ISSN 2410-8677

ФГБУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК "КУРШСКАЯ КОСА"»

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

Сборник научных статей

Выпуск 16

Издательство
Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта
2020

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

Редколлегия

А. А. Калина, директор
А. А. Поплавский, заместитель директора
Ю. А. Майорова, начальник научного отдела
И. П. Жуковская, старший научный сотрудник

П78 **Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»** : сборник научных статей. Вып. 16 / сост. И. П. Жуковская. — Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2020. — 196 с.

В сборнике представлены статьи, подготовленные по материалам исследований, проведенных на территории национального парка «Куршская коса» в период 2018—2019 гг.

Адресован специалистам в области сохранения природного и культурного наследия ООПТ.

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

© ФГБУ «Национальный парк "Куршская коса"», 2020

ISSN 2410-8677

PROCEEDINGS OF THE NATIONAL PARK «KURSHSKAYA KOSA»

PROBLEMS OF EXPLORE AND CONSERVATION NATURAL AND CULTURAL HERITAGE OF THE NATIONAL PARK «CURONIAN SPIT»

Collection of scientific articles

Issue 16

Publisher
Immanuel Kant Baltic Federal University
2020

UDK 502.4(407.26)
ВВК 28.088л64(2Рос-4К2г)

Editorial board

A. Kalina, chief
A. Poplavskiy, deputy chief
Ju. Maiorova, head of scientific department
I. Zhukovskaya, senior research officer

Problems of explore and conservation natural and cultural heritage of the national park «Kurshskaya kosa» : Collection of scientific articles. Iss. 16 / Compiler I. Zhukovskaya. Published by IK BFU, Kaliningrad, RF, 2020. 196 p.

The book is a collection of articles based on materials research carried out in the national park «Kurshskaya kosa» during the period from 2018 to 2019.

It is addressed to specialists in the field of conservation natural and cultural heritage of the protected areas.

UDK 502.4(407.26)
ВВК 28.088л64(2Рос-4К2г)

© FSBI «National Park "Kurshskaya kosa"», 2020

Национальный парк «Куршская коса» ведет научную работу в соответствии со статусом природоохранного научно-исследовательского учреждения и возложенными на него задачами по изучению биоразнообразия и мониторинга природных комплексов.

Исследования в национальном парке проводятся и специалистами Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Атлантического филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО), Балтийского федерального университета им. И. Канта, Калининградского государственного технического университета.

В сборник вошли статьи, посвященные изучению состояния природных комплексов Куршской косы и прилегающих к ней акваторий Балтийского моря и Куршского залива. Полученная информация о состоянии природных комплексов и их изменениях может использоваться для оценки экологической ситуации в регионе, оптимизации природопользования, а также при формировании текущих и перспективных планов развития национального парка. Актуальными направлениями научно-исследовательских работ стали:

— исследования биоразнообразия экосистем, изучение редких и уязвимых видов растительного и животного мира, выявление мест их обитания;

— метеорологические и фенологические наблюдения;

Сборник подготовлен по материалам исследований, проведенных на территории парка в 2018—2019 гг.

Научный отдел НП «Куршская коса»

Раздел 1

ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

УДК 582.665.11 (470.26)

И. Ю. Губарева
Национальный парк «Куршская коса»
Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Видовое разнообразие семейства *Polygonaceae* Juss. — Спорышевые (Гречиховые) в национальном парке «Куршская коса»

Для российской части Куршской косы (Калининградская область) впервые составлен конспект семейства *Polygonaceae* Juss. Семейство представлено 26 видами из 7 родов. Из них два вида встречаются исключительно в культуре (*Fallopia aubertii* (Henry) Holub, *Rheum rhabarbarum* L.), два являются адвентиками (*Fagopyrum esculentum* Moench., *Reynoutria japonica* Houtt.), а нахождение *Rumex palustris* Smith. известно только по литературным данным (сер. XIX века).

For the Russian part of the Curonian Spit (Kaliningrad region of Russia), a synopsis of the family *Polygonaceae* Juss. were compiled for the first time. The family is represented by 26 species from 7 genus. Of these, two is found exclusively in culture (*Fallopia aubertii* (Henry) Holub, *Rheum rhabarbarum* L.), two of them are adventives' (*Fagopyrum esculentum* Moench., *Reynoutria japonica* Houtt.) and the finding of *Rumex palustris* Smith. is known only from literary data (the middle of the XIX century).

© Губарева И. Ю., 2020

Ключевые слова: конспект семейства *Polygonaceae* Juss., Куршская коса, жизненная форма, встречаемость, места обитания видов, адвентивный вид.

Key words: synopsis of the family *Polygonaceae* Juss., Curonian Spit, habitats of species, occurrence, habitatus, adventives species.

По итогам флористических исследований национального парка «Куршская коса» составлен конспект семейства *Polygonaceae* Juss. Его структура соответствует схеме, разработанной и представленной в серии публикаций предыдущих лет. Он является продолжением исследований, проводимых в рамках программы по изучению биоразнообразия национального парка.

Структура конспекта и основные литературные источники прежние. Так, пространственное распространение каждого вида по территории Куршской косы приводится по материалам литературного обзора [1—4; 7—9] и многолетним данным собственных наблюдений. Учтены устные сообщения других исследователей, а также гербарная коллекция автора [Gubareva I. Yu.]. Для некоторых единичных находок указывается квартальная привязка по существующему делению участковых лесничеств косы.

Латинские названия видов даны с учетом таксономической обработки, приведенной в «Конспекте флоры Восточной Европы» [6] и «Определителе сосудистых растений Северо-Западной России» [5].

Рода и виды в семействе расположены в алфавитном порядке, нумерация указана только для дикорастущих растений. Принятая структура, аналогична всем предыдущим конспектам, составленным по итогам исследования флоры Куршской косы:

1. Латинское и русское названия растений. Для некоторых видов в скобках приводятся наиболее распространенные синонимы [5; 6].

2. Жизненная форма — по классификации C. Raunkier [10; 11].

3. Характер встречаемости видов во флоре Куршской косы дан по следующей шкале:

— «обычно» — основные фоновые виды с оценкой обилия по шкале Друде от cop. 2 до soc.;

— «часто» — виды, встречающиеся часто, группами (от cop. 1 до cop. 2);

— «рассеянно» — группа видов встречающихся часто, но единичными экземплярами или небольшими группами (sp. — cop. 1);

— «редко» — растения, встречающиеся редко, но группами (от sol. до sp.);

— «очень редко» — встречаемость растений с оценкой обилия от un. до sol.

Для единичных находок растений указывается биотоп, коллектор и цитата гербарного образца.

4. Биотопическая приуроченность вида на Куршской косе.

5. Пространственное распространение вида по территории Куршской косы приводится по данным собственных наблюдений, устным сообщениям исследователей, гербарной коллекции автора [Gubareva I. Yu.].

6. Географический элемент и зональная приуроченность — по Н. Н. Цвелёву [5] с учетом новых сведений [6].

Приводимые в конспекте иллюстрации — из иконотеки автора.

Сокращения и обозначения:

адв. — адвентивный
аз. — азиатский
аркт. — арктический
болот. — болотный
в. — восток, восточный
водн. — водный
галоф. — галофит
декор. — декоративный
дюн. — дюнный
евр. — европейский
пос. — поселок
прибреж. — прибрежный
прян. — пряный
с. — северный
сорн. — сорный
ср. — средний, среднее
умер. — умеренный
циркумбор. — циркумбореальный
ю. — юг, южный

евраз. — евроазиатский
з. — запад, западный
ЗЛН — лесничество «Зеленоградское»
интр. — интродуцент
кв. — квартал
лекарст. — лекарственный
лесн. — лесной
литор. — литоральный
луг. — луговой
медон. — медоносный
опуш. — опушечный
пищев. — пищевой
палеаркт. — палеарктический

▼ — интродуценты (в конспекте не нумеруются)
► — адвентивные виды (чужеродные, заносные)

* — редко встречающийся (в том числе охраняемый) или новый для территории вид

? — данные о встречаемости вида требуют дополнительных подтверждений

Конспект семейства *Polygonaceae* Juss. — Спорышевые (Гречиховые) национального парка «Куршская коса»

1. ***Bistorta officinalis*** Delarb. [*Polygonum bistorta* L.] — **Змеевик лекарственный**, раковые шейки (рис. 1)[*].

Геофит. V—VI (VII). Рассеянно. Влажные луга в прибрежной части озер и прудов, лесные поляны, берега канав у дорог. — Луг., евраз., умер. — Лек., декор.

► 2. ***Fagopyrum esculentum*** Moench. — **Гречиха пищевая** (съедобная) (рис. 2).

Терофит. VII—VIII. В условиях косы не культивируется. Встречается единично только как заносная с семенами в посевах огородных культур, на свалках мусора. — Адв.; циркумбор., умер. — Пищ., медон., лек.

▼ ***Fallopia aubertii*** (Henry) Holub — **Гречишка Обера** (рис. 3).

Древовидная лиана до 5 (7) м. VII—VIII (IX). Культивировалась как декоративное растение для вертикального озелене-

[*] Здесь и далее иллюстрации см. на с. 15—20.

ния на здании музейного комплекса с начала 2000-х гг. В условиях косы наблюдалось ежегодное обильное цветение. Была уничтожена в результате работ на фасаде здания в 2014 г. Остались единичные посадки вида в озеленении пос. Лесной. — Интр.; ср. аз., ю. умер. — Декор.

3. ***F. dumetorum*** (L.) Holub [*Polygonum dumetorum* L.] — **Г. кустарниковая** (рис. 4).

Терофит. VI—IX. Часто. По всей территории косы на кустарниках в лесах, по берегам водоемов на высокотравье, по сорным местам. — Опуш.-луг. (сорн); евр. ю-з. аз., умер. — Декор.

4. ***F. convolvulus*** (L.) Á. Löve — **Г. вьюнковая**

Терофит. VI—VIII. Очень редко. На обочинах квартальных дорог, на минерализованных полосах, на сорных местах и в посевах с.-х. культур в поселках. — Сорн.; палеаркт., умер.

5. ***Persicaria amphibia*** (L.) Delarb. — **Горец земноводный**

Гемикриптофит, геофит (гидрофит). VI—VIII. Часто. Обнаружены различающиеся внешне наземная и водная формы. Первая встречается на влажных болотистых лугах, по берегам водоемов (рис. 5), вторая — непосредственно в воде и имеет плавающие листья (рис. 6). — Прибреж.-водн.; циркумбор., умер. — Декор. (возможно использование для декорирования водоемов).

6. ***P. hydropiper*** (L.) Delarb. [*Polygonum hydropiper* L.] — **Г. перечный,** водяной перец (рис. 7).

Терофит. VI—VIII. Рассеянно. По берегам водоемов, канав, окраинам торфяных болот, реже — на влажных лугах. — Бол.-луг.; евраз., умер. — Лек., прян.-пищев.

7. ***P. lapatifolia*** (L.) Delarb. — **Г. развесистый** (рис. 8).

Терофит. VI — VIII (IX). Часто. Обитает на берегах водоемов (Куршский залив, озера, пруды) и по сорным местам (свалки мусора, огороды, придорожные канавы). — Прибр.-бол. (сорн.); циркумбор., умер.

8. ***P. maculosa*** S. F. Gray. [*Polygonum maculatum* Raf.] — **Г. пятнистый,** г. почечуйный (рис. 9).

Терофит. VI—IX (X). Часто. На берегах водоемов (в том числе на береговых отмелях залива), по сорным местам, на огородах в посевах овощных культур. — Прибр.-сорн; циркумбор., умер. — Лек.

9. ***P. minor*** (Huds.) Opiz [*Polygonum minus* Huds.] — **Г. малый** (рис. 10)

Терофит. VII—VIII. Часто. Во влажных местах: берега водоемов, окраины болот и канав, колеи луговых и лесных дорог (часто с полупогруженными в воду побегами), сырые леса. — Прибр.-луг.; евраз., умер.

10. ***P. mitis*** (Schrank) Delarb. [*Polygonum mite* Schrank] — **Г. мягкий** (рис. 11).

Терофит. VII—VIII. Рассеянно. В прибрежной зоне водоемов (озера, пруды, канавы), в болотистых лесах, во влажных колеях дорог, вдоль тропинок. — Прибр.-лесн.; евр., умер.

11. ***P. tomentosa*** (Schrank) Bickn. [*Polygonum scabrum* Moench.; *Persicaria scabra* (Moench.) Moench.] — **Г. войлочный,** шероховатый (рис. 12).

Терофит. VI—IX. Редко. На сорных местах в поселках, на огородах в посадках овощных и декоративных культур, по берегам водоемов в разреженном травостое, на лугах (особенно на нарушенном грунте в местах подкормок кабанов). — Сорн.; прибр.-сорн.; циркумбор., умер.

12. ***Polygonum aviculare*** L. — **Спорыш птичий**, птичья гречиха (рис. 13).

Терофит. V—IX (X). Обычно. Распространен на лугах, по берегам водоемов, обочинам дорог, на пустырях, в садах и огородах (как сорное). — Сорн.-луг. (прибр.); циркумбор., умер. — Лек.

▼, ► 13. ***Reynoutria japonica*** Houtt. — **Рейнутрия японская** (рис. 14).

Гемикриптофит. (VIII) IX. Встречается в нескольких точках на месте бывшей культуры (корневая часть косы). В результате периодической прочистки мелиоративных канав вдоль шоссе разносится на небольшие расстояния от места первоначальной культуры [1—3; 8]. Примерная дата посадок — начало XX в. — Интр., адв.; в. аз., ю. умер. — Декор.

▼ ***Rheum rhabarbarum*** L. — **Ревень обыкновенный** (рис. 15).

Геофит. V—VI. Встречается только в культуре на приусадебных участках в поселках косы. — Интр.; аз., ю. умер. — Пищ., лек.

14. ***Rumex acetosa*** L. [*Acetosa pratensis* Mill.] — **Щавель кислый** (рис. 16).

Гемикриптофит. V—VI. Часто. На лугах, по лесным полянам, обочинам дорог, иногда в культуре. — Луг.; циркумбор., умер. — Пищ., лек.

Встречаются разновидности, которые выращивают как листовые культуры: subsp. *ambiguous* (Gren.) A. Löve и subsp. *amplexicaulis* (Lapeyr.) Num.

15. ***R. acetosella*** L. [*Acetosella vulgaris* (W. D. J. Koch) Fourr.] — **Щ. обыкновенный** (щавелёк) (рис. 17).

Гемикриптофит, геофит. V—VIII. Обычно. Суходольные луга, закрепленные участки дюн («серые» дюны), разреженные сосняки, лесные поляны и тропинки, песчаные отмели на берегу Куршского залива. — Опуш.-луг. (дюн.-луг.). — циркумбор., аркт.-умер.

? ***R. confertus*** Willd. — **Щ. скученный** (Щ. конский)

Гемикриптофит. VI—VII. Очень редко. В 2018 г. обнаружена единственная популяция (3 экз.) в корневой части косы, на участке прокладки электросети. В 2020 г. в этом месте вид не найден. — Сорн.-луг.; в. евр.-з. аз.; умер. — Лек., техн.

16. ***R. crispus*** L. — **Щ. курчавый** (рис. 18).

Гемикриптофит. V—VII. Рассеянно. На лугах, полянах, береговых отмелях и песчаных пляжах Куршского залива, по обочинам дорог, на сорных местах. — Сорн.-луг.; циркумбор., умер.

Обнаружены две разновидности: var. *crispus* (с жевлачком на всех листочках околоцветника); var. *unicalosus* Peterm. (с жевлачками на одном листочке околоцветника).

17. ***R. hydrolapathum*** Huds. — **Щ. прибрежный** (рис. 19).

Гемикриптофит. VI—VIII. Рассеянно. Прибрежные заросли высокотравья на берегу Куршского залива, озер, мелиоративных канав. Чаще встречается на торфяных почвах. — Прибр.-болот.; евр.-з. аз., умер. — Декор.

18. ***R. longifolius*** DC. — **Щ. длиннолистный**

Гемикриптофит. VI—VIII. Рассеянно. По лугам, на обочинах проселочных дорог, по песчаным берегам Куршского залива и озер, на пустырях. — Сорн.-луг.; циркумбор., умер. — Лек.

19. ***R. maritimus*** L. — **Щ. морской** (рис. 20).

Терофит. VI—VIII. Рассеянно. Обитает на песчаных отмелях по берегу Куршского залива, реже — как сорное на отсыпках песчаного грунта в увлажненных местах. — Прибр. (сорн.); циркумбор., умер.

20. ***R. obtusifolius*** L. — **Щ. туполистный,** обратнояйцевидный (рис. 21).

Гемикриптофит, терофит. V (VI). Обычно. По обочинам дорог, во влажных лесах и зарослях кустарников, на сорных местах в поселках и на площадках автостоянок вдоль трассы. — Сорн.-опуш.-лесн.; евр.-з. аз., ю. умер.

Также встречается разновидность: ***R. obtusifolius*** subsp. ***sylvestris*** (Lam.) Čelak. — Щавель лесной.

? ***R. palustris*** Smith. [*R. limosum* Thuill.] — **Щ. болотный**

Терофит. VI—VIII. Известно указание немецких ботаников на нахождение вида в прибрежной зоне Куршского залива в районе поселков Rossitten (Рыбачий) и Pillkoppen (Морское) в 1892 г. [7]. В настоящее время вид не обнаружен. — Сорн. — прибреж.-водн.; евр.-з. аз., ю. умер.

21. ***R. sanguineus*** L. — **Щ. кроваво-красный** (рис. 22).

Гемикриптофит. V—VI. Очень редко. Два экземпляра были обнаружены в смешанном лесу корневой части косы и один — на минерализованной полосе в сосняке (7 кв., 3ЛН) [Gubareva I.Yu.]. Также один найден на газоне у строительной площадки в пос. Рыбачий. — Сорн.-опуш.-лесн.; евр.-з. аз., умер.

Во всех случаях были встречены дикорастущие формы, имеющие зеленые листья, которые относятся к соответствующей разновидности: *R. sanguineus* var. *viridis* Sibth.

? ***R. stenophyllus*** Ledeb. — **Щ. узколистный**

Гемикриптофит. VI—VIII. Единичные находки были обнаружены на засоренных лугах и по обочинам дорог южнее пос. Рыбачий в 2009 г. Позднее в этих местах обитания вид не встречался. — Сорн.-луг.; ср. и в.евр.-аз., умер.

22. ***R. thyrsiflorus*** Fingerh. [*Acetosa thyrsiflora* (Fringerh.) A. et D. Löve] — **Щ. пирамидальный** (рис. 23).

Гемикриптофит, геофит. VI—VII. Редко. На лугах, по опушкам и полянам в мелколистных лесах, по обочинам дорог. — Опуш.-луг.; евраз., умер. — Пищ., лек.

