступила оттепель и смена направления ветра на западное. 12—13.01 температура колебалась около 0 °С.

Подъем уровня залива вызвал размыв берега, затопление дамбы, рост уровня воды в прудах. Отрицательные температуры сформировали ледовый покров на заливе и прудах. На момент наблюдения 13.01.2024 г. на берегу наблюдались торосы высотой более 1 м, по уровню на Рр 1 и Рр 3 достигавшие бровки уступа. На Рр 2 пройти не удалось из-за обледенения поверхности дамбы. На прудах лед «подвис» над поверхностью воды, перешеек между прудами был залит водой.

Весьма выраженными стали изменения берега в пос. Морское, вызванные серией штормов «Маргрет» (31.01—1.02.2024),

«Надин» (3—5.02.2024) и «Ольга» (6—7.02.2024). Ветер западных румбов достигал в порывах 20—21 м/с. Активное снего- и ледотаяние, прошедшее в последней декаде января, обильные осадки, сильный ветер вызвали резкий подъем уровня Куршского залива на 200 мм в начале февраля и на 600 мм на момент съемки 10.02.2024 г. в сравнении с уровнем, наблюдавшимся в середине января. Подъем уровня до критической отметки –813 мм происходил постепенно; с началом штормов на фоне высокого уровня происходили небольшие кратковременные осцилляции. Характерно, что высокий уровень залива продержался около недели. В день наблюдений скорость ветра составляла около 4 м/с, порывы — до 8—10 м/с.

На Rp 1 продолжилось отступление бровки уступа размыва, начатое еще в декабре-январе и связанное в этот период с торошением льда. В январе торосы льда непосредственно примыкали к уступу размыва, в связи с чем профиль оказался редуцированным — до точки бровки уступа. За декабрь—январь бровка отступила на 1 м (рис. 3). Общее разрушение призаливной террасы за два зимних месяца (декабрь—февраль) составило примерно 1,5 м. На фоне высокого уровня залива 10.02.2024 г. отмечается отсутствие пляжа; в прибойной зоне происходило скопление битого льда, что еще более усиливало разрушительную силу волны и вызывало формирование в уступе волноприбойной ниши.

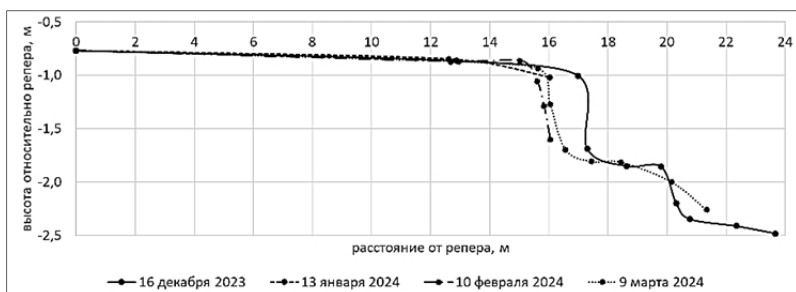


Рис. 3. Динамика берегового профиля Rp 1 в декабре 2023 — марте 2024 г.

На Рр 2 измерения не были произведены из-за невозможности к нему подойти: намытая дамба оказалась затопленной в районе пос. Морское, а возможно, и на значительном своем протяжении. К марту 2024 г. пляж уже характеризуется шириной, подобной декабрьским значениям. На Рр 3 в январе и феврале профиль берега был лишен пляжа, за зимние месяцы бровка уступа отступила примерно на 1 м. По-видимому, значимым фактором разрушения послужил не только размыв, но и ледовое воздействие. На Рр 4 с декабря по февраль бровка уступа отступила на 0,6 м (рис. 4). На момент съемки прибор размывал снование уступа.

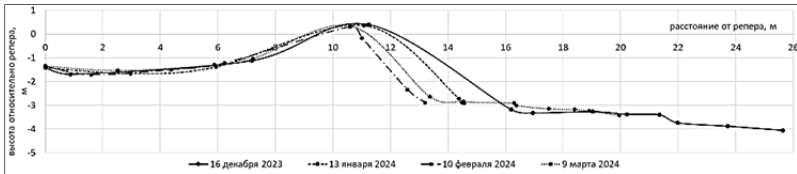


Рис. 4. Динамика берегового профиля Рр 4 в декабре 2023 г. — марте 2024 г.