В результате проведенных исследований установлено, что семейство *Polygonaceae* Juss. представлено на территории национального парка «Куршская коса» 26 видами из 7 родов. Из них два вида встречаются только в культуре (*Fallopia aubertii* и *Rheum rhabarbarum*), два являются адвентивными для данной территории (*Fagopyrum esculentum* и *Reynoutria japonica*). На момент подведения окончательных итогов исследований в 2020 г. три вида не обнаружены. Из них *Rumex confertus* и *R. stenophyllus* отмечались на косе сравнительно недавно, а *R. palustris* Smith. известен только из указаний в литературных источниках в конце XIX в. [7].

Анализ жизненных форм у произрастающих на косе видов семейства показал преобладание теро- и гемикриптофитов (10 и 8 видов соответственно). Большинство видов, согласно принятой градации, встречаются «часто» (шесть) и «рассеянно» (шесть). Самыми обычными, в некоторых случаях аспектирующими видами, являются: *Polygonum aviculare*; *Rumex acetosella* и *R. obtusifolius.* Географический элемент семейства указывает на широкоареальные виды, в том числе такие, как: циркумбореальные — 11 видов; евразиатские — 4 и евро-, западноазиатские — 3. Остальные семь геоэлементов представлены только одним видом. В зональной приуроченности преобладают представители европейской группы видов.

Рис. 1. ***Bistorta officinalis*** Delarb.— **Змеевик лекарственный**

Рис. 2. ***Fagopyrum esculentum*** Moench. — **Гречиха пищевая**

Рис. 3. ***Fallopia aubertii*** (Henry) Holub — **Гречишка Обера**

Рис. 4. ***F. dumetorum*** (L.) Holub — **Г. кустарниковая**

Рис. 5. ***Persicaria amphibia*** (L.) Delarb. — **Горец земноводный** (наземная форма)

Рис. 6. ***P. amphibia*** (L.) Delarb. — **Г. земноводный** (водная форма)

Рис. 7. ***P. hydropiper*** (L.) Delarb. — **Г. перечный**

Рис. 8. ***P. lapatifolia*** (L.) Delarb. — **Г. развесистый**

Рис. 9. ***Persicaria maculosa*** S. F. Gray. — **Горец пятнистый**

Рис. 10 . ***P. minor*** (Huds.) Opiz — **Г. малый**

Рис. 11. ***P. mitis*** (Schrank) Delarb.— **Г. мягкий**

Рис. 12. ***P. tomentosa*** (Schrank) Bickn. — **Г. войлочный**

Рис. 13. ***Polygonum aviculare*** L. — **Спорыш птичий**, птичья гречиха

Рис. 14. ***Reynoutria*** Houtt. — **Рейнутрия японская**

Рис. 15. ***Rheum rhabarbarum*** L. — **Ревень обыкновенный**

Рис. 16. ***Rumex acetosa*** L. — **Щавель кислый**

Рис. 17. ***Rumex acetosella*** L.— **Щавель обыкновенный** (щавелёк)

Рис. 18. ***R. crispus*** L. — **Щ. курчавый**

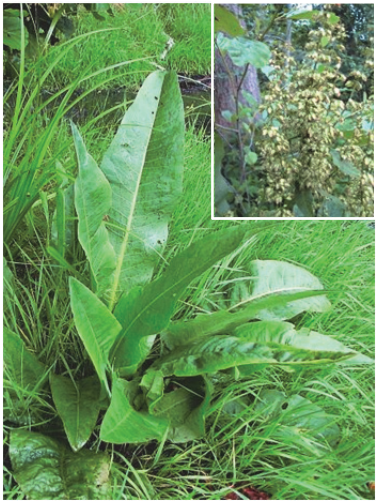


Рис. 19. ***R. hydrolapathum*** Huds. — **Щ. прибрежный**

Рис. 20. ***Rumex maritimus*** L. — **Щавель морской**

Рис. 21. ***R. obtusifolius*** L. — **Щ. туполистный**

Рис. 22. ***R. sanguineus*** L. — **Щ. кроваво-красный**

Рис. 23. ***R. thyrsiflorus*** Fingerh. — **Щ. пирамидальный**

Список литературы

1. *Белова О. В. , Губарева И. Ю.* Основные пути миграции адвентивных видов растений на территорию национального парка «Куршская коса» : сб. ст. // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2006. Вып. 4. С. 47—52.

2. *Глуховских Е. А., Губарева И. Ю.* Особенности произрастания рейнутрии японской (*Reynoutria japonica* Hutt.) в условиях Куршской косы // Там же. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2013. Вып. 9. С. 34—38.

3. *Губарева И. Ю., Белова О. В., Калашникова О. В.* Адвентивная флора Куршской косы. Предварительный анализ // Там же. Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2005. Вып. 3. С. 59—63.

4. *Губарева И. Ю., Герб М. А.* Гидрофильная флора оз. Чайка (национальный парк «Куршская коса») // Там же. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2014. Вып. 10. С. 25—44.

5. *Цвелёв Н. Н.* Семейство *Polygonaceae* Juss. — Спорышевые // Определитель сосудистых растений Северо-Западной России. СПб. : Изд-во СПХФА, 2000. С. 339—352.

6. *Цвелёв Н. Н., Грабовская-Бородина А. Е.* Семейство *Polygonaceae* Juss. — Спорышевые (Гречиховые) // Конспект флоры Восточной Европы / под ред. Н. Н. Цвелёва. М. ; СПб. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. Т. 1. С. 306—332.

7. *Abromeit J., Jentzsch A., Vogel G.* Fam. *Polygonacen* // Flora von Ost- und Westpreussen. Berlin, 1903. Bd. 2. S. 724 —744.

8. Gubareva I. Y. Invasive plant species of the Kaliningrad region (species composition, origin, peculiarities of naturalization) // Invasion of Alien Species in the Holarctic: International Simposium «Borok-V» (25—30 September 2017, Uglich, Yaroslavl Province, Russia). 2017. P. 40.

9. *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). Herasgegeben von K. Dierßen. Heft 62. Kiel, 2003. S. 183.

10. *Raunkier C.* The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, 1934. 632 p.

11. *Rothmaler W.* Exkursionsflora von Deutschland. Gefasspflanzen. Berlin, 1958. 502 s.

УДК 582.665.11 (470.26)

И. Ю. Губарева

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

Видовое разнообразие семейства *Plantaginaceae* Juss. — Подорожниковые национального парка «Куршская коса»

Семейство *Plantaginaceae* Juss. на российской части Куршской косы представлено восемью видами из двух родов. При этом *Littorella uniflora* (L.) Aschers. и *Plantago urvillei* Opiz. известны только по литературным данным (кон. XX в.).

For the Russian part of the Curonian Spit (Kaliningrad region of Russia), a synopsis of the family *Plantaginaceae* Juss. were compiled for the first time. The family is represented by 8 species from 2 genus. Of these, the finding of *Littorella uniflora* (L.) Aschers. and *Plantago urvillei* Opiz.. is known only from literary data (the end of the XX century).

Ключевые слова: конспект семейства *Plantaginaceae* Juss., Куршская коса, жизненная форма, встречаемость, места обитания видов.

Key words: synopsis of the family *Plantaginaceae* Juss., Curonian Spit, habitats of species, occurrence, habitatus.

Структура конспекта видов семейства Plantaginaceae Juss. в данной статье соответствует принятым ранее типам описаний таксонов растений разного ранга, выявленных на территории

© Губарева И. Ю., 2020

Куршской косы (см. ст. в наст. сб. с. 6—22) [5; 6]. В основу конспекта легли исследования, проводимые научным отделом национального парка в течение более десяти лет. Здесь были использованы: литературные источники [1—4; 7; 8] и ежегодные наблюдения в природе.

Иллюстрации, приводимые в конспекте, — оригинальные снимки, сделанные автором в фитоценозах Куршской косы.

Сокращения и обозначения (в том числе для материалов, предоставленных в предыдущей статье):

адв. — адвентивный
аз. — азиатский
аркт. — арктический
болот. — болотный
в. — восток, восточный
водн. — водный
галоф. — галофит
декор. — декоративный
дюн. — дюнный
евр. — европейский
евраз. — евроазиатский
з. — запад, западный
ЗЛН — лесничество «Зеленоградское»
интр. — интродуцент
кв. — квартал
лекарст. — лекарственный
лесн. — лесной
литор. — литоральный
луг. — луговой
медон. — медоносный
опуш. — опушечный
пищев. — пищевой
плюриз. — плюризональный
прибр. — прибрежный
пос. — поселок
прян. — пряный
с. — северный
сорн. — сорный
ср. — средний, среднее
умер. — умеренный
циркумбор. — циркумбореальный
ю. — юг, южный

▼ — интродуценты (в конспекте не нумеруются)
► — адвентивные виды (чужеродные, заносные)

* — редко встречающийся (в том числе охраняемый) или новый для территории вид

? — данные о встречаемости вида требуют дополнительных подтверждений

Конспект видов семейства *Plantaginaceae* L. (Подорожниковые) НП «Куршская коса»

? * *Littorella uniflora* (L.) Aschers. — **Прибрежница одноцветковая** (рис. 1)*.

Гидрофит, гелофит. VI—VII. Очень редко. Известны находки вида, относящиеся к концу прошлого века, только на побережье Куршского залива в прибрежной (затопляемой) части озера Лебедь и непосредственно в воде [1—3]. — Водн.; евр., умер.

1. *Plantago dubia* L. [*P. lanceolata* ssp. *lanuginosa* (Bast.) Arcang.] — **Подорожник сомнительный,** шерстистый

Гемикриптофит. V—VI. Очень редко. Встречается на суходольных лугах, «серых» дюнах, обочинах дорог, на полянах и по краям тропинок в сосняках, как сорное — по газонам на песчаной почве. — Дюн.-опуш.-луг.; евраз., ю. умер.

2. *P. lanceolata* L. — **П. ланцетный** (рис. 2—3).

Гемикриптофит. V—VI (VII). Обычно. На мелкотравных суходольных и мезофитных лугах, на «серых» дюнах, вдоль тропинок и дорог, как сорное на газонах и мусорных местах. — Опуш.-луг.; евраз., умер.

3. *P. major* L. — **П. большой** (рис. 4—6).

Гемикриптофит. VI—IX. Обычно. На лугах, по берегам водоемов, вдоль тропинок и дорог, как сорное — на огородах и пустырях. — Сорн.-прибр.-луг.; циркумбор., плюриз.

4. *P. media* L. — **П. средний** (рис. 7—9).

Гемикриптофит. (V) VI—VII. Рассеянно. На суходольных лугах, вдоль дорог, иногда как сорное — по газонам (на песчаной почве). — Опуш.-луг.; евр.-з.аз., умер.

5. *P. uliginosa* F. W. Schmidt [*P. intermedia* DC.] — **П. топяной** (П. промежуточный) (рис. 10).

---

* Здесь и далее иллюстрации см. на с. 25—29.

Гемикриптофит. VI—VIII. Рассеянно. На песчаных берегах водоемов, на влажных лугах с разреженным травостоем, у дорог, по сорным местам. — Сорн.-бол.-луг.; евр.-з.аз., умер. — Лекарст.

? *P. urvillei* Opiz. [*P. media* subsp. *stepposa* (Kuprian.) Soó — **П. Урвилля**

Гемикриптофит. VI—VIII. Очень редко (?). На лугах среднего увлажнения. Отмечался в 2007 г. в луговых сообществах у зарослей ив южнее пос. Рыбачий в количестве четырех экземпляров. В 2020 г. в этом месте обитания не обнаружен. — Опуш.-луг.; ср. и в.евр.- з.аз., ю. умер.

6. *P. winteri* Wirtg. [*P. major* subsp. *winteri* (Wirtg.) W. Ludw.] — **П. Винтера** (рис. 11).

Гемикриптофит. VI—VIII. Очень редко. На опушках и вдоль тропинок в сосняках, на разреженных лужайках по берегу залива. — Литор., галоф.; с.евр., умер. — Лекарст.

Рис. 1. ***Littorella uniflora*** (L.) Aschers. — **Прибрежница одноцветковая** (фото А. Ковальчука)

Рис. 2. ***Plantago lanceolata*** L. — **Подорожник ланцетный** (соцветие)

Рис. 3. ***Plantago lanceolata*** L. — **Подорожник ланцетный**
(общий вид отцветающих растений)

Рис. 4. ***P. major*** L. — **П. большой**
(общий вид растения)

Рис. 5. ***Plantago major*** L. — **Подорожник большой** (соцветия)

Рис. 6. ***P. major*** L. — **П. большой** (соплодия)

Рис. 7. ***P. media*** L. — **П. средний** (соцветие)

Рис. 8. ***P. media*** L. — **П. средний** (соплодие)

Рис. 9. ***Plantago media*** L. — **Подорожник средний** (розетка листьев)

Рис. 10. ***P. uliginosa*** F. W. Schmidt — **П. топяной**

Рис. 11. ***Plantago winteri*** Wirtg. — **Подорожник Винтера**

Список литературы

1. *Губарева И. Ю.* Редкие и охраняемые растения национального парка «Куршская коса» // Труды XIII съезда Русского ботанического общества. Тольятти : Кассандра, 2013. Т. 3. С. 14—15.

2. *Губарева И. Ю.* Редкие растения, занесенные в списки исчезнувших видов Красной книги Калининградской области, обитающие в национальном парке // Редкие и охраняемые виды флоры национального парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017. С. 89—96.

3. *Губарева И. Ю.* Редкие и охраняемые виды растений Куршской косы // Ботаника в современном мире : труды XIV съезда Российского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире» (18—23 июня 2018 г., Махачкала). Махачкала : АЛЕФ, 2018. Т. 1 : Охрана растительного мира. С. 245—248.

4. *Губарева И. Ю., Герб М. А.* Гидрофильная флора оз. Чайка (национальный парк «Куршская коса») // Проблемы изучения и охра-

ны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. ст. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2014. Вып. 10. С. 25—44.

5. *Цвелёв Н.Н.* Семейство *Plantaginaceae* Juss. — Подорожниковые // Флора европейской части СССР. Л. : Наука, 1981. Т. 5. С. 342—356.

6. *Цвелев Н.Н.* Семейство *Plantaginaceae* Juss. — Подорожниковые *Plantaginaceae* Juss. — Подорожниковые // Определитель сосудистых растений Северо-Западной России. СПб. : Изд-во СПХФА, 2000. С. 568—569.

7. *Abromeit J., Jentzsch A., Vogel G.* Fam. *Plantaginaceae* // Flora von Ost- und Westpreussen. Berlin, 1903. Bd. 2. S. 700 —706.

8. *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). Herasgegeben von K.Dierßen. Heft 62. Kiel, 2003. S. 183.

Раздел 2

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

УДК 639.2.053.7(261.246)

М. Б. Александрова, Т. А. Голубкова, В. А. Рябчун
Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» (АтлантНИРО)

Современное состояние основных промысловых видов рыб в российской части Куршского залива

Рассмотрено современное (2010—2019) состояние основных промысловых видов рыб Куршского залива. Представлена динамика промыслового вылова и индексов биомассы по данным учетных траловых съемок за многолетний период. Отмечена относительная стабильность биологических показателей основных промысловых видов в течение длительного времени. Промысловые запасы леща, судака, плотвы и чехони в настоящее время находятся в удовлетворительном состоянии, их величины близки к среднемноголетнему уровню, что позволяет вести стабильный промысел.

The current (2010—2019) state of the main commercial fish species of the Curonian lagoon is considered. The dynamics of commercial catches and biomass indices according to the data of experimental trawl surveys over a long period is presented. The relative stability of fishery-biological parameters of the main commercial species for a long time is noted. Commercial stocks of bream, pike perch, roach and sabrefish are in a satisfactory condition in the modern period, their sizes are close to the average long-term level, which allows to conduct the stable fishing.

© Александрова М. Б., Голубкова Т. А., Рябчун В. А., 2020

Ключевые слова: Куршский залив, лещ, судак, чехонь, плотва, корюшка европейская, промысловый вылов.

Key words: Curonian lagoon, bream, pike-perch, sabrefish, roach, European smelt, commercial catch.

Введение

Куршский залив — высокопродуктивный рыбохозяйственный водоем с интенсивно развитым регулируемым рыболовством и сопутствующей ему инфраструктурой, включающей рыбодобывающие организации, промысловый флот, орудия лова, предприятия приемки, хранения и переработки водных биологических ресурсов. С 60-х гг. XX в. в водоеме осуществляется регулируемое рыболовство в соответствии с «Правилами рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна», которые регламентируют применение различных типов орудий лова, размеров ячеи в них, сроки запрета, минимальную промысловую длину рыб и прочее. Важнейший элемент регулирования — установление научно обоснованных объемов допустимых уловов (ОДУ) промысловых биоресурсов. Основными промысловыми видами являются лещ *Abramis brama* (L.), судак *Stizostedion (Sander) lucioperca* (L.), плотва *Rutilus rutilus* (L.) чехонь *Pelecus cultratus* (L.) и корюшка европейская *Osmerus eperlanus* (L.).

Для оценки состояния основных промысловых видов рыб и их запасов сотрудники АтлантНИРО в Куршском заливе ежегодно проводят мониторинговые ихтиологические работы, включающие в себя сбор материала на рыбопромысловых пунктах и учетно-траловые съемки. Результаты этих работ служат материалом для расчета численности, биомассы, установления ОДУ и рекомендованного вылова (РВ) важных промысловых биоресурсов залива.

Материал и методика

Материалом послужили многолетние данные биологического анализа (около 25 тыс. экз.) и массовых промеров (более

80 тыс. экз.) из промысловых уловов и учетных траловых съемок основных промысловых видов Куршского залива, а также статистические данные по вылову водных биологических ресурсов, предоставленные Западно-Балтийским территориальным управлением Росрыболовства.

Для оценки состояния запасов рыб материал собирается во время путины: корюшка европейская — весной, в период нереста, остальные виды преимущественно осенью. Сбор и обработку первичного материала осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками [4]. Возраст рыб определяли по чешуе (лещ, судак, плотва, чехонь) и отолитам (корюшка). Промеры рыб проводили по промысловой длине. Для оценки качественного состояния запасов и величины пополнения ежегодно ведутся учетные траловые съемки по стандартной сетке станций. В работе приведены индексы биомассы, представляющие собой средний улов вида (в килограммах) за одно стандартное траление.

Результаты и обсуждение

Лещ. Лещ является одним из массовых промысловых видов рыб Куршского залива и первым по объему вылова. На его долю в последнее десятилетие приходится около 40% общей добычи рыбы в водоеме.

В настоящее время в российской части залива промысел леща ведется в основном крупноячейными ставными сетями с шагом ячеи 70 мм и более, основные периоды добычи — весна и осень. В соответствии с Правилами рыболовства, применение указанных сетей с целью охраны нереста и молоди рыб запрещено с 20 апреля по 20 июня.