Не менее активно происходило преобразование дамбы в пос. Морское. Экстремальный подъем уровня Куршского залива привел к затоплению тела дамбы на наиболее низком участке в районе пос. Морское [5]. Перешеек между прудами-отстойниками (участок между точками 5d и 6d, рис. 1) оказался полностью затопленным водами залива. Воды Куршского залива беспрепятственно перетекали в пруды-отстойники, вызывая подъем уровня в них и затопление прилежащих территорий поселка [5]. К марту дамба практически восстановилась. Значения ширины дамбы, зафиксированные в марте 2024 г., составляли от 8 до 12 м, что в целом на 1—2 м меньше, чем декабре 2023 г. Ситуация февраля 2024 г., вероятно, не уникальна. Предположительно, подобные затопления дамбы происходили и ранее, в случаях, когда уровень залива достигал аномальных значений, аналогичных зафиксированным

на момент наблюдения 10 февраля 2024 г.: 17 января 2012; 10 декабря 2013; 17 января 2014; 20 января 2015; 07 февраля 2017; 29 октября 2018; 24—28 февраля 2022 г. [2].

Результаты изучения спутниковых снимков показали, что средняя ширина дамбы в 2010 г. составляла около 32 м, а через десятилетие сократилась до 23 м [5]. При четко выраженной тенденции истощения материала дамбы в процессе размыва на протяжении последних десятилетий необходимо учитывать возможность значительных сезонных изменений ширины дамбы.

Об активном перемещении осадочного материала тела дамбы в результате ее затопления и размыва говорят изменения, произошедшие в его гранулометрическом составе: в апреле 2024 г. в точках 1d, 3d, 5d наблюдалось увеличение доли крупнозернистых песков до 15—25% в сравнении с 5—10%, отмеченными в декабре 2023 г. В точке 6d, где непосредственно происходил переток вод Куршского залива в северный технологический пруд, после затопления доля крупнозернистой фракции выросла до 57%. Закономерным образом увеличился медианный диаметр (0,55 мм) и ухудшились показатели сортировки песчаного материала (до 1,4).

Отснятые нивелировочные профили дамбы позволили ответить на вопрос: какой высоты должен достигать уровень Куршского залива, чтобы полностью затопить дамбу в пос. Морское? На рисунке 5 приведены поперечные профили дамбы, отснятые в ноябре при уровне залива около –1800 мм. В первом приближении видно, что подъем уровня Куршского залива до –1000 мм (а тем более выше) затопит дамбу на всем ее протяжении.

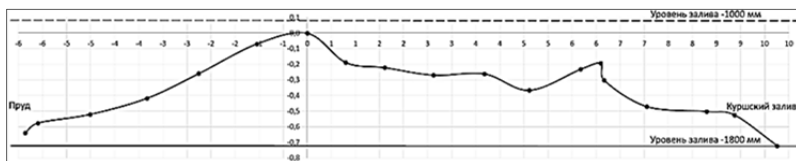


Рис. 5. Профиль дамбы в точке 1d (17 ноября 2024 г.)

Выводы

Штормовое воздействие провоцирует различные варианты развития береговых процессов на исследуемых участках берега Куршского залива. Кратковременный резкий штормовой подъем уровня вызывает существенные, но не являющиеся необратимыми изменения: пляж восстанавливается в короткие сроки, защитная дамба в пос. Морское сохраняется в рельефе. Продолжительное экстремально высокое положение уровня, достигнутое путем медленного подъема на значительную величину в условиях усиления ветра, приводит к размыву берегового уступа, составившему на некоторых участках берега до 1—1,5 м. В обоих случаях размыв осуществляется ветровым волнением (высота волны 30—40 см); интенсивному разрушению берега также способствует ледовый фактор. Подтвержденный наблюдениями факт затопления дамбы позволяет считать ее состояние критическим. Для затопления дамбы необходим подъем уровня залива до отметки –1000 мм. Вероятность повторения затоплений увеличивается с учетом год от года усиливающегося истощения материала дамбы и сокращения ее ширины по сравнению с началом XXI века в несколько раз.

Благодарности. Авторы выражают 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. *Бадюкова Е. Н., Жиндарев Л. А., Лукьянова С. А. и др.* Особенности современной динамики лагунных берегов Куршской косы, юго-восток Балтики // Литодинамика донной контактной зоны океана. М. : ГЕОС, 2009. С. 124—130.
2. *Календарь природы.* URL: <https://park-kosa.ru/kalendar-prirody> (дата обращения: 28.03.2025).

3. Моданова Е. В., Михневич Г. С., Рачина В. Штормовые изменения лагунного берега Куршской косы в зимние сезоны 2023 и 2024 гг. // LXXVII Герценовские чтения. География: развитие науки и образования : материалы Международной научно-практической конференции. СПб. : РГПУ им. А. И. Герцена, 2024. С. 139—144.

4. *Расписание* погоды [сайт]. URL: <https://rp5.ru> (дата обращения: 28.03.2025).

5. Рачина В., Михневич Г. С., Моданова Е. В. Динамика берега Куршского залива в районе защитной дамбы пос. Морское // LXXVII Герценовские чтения. География: развитие науки и образования : материалы Международной научно-практической конференции. СПб. : РГПУ им. А. И. Герцена, 2024. С. 164—168.

УДК 551.506.8(470.26)

О. В. Рыльков

ФГБУ «Национальный парк «Куршская коса»»

Феноклиматическая характеристика 2024 года в национальном парке «Куршская коса»

Аннотация. Представлена качественная и количественная характеристика сезонного развития природных явлений 2024 г. на фоне гидротермического режима. Оценка фенологических событий текущего года дана в сравнении с многолетними данными 2014—2024 гг.

Abstract. Qualitative and quantitative characterisation of the seasonal development of natural phenomena in 2024 against the background of the hydrothermal regime is presented. The assessment of phenological events of the current year is given in comparison with multiyear data of 2014—2024.

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 2024 г. в ряду многолетних наблюдений на фоне гидротермического режима.

Введение

Важный аспект фенологических наблюдений — периодизация естественных природных процессов в течение года. Для фиксации продолжительности отдельных периодов (сезонов) используются даты начала фенологических фаз растений, а за пределами вегетационного сезона — даты начала абиотических явлений (заморозки, снежный и ледовый покровы). Из полученных дат формируются фенологические календари. Они представляют основу для описания и классификации сезонности природных процессов; позволяют получить интегрированный сезонный ритм природных явлений и оценить их закономерности [7]. Многолетние фенологические наблюдения, дополненные статистическими показателями измеряемых климатических элементов, дают возможность получить полную картину ритма, амплитуды и тренды развития сезонов конкретного региона.

Выявленные на основе многолетних наблюдений тренды сезонных явлений имеют прогностическое значение. Высокий уровень корреляции некоторых отдаленных во времени, но синхронно наступающих явлений позволяет методом фенологического лага определять даты наступления относительно скрытых явлений [4].

Методика

Анализ погодных условий представлен по данным автоматической метеорологической станции Vantage PRO2 на 15-м км Куршской косы. Состав погодных наблюдений включает: почасовые значения срочной температуры воздуха, экстремальных температур воздуха, относительной влажности воздуха, силы и направления ветра, атмосферного давления. Для фено-

логических наблюдений применяется стандартная методика регистрации срока и фотофиксация с периодичностью наблюдений пять дней в неделю [1; 2].

Результаты фенологических наблюдений систематизируются с помощью автономной программы (приложение Windows), которая использует базу данных SQLite и предусматривает прямой экспорт данных в Excel [4]. Публичный доступ к результатам наблюдений открыт на официальном сайте национального парка в разделе «Календарь природы».

Феноклиматическая оценка 2024 г. проведена по методике нормированных отклонений с применением средних многолетних значений фенологических дат [3; 5]. Для анализа и сравнения дат фенологических событий, температур воздуха и количества осадков, т. е. категорий, которые значительно отличаются дисперсиями и единицами измерения, было использовано нормированное отклонение. 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

По температурному режиму на территории национального парка 2024 г. оценивается аномально теплым ($n=1,4$). Его температурная характеристика помесечно представлена в таблице 1. Среднегодовая температура воздуха составила $10,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, что на $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше нормы 2014—2024 гг. Это самый теплый год за этот период.