В результате рационализации рыболовства запас леща стал относительно стабильным, а его динамика в современный период определяется главным образом естественными факторами среды [6].

Динамика вылова леща в российской части залива представлена на рисунке 1. За период с 1970 по 2019 г. он колебал-

ся в пределах 665—1232 т, составляя в среднем 944 т в год. В последнее десятилетие объем вылова и доля освоения ОДУ остаются на высоком уровне, в среднем — 1068 т и 95% соответственно. В 2019 г. эти показатели составили 1105 т и 96%, при величине общего допустимого улова для российской части водоема — 1150 т.

Рис. 1. Промысловый вылов леща
в российской части Куршского залива в 1970—2019 гг.

Лещ начинает облавливаться с 5—6-годовалого возраста (возраст частичного пополнения промыслового запаса), 7-годовики полностью вступают в промысел.

Промысловая часть запаса леща в 2010—2019 гг. была представлена 5—17-годовалыми особями. Доминировали 9—13-годовики, составляя около 77% уловов. Средние показатели длины, массы и возраста рыб из промысловых уловов 2019 г. находились в пределах многолетних колебаний: длина — 37 см, масса — 1117 г, возраст — 11,5 года, при средних значениях длины, массы и возраста в 2010—2019 гг. — 36 см, 1062 г и 10,8 года соответственно.

Индексы биомассы леща, по данным учетных траловых съемок, в 2010—2011, 2013 и 2018 гг. превышают среднемноголетний уровень 1970—2018 гг. (104 кг за траление), в 2014—2017 гг.— близки к среднемноголетнему значению (рис. 2).

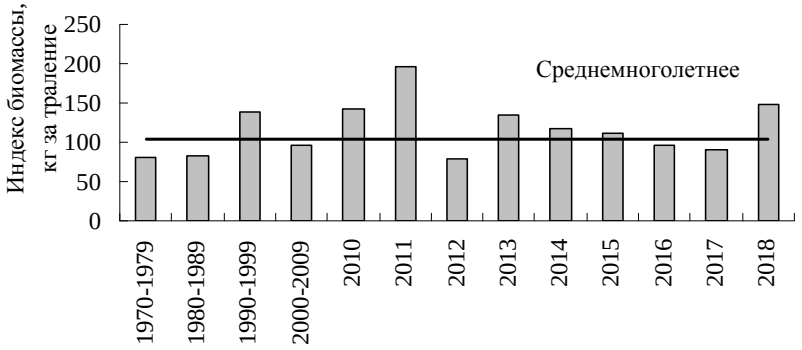


Рис. 2. Динамика индексов биомассы леща в Куршском заливе (по результатам учетных съемок донным тралом, кг за траление)

Основу промыслового запаса леща в ближайшей перспективе будут составлять урожайные поколения 2008 и 2011 гг. и поколения 2009, 2010 и 2012 гг., оценка урожайности которых близка к среднемноголетнему уровню [1]. Как видно из представленных выше материалов, промысловый запас леща находится в удовлетворительном состоянии, колеблется в пределах среднемноголетних величин и служит основой стабильного промысла.

Судак. Важный промысловый объект в Куршском заливе. В настоящее время в российской части водоема его промысел осуществляется преимущественно крупноячейными ставными сетями с шагом ячеи 70 мм и более, основные периоды добычи — весна и осень.

Вылов судака в российской части залива в период 1970—2019 гг. колебался в значительных пределах 87—265 т (рис. 3), причем с 1970 по 1985 г. он был относительно стабильным и составлял в среднем 232 т, а с середины 1980-х гг. произошло его резкое снижение. Это было обусловлено несколькими факторами. Во-первых, в эти годы сократились уловы всех видов рыб в заливе в связи с экономическим кризисом в рыбной промышленности, во-вторых, появление в 1978 г. аномально уро-

жайного поколения судака в заливе привело к мощному усилению его пищевого пресса на основные пищевые объекты — снетка и ерша, численность которых резко уменьшилась, а темп роста и плодовитость судака снизились [5]. Кроме того, судак, из-за недостаточной обеспеченности пищей, уходил на нагул в прибрежные части залива и Балтийское море, где становился недоступным традиционному способу лова. В результате запас судака сократился. На фоне затянувшейся депрессии запаса снетка и ерша аналогичная обстановка наблюдалась и в 1993—1997 гг. [2].

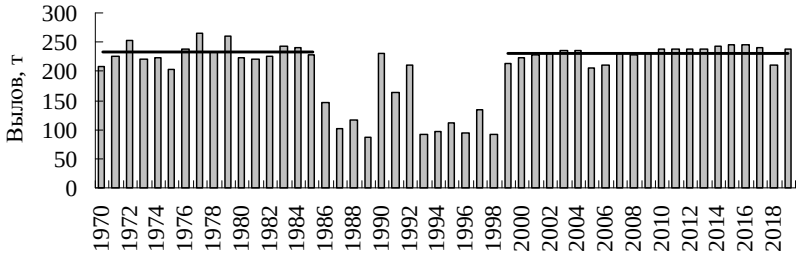


Рис. 3. Промысловый вылов судака
в российской части Куршского залива
в 1970—2019 гг.

В настоящее время запас судака в Куршском заливе относительно стабилен. В 2010—2019 гг. его вылов достиг в среднем 237 т (около 9% общей добычи рыбы). В 2019 г. российский вылов судака составил 237 т. Общий допустимый улов, определенный в объеме 260 т, был реализован на 91%.

Судак начинает облавливаться с 3—4-годовалого возраста (возраст частичного пополнения промыслового запаса), 5-годовики полностью вступают в промысел.

Промысловые уловы в 2010—2019 гг. составляли 3—15-годовалые особи, доминировали 5—9-годовики (около 85% численности уловов). Основные биологические характеристики в 2019 г. находились в пределах среднемноголетних колебаний:

средняя длина рыб — 47 см, масса — 1653 г, возраст — 7,3 года, при средних показателях длины, массы и возраста в 2010—2019 гг. — 46 см, 1622 г и 7,3 года соответственно. По данным учетных траловых съемок, индекс биомассы судака в последнее десятилетие колебался в пределах 0,5—4,1 кг, составляя в среднем 1,8 кг (рис. 4).

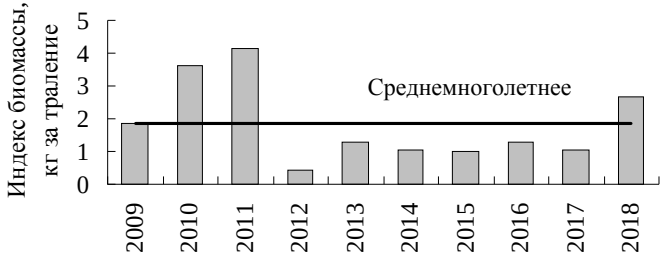


Рис. 4. Динамика индексов биомассы судака в Куршском заливе (по результатам учетных съемок донным тралом, кг за траление)

Промысел в ближайшей перспективе будет основываться на поколениях 2011—2014 гг. рождения, урожайность которых варьирует. Учитывая многовозрастную структуру промыслового запаса судака, его величина в целом будет соответствовать среднемноголетней.

Плотва. Многочисленный вид в Куршском заливе. В последнее десятилетие промысловый вылов вида — в среднем 470 т в год (17,3% общего вылова рыбы). Промысловый вылов плотвы в 2019 г. в российской акватории Куршского залива составил 430 т, или 75% от общего допустимого улова (рис. 5).

Промысел данного вида ведется преимущественно мелкоячейными (40 мм) ставными сетями совместно с чехонью и окунем пресноводным в весенне-летний период, а также является постоянным приловом при других видах добычи в Куршском заливе. Объем вылова плотвы зависит от интенсивности весенне-летнего промысла, на который периодически накладываются ограничения.

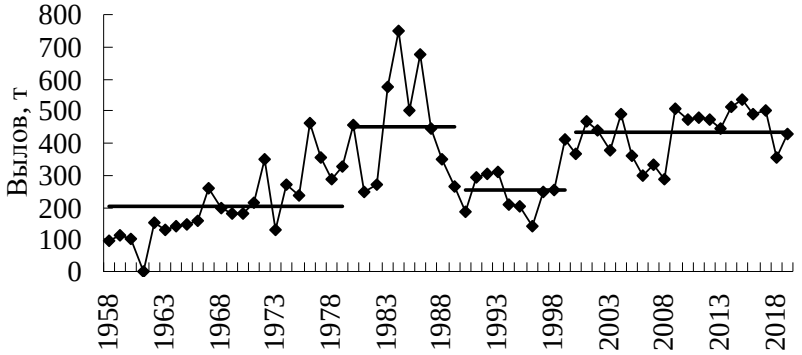


Рис. 5. Динамика промыслового вылова плотвы в Куршском заливе

В ретроспективе промыслового использования этого вида можно выделить периоды с разрешенным весенним промыслом мелкочастиковыми орудиями лова — это 1980-е гг. и период с 2000-х гг. В это время вылов достигал максимальных значений, а его средний объем — 450 т, в другие промежутки времени средний вылов составлял 200—250 т. При этом основные биологические параметры плотвы в уловах оставались практически неизменными, что косвенно свидетельствует об удовлетворительном состоянии запаса вида и отсутствии признаков его переэксплуатации. Так, в 2019 г. средние значения длины, массы и возраста в промысловых уловах были — 21 см, 202 г и 6,2 года, при средних значениях 2010—2019 гг. — 22 см, 257 г и 7,2 года соответственно.

Чехонь. Многочисленный промысловый объект Куршского залива. В соответствии с Правилами рыболовства чехонь облавливается преимущественно мелкоячейными ставными сетями с ячеей 40 мм. Вылов вида подвержен значительным колебаниям, что обусловлено динамикой запаса и интенсивностью его промысловой эксплуатации (рис. 6).

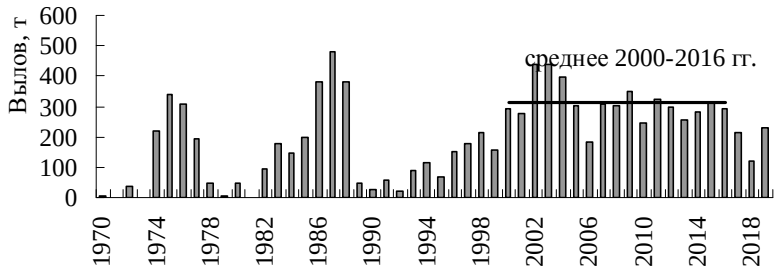


Рис. 6. Промысловый вылов чехони
в российской части Куршского залива в 1970—2019 гг.

Специализированный промысел чехони в заливе начался в 70-х гг. XX в. [3]. В 1980-е гг. запас вида находился в хорошем состоянии, в этот период вылов достиг высоких значений. С 1989 г. он резко сократился, а с 1994 г. начал постепенно возрастать и в 2000-х гг. стабилизировался на высоком уровне, составляя в среднем 311 т. В последние три года (2017—2019) отмечается снижение вылова, обусловленное как некоторым уменьшением запаса вида в водоеме, так и характером организации промысла. В 2019 г. добыто 232 т чехони, реализация общего допустимого улова — 77%.

В уловах 2010—2019 гг. чехонь была представлена 3—12-годовалыми особями, основу промыслового вылова составили 6—9-годовики (86% от численности). В 2019 г. размерно-возрастной состав промысловых уловов чехони соответствовал среднемноголетним величинам: средняя длина — 31 см, средняя масса — 322 г, средний возраст — 7,2 года; при средних значениях длины, массы и возраста в 2010—2019 гг. — 31 см, 331 г и 7,1 года соответственно.

Индекс биомассы чехони в Куршском заливе в разные годы, по данным учетных траловых съемок, колебался в широких пределах. В 2010—2018 гг. максимальное значение наблюдалось в 2018 г. (3,2 кг за траление), минимальное — в 2016 г. (0,7 кг за траление), при среднемноголетнем значении с 1970 г. — 1,9 кг за траление.

Рис. 7. Динамика индексов биомассы чехони в Куршском заливе (по результатам учетных съемок донным тралом, кг за траление)

Корюшка европейская. Анадромный вид, в Куршском заливе представлен только нерестовой частью популяции, после нереста возвращается в Балтийское море, где и проводит большую часть жизненного цикла. Российские рыбаки ведут промысел в южной части залива и реках его бассейна.

Корюшке как короткоцикловому виду свойственны значительные колебания запаса и, соответственно, вылова (рис. 8). Максимальный улов корюшки наблюдался в 1989 г. (662 т), минимальный — в 1979 г. (0,8 т). Средний вылов в 2010—2019 гг. составил 223 т в год (8,2 % от общего вылова рыбы). В 2019 г. вылов достиг 339 т, освоение РВ — 85 %.

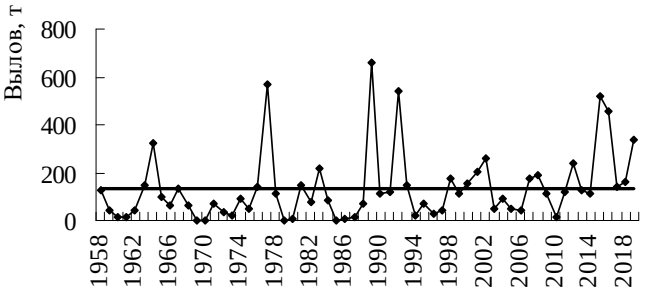


Рис. 8. Многолетняя динамика промыслового вылова корюшки европейской в Куршском заливе

Корюшка в 2010—2019 гг. была представлена 1—5-годовалыми особями, длиной 9—19 см, в уловах традиционно преобладали 2—3-годовики (около 96% от численности). Средняя ее длина в 2019 г. — 12,4 см, масса — 18 г, возраст — 2,3 года, при средних показателях длины, массы и возраста в 2010—2019 гг. — 12,9 см, 21 г и 2,4 года соответственно.

Наблюдаемые высокие уловы корюшки в 2019 г., по сравнению с уловами 2017—2018 гг., обусловлены благоприятными гидрометеорологическими условиями в период формирования преднерестовых скоплений и массовых заходов в залив, а также высокой численностью пополнения 2-годовиков поколения 2017 г. По данным промысла за последние 10 лет, наибольшие уловы вида были отмечены в 2015—2016 и 2019 гг. — 518, 452 и 339 т соответственно, что дает основание предполагать о некотором увеличении запаса корюшки в современный период.

При этом необходимо отметить, что на нерестовый ход корюшки в залив и реки сильное влияние оказывают гидрометеорологические условия конкретного года (ледостав, прогрев воды), неблагоприятные условия во время весенней путины могут выступать лимитирующим фактором освоения рекомендованного вылова даже при высоком запасе данного вида.

Заключение

Исследование основных биологических характеристик промысловых видов рыб Куршского залива (леща, судака, плотвы, чехони и корюшки) показало отсутствие существенных изменений в течение продолжительного периода наблюдений. Это позволяет охарактеризовать условия обитания видов в заливе в современный период как удовлетворительные. Согласно проведенным исследованиям, промысловые запасы большинства видов в настоящее время находятся в относительно стабильном состоянии, их величины близки к среднемноголетнему уровню, что дает возможность вести стабильный промысел.

Список литературы

1. *Александрова М.Б.* Состояние запаса леща *Abramis brama* Куршского залива Балтийского моря в современный период // Труды АтлантНИРО. Калининград : АтлантНИРО, 2018. Т. 2, № 2. С. 5—17.

2. *Голубкова Т.А.* Эколого-биологическая характеристика и динамика запаса судака Куршского залива Балтийского моря : автореф. дис. … канд. биол. наук. Калининград, 2003. 23 с.

3. *Осадчий В.М.* Регулирование рыболовства и стратегия использования рыбных ресурсов в Куршском заливе : автореф. дис. … канд. биол. наук. Калининград, 2000. 24 с.

4. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. М. : Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

5. *Самохвалова Л.К., Носкова Е.Д., Янченко Н.Н.* Особенности изменений биологических связей в экосистеме Куршского залива // Экологические исследования в Атлантическом океане и юго-восточной части Тихого океана : сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Калининград, 1987. С. 45—50.

6. *Хлопников М.М.* Состояние запасов рыб и их динамика в Куршском и Вислинском заливах Балтийского моря в современных экологических условиях // Гидробиологические исследования в Атлантическом океане и бассейне Балтийского моря : сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб хоз-ва и океанографии. Калининград, 1994. С. 71—82.

УДК 502.05: 591.5: 599.73

К.А. Иванюков

Национальный парк «Куршская коса»

Интенсивность использования кормовых ресурсов копытными на территории национального парка «Куршская коса»

В процессе работы проводился учет следов жизнедеятельности диких копытных и определение состояния кормовых ресурсов копытных с помощью пробных площадок. Со-

© Иванюков К. А., 2020

ставлен перечень видов древесно-кустарниковой и полукустарниковой растительности, поедаемых в пределах пробных площадок. Показана степень использования кормовых ресурсов в различных фитоценозах. Данные 2018—2019 гг. по кормовым ресурсам сравниваются с данными 2014 г. Сопоставляется интенсивность использования кормовых ресурсов косулей европейской и оленем пятнистым в местах их обитания.

In the process of work, we counted the sign of life activity of ungulates and determined the status of fodder resources of ungulates at test sites. The list of species of tree and shrub and half-shrub vegetation, eaten within the test area was compiled. The percentage of use of feed resources to the main eaten plant species was shown. Data 2018—2019 by fodder resources are compared with the data of 2014. The intensity of the use of forage resources of European roe deer and sika deer in their habitats is compared.

Ключевые слова: копытные-дендрофаги, древесно-веточные корма, повреждения лесного подроста и подлеска, запас кормовых ресурсов, интенсивность использования.

Key words: ungulate, wood-twig fodder, damaged undergrowth, reserve of fodder resources, the intensity of use.

Введение

В национальном парке «Куршская коса» основными потребителями древесно-веточных кормов являются лось, косуля и пятнистый олень [4].

При высокой плотности населения копытные-дендрофаги наносят существенный вред лесным угодьям, повреждая подрост и подлесок [7].

Интенсивность повреждений, наносимых дикими копытными животными, возрастает с ростом их численности и по мере увеличения срока воздействия высокой численности животных на лесные ценозы. Многократное объедание верхушечных и боковых побегов приводит к усыханию подроста [9].

Из-за длительного превышения нормы оптимальной численности ухудшается состав зимних кормов, истощаются кормовые угодья.

В течение последних 10 лет численность пятнистого оленя на территории национального парка «Куршская коса» значительно выросла и превышает оптимальную норму. Наблюдается миграция этого вида на юг от основного места обитания более чем на 10 км [6]. Нагрузка на кормовые ресурсы в местах обитания пятнистого оленя возрастает.

Пятнистый олень хорошо приспосабливается к новым условиям окружающей среды и успешно размножается на территории [6]. Широкая трофическая пластичность и способность весь теплый период года жить за счет подножного корма способствует быстрому росту численности и усилению давления, оказываемого популяцией на растительные сообщества и популяцию косули [1].

В зимний период дефицит древесно-веточных кормов приводит к конкурентным отношениям между копытными-дендрофагами и вытеснению одних видов другими [2]. В национальном парке «Куршская коса» на протяжении последних лет наблюдается снижение численности косули на фоне увеличения численности пятнистого оленя [6].

В 2014 г. проводилась работа по изучению влияния, оказываемого оленьими на лесной подрост и подлесок на территории национального парка «Куршская коса». Учитывалось количество поедаемых побегов в результате жизнедеятельности диких копытных. Определялся состав и запас кормовых ресурсов, их состояние и процент использования копытными [4].

Рассмотрим текущее состояние кормовых ресурсов, сравним интенсивность использования кормовых ресурсов в 2018—2019 гг. с данными 2014 г.

Материалы и методы

Продолжен мониторинг влияния копытных млекопитающих на растительность на территории национального парка «Куршская коса». Состояние кормовых ресурсов оленьих оп-

ределялось по стандартной методике [4; 12] на 68 пробных площадках, которые располагались в различных фитоценозах. Основные растительные сообщества, где проводились исследования: сосновые, ольховые, березовые. Поврежденный оленьими древесный подрост включал в себя рябину обыкновенную, крушину ломкую, березу повислую, малину обыкновенную, сосну обыкновенную. Внутри каждой площадки высчитывалось общее количество годичных побегов и велся подсчет скушенных побегов. Это дало возможность определить степень использования кормовых ресурсов.

Результаты и обсуждения

Использование кормовых ресурсов (съеденные побеги) оленьими в 2018—2019 гг. составляет (в среднем для всех описанных площадок) для рябины — 54%, крушины — 49%, березы — 32%, малины — 36%, сосны — 48% (рис. 1).

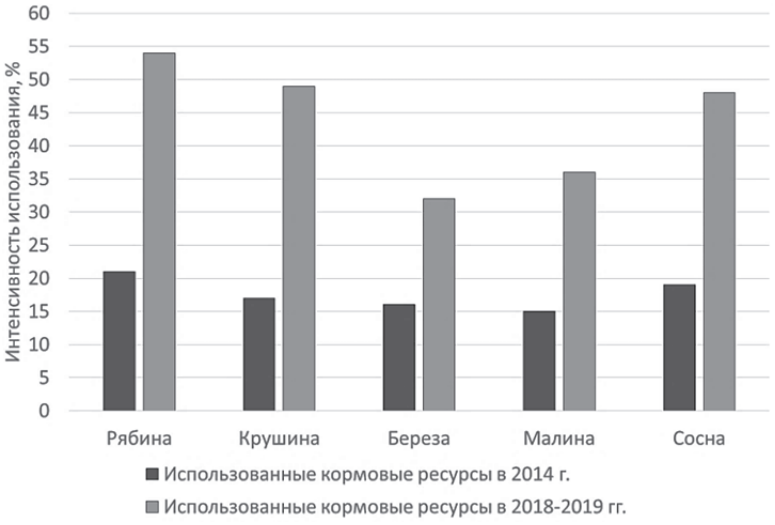


Рис. 1. Интенсивность использования кормовых ресурсов оленьими в 2014 г. и в 2018—2019 гг.

В видовом составе подлеска на всех площадках преобладала рябина обыкновенная. Она является наиболее распространенным и соответственно наиболее потребляемым видом кормовых ресурсов (рис. 2). Рябина относится к древесно-веточным кормам, избирательно поедаемым животными в первую очередь и испытывает наибольшее давление со стороны копытных. В местах с наибольшей плотностью пятнистого оленя подрост рябины находится в угнетенном состоянии, встречаются засохшие растения.

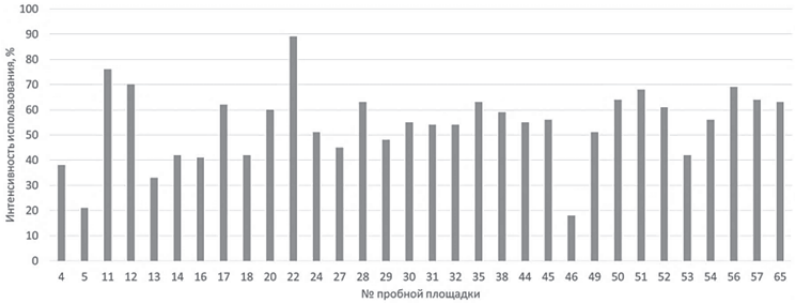


Рис. 2. Интенсивность использования рябины обыкновенной в сосновом фитоценозе

В настоящее время интенсивность использования данного вида-индикатора — 54%, тогда как в 2014 г. составляла 21%. На большинстве пробных площадях наблюдаются массовые заломы стволов рябины, однако во многих местах она успевает восстановиться.

Крушина ломкая — второй кормовой ресурс после рябины по потреблению оленьими. В отличие от рябины обыкновенной, она произрастает не столь массово, однако в отмеченных местах поедается наравне с рябиной. Среди повреждений отмечены заломы основного ствола и многочисленные скусы боковых и верхушечных побегов. В 2014 г. использование данного пищевого ресурса было равно 17%. В 2018—2019 гг. — 49%.

Подрост сосны обыкновенной учитывался на девяти пробных площадках, в этих местах обнаружены следы жизнедеятельности лося: помет, следы копыт и погрызы коры. Сосна для лося — основа зимнего питания. Среди оленьих лось наиболее охотно кормится сосновыми побегами и корой. Косуля и пятнистый олень поедают сосну менее охотно, чем все остальные породы [4].

У большинства деревьев скусано не более 50% побегов и объедено менее 50% коры по окружности ствола. Для роста и развития деревьев такие повреждения не имеют существенного значения. В 2014 г. интенсивность использования кормовых ресурсов сосны обыкновенной составляла 19%, а в 2018—2019 годах — 48%.

Малина обыкновенная — еще один вид, массово поедаемый оленьими в лесном подлеске. Например, косуля продолжает охотно поедать это растение в течение всего снежного периода [10]. В 2014 г. полукустарник использовался животными на 15%, а в 2018—2019 гг. — на 36%.

Подрост березы на пробных площадках встречался редко и поедался менее охотно, чем рябина и крушина. Поврежденные деревья отмечены на участках с угнетенным рябиновым подростом. Береза относится к нетипичным кормам, как правило, поедается копытными только при недостатке других кормов. Интенсивность использования березы повислой — 16% в 2014 г. и 32% в 2018—2019 гг., что также говорит о сокращении более привлекательных кормовых ресурсов.

По результатам мониторинга повреждений лесного подлеска оленьими показана интенсивность использования кормовых ресурсов (рябины, крушины) в различных фитоценозах (сосняк травяной, сосняк зеленомошный, черноольшаник травяной, березняк травяной). Данные 2018—2019 гг. сравниваются с данными 2014 г. (рис. 3).

Интенсивность использования кормовых ресурсов зависит от плотности населения копытных-дендрофагов. Более высокая степень использования древесно-веточных кормов в оль-

ховых (57 %) и березовых (56 %) фитоценозах связана с высокой плотностью пятнистого оленя. В сосновых сообществах нагрузка ниже. В сосновых травяных и сосновых зеленомошных биотопах она составила 47 и 52 %.

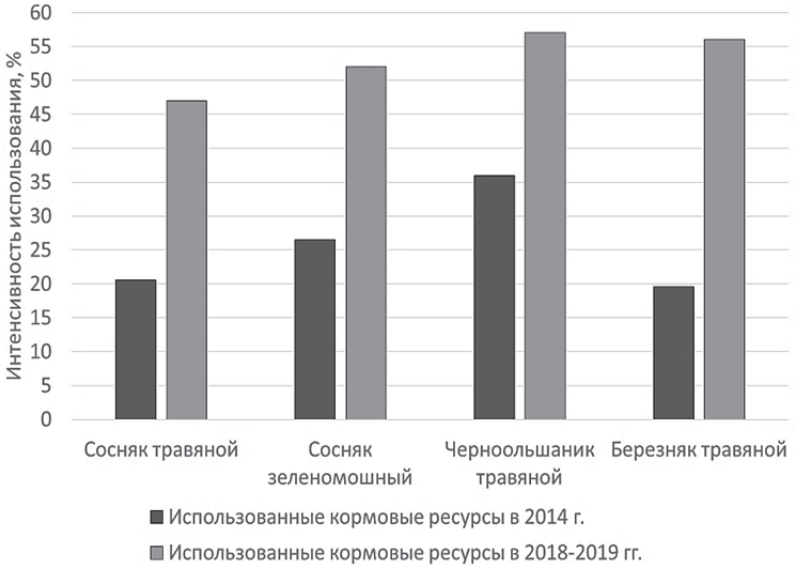


Рис. 3. Интенсивность использования кормовых ресурсов оленьими в различных фитоценозах (по данным 2014, 2018—2019 гг.)

Сравним интенсивность использования кормовых ресурсов в местах концентрации косули европейской и оленя пятнистого. В местах, где плотность косули европейской выше, интенсивность использования кормовых ресурсов ниже, чем в местах с более высокой плотностью оленя пятнистого (рис. 4, 5).

В местах концентрации косули европейской интенсивность использования кормовых ресурсов повышается на пробных площадках № 21—24, 29—30, так как пятнистый олень тоже посещает эти участки (рис. 4).

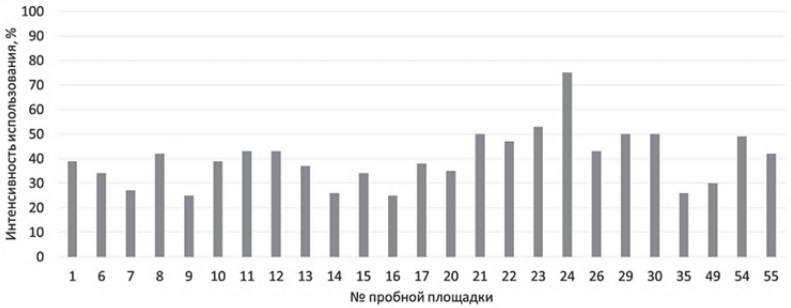


Рис. 4. Использованные кормовые ресурсы
в местах обитания косули европейской

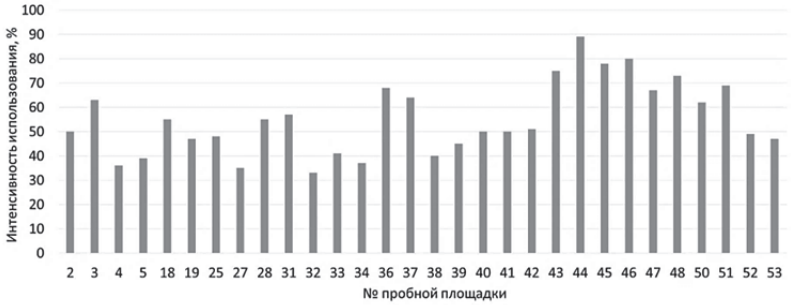


Рис. 5. Использованные кормовые ресурсы
в местах обитания оленя пятнистого

Косуля использует кормовые ресурсы более рационально. Она не образует крупных стад и большую часть года ведет одиночный образ жизни. С марта по конец августа занимает индивидуальные участки. Пятнистый олень ведет стадный образ жизни (до 15 голов и более). Ввиду высокой плотности оказывает более сильное влияние на кормовые ресурсы, чем косуля (рис. 6).

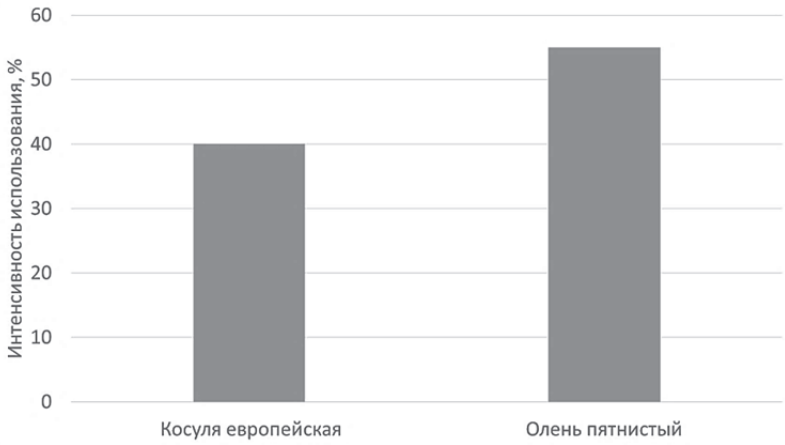


Рис. 6. Интенсивность использования кормовых ресурсов оленьими

Заключение

Среди основных поедаемых видов древесно-веточных кормов наибольшее давление со стороны копытных испытывает рябина как наиболее массовый и широко распространенный кормовой ресурс. По рябине легко отслеживать состояние кормовых ресурсов в целом. Нагрузка на кормовые ресурсы возросла в связи с превышением оптимальной численности пятнистого оленя, который интенсивнее использует кормовые ресурсы, чем косуля. Несмотря на возросшую интенсивность использования кормовых ресурсов, подрост на многих участках успевает восстановиться.

Список литературы

1. *Анисимова Е.И., Шакун В.В., Маклакова Л.П.* Интродукция и интенсификация содержания пятнистых оленей в Беларуси и России // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. Киров : Изд-во ГНУ ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова РАСХН, 2007. № 1. С. 13—14.

2. *Владышевский Д.В.* Экология лесных птиц и зверей: кормодобывание и его биоценотическое значение. Новосибирск : Наука. 1980. 254 с.

3. *Гапонов В.В., Игнатова Н.К., Коньков А.Ю. и др.* Сравнительная оценка кормовой емкости угодий и динамики плотности копытных-дендрофагов в охотничьем хозяйстве «Нежинское» и смежном заказнике «Борисовское плато» на юго-западе Приморского края // Электронный научный журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ». 2005. № 228. С. 2344—2356. URL: http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005/228.pdf

4. *Иванюков К.А.* Оценка воздействия парнокопытных животных на лесной подрост и подлесок национального парка «Куршская коса» // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. Вып. 12. С. 127—138.

5. *Иванюков К.А.* Плотность копытных национального парка «Куршская коса» (по данным мониторинга их численности) // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2015. Вып. 1 : Естественные науки. С. 86—91.

6. *Иванюков К.А.* Тенденции изменения численности и распространения копытных на территории национального парка «Куршская коса» (с 2013 по 2018 год) // 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. 56—69.

7. *Иванюков К.А.* Численность копытных животных и их влияние на лесные экосистемы НП «Куршская коса» // Там же. 2013. Вып. 9. С. 79—90.

8. *Ромашин Л., Сапунов В.М.* Питание косули в Полесском охотничьем хозяйстве // С любовью к природе. Совету военно-охотничьего общества ДКБФ — 30 лет. Калининград, 2005. С. 59—62.

9. *Русанов Я.С., Сорокина Л.И.* Лес и копытные. М. : Лесная промышленность, 1984 г. 128 с.

10. *Тимофеева Е.К.* Косуля // Серия: Жизнь наших птиц и зверей. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1985. Вып. 8. 224 с.

11. *Тимофеева Е.К.* Лось (экология, распространение, хозяйственное значение). Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. 168 с.

12. *Цветков А.В.* Зимняя экология копытных млекопитающих Подмосковья. М. : МГСЮН, 2002. 76 с.

УДК 595.384.12:591.4:574.3

С. А. Судник, Ю. Е. Егорова
Калининградский государственный технический университет

Морфометрическая изменчивость и рост экзоскелета креветки *Palaemon elegans* Rathke 1837 (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) у побережья Куршской косы

Представлены первые результаты оценки морфометрической изменчивости ряда таксономически важных качественных, пластических и меристических признаков строения элементов экзоскелета, особенностей их линейного роста у каменной креветки *Palaemon elegans* из поселения в юго-восточной части Балтийского моря у берегов Куршской косы и данные по сравнительному анализу этих показателей с таковыми у креветок вида из двух других поселений в прибрежных водах Калининградской области. Дана предварительная характеристика популяционного статуса поселений вида *P. elegans* в водах Юго-Восточной Балтики.

The first results of assessing the morphometric variability of some taxonomically important qualitative, plastic, and meristic features of the structure of exoskeleton elements, the peculiarities of their linear growth in the stone shrimp *Palaemon elegans* from a settlement in the southeastern Baltic Sea off the Curonian Spit, and the data on a comparative analysis of these indicators with those were presented in shrimps of this species from two other settlements in the coastal waters of the Kaliningrad region. A preliminary characterization of the population status of the *P. elegans* settlements in the waters of the southeastern Baltic was given.

Ключевые слова: морфометрическая изменчивость, Юго-Восточная Балтика, каменная креветка, *Palaemon elegans*, тип линейного роста.

© Судник С. А., Егорова Ю. Е., 2020

Key words: morphometric variability, southeastern Baltic, stone shrimp, *Palaemon elegans*, type of linear growth.

Инвазии новых видов в сложившиеся гидроценозы — важнейшая проблема теоретической и прикладной гидробиологии сегодня. Изучаемые нами креветки рода *Palaemon* относятся к семейству Palaemonidae — лидеру по количеству инвазивных видов [1]. Они играют заметную роль в трофических сетях водоемов разного типа, ряд из них — объекты промысла и марикультуры. Среди них высоко толерантный вид *Palaemon elegans* (каменная креветка — рис. 1), впервые отмеченный в водах Калининградской области в 2000 г., теперь — массовый, встречается у морского побережья Юго-Восточной Балтики, в Куршском и Калининградском заливах. Это активный детритофаг, важен в питании рыб. Занесен в список самых успешных инвазивных видов, в том числе в Балтийском море [1; 11; 12].

Рис. 1. *Palaemon elegans* Rathke 1837

Всё это делает необходимым изучение популяционной биологии *P. elegans*, определение статуса его поселений в водоемах области, создания основы биометрического паспорта вида, который нужен для точной его видовой идентификации, определения границ популяций. Подобные исследования для вида водоемов области ранее проводились только [2; 8].

Цель исследования: применение сравнительно-морфологического анализа для изучения популяционной морфологической изменчивости каменной креветки *Palaemon elegans* с прибрежных вод Балтийского моря у берегов Куршской косы для определения статуса ее поселения здесь — это часть одной популяции вида в водах Калининградской области или самостоятельная популяционная единица?

Задачи: изучение внутривидовой морфологической изменчивости таксономически важных пластических признаков *P. elegans*, сравнительный анализ географической (региональной) и половой популяционной изменчивости биометрических данных у особей с Балтийского моря у берегов Куршской косы с таковыми у креветок из поселения в Калининградском заливе и в прибрежных морских водах у Самбийского полуострова, сравнение особенностей линейного роста креветок вида из водоемов Калининградской области.