Теплыми, в пределах нормы, были сразу шесть месяцев: февраль ($n=0,8$), март ($n=0,8$), апрель($n=0,9$), июнь ($n=0,5$), август ($n=0,5$), октябрь ($n=0,3$) и декабрь ($n=0,8$). Аномально теплыми выдались май ($n=1,7$) и сентябрь ($n=1,2$). Немного холоднее нормы были январь($n=-0,3$) и ноябрь($n=-0,1$). Данные по температуре воздуха представлены в нормированных отклонениях на графике (рис. 1) и в °С (табл. 1).

Фактически первая половина вегетационного периода, время интенсивного роста растений, была обеспечена теплом, намного превышающим норму.

Таблица 1

Значения среднемесячных температур воздуха в 2024 г.

Месяц	Средняя температура месяца, °С	Среднее многолетнее значение	Отклонение	
			стандартное	нормированное
Январь	-1,0	-0,3	2,19	-0,3
Февраль	3,0	0,9	2,47	0,8
Март	4,5	3,2	1,60	0,8
Апрель	7,7	6,8	0,99	0,9
Май	15,5	12,3	1,84	1,7
Июнь	17,5	16,5	2,15	0,5
Июль	19,4	19,5	2,20	0,0
Август	19,9	19,3	1,14	0,5
Сентябрь	18,0	15,7	1,81	1,2
Октябрь	10,4	10,1	0,90	0,3
Ноябрь	5,3	5,4	0,96	-0,1
Декабрь	3,5	1,9	2,03	0,8
Итого год	10,3	9,3	0,8	1,4

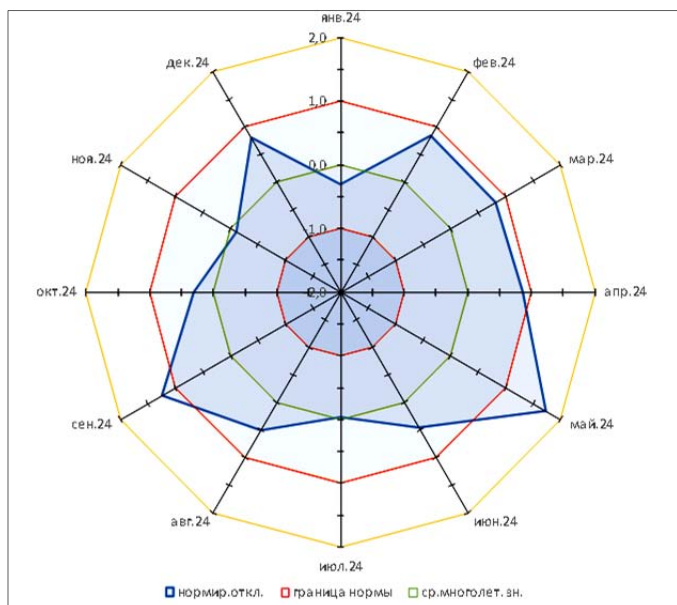


Рис. 1. Распределение среднемесячных температур в единицах нормированного отклонения в национальном парке в 2024 г.

Режим увлажнения, наряду с температурным режимом, — ключевой параметр условий жизни растений: наличием воды обуславливается протекание биологических и физико-химических процессов, движение питательных веществ в почве, состояние ее водно-воздушного и теплового режимов.

Большой частью источниками поступления влаги в почвы Куршской косы служат в атмосферные осадки, сумма которых в 2024 г. составила близкие к норме 864 мм ($n=0,04$). Причем за период активной вегетации выпало 50 % (435 мм) от годовой суммы осадков. Данные по количеству осадков представлены в нормированных отклонениях на графике (рис. 2) и в миллиметрах среднемесячной суммы осадков (табл. 2).