Материал и методы исследования

Материал для исследования внутривидовой морфологической изменчивости таксономически важных пластических признаков *P. elegans* (три пробы, содержащие 140 экз. креветок) был собран авторами с привлечением студентов КГТУ в прибрежной зоне Балтийского моря (на глубине 0,1—0,5 м) у пос. Рыбачий в летний период (27.06.2010 г. (21 экз.), 11.07.2014 г. (41 экз.), 23.06.2015 г. (78 экз.)). Орудие лова — гидробиологический сачок; фиксация материала происходила 8%-ным раствором формальдегида. Уточнение таксономического диагноза вида *P. elegans* из водоемов Калининградского региона выполнено, опираясь на диагноз вида в определителе [1] и данные [10].

При морфологическом анализе оценивались качественные и количественные характеристики ряда таксономически важных признаков вида *P. elegans*, отобранные по [1; 10]. Среди них анализировалось строение рострума креветок (количество зубчиков на нем, их распределение на его дорсальной и вентральной сторонах) [10], для каждой проанализированной особи составлялась формула строения рострума [8]:

$$x + y + z / v,$$

где x — количество субапикальных зубцов рострума; y — количество дорсальных зубцов рострума, расположенных до заднего орбитального края; z — количество дорсальных зубцов, находящихся на роструме позади заднего края орбиты глаза; v — количество вентральных зубцов (рис. 2).

Также оценивалось строение мандибул (верхних челюстей) — важный таксономически признак для идентификации видов креветок рода *Palaemon* [3]. Проанализированы восемь значимых пластических признаков (размеров экзоскелета креветок) (рис. 3).

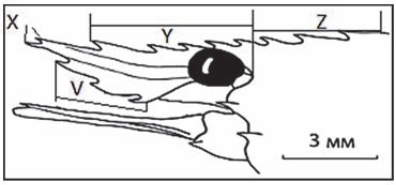


Рис. 2. Обозначения зубцов в формуле рострума креветки *P. elegans*

У десятиногих ракообразных ряд размерных признаков сильно коррелируют между собой [4], поэтому в соответствии с рекомендациями [6] исходные значения таксономически важных признаков были пронормированы на длину карапакса (как к наиболее точной размерной характеристике тела, используемой в экологических исследованиях) или другой, сильно коррелирующий с ними размер элемента экзоскелета креветок и переведены в биометрические индексы: длина рострума (Др) / длина карапакса (Дк); длина карпуса (Дкар) / длина меруса (Дм); длина карпуса (Дкар) / длина клешни (проподу-

са) переоподов второй пары (Дкл); длина подвижного пальца клешни (дактилуса) (Ддак) / длина ладони клешни (мануса) переоподов второй пары (Дман). Рассчитывались коэффициенты перехода от пяти значимых пластических признаков к длине карапакса и к общей длине тела (этот размерный показатель менее точен, чем Дк, но также применяется исследователями биологии креветок).

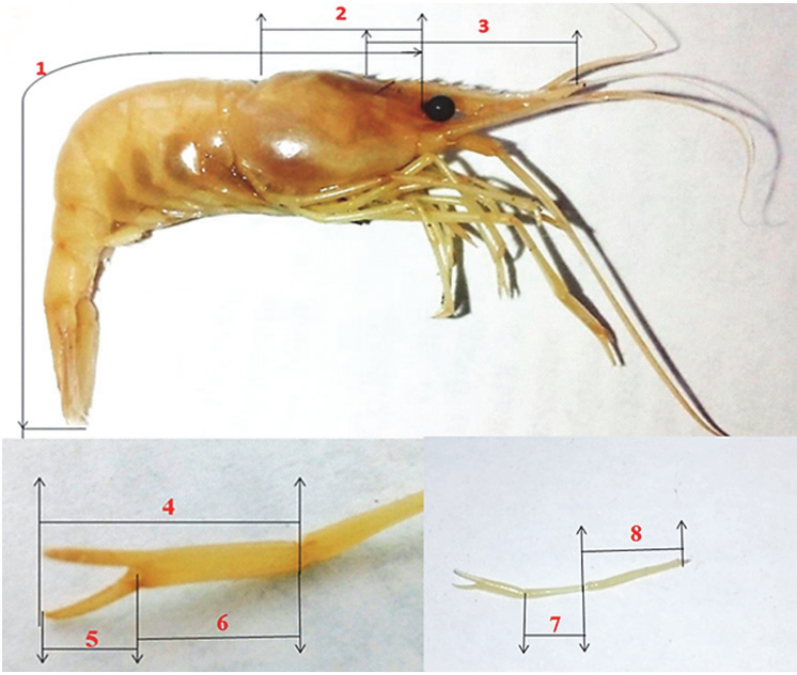


Рис. 3. Измерения структурных элементов экзоскелета креветки *P. elegans*:
1 — общая длина тела; *2* — длина карапакса; *3* — длина рострума;
4 — длина клешни (проподуса) переоподов 2;
5 — длина подвижного пальца клешни (дактилуса);
6 — длина ладони клешни (мануса); *7* — длина карпуса переоподов 2;
8 — длина меруса переоподов 2 [ориг.]

Изучение особенностей линейного роста элементов панциря креветок проведено по методике [4], где используется аллометрическое уравнение роста: $y = Bx^a$, где a — коэффициент регрессии (показатель аллометрии).

Сила связи между признаками оценивалась по общепринятой шкале Чеддока [8], анализ изменчивости морфометрических признаков, особенностей линейного роста у особей выполнены с применением стандартных статистических методов. Примененные методы оценки морфологической изменчивости, линейного роста основывались на рекомендациях [4—7; 9].

Результаты и обсуждение

Для получения таксономической характеристики вида *P. elegans* из поселения в юго-восточной части Балтийского моря у берегов Куршской косы проведена оценка важных таксономических признаков (формулы рострума, его размера, строения переоподов второй пары) у 140 экз. каменной креветки. Морфологические данные вида были сравнены с таковыми у креветок вида из прибрежных морских поселений у берегов Самбийского полуострова и креветок с Калининградского залива [8], что позволило предположить популяционный статус креветок поселения у Куршской косы, а также способствовало уточнению видового диагноза из поселений водоемов нашего региона в целом.

Оценка строения рострума и ходильных ног второй пары у особей *P. elegans* (результаты приведены в таблицах 1—3) показала диапазон морфологической изменчивости этих признаков у креветок в поселениях Куршского залива. Характер изменчивости оказался сравнимым с таковым для вида из Вислинского залива и прибрежных вод Юго-Восточной Балтики у берегов Самбийского полуострова [3].

Полученные нами результаты для креветок поселения у Куршской косы, кроме особенностей формулы рострума, в общем совпадают с описанием признаков в диагнозе для *P. elegans* из водоемов бассейна Балтийского моря у побережья Германии [1; 10].

Таблица 1

Формула рострума у *Palaemon elegans* из поселения в Юго-Восточной Балтике у берегов Куршской косы

Формула рострума	(2 + 4 + 3) / 3	(2 + 5 + 2) / 3
	52,3	47,7

Таблица 2

Размер рострума у *Palaemon elegans* из поселения в Юго-Восточной Балтике у берегов Куршской косы

Размер рострума	Количество особей, %	Индекс Др/Дк (диапазон)	Индекс Др/Дк (среднее ± стандартное отклонение)
Длина рострума меньше длины карапакса	90,5	0,63—0,94	0,84 ± 0,12
Длина рострума больше длины карапакса	9,5	1,05—1,13	0,86 ± 1,15

Таблица 3

Строение переоподов второй пары у *Palaemon elegans* в Юго-Восточной Балтике из поселения у берегов Куршской косы

Строение переоподов 2	Количество особей, %	Индексы (диапазон)	Индексы (среднее ± стандартное отклонение)
Длина карпуса больше длины меруса	100,0	1,31—1,94	1,71 ± 0,35
Длина карпуса меньше или равна длине клешни	100,0	0,56—1,00	0,79 ± 0,37
Длина дактилуса меньше или равна длине мануса	100,0	0,42—0,78	0,57 ± 0,10

Изучение строения мандибул (верхних челюстей) у исследованных креветок по имеющемуся на них двухчленистому щупику четко идентифицировала их как вид *Palaemon elegans*. Остальные определительные признаки, к сожалению, варьируются и отчасти перекрываются с таковыми у других креветок палемонов, способных обитать в наших водах. В результате мы получили важное уточнение для идентификации видов рода *Palaemon*, способных обитать в водоемах Калининградской области [3]: из таксономически важных качественных и количественных признаков только строение мандибул — главный отличительный признак видового уровня. Вид *Palaemon elegans*, среди прочих видов, четко отличает присутствие в составе мандибулы двухчленистого пальпа (рис. 4).

Рис. 4. Строение мандибулы у креветок *P. elegans*:
а — мандибула целиком; *б* — мандибулярный двухчленистый щупик

Проведенный сравнительно-морфологический анализ признаков у особей креветок *P. elegans* из трех поселений в водах бассейна Юго-Восточной Балтики доказал достаточную сравнимость морфометрических данных у креветок вида из этих поселений.

Сравнение внутривидовой дифференциации исследуемых качественных, пластических и меристических признаков у креветок *P. elegans* из поселения у берегов Куршской косы и особей с моря у берегов Самбийского полуострова и из Калининградского залива (результаты см. в табл. 1—7) показало, что они не имели достоверных различий, что свидетельствует об их определенном единообразии.

Таблица 4

Морфометрия *P. elegans* с трех водоемов

Морфометрия	Длина, мм						Средняя длина, ± SD			Средний коэффициент перехода к Дк			Средний коэффициент перехода к ОД		
	Минимальная			Максимальная											
	КК	КЗ	СП	КК	КЗ	СП	КК	КЗ	СП	КК	КЗ	СП	КК	КЗ	СП
Общая длина тела	12,8	11,2	14,6	31,8	40,5	30,6	22,2±6,0	24,8±6,9	25,5±6,0	0,4	0,3	0,3	—	—	—
Длина карапакса	4,0	3,3	4,8	11,8	13,0	11,2	8,1±1,9	8,1±2,0	8,8±1,0	—	—	—	2,8	3,1	2,9
Длина рострума	3,4	3,3	5,0	9,0	10,5	9,4	6,3±1,6	6,4±1,6	7,0±1,6	1,3	1,2	1,3	3,6	3,5	3,7
Длина клешни	2,0	2,0	2,5	8,9	8,5	7,1	3,9±1,09	4,2±1,14	4,6±1,2	2,1	2,2	2,0	5,9	5,9	5,8
Длина дактилуса	0,9	0,9	1,0	2,3	3,2	2,3	1,2±0,5	1,6±0,5	1,4±0,5	7,1	5,5	6,5	19,4	16,4	19,1
Длина мануса	1,0	0,8	1,5	7,1	5,3	5,4	2,7±0,9	2,8±0,9	3,2±1,0	3,3	3,4	2,9	9,1	9,2	8,7
Длина карпуса	1,2	2,0	2,0	5,0	5,5	4,5	3,0±0,7	3,6±0,9	3,2±0,7	2,7	2,4	2,8	7,5	7,1	8,0
Индекс Др/Дк	0,11	0,14	0,63	1,13	1,34	4,5	0,8±0,11	0,9±0,14	2,2±0,63	—	—	—	—	—	—
Индекс Дкар/Дм	0,37	0,36	0,34	3,0	3,3	2,5	1,64±0,37	1,45±0,36	1,46±0,34	—	—	—	—	—	—
Индекс Дкар/Дкл	0,18	0,18	0,20	1,3	1,5	1,4	0,8±0,18	0,8±0,18	0,8±0,20	—	—	—	—	—	—
Индекс Ддак/Дман	0,10	0,09	0,06	0,60	0,60	0,45	0,3±0,10	0,34±0,09	0,32±0,06	—	—	—	—	—	—

Примечание. КК — Балтийское море у берегов Куршской косы; КЗ — Калининградский залив; СП — Балтийское море у берегов Самбийского полуостр.

Таблица 5

Формула рострума у *Palaemon elegans* из двух поселений в водах Калининградской области

Формула рострума	2+4+3/3	2+5+2/3	2+5+3/3	2+6+2/3	2+6+3/3
Калининградский залив у Балтийской косы	50,6	35,0	3,9	9,2	1,3
Балтийское море у берегов Самбийского полуострова	43,6	10,2	43,6	2,6	—

Таблица 6

Размер рострума у *Palaemon elegans* из поселений в водах Калининградской области

Размер рострума	Количество особей, %		Индекс Др/Дк (диапазон)		Индекс Др/Дк (среднее ± стандартное отклонение)	
	КЗ	СП	КЗ	СП	КЗ	СП
Длина рострума меньше длины карапакса	88,3	89,7	0,34—0,95	0,59—0,97	0,78±0,12	0,78±0,11
Длина рострума больше длины карапакса	11,7	10,3	0,7—1,09	0,62—1,04	0,78±0,13	0,79±0,12

Примечание. КЗ — Калининградский залив; СП — Балтийское море у берегов Самбийского полуострова.

Таблица 7

Строение переоподов второй пары у *Palaemon elegans* из поселений в водах Калининградской области

Строение переоподов 2	Количество особей, %		Индексы (диапазон)		Индексы (среднее ± стандартное отклонение)	
	КЗ	СП	КЗ	СП	КЗ	СП
Длина карпуса больше длины меруса	75,6	100,0	0,45—1,05	0,43—1,40	0,78 ± 0,19	0,75 ± 0,20
Длина карпуса меньше или равна длине клешни	24,4	—	0,74—0,86	—	0,79 ± 0,37	—
Длина дактилуса меньше или равна длине мануса	100,0	100,0	0,14—0,60	0,15—0,45	0,32 ± 0,09	0,31 ± 0,06

Примечание. КЗ — Калининградский залив; СП — Балтийское море у берегов Самбийского полуострова.

Полученные нами биометрические данные для креветок *P. elegans* из поселения у берегов Куршской косы вошли в общие биометрические данные для вида водоемов нашего региона и в целом позволили уточнить таксономический диагноз для *Palaemon elegans* Rathke 1837 из водоемов бассейна Балтийского моря у побережья Калининградской области, данный изначально для поселений *P. elegans* из балтийских вод Германии [1; 8; 10]: рострум прямой или слегка изогнут вверх; максимальная ширина его нижней пластины больше, чем верхней; длина рострума меньше или примерно равна длине карапакса (Др/Дк = 0,34—1,34; 0,86 ± 0,15), его дистальный конец, как правило, не заходит за дистальный край скафоцеритов, чаще всего раздвоен (несет 2 субапикальных зубца); дорсальная сторона рострума несет 7—11 зубцов (вместе с субапикальными), обычно 9—10; из них 3 (редко 2, очень редко 1) зубца располагаются на карапаксе позади глазной орбиты (рис. 5); нижняя сторона рострума вооружена 3 (редко 4, очень редко 2) зубцами; мандибулы с двухчленистым пальпом; в переоподах 2 карпус обычно длиннее меруса (Дкар/Дмер в целом равен 0,7—3,3; в среднем 1,5 ± ± 0,04) и у большинства особей карпус несколько короче клешни (Дкар/Дкл в целом равен 0,4—1,5; в среднем составляет 0,8 ± 0,18 его длины); длина дактилуса (подвижного пальца клешни) у большинства особей была заметно короче мануса (длины ладони клешни) (индекс Ддак/Дман в целом равен 0,18—1,55; в среднем составляет 0,52 ± 0,22).

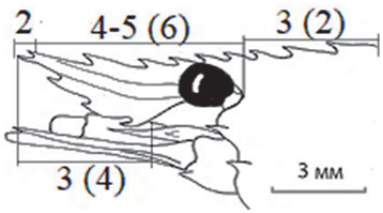


Рис. 5. Формула рострума креветки *P. Elegans* из вод у берегов Калининградской области

Ранее проведенная нами оценка половой морфологической изменчивости креветок *P. elegans* из поселения в Балтийском море у берегов Куршской косы, как и из Калининградского за-

лива и морских вод у берегов Самбийского полуострова, показала, что достоверных отличий между сравниваемыми пластическими признаками у разнополых особей не обнаружено [8].

Сравнение особенностей линейного роста исследуемых признаков у креветок из поселения у берегов Куршской косы, как и с двух других поселений (табл. 8), показало у креветок наиболее достоверную связь роста карапакса и рострума, с отрицательной аллометрией. Также в морском поселении у Самбийского полуострова отмечена достоверная связь роста клешни и карапакса с положительной аллометрией (табл. 8).

Таблица 8

Коэффициенты уравнения простой аллометрии элементов экзоскелета креветки *Palaemon elegans* (по отношению к длине карапакса) из разных поселений

Признаки	B			*a* (коэффициент аллометрии)			*r* (коэффициент корреляции Пирсона)		
	КК	КЗ	СП	КК	КЗ	СП	КК	КЗ	СП
Длина рострума	1,038	1,467	2,035	0,86	0,75	0,56	0,86	0,78	0,54
Длина клешни (проподуса)	0,807	0,669	0,287	0,75	0,62	1,26	0,62	0,43	0,83
Длина мануса	0,267	0,350	0,113	1,09	0,93	1,51	0,67	0,53	0,83
Длина карпуса переоподов 2	0,667	0,747	2,546	0,72	0,74	0,11	0,70	0,67	0,12

Примечание. КК — Балтика у Куршской косы (наши данные); КЗ — Калининградский залив; СП — Балтика у Самбийского полуострова.

Полученные нами данные впервые характеризуют внутривидовую и половую популяционную изменчивость пластических признаков, особенности линейного роста креветок *P. elegans* из поселения в Балтийском море у берегов Куршской косы и из других гидроценозов бассейна Юго-Восточной Балтики.

Предварительно, по морфометрическим данным, поселения *P. elegans* из Калининградского залива, морских поселений у берегов Куршской косы и Самбийского полуострова можно считать частью одной популяции этого вида. В исследованиях, связанных с *P. elegans* с водоемов Калининградской области, можно использовать данные по биометрии вида в целом, безотносительно к полу креветки и водоемам ее вылова. Полученные выводы будут проверяться в дополнительных морфометрических исследованиях и исследованиях репродуктивных особенностей креветок из разных поселений в водоемах области.

Выводы:

1. Полученные нами данные впервые характеризуют внутривидовую популяционную изменчивость некоторых качественных, пластических и меристических признаков строения экзоскелета, особенности линейного роста креветок *P. elegans* из Балтийского моря у Куршской косы и других вод бассейна Юго-Восточной Балтики.

2. Можно рекомендовать в исследованиях, связанных с креветкой *P. elegans* с водоемов Калининградской области, использовать данные по биометрии вида в целом, безотносительно к водоемам ее вылова.