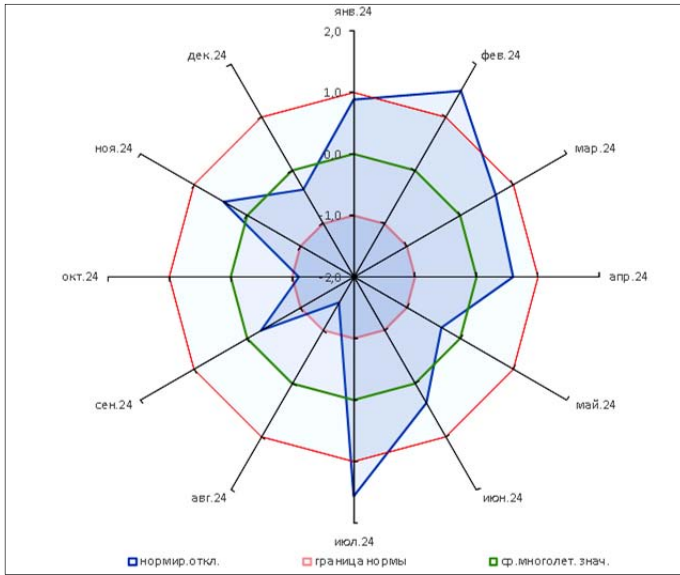


Рис. 2. Распределение сумм осадков по месяцам в единицах нормированного отклонения в национальном парке в 2024 г.

Таблица 2

Значения суммы осадков за месяц в 2024 г.

Месяц	Сумма осадков, мм	Среднее многолетнее значение	Отклонение	
			стандартное	нормированное
Январь	98	78	22,4	0,9
Февраль	103	64	26,4	1,5
Март	51	39	18,5	0,7
Апрель	44	30	24,1	0,6
Май	30	39	26,7	-0,4

Окончание табл. 2

Июнь	70	58	33,9	0,4
Июль	150	97	34,2	1,6
Август	28	92	42,5	-1,5
Сентябрь	68	82	53,0	-0,3
Октябрь	47	108	55,1	-1,1
Ноябрь	100	86	32,3	0,4
Декабрь	73	83	29,1	-0,4
Итого год	864	856	188,4	0,04

Сумма осадков, выпавших за месяц, превысила норму в январе ($n=0,9$), марте ($n=0,7$), апреле ($n=0,6$), июне ($n=0,4$) и ноябре ($n=0,4$). Аномально увлажненными выдались февраль ($n=1,5$) и июль ($n=1,6$). Ниже нормы пришлось осадков на май ($n=-0,4$) и сентябрь ($n=-0,3$). Аномально «сухими» выдались август ($n=-1,5$) и октябрь ($n=-1,1$) (табл. 2).

По средним многолетним значениям суммы выпавших за год осадков 2024 г. вошел в группу нормальных, но оказался неравномерным по режиму увлажнения. Первая половина года до июля включительно была «влажной», а во второй половине растения испытывали недобор влаги из-за понижения уровня грунтовых вод и продолжительной почвенной засухи (рис. 3).

Фактически первая половина вегетационного периода, когда происходит интенсивный рост растений, была обеспечена влагой выше нормы за счет зимнего запаса и текущих атмосферных осадков.

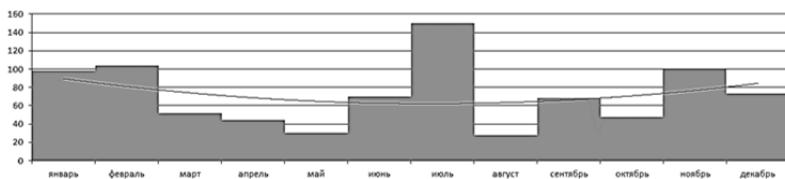


Рис. 3. Помесячное распределение количества осадков в 2024 г.

В национальном парке принята трехуровневая периодизация года для умеренного климатического пояса [6]. Годовой цикл развития природы разделяется на 4 сезона и 13 подсезонов. Индикаторами начала и окончания фенологических сезонов считаются даты наступления наиболее четко выраженных фаз развития растений [2].