3. По морфометрическим данным поселения *P. elegans* из вод бассейна Юго-Восточной Балтики у берегов региона можно считать частью одной популяции этого вида.

Работа выполнена в рамках научного сотрудничества ФГБОУ ВО «КГТУ» и Национального парка «Куршская коса» и как часть двух тем инициативной поисковой прикладной научно-исследовательской работы кафедры аквакультуры, биологии и болезней гидробионтов ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»: рег. № 13.13.200.2 (ООПНДиНТИ КГТУ) «Эколого-фаунистическая характеристика гидробионтов из водоемов Калининградской области» и рег. № 13.13.035.2. (ООПНДиНТИ КГТУ) «Гидробиологические исследования водоемов национального парка “Куршская коса”».

Благодарности. Выражаем искреннюю благодарность студентам факультета биоресурсов и природопользования, собравшим пробы палемонов в водоемах Калининградской области летом 2006—2018 гг., Р. Н. Буруковскому — за помощь в работе, С. Ю. Кузьмину — за помощь в сборе материала.

Список литературы

1. *Буруковский Р. Н.* Креветки рода *Palaemon* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) Европейских морей: определение видов. 2017. 1 электрон. опт. диск (CD-R).

2. *Егорова Ю. Е.* Морфометрия креветок палемонов (DECAPODA: CARIDEA: PALAEMONIDAE) у побережья Вислинского залива и юго-восточной части Балтийского моря в период с 2005 по 2017 г. // Дни науки : межвуз. науч.-техн. конф. студентов и курсантов на базе ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» (2—15 апреля 2018 г.) : материалы. Калининград : Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. С. 152—157. [Электронный ресурс]. URL: http://www.klgtu.ru/upload/science/upkvnk/nirs/izdanie/archive/science_day_2018.pdf

3. *Егорова Ю. Е.* Оценка некоторых популяционных параметров креветки *Palaemon elegans* Rathke 1837 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) из водоемов Калининградской области : ВКР бакалавра / Егорова Юлия Евгеньевна ; КГТУ ; науч. рук. Судник С. А. Калининград, 2019. 66 с.

4. *Клитин А. К.* Распределение, биология и функциональная структура ареала камчатского краба в водах Сахалина и Курильских островов : дис. … канд. биол. наук. Южно-Сахалинск, 2002. 215 с.

5. *Мина М. В., Клевензаль Г. А.* Рост Животных: Анализ на уровне организма. М. : Наука, 1976. 291 с.

6. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М. : Пищевая промышленность, 1966. 375 с.

7. *Решетников Ю. С.* Сложные вопросы таксономии сиговых рыб и проблемы зоогеографии // Основы классификации и филогении лососевидных рыб. Л. : ЗИН АН СССР, 1977. С. 71—78.

8. *Судник С. А., Егорова Ю. Е.* Некоторые аспекты популяционной биологии креветки *Palaemon elegans* Rathke 1837 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) из водоемов Калининградской области // VII Балтийский морской форум. Всерос. науч. конф. «Водные биоре-

сурсы, аквакультура и экология водоемов» (Калининград, 7—12.09.2019 г.) : тр. / ФГБОУ ВО «КГТУ». Калининград : Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. С. 291—300.

9. *Hartnoll R. G.* Thedetermination of relative growth in crustacean // Crustacea. 1978. Vol. 34, № 3. P. 281—293.

10. *Köhn J., Gosselck F.* Bestimmungschlüssel der Malacostraken der Ostsee // Mitt. Zool. Mus. Berl. 1989. Bd. 1. S. 3—144.

11. *Leppäkoski E., Olenin S.* Non-native species and rates of spread: lessons from the brackish Baltic Sea // Biological Invasions. 2000. P. 151—163.

12. *Leppäkoski E.* Living in a sea of exotics — the Baltic case // Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas. 2004. P. 237—255.

УДК 574.5:502(470.26)(06)

Г.А. Цыбалёва, С.Ю. Кузьмин, Е.В. Авдеева
Калининградский государственный технический университет

Особенности зоо- и бактериопланктона озера Лебедь в 2018 году

Представлены результаты исследования качественного и количественного состава зоо- и бактериопланктона озера Лебедь в сравнительном аспекте по годам. В озере уменьшается видовое разнообразие зоопланктона, снижаются количественные показатели, доминируют виды загрязненных водоемов. У бактерий преобладают анаэробы и виды бактерий группы кишечной палочки (БГКП). На развитие зоопланктона отрицательно влияют макрофиты и заболоченность. Вода в озере оценивается как сильно загрязненная.

The results of the study of the qualitative and quantitative composition of the zoo- and bacterioplankton of Lake Lebed in a comparative aspect by year are presented. In the lake, the species

© Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю., Авдеева Е.В., 2020

diversity of zooplankton decreases, quantitative indicators decrease, and species of polluted water bodies dominate. In bacteria, anaerobes and species of BGKP prevail. The development of zooplankton is adversely affected by macrophytes and waterlogging. The water in the lake is rated as highly polluted.

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

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

Введение

Гидробиологические исследования озер национального парка «Куршская коса» проводятся с 2007 г. Озеро Лебедь — уникальный эоловый водоем на юго-восточном побережье Балтики [3]. Среди других озер национального парка оно отличается высокой продуктивностью и эвтрофностью [10; 22—25].

За последние годы водоем стал сильно зарастать высшей надводной растительностью и заболачиваться. В связи с этим была поставлена цель: оценить экологическое состояние озера по показателям зоо- и бактериопланктона в 2018 г.

Материалы и методы

Озеро Лебедь расположено на 44-м километре Куршской косы, вблизи залива, с которым разъединяется перемычкой. Площадь зеркала — 3,1 га, максимальная глубина — 1,3 м, длина — 330 м, ширина — 120 м [26].

Материал отбирался вдоль побережья и в открытой зоне озера в июне, июле 2018 г. Сбор материала и обработка проводились по общепринятым методикам [9; 16; 17]. Анализировалась структурная организация зоопланктона [1; 18], индексы сапробности [21]. Изменения в структуре зоопланктона фиксировались при сравнении характеристик за 2011 г. [23] и

2017—2018 гг. Экологическое состояние озера определялось по измененным сообществам и комплексной оценке развития зоо- и бактериопланктона [4; 8; 28].

В работе использовалось 90 проб гидробионтов, в том числе 26 — за 2017—2018 гг.

Результаты исследования

Видовой состав зоопланктона в 2011 г. включал 57 таксонов. Процентное соотношение основных групп показано в таблице 1. Доминировали в планктоне аспланхны, Bosmina longirostris, хищные рачки р. Acanthocyclops. Структурные критерии фиксировали преобладание в сообществах тонких фильтраторов, в основном коловраток (табл. 1).

Таблица 1

Структурные группы зоопланктона озера Лебедь (%) и их критерии (в количестве видов)

Группы зоопланктона	2011	2017	2018
Количество видов	57	28	18
Rotatoria	38	46	6
Cladocera	24	18	17
Copepoda	28	28	77
Прочие	10	8	0
Структурные критерии:			
(Rot.+Clad.)/Cop.	2,1	2,3	0,2
Rot./(Clad.+Cop.+Rot.)	0,4	0,7	0,77

В 2017 г. количество видов уменьшилось почти в два раза [27]. Доминировали мелкие фильтраторы, устойчивые к загрязнению: виды р. *Brachionus, Chydorus sphaericus* и хищники р. *Acanthocyclops*. Наиболее существенное снижение видового

разнообразия было у кладоцер. Из 16 видов при доминировании *B. longirostris* (2011 г.) в 2017 г. отмечено 3 вида при доминировании *Chydorus sphaericus* — вида, наиболее устойчивого к неблагоприятным условиям окружающей среды [11]. В структуре сообщества зоопланктеров, как и в 2011 г., преобладали фильтраторы, главным образом коловратки.

В 2018 г. количество видов снизилось в три раза. Тонкие фильтраторы заместились хищниками, видами р. *Acanthocyclops*.

Таким образом, за период исследования в озере Лебедь произошли следующие изменения:

а) снижается видовое разнообразие;

б) возрастает доминирование мелких видов;

в) упрощаются трофические связи: тонкие фильтраторы замещаются собирателями (*Chydorus sphaericus*) и хищниками (виды р. *Acanthocyclops*);

г) увеличивается количество видов, устойчивых к загрязнению и космополитов.

Эти показатели характерны при токсическом загрязнении водоема и указывают на критическое состояние экосистемы озера [28].

Количественные и трофические структуры зоопланктона.

Количественные показатели зоопланктона по сравнению с 2011 г. тоже снизились. В 2017 г. численность сократилась в 4 раза, составляя 73 тыс. экз./м^3, а биомасса — в 15 раз (0,16 г/м^3) [27].

В 2018 г. численность продолжила снижаться и составила 1,5 тыс. экз./м^3, биомасса — 0,19 г/м^3.

Чтобы выявить факторы, влияющие на развитие зоопланктона, материал для исследования отбирался в различных зонах: в зарослях надводной высшей растительности, в открытой акватории, заболоченном районе, у перешейка с заливом, с пирса. Количественные показатели зоо- и бактериопланктона летом 2018 г. в озере Лебедь представлены в таблице 2.

Таблица 2

Количественные показатели зоо- и бактериопланктона озера Лебедь в 2018 году

Показатель	Станция			
	Ст. 1 Дюна Красная	Ст. 2* Пирс	Ст. 3 Заросли	Ст. 4 Проток в залив
Численность зоопланктона, экз./м^3	100	100	30	4880
Биомасса зоопланктона, мг/м^3	16	17	4	1140
Структура зоопланктона, %	*Cop*-100	*Cop*-80, Clad.-20	*Cop*-100	*Cop*-77, *Clad.*-13, R-10
Доминанты	*A.vernalis* копеподиты	*A.vernalis* копеподиты	копеподиты	копеподиты *Ch.sphaericus*
Общее количество сапрофитов КОЕ/мл	445	445	254	699
Структура бактериопланктона, %	СЗВ*, ФА* *Ent.*-40 *E.coli*-50 *Micrococcus*-10a	СЗВ, ФА *Ent.*-30 *E.coli*-70	СЗВ, ФА *Ent.*-33 *E.coli*-67	СЗВ, ФА *Ent.*-15 *E.coli*-80 *Micrococcus*-5a
Состояние воды	Сильно загрязненная	Сильно загрязненная	Сильно загрязненная	Сильно загрязненная

Примечание. СЗВ* — санитарно значимые виды; ст. 2 (заболоченная зона) не включена; ФА* — факультативные анаэробы, так как в этой зоне отсутствовал зоопланктон; а — аэробы; Ent. — сем. Enterobacteriaceae.

Как видно из приведенных данных, повсеместно в количественном отношении преобладали хищные копеподы. Кладоцеры-фильтраторы отмечены незначительными концентрациями вдоль побережья, примыкающего к протоку в залив.

Низкий уровень развития кладоцер связан, во-первых, с недостаточным развитием их основной пищи в это время — бактериопланктона, который в среднем составлял 460 ед./мл, при норме для размножения кладоцер — 10^5 ед./мл [13; 14; 20]. Во-вторых, это неблагоприятные условия в озере, на что указывает:

1) повсеместное присутствие анаэробов и факультативных анаэробов; аэробы (в зоне протока и дюны Красной составляли 5—10 % численности всех видов бактерий);

2) преобладание в планктоне всех станций санитарно-значимых сапрофитов, бактерий БГКП (*Escherichia coli*).

С этим связано и развитие среди кладоцер устойчивого к неблагоприятным факторам вида *Chydorus sphaericus*.

Минимальная численность зоопланктона была в районах, зарастающих высшей надводной растительностью (ст. 3). Отрицательное влияние макрофитов на фильтраторов в небольших водоемах установлено значительным числом исследований [5—7; 15; 29]: так как надводные макрофиты связывают биогены воды, угнетают развитие фито- и бактериопланктона, а также вызывают в небольших водоемах заболоченность, отрицательно влияющую на развитие зоопланктона. В этих районах происходит миграция минеральных соединений в подвижные формы. В осадках с гумусовыми кислотами формируются минералосодержащие соединения, и вода лишается биогенных элементов [2; 19].

В 2017 г. в заболоченных участках озера было минимальное развитие гидробионтов, в 2018 г. в данных районах организмы планктона не обнаружены. Максимальное развитие зоопланктона выявлено в районе протока в залив (ст. 4), где биомасса достигала более 1 г/м^3. Доминировали, кроме копе-

подидов, хидорусы. Здесь же были максимальные концентрации бактерий, среди которых встречались кокковые формы, которые являются пищей фильтраторов.

Повсюду в бактериопланктоне присутствовали *Escherichia coli* численностью от 180 до 560 ед./мл (что характерно при сильном загрязнении воды).

По комплексной оценке развития зоо- и бактериопланктона [8], вода в озере оценивается в 2018 г. как сильно загрязненная. На развитие зоопланктона отрицательно влияли сильное зарастание высшей надводной растительностью и заболоченность.

Заключение

В летний период в 2018 г. в озере Лебедь по сравнению с 2011 г. уменьшается видовое разнообразие зоопланктона, снижаются количественные характеристики, доминируют виды, устойчивые к неблагоприятным условиям, и космополиты. Упрощаются трофические связи: тонкие фильтраторы замещаются хищниками и собирателями.

Неблагоприятные условия для зоопланктона отражает бактериопланктон: повсеместно в воде преобладали анаэробы и факультативные анаэробы, а также санитарно-значимые виды и БГКП (*Escherichia coli*).

На развитие зоопланктона отрицательно влияли макрофиты и заболоченность.

По комплексной оценке развития зоо- и бактериопланктона вода в озере Лебедь в летний период 2018 г. оценивается как сильно загрязненная.

По нашему мнению, улучшить экологическую ситуацию в озере могут мелиоративные мероприятия, в частности скашивание тростника и камыша и удаление из озера скошенных макрофитов, а также обеспечение проточности озера, для чего необходимо восстановить протоку в залив.

Список литературы

1. *Андронникова И.Н.* Структурно-функциональная организация озёрных экосистем разных трофических типов. СПб. : Наука, 1996. 189 с.

2. *Антропогенное* воздействие на малые озёра. Л. : Наука, 1980. 172 с.

3. *Болдырев В.Л.* Проблемы сохранения и обустройства берегов Куршской косы // 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, 2005. Вып. 3. С. 29—37.

4. *Вербина Н.М.* Гидромикробиология с основами общей микробиологии. М. : Пищевая промышленность, 1990. 288 с.

5. *Вишнякова И.Ю., Мельник И.В.* Роль макрофитов в формировании гидрохимического режима водотоков водно-болотных угодий Нижней Волги // Вестник Астраханского гос. университета. 2009. № 2. С. 7—11

6. *Губина Г.С.* Макрофиты — экологический фактор, влияющий на продукцию фитопланктона Кубанских лиманов // Биологические процессы в морских и континентальных водоемах : тез. докл. II съезда ВГБО. Кишенев, 1970. С. 104.

7. *Ключенко П.Д., Шевченко Т.Ф., Харченко Г.В.* Структурно-функциональная организация фитопланктона в зарослях и на открытых участках озёр г. Киева // Гидроб. журнал. 2015. № 1, т. 51. С. 49—66.

8. *Козлов О.В.* Комплексная характеристика некоторых озёр Тоболо-Ишемского междуречья и практическое их использование // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2018. № 11. С. 26—36.

9. *Красильников Н.А.* Определитель бактерий и актиномицетов. М. ; Л. : Изд. АНСССР, 1949. 827 с.

10. Ланге Е.К. Летний фитопланктон Куршского залива и озера Лебедь // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. / сост. И.П. Жуковская. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2005. Вып. 3. С. 98—110.

11. *Мануйлова Е.Ф.* Об условиях развития ветвистоусых раков // Труды биолог. станции «Борок». М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1955. Вып. 2. С. 89—107.

12. *Методические* рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция / под ред. А.А. Салазкина, М.Б. Ивановой, В.А. Огородниковой. Л. : ГосНИИ озёрного и речного рыбного хозяйства, 1984. 33 с.

13. *Монаков А.В.* Питание пресноводных беспозвоночных. М. : Ин-т проблем экологии и эволюции РАН, 1998. 255 с.

14. *Монаков А.В., Сорокин Ю.И.* Количественные данные о питании дафний // Тр. ин-та биол. вн. вод АН СССР. Вып. 4 (7). М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1961. С. 32—48.

15. *Мукатова М.Д.* Обоснование необходимости изъятия макрофитов, скашиваемых во время мелиорации в дельте р. Волги и перспектива их рационального использования / М.Д. Мукатова, Т.Ф. Суворова, А.Р. Бисенова // Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. Сер. Рыбное хоз-во. Астрахань, 2010. № 1. С. 153—155.

16. *Общая* и санитарная микробиология и техника микроскопических исследований / под ред. А.С. Хабинской, Л.П. Блинковой, А.С. Ещиной. М. : Меридиан, 2004. С. 256.

17. *Определитель* бактерий Берджи / под ред. Дж. Хоулта. М. : Мир, 1997. Т. 1. 325 с.

18. *Пашкова О.В.* Зоопланктон как индикатор органического и токсического загрязнений и экологического состояния гидросистем // Гидробиол. журнал. 2012. Т. 48. № 6. С. 3—25.

19. *Салазкин А.А.* Основные типы озёр гумидной зоны СССР и их биолого-продукционная характеристика. Л. : Изв. ГосНИИОРХ, 1976. Т. 108. 191 с.

20. *Сорокин Ю.И.* Роль бактерий в жизни водоемов. М. : Знание, 1974. Сер. биол. Вып. 4. 64 с.

21. *Унифицированные* методы исследования качества вод // СЭВ. Совещание руководителей водохозяйственных органов стран — членов СЭВ. М., 1975. Ч. 3 : Методы биологического анализа. 176 с.

22. *Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю.* Зоопланктон дюнных озёр Куршской косы // Гидробиология и ихтиопатология : сб. науч. тр., посвященный 120-летию со дня рождения Надежды Станиславовны Гаевской / КГТУ. Калининград, 2009. С. 124—131.

23. *Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю.* Зоопланктон озера Лебедь Куршской косы // 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, 2011. Вып. 7. С. 117—124.

24. *Цыбалёва, Г.А., Кузьмин С.Ю.* Некоторые трофические характеристики системы озёр национального парка «Куршская коса» // Труды Междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». Балтийский морской форум 26—27 мая 2015 г. / ФГБОУ ВПО «КГТУ». Калининград, 2015. С. 145—147.

25. *Цыбалёва, Г.А., Кузьмин С.Ю.* Структурные показатели зоопланктона озёр 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, 2015. Вып. 11. С. 60—69.

26. *Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю., Рыльков О.В.* Зоопланктон озера Изумруд в национальном парке «Куршская коса» // Там же. 2016. Вып. 12. С. 148—157.

27. *Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю., Авдеева Е.В.* Особенности зоо- и бактериопланктона озера Лебедь летом 2017 года // Балтийский морской форум : материалы VII Междунар. морского форума 7—12 октября 2019 г. Калининград : Изд-во БГА РФ, 2019. Т. 3 : Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов. С. 301—306.

28. *Шереметьев И.С., Журавлёва Ю.Н., Корытин Н.С. и др.* Устойчивость водных экосистем и их изменчивость в условиях токсического загрязнения // Экология. 2011. № 6. С. 418—441.

29. *Mulligan H.F., Baranowski A., Johnson R.* Nitrogen and phosphorus fertilization of aquatic vascular plants and algae in replicated ponds // J. Initial respons to tertilization: Hydrobiol. 1976. Vol. 48(2). P. 109—116.

Раздел 3

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ, КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

УДК 504.456

А.Д. Борисенко, Н.Н. Цветкова, Д.Н. Ласкина
Калининградский государственный технический университет

Гидрохимическая характеристика болота Свиного по наблюдениям в 2019 году

Представлены результаты гидрохимического мониторинга болота Свиного, проведенного нами в 2019 году. Дана характеристика содержания в воде газов, основных ионов, органических и биогенных веществ.

The article presents the results of hydrochemical monitoring of the Svinoe swamp conducted by us in 2019. The characteristic is given to the content of gases, basic ions, organic and biogenic substances in water.

Ключевые слова: верховое болото Свиное, гидрохимический состав вод, экосистемы избыточного увлажнения

Key words: Raised bog Svinoe, hydrochemical composition of water, ecosystems of excessive moisture

© Борисенко А.Д., Цветкова Н.Н., Ласкина Д.Н., 2020

Болотные массивы — это области высокой биологической продуктивности, они отличаются значительным видовым разнообразием, регулируют водный баланс, активно образуют органическое вещество.

В 50-е гг. прошлого века болота в Калининградской области занимали около 6% территории. В настоящее время многие из них разрушены в результате торфодобычи и мелиоративных работ [1, с. 99]. Тем не менее отдельные болота области представляют собой уникальные экосистемы, сохранившиеся в естественном виде и не затронутые антропогенной деятельностью.

Верховое болото Свиное занимает территорию площадью 50 га [2, с. 21] (открытый участок сфагнового болота) в корневой части Куршской косы в 3 км к северо-востоку от Зеленоградска [2; 3]. Образование болота связывают с существовавшим здесь ранее проливом [2, с. 20]. Относится к болотам прибрежных низменностей. В настоящее время преобразовано антропогенной деятельностью: частично осушено, изменено добычей торфа и находится в стадии зарастания. Несмотря на это, болото Свиное — одна из достопримечательностей Куршской косы.

Поскольку одна из функций болот — гидрологическая, оно влияет на гидрохимический состав водных объектов, имеющих с ним гидравлическую связь. Кроме того, особенный интерес вызывает формирование состава болотных вод в условиях антропогенного преобразования.

Для характеристики качественного состава болотных вод нами начаты исследования поверхностных вод болота Свиного. Гидрологические работы проводятся ежемесячно на стандартных станциях, расположение которых показано на рисунке 1.

Станция 1 представляет собой озеровидную котловину антропогенного происхождения, заполненную водой, площадью около 20 м^2, овальной формы; расположена на северо-западных окраинах болота на участке сосновых лесов с примесью березы.

Станция 2 — это также озеровидная котловина, вероятно, антропогенного происхождения, заросшая мхами, с относительно пологими берегами и округлыми очертаниями, площадью около 30 м^2, расположена в 50 м на юго-восток от станции 1.

Станция 3 — мелиоративный канал, сильно заросший, со слабовыраженным руслом шириной до 0,5 м, глубиной до 0,4 м; расположен в центральной части болотного массива. Большую часть времени течение в канале отсутствует или выражено очень слабо.

Рис. 1. Станции отбора проб воды в болотном массиве Свиное

При полевых исследованиях проводятся стандартные гидрологические работы, согласно рекомендациям, изложенным в [4]. Пробы на гидрохимический анализ отбираются в пластиковые емкости из поверхностного горизонта (0,1—0,2 м). Химический анализ отобранных проб проводится в гидрохимической лаборатории КГТУ по общепринятым методикам [4] в течение суток после отбора. Общая минерализация устанавливается арифметическим методом, концентрация натрия и калия — расчетным методом в соответствии с [5].

Для характеристики минерализации и определения класса, группы, типа вод, а также количества органических веществ (по величине перманганатной окисляемости) приняты градации по классификации О. А. Алекина [6].

Проведенные в 2019 г. исследования показали следующее.

Воды болота Свиного слабокислые, pH не превышает 6,5. Минимальная величина pH во все месяцы отмечена в водах мелиоративного канала (ст. 3), дренирующего центральную часть болотного массива (pH 5,5—6,0).

Кислородные условия малоблагоприятные, что естественно для болотных вод. Максимальное содержание кислорода выявлено в холодный период — при пониженной температуре воды растворимость кислорода выше. Минимальные концентрации кислорода зафиксированы в летний период, когда с ростом температуры воды, растворимость кислорода падает (рис. 2). Относительное содержание кислорода на исследованных станциях не превышало 20 %.

Органические вещества оценивались по величине перманганатной окисляемости (рис. 3), которую можно охарактеризовать как очень высокую. Полученные значения окисляемости типичны для верховых болот и отражают сложные процессы обогащения болотных вод различными органическими соединениями под воздействием остатков растений, торфов, атмосферных осадков, почв, поверхностных, подземных вод, а также деятельности человека.

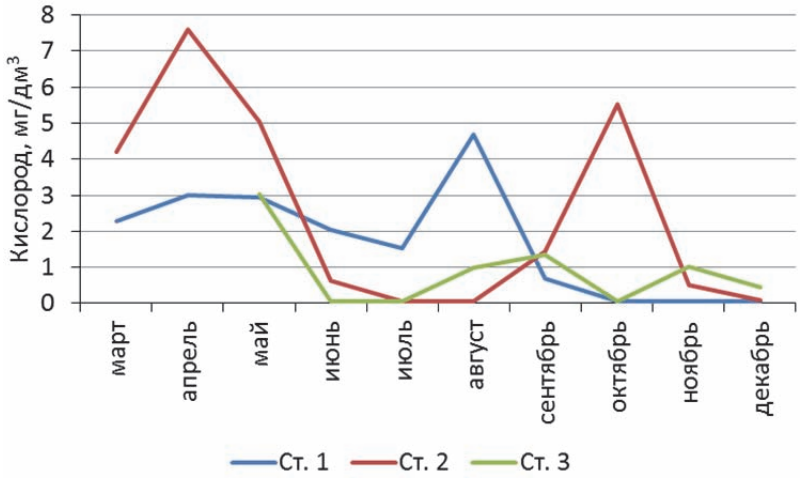


Рис. 2. Содержание растворенного кислорода в болотных водах

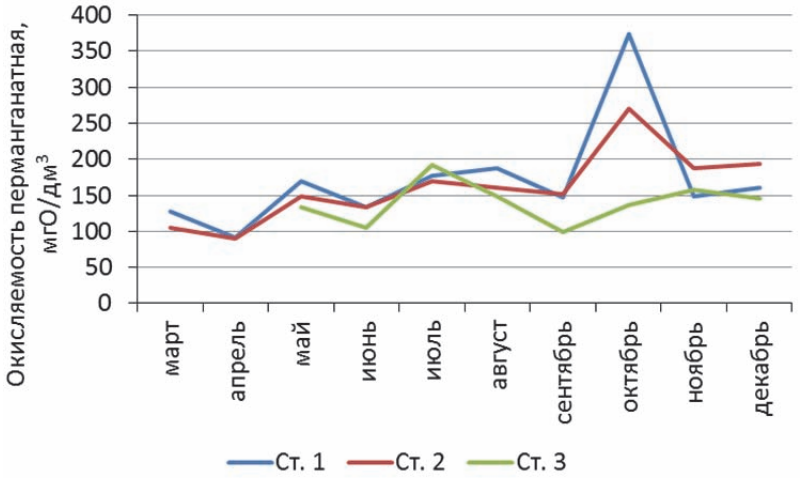


Рис. 3. Величина перманганатной окисляемости болотных вод

Нами отмечено, что количество органических веществ увеличивается в периоды интенсивных дождей (май, июль, сентябрь, октябрь — эти месяцы в 2019 г. характеризовались повышенным количеством осадков [7]) и несколько понижается в сухие периоды, когда, вероятно, более выражены процессы минерализации.

Биогенных веществ обнаружено много (рис. 4—6). Низкое содержание кислорода обусловливает преобладание восстановленных форм биогенных элементов, в частности азота аммонийного, что типично для болотных вод. В целом концентрации биогенных элементов соответствуют верховым болотам. Однако стоит обратить внимание на содержание фосфора в канале (ст. 3): здесь оно максимальное, что, видимо, связано еще и с антропогенным фактором.

В сумме общего железа преобладает закисное, что естественно для обедненных кислородом болотных вод.

В анионном составе (рис. 7) в весенне-летний период преобладают гидрокарбонаты, в осенний период за счет увеличения доли атмосферного питания увеличивается содержание сульфатов.

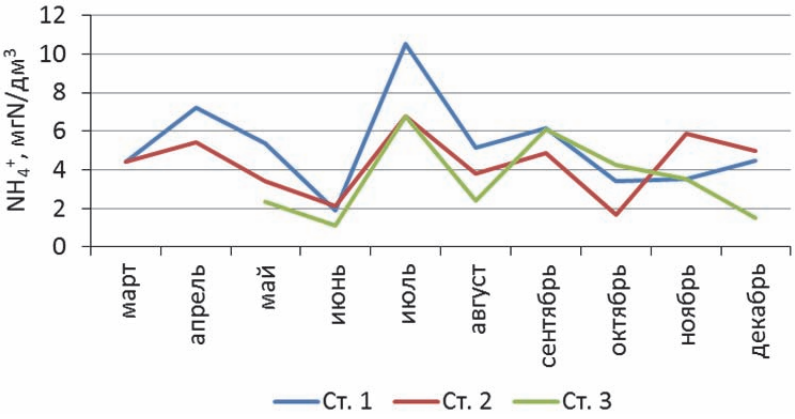


Рис. 4. Содержание азота аммонийного в водах бол. Свиного

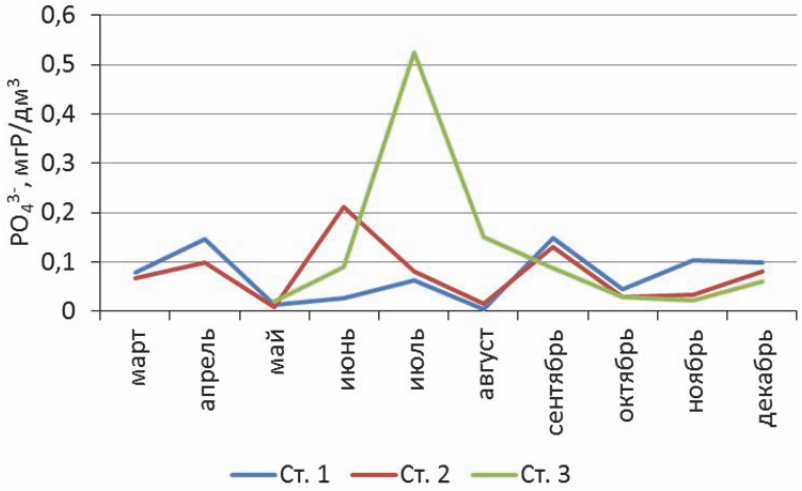


Рис. 5. Содержание фосфора фосфатов в водах бол. Свиного

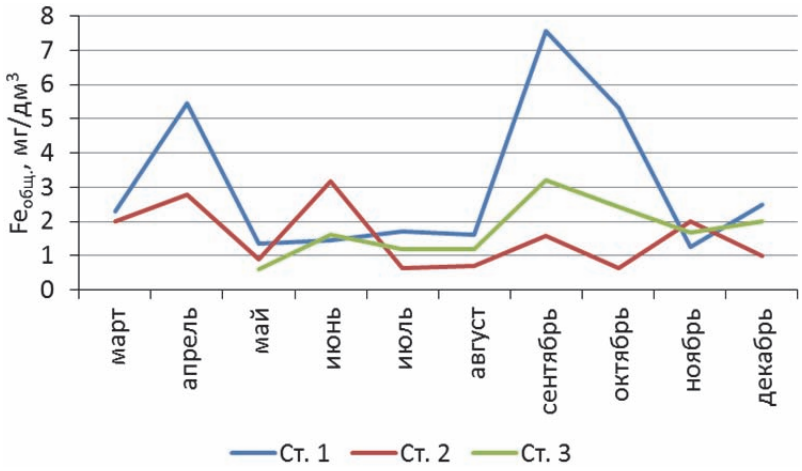


Рис. 6. Содержание общего железа в водах бол. Свиного

Содержание гидрокарбонатов сопоставимо с поверхностными водами — это весьма велико для верховых болот, где концентрация гидрокарбонат-ионов, как правило, на порядок ниже. Крайне высокое содержание сульфатов вызывает особенный интерес. С одной стороны, это может быть связано с региональными особенностями и генезисом верхового болота, с другой — быть результатом антропогенного воздействия, хотя последнее маловероятно ввиду отсутствия в области мощных источников выбросов сернистых соединений.

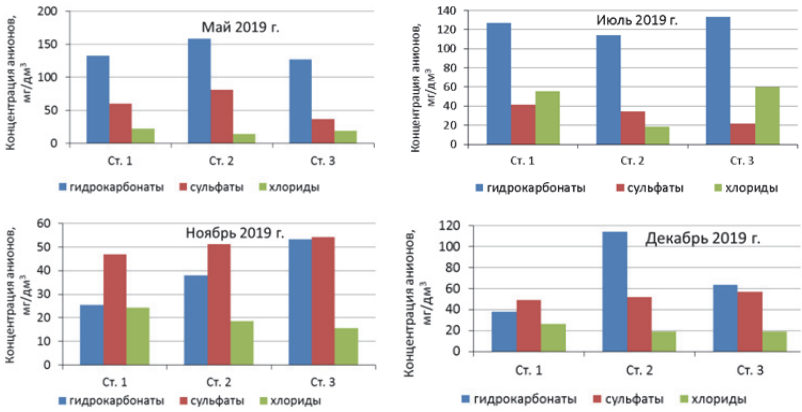


Рис. 7. Содержание основных анионов в водах бол. Свиного

Содержание хлоридов соответствует составу вод верховых болот. За исключением июля, когда концентрация хлоридов на ст. 1 и 3 достигала почти 60 мг/дм^3. Такая концентрация хлоридов характерна для болотных вод низинного и переходного типов и крайне высока для верховых болот, основное питание которых обеспечивается за счет атмосферных осадков. Тем не менее это можно объяснить возможным контактом болотного массива с минеральными грунтами реликтового генезиса или с подземными водами, а также притоком более минерализованных вод Куршского залива через систему мелиоративных каналов, которыми изрезан исследуемый болотный комплекс.

Таким образом, анионный состав свидетельствует о питании болотного массива не только атмосферными осадками, но в равной степени поверхностными и подземными водами.

Воды болота Свиного очень мягкие (величина общей жесткости 0,5—0,7 мг экв./дм^3). Содержание катионов кальция и магния крайне мало, что естественно для верховых болот. Среди катионов преобладают натрий и калий, что весьма характерно для болотных вод (рис. 8).

Высокое содержание этих катионов на фоне повышенной концентрации хлоридов также может свидетельствовать о питании болота более минерализованными подземными водами или водами Куршского залива.

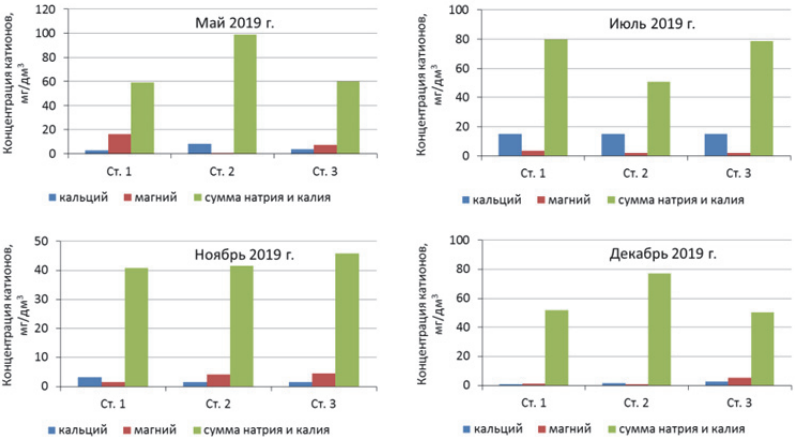


Рис. 8. Содержание основных катионов в водах бол. Свиного

Общая минерализация болотных вод за рассматриваемый период изменялась от 231,2 до 254,2 мг/дм^3 и согласно классификации природных вод, предложенной О. А. Алекиным [6], попадала в класс «средняя». Воды гидрокарбонатно-натриевые, первого типа. Такое значение минерализации очень высоко и не характерно для олиготрофных (верховых) болот, питание которых обеспечивается атмосферными осадками и практиче-

ски не поддерживается подземными водами. Минерализация вод верховых болот значительно ниже и, как правило, сопоставима с минерализацией атмосферных осадков.

При сопоставлении полученных результатов с работами по изучению гидрохимических особенностей болотных экосистем в условиях антропогенного преобразования, имеющимися в свободном доступе [8—11], нами отмечено, что воды болота Свиного в настоящее время по своему химическому составу не совсем соответствуют водам верховых болот, а в большей степени приближены к водам переходных и низинных болот.

В работе О. Г. Савичева, посвященной исследованию изменения гидрохимического состава болот под воздействием антропогенной деятельности, показано, что в процессе осушения и рекультивации верховых болот происходит трансформация химического состава болотных вод по типу, характерному не для верховых, а для низинных болот [10, с. 75] с достаточно резким увеличением доли гидрокарбонатов и кальция [10, с. 76].

Аналогичные выводы сделаны и нами: величина общей минерализации и концентрация основных ионов поверхностных вод болота Свиного не характерны для верховых болот, а в большей степени приближены к составу низинных болотных комплексов, что типично для антропогенно преобразованных, рекультивированных болотных систем. Кроме того, М. Г. Напреенко и соавторы [3] фиксируют, что за последние 100 лет болото Свиное утратило структуру выпуклого растущего верхового болота и к настоящему времени превратилось в осевший, сильно облесённый торфяник [3, с. 33].

Наши исследования гидрохимического состава болотных вод также согласуются с полученными ранее выводами и свидетельствуют, по-видимому, о процессах вторичного заболачивания.