Фенологический сезон *ЗИМА* 2023/24 гг. начался — 16.11.2023, на 13 дней раньше средней многолетней даты, серией погод с переходом через 0 °С. Устойчивый снежный покров образовался 25.11.2023. Ледовое поле на Куршском заливе сформировалось 06.12.2023. Лед первого ледостава достиг толщины 16 см (максимума) 11.12.2023. Его укрепление прекратилось с началом оттепели 15.12.23. Второй ледостав начался 06.01.24, достигнув толщины 19 см (максимума) 09.01.2024. Его укрепление прекратилось через четыре дня. Ледостав завершился 20.01.2024. Ледовые явления наблюдались до 2.02.2024.

Продолжительность зимнего сезона составила 94 дня (среднее многолетнее значение 105 дней (табл. 3). Сезон был представлен коротким подсезоном *предзимье* ($n=-0,7$), anomalно длинным подсезоном *зима* ($n=1,0$) и anomalно коротким подсезоном *позимье* ($n=-1,8$). Самый холодный подсезон *зима* состоял из двух фаз с зимней погодой, которые в начале декабря и начале января прерывались продолжительными оттепелями.

Таблица 3

Продолжительность фенологических подсезонов сезона *ЗИМА* в 2024 г.

Зимние подсезоны	Продолжительность подсезона, дни	Средняя многолетняя продолжительность	Отклонение	
			стандартное	нормированное
<i>Предзимье</i>	10	26	23,8	-0,7
<i>Зима</i>	80	53	27,4	1,0
<i>Позимье</i>	4	26	12,3	-1,8
Итого сезон	94	105	20,9	-0,5

Фенологический сезон *ВЕСНА* начался 18.02.2024 г., на 25 дней раньше средней многолетней даты. Его продолжительность превысила норму ($n=0,7$) и составила 97 дней (табл. 4). Сезон был представлен очень долгим подсезоном *голая весна* ($n=0,8$), близким к норме подсезоном *зеленая весна* ($n=1,0$) и коротким подсезоном *цветущая весна* ($n=-0,4$).

Таблица 4

Продолжительность фенологических подсезонов сезона *ВЕСНА* в 2024 г.

Весенние подсезоны	Продолжительность подсезона, дни	Средняя многолетняя продолжительность	Отклонение	
			стандартное	нормированное
<i>Голая весна</i>	37	26	12,8	0,8
<i>Зеленая весна</i>	31	30	8,7	0,1
<i>Цветущая весна</i>	29	31	7,1	-0,4
Итого сезон	97	87	14,1	0,7

Фенологический сезон *ЛЕТО* 2024 г. начался 26.05.2024, на 14 дней раньше средней многолетней даты. Продолжительность летнего сезона превысила норму ($n=0,6$) и составила 111 дней (табл. 5). Сезон был представлен нормальным по продолжительности подсезоном *перволетье* ($n=0,1$), аномально коротким подсезоном *полное лето* ($n=-1,5$), длинным подсезоном *спад лета* ($n=0,5$) и аномально длинным подсезоном *бабье лето* ($n=1,3$).

Фенологический сезон *ОСЕНЬ* начался 13.09.2024, на 10 дней раньше средней многолетней даты. Сезон осени продлился 69 дней, по продолжительности был близким к норме ($n=0,1$), на 2 дня короче средней многолетней продолжительности (табл. 6). В его составе аномально длинным выдался

подсезон *золотая осень* ($n=1,3$); подсезон *поздняя осень* оказался очень коротким ($n=-0,8$); коротким выдался и подсезон *глубокая осень* ($n=-0,3$).

Таблица 5

**Продолжительность фенологических подсезонов сезона ЛЕТО
в 2024 г.**

Летние под- сезоны	Продолжи- тельность подсезона, дни	Средняя многолетняя продолжи- тельность	стандартное отклонение	нормированное отклонение
<i>Перволетье</i>	23	23	5,0	0,1
<i>Полное лето</i>	8	20	8,6	-1,5
<i>Спад лета</i>	36	31	9,6	0,5
<i>Бабье лето</i>	44	32	9,4	1,3
Итого сезон	111	106	7,8	0,6

Таблица 6

**Продолжительность фенологических подсезонов сезона ОСЕНЬ
в 2024 г.**

Осенние подсезоны	Продолжи- тельность подсезона, дни	Средняя многолетняя продолжи- тельность	Отклонение	
			стандартное	нормированное
<i>Золотая осень</i>	44	28	12,3	1,3
<i>Поздняя осень</i>	17	28	15,3	-0,8
<i>Глубокая осень</i>	8	11	10,2	-0,3
Итого сезон	69	67	15,4	0,1

Таким образом, в 2024 г. аномально продолжительными стали подсезоны *зима*, *бабье лето* и *золотая осень* (рис. 4). Аномально короткими были подсезоны *полное лето* и *позимье*. Продолжительность остальных подсезонов — в пределах статистической нормы.

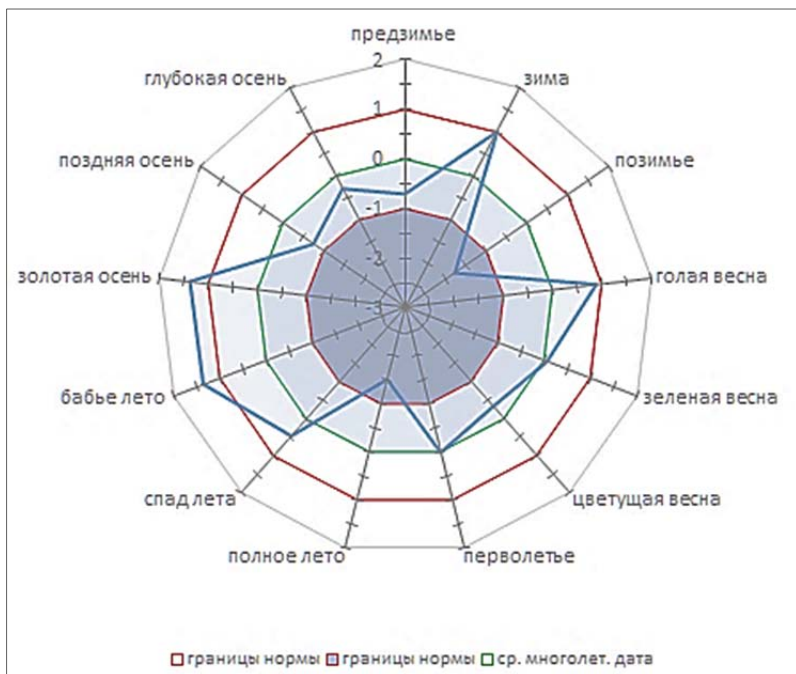


Рис. 4. Распределение продолжительности подсезонов в единицах нормированного отклонения в национальном парке в 2024 г.

Список литературы

1. 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.

2. *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.

3. *Рыльков О.В.* Феноклиматическая характеристика 2023 года в национальном парке «Куршская коса» // Там же. 2024. С. 227—237.

4. *Соловьев А.Н.* Корреляционные связи дат наступления сезонных явлений // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2020. № 1. С. 105—112.

5. *Сапельникова И.И.* Феноклиматическая характеристика 2021 года в Воронежском заповеднике // Полевой журнал биолога. 2022. Т. 4, № 2. С. 119—136.

6. *Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д.* Летопись природы в заповедниках СССР. М. : Наука, 1990. С. 143.

7. *Hudson I.L., Keatley M.R.* Phenological Research. Methods for Environmental and Climate Change Analysis. Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 2010. P. 521.

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1

ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

<i>Губарева И.Ю.</i> Видовое разнообразие родов <i>Argentina</i> Hill. (Аргентина), <i>Potentilla</i> L. (Лапчатка) и <i>Dasiphora</i> Raf. (Лапчатник) национального парка «Куршская коса»	6
---	---

Раздел 2

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

<i>Алдушин А.В., Барановский П.Н.</i> Видовая структура рыбных сообществ озера Виштынецкого	16
<i>Иванюков К.А.</i> Результаты регистрации мест гибели копытных животных в национальном парке «Куршская коса» в период 1996—2024 годы	24
<i>Полунина Ю.Ю., Герб М.А., Володина А.А., Александров С.В., Дмитриева О.А., Шартон А.Ю., Мельник А.С., Щербаков С.А.</i> Характеристика биологических сообществ и гидрохимических показателей прибрежных вод Куршского залива вдоль Куршской косы в 2024 году	33

Раздел 3

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ, КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

И ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

<i>Белов Н.С., Шаплыгина Т.В., Волкова И.И., Данченков А.Р.</i> Сравнительный анализ использования фотограмметрии и лазерного сканирования при оценке динамики морского побережья национального парка «Куршская коса»	55
<i>Жуковская И.П., Калина А.А., Рыльков О.В.</i> Динамика морского берега национального парка «Куршская коса» в период 2015—2023 годы	62
<i>Кривоускова Е.В., Новожилов О.А.</i> Оценка экологического состояния прибрежной части акватории озера Виштынецкого с использованием базового показателя антропогенной нагрузки	70

<i>Майорова Ю. А., Калина А. А.</i> Опыт применения результатов рекреационного мониторинга при определении допустимой рекреационной емкости объектов рекреационного назначения национального парка «Куршская коса»	79
<i>Медведева А. А.</i> Геоэкологическая оценка состояния природных комплексов в районе экотроп и глэмпингов национального парка «Куршская коса»	84
<i>Михневич Г. С., Рачина В., Моданова Е. В.</i> Экстремальные морфодинамические изменения лагунного берега Куршской косы (в районе пос. Морское и Рыбачий)	93
<i>Рыльков О. В.</i> Феноклиматическая характеристика 2024 года в национальном парке «Куршская коса»	102

CONTENTS

Chapter 1

FLORISTIC RESEARCH

- Gubareva I.* Species diversity of the genus *Argentina* Hill., *Potentilla* L., *Dasiphora* Raf. of Kurshskaya kosa National Park..... 6

Chapter 2

FAUNISTIC RESEARCH

- Aldushin A., Baranovsky P.* Species structure of fish communities of Lake Vishtynetskoye 16
- Ivaniukov K.* Results of registration of places of death of ungulates in Kurshskaya kosa National Park in the period 1996—2024..... 24
- Polunina J., Gerb M., Volodina A., Aleksandrov S., Dmitryeva O., Sharton A., Melnik A., Sherbakov S.* Characteristics of biological communities and hydrochemical parameters of coastal waters of the Curonian Lagoon along the Curonian Spit in 2024..... 33

Chapter 3

CLIMAT, GEOLOGY AND LANDSCAPES RESEARCH

- Belov N., Shaplygina T., Volkova I., Danchenko A.* Comparative analysis of the use of photogrammetry and laser scanning in assessing the dynamics of the seashore of Kurshskaya kosa National Park 55
- Zhukovskaya I., Kalina A., Rylkov O.* Dynamics of the coast of Kurshskaya kosa National Park In the period 2015—2023 62
- Krivopuskova E., Novozhilov O.* Assessment of the ecological state of the coastal area of Lake Vishtynetskoye using the basic indicator of anthropogenic load..... 70
- Maiorova Iu., Kalina A.* Experience of application the results of recreational monitoring to determine the permissible recreational capacity of recreational facilities in Kurshskaya Kosa National Park 79

<i>Medvedeva A.</i> Geoecological assessment of the state of natural complexes in the area of eco-trails and glampings of Kurshskaya kosa National Park	84
<i>Mikhnevich G., Rachipa V., Modanova E.</i> Extreme morphodynamic changes of the lagoon coast of the Curonian Spit (in the area of the villages Morskoe and Rybachy)	93
<i>Rylkow O.</i> Phenoclimatic characterisation of 2024 in Kurshskaya kosa National Park	102

Научное издание

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

Сборник научных статей

Выпуск 20

Составители

Майорова Юлия Андреевна
Жуковская Ирина Петровна

Редактор *Н. Н. Мартынюк*

Верстка *Л. В. Миловидовой*

Подписано в печать 08.12.2025 г.

Формат 60×90 ¹/₁₆. Усл. печ. л. 7,4

Тираж 100 экз. Заказ 138

Полиграфический центр
Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта
236001, г. Калининград, ул. Гайдара, 6