Таким образом, болотный комплекс Свиное находится в настоящий момент в стадии трансформации и нуждается в защите для сохранения своей экосистемы.

Список литературы

1. *Напреенко М.Г.* Болота Калининградской области: их роль в сохранении биоразнообразия и окружающей среды в регионе // Вестник Калининградского государственного университета. 2000. С. 99—105.

2. *Напреенко М.Г., Вольфрам К., Дедков В.П.* Верховое болото Свиное — исчезающая экосистема в структуре ландшафтов Куршской косы // Вестник Калининградского государственного университета. 2003. Вып. 1. С. 19—26.

3. *Напреенко М.Г., Напреенко-Дорохова Т.В.* Сукцессии растительности верхового болота Свиного в корневой части Куршской косы // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2019. № 1. С. 28—34.

4. *Гидрология*. Лабораторный практикум и учебная практика / Т.А. Берникова [и др.]. М. : Колос, 2008. 303 с.

5. *РД* 52.24.514-2009. Методика расчета суммарной молярной (массовой) концентрации ионов натрия и калия, суммарной массовой концентрации ионов в водах. Ростов н/Д : Росгидромет, ГУ ГХИ, 2009. 9 с.

6. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. Л. : Гидрометеоиздат, 1970. 443 с.

7. *Погода* в Калининграде. Монитор погоды в Калининграде. URL: http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=26702 (дата обращения: 24.04.2020).

8. *Рассказов Н.М.* Основные особенности химического состава болотных вод (на примере юго-восточной части Западной Сибири) // Известия Томского политехнического университета. 2005. Т. 308, № 4. С. 55—58.

9. *Воистинова Е.С., Харанжевская Ю.А.* Региональная характеристика химического состава болотных вод в Томской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. № 1(4). С. 942—946.

10. *Савичев О.Г.* Химический состав болотных вод на территории Томской области (Западная Сибирь) и их взаимодействие с минеральными и органоминеральными соединениями // Известия Томского политехнического университета. 2009. Т. 314, № 1. С. 72—76.

11. *Потапова Т.М., Новиков С.Н.* Оценка антропогенных изменений химического состава болотных вод и стока растворенных веществ с территории естественных и мелиорированных верховых болот // Вестник СПбГУ. 2006. Сер. 7, вып. 2. С. 85—95.

УДК 551.501:598.2

Е.В. Крек, Ж.И. Стонт, Т.В. Буканова
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

Ледовые условия в акватории Куршской косы по спутниковым данным

Российская часть Юго-Восточной Балтики обладает своеобразным ледовым режимом, который определяется географическим положением и климатическими условиями. Для исследования распространения морского льда в акватории широко используются спутниковые данные. За 2004—2019 гг. с 1 декабря по 31 марта проанализировано 840 радиолокационных изображений Юго-Восточной Балтики. Установлено, что льдообразование начинается преимущественно во второй половине января — начале февраля. Средняя продолжительность наблюдения морского льда составляет 22 дня за сезон. Для существования устойчивых ледяных полей необходимы среднесуточные температуры воздуха ниже –5 °С, наблюдающиеся в течение 5 и более дней. Самый ледовитый месяц — февраль с максимальной продолжительностью наблюдения льда и максимальной площадью распространения.

The Russian part of the Southeastern Baltic Sea has a specific ice regime, which is determined by geographical location and climate conditions. Satellite data are widely used to study the propagation of sea ice. There were 840 SAR images of the Southeastern Baltic Sea analyzed for the period from December 1 to March 31, 2004—2019. Ice formation begins mainly in the second half of January-early February. The average duration of sea

© Крек Е.В., Стонт Ж.И., Буканова Т.В., 2020

ice period is 22 days per season. Stable ice fields occur when the daily average air temperatures drop below –5 °C during 5 or more days. The maximum duration of ice period and maximum ice extent are observed in February.

Ключевые слова: Юго-Восточная Балтика, климатические условия, морской лед, льдообразование.

Key words: Southeast Baltic, climatic conditions, sea ice, ice formation.

Введение

Ледовый режим Балтийского моря определяется географическим положением и климатическими условиями отдельных его районов, интенсивностью теплообмена открытой части моря с заливами и Северным морем. Происходящие изменения характеристик климата Калининградской области в пределах российского сектора юго-восточной части Балтийского моря обусловлены климатическими изменениями глобального масштаба. Согласно данным Росгидромета [1], на территории России в последние десятилетия потепление климата происходило быстрее и масштабнее, чем в среднем по земному шару. Наиболее сильно эти изменения, обусловленные комплексом гидрометеорологических факторов, включая ледовые условия, влияют на прибрежную зону.

Куршская коса — особо охраняемая природная территория. Мелководье Юго-Восточной Балтики признана HELCOM одним из экологически и биологически значимым районом Балтийского моря. Морские млекопитающие, такие как балтийская кольчатая нерпа (Pusa hispida botnica) и серый тюлень (Halichoerus grypus), внесенные в Красную книгу HELCOM, выбрали прилегающую морскую акваторию Куршской кос как один из районов обитания и размножения [2] (рис. 1).

Район исследования представляет собой часть Юго-Восточной Балтики, площадью 18045 км^2, ограниченную с запада 19° в. д. и с севера 56° с. ш. Особое внимание уделено при-

брежной зоне Куршской косы и северного побережья Самбийского полуострова, площадь которой составляет 5911 км^2, или 33% от района исследований (рис. 1).

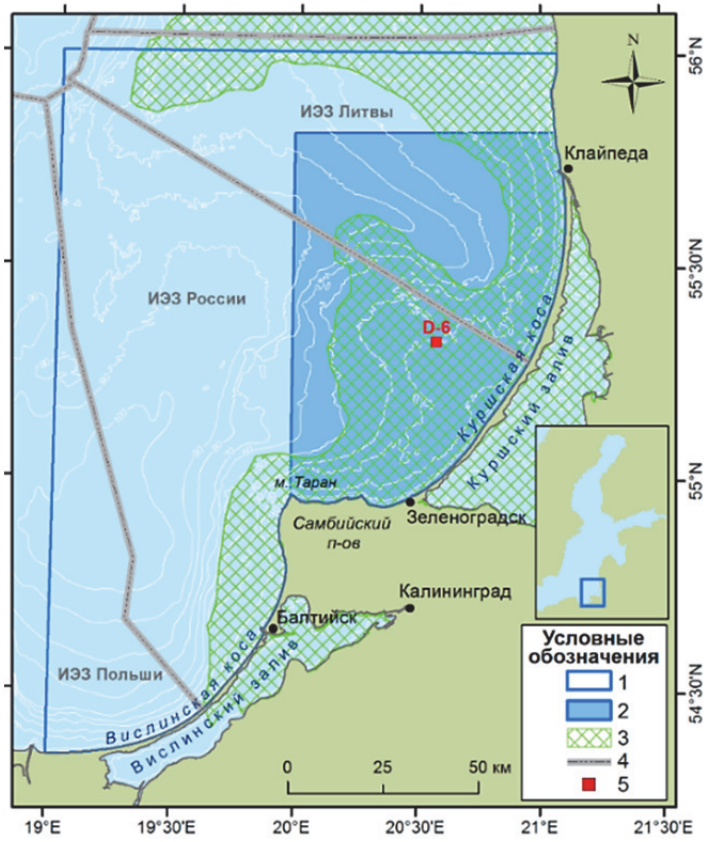


Рис. 1. Район исследований

Условные обозначения: 1 — район исследований морского льда в Юго-Восточной Балтике; *2* — прибрежная зона Куршской косы и северного побережья Самбийского п-ова; *3* — экологически/биологически значимые районы Балтийского моря (HELCOM); *4* — исключительная экономическая зона; *5* — МЛСП D-6

Материалы и методы

Для обнаружения льда на поверхности юго-восточной части Балтийского моря использовались радиолокационные изображения (РЛИ) со спутников ENVISAT (Европейское космическое агентство, ESA), RADARSAT-1 (Канадское космическое агентство, CSA, Канада), RADARSAT-2 (МакДональд, Деттвилер и партнеры, MDA, Канада), TerraSAR-X (Германский центр авиации и космонавтики, DLR, Германия), Cosmo-SkyMED (Итальянское космическое агентство, ASI, Италия) и Sentinel-1A/B (ESA).

Радар с синтезированной апертурой (РСА), установленный на спутниках, чувствителен к шероховатости морской поверхности. Пленки различного происхождения, в том числе и лед, локально подавляют капиллярные волны, присутствующие на морской поверхности, что фиксирует РСА. Широкая полоса обзора, независимость от дневного света и облачности, а также устойчивость ледовых полей к воздействию более сильных ветров (до 13—15 м/с) делает радиолокационный метод наиболее информативным для мониторинга ледовых полей. В среднем в Юго-Восточной Балтике до 50% в год наблюдается практически сплошная облачность. В случае отсутствия радиолокационных данных использовались доступные оптические изображения со спутников Aqua и Terra (NASA), оснащенных спектрорадиометрами среднего разрешения MODIS.

Всего в 2004—2019 гг. за период с 1 декабря по 31 марта проанализировано 840 РЛИ, на 165 из них был обнаружен лед. Интервал между двумя последовательными радиолокационными съемками составлял 12—72 часа. При временных интервалах 24 часа и более осуществлялась линейная интерполяция площадей льда, выявленного на двух последовательных РЛИ. Такая интерполяция выполнялась при сохранении гидрометеорологических условий для льдообразования. Обнаруженные ледовые поля оцифрованы в программном пакете ArcGIS 10.0. Там же были вычислены их площади.

Метеорологические данные получены с АГМС, установленной на морской ледостойкой стационарной платформе (МЛСП) D-6, расположенной на расстоянии 22 км от побережья Куршской косы (рис. 1 на с. 90).

Результаты

Льдообразование в юго-восточной части Балтийского моря начинается преимущественно во второй половине января — начале февраля (табл. 1). Исключениями стали декабрь 2009 и 2010 гг. Двадцать второго декабря 2009 г. через 9 дней после начала морозов с понижением температуры до –9,4 °С вдоль Куршской косы образовалась полоса припая шириной до 1 км, который просуществовал не более двух дней и был разрушен при повышении среднесуточной температуры воздуха до +3,8 °С (рис. 2).

Таблица 1

Наблюдение льда в юго-восточной части Балтийского моря

Зимний сезон	Наблюдение льда		Количество дней со льдом	S_{max} льда, км^2	Дата наблюдения S_{max} льда
	Первое	Последнее			
2004—2005	15.02.2005	19.03.2005	29	209	03.03.2005
2005—2006	18.01.2006	14.03.2006	56	2283	10.03.2006
2006—2007	10.02.2007	26.02.2007	9	63	26.02.2007
2007—2008	—	—	0	—	—
2008—2009	—	—	0	—	—
2009—2010	22.12.2009	10.03.2010	62	2953	08.02.2010
2010—2011	13.12.2010	15.03.2011	63	15725	24.02.2011
2011—2012	01.2.2012	19.02.2012	19	2254	11.02.2011
2012—2013	13.01.2013	29.03.2013	25	606	23.01.2013
2013—2014	20.01.2014	04.02.2014	16	397	25.01.2014
2014—2015	—	—	0	—	—
2015—2016	01.01.2016	01.02.2016	23	109	08.01.2016
2016—2017	06.01.2017	13.02.2017	10	75	12.02.2017
2017—2018	08.02.2018	08.03.2018	19	565	26.02.2018
2018—2019	—	—	0	—	—

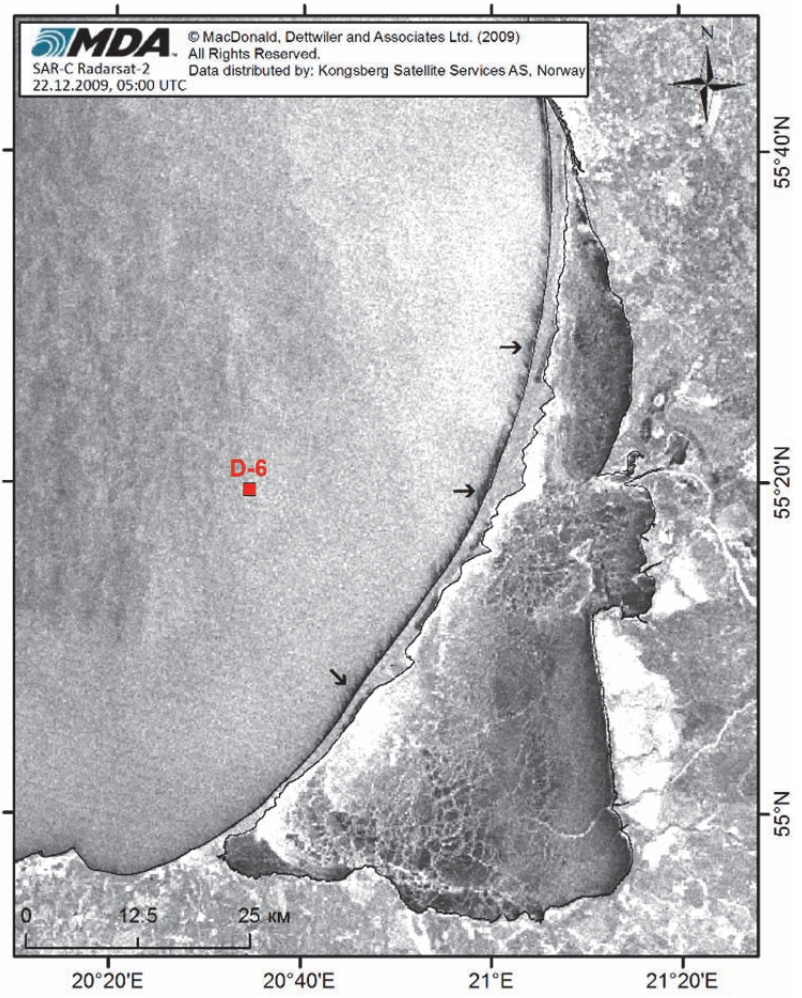
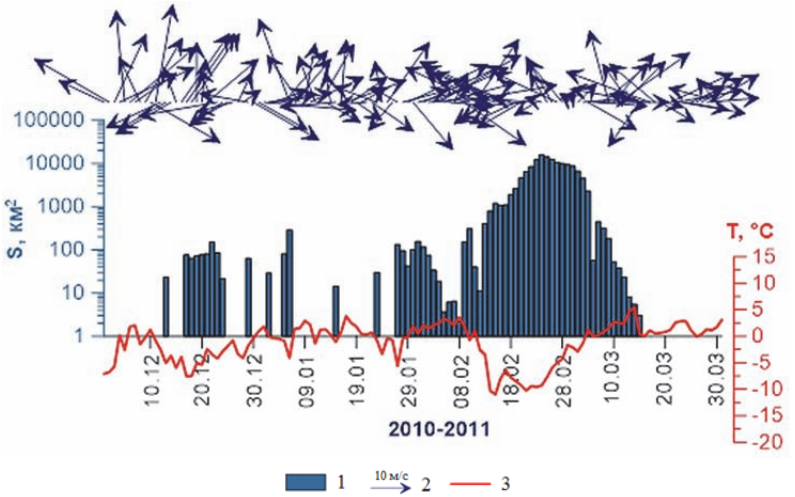


Рис. 2. Начало формирования морского льда
в прибрежной части района исследований
вдоль побережья Куршской косы 22.12.2009 г. по данным Radarsat-2.
Распространение льда показано стрелками

Самое раннее наблюдение морского льда за период исследований состоялось 13.12.2010 г. Этому способствовали продолжительные морозы до –11 °С (рис. 3). В этот год наблюдалась максимальная площадь льда в акватории исследований за изучаемый период (табл. 1).

Продолжительному наблюдению устойчивых ледовых полей способствуют среднесуточные температуры воздуха ниже –5 °С, наблюдающиеся в течение 5 и более дней. При повышении температуры выше 0 °С, особенно при усилении ветра, ледовые поля разрушаются вплоть до полного исчезновения.



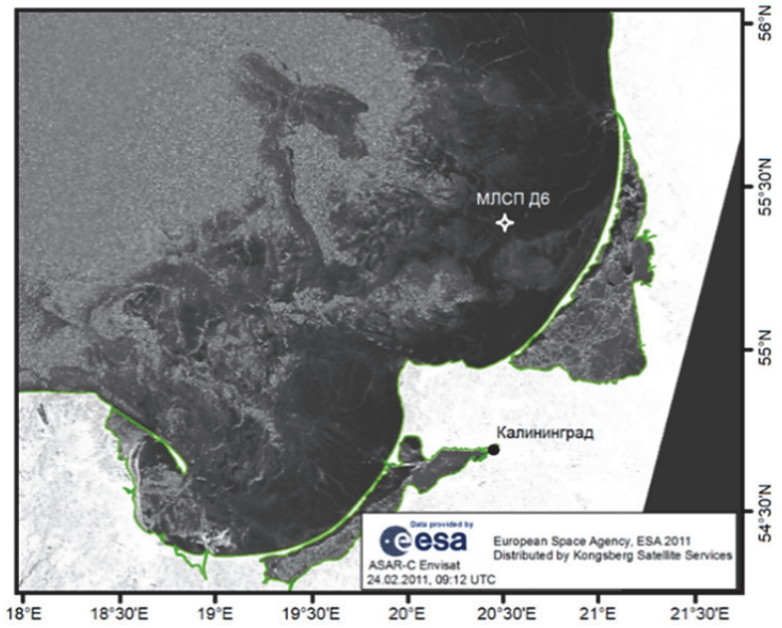
а

Рис. 3. Изменчивость площади ледового покрова в Юго-Восточной Балтике по спутниковым данным в холодную зиму 2010—2011 гг.:

а — *1* — площадь ледового покрова, км^2; *2* — скорость (м/с) и направление ветра в масштабе; *3* — среднесуточная температура воздуха, °С

б — максимальное распространение морского льда на радиолокационном изображении поверхности Балтийского моря 24 февраля 2011 г. со спутника Envisat. Белой звездочкой показано положение автоматической гидрометеорологической станции на МЛСП D-6

(окончание см. на с. 95)



б

Рис. 3. Окончание (начало см. на с. 94)

Средняя продолжительность наблюдения морского льда в Юго-Восточной Балтике — 22 дня за сезон. Наиболее продолжительными периодами непрерывного наблюдения ледовых полей стали: 56 дней с 18.01.2006 г. по 14.03.2006 г. и 53 дня с 05.01.2010 по 10.03.2010 г. (табл. 1). В отдельные годы льда не наблюдалось. Самый ледовитый месяц — февраль, средняя продолжительность наблюдения льда в феврале составляет 10 дней. Далее идет январь — 7 дней. Средняя продолжительность наблюдения льда в марте — 4 дня, в декабре — меньше 1 дня.

Анализ пространственного распространения морского льда в районе исследований показал, что лед в основном сосредоточен в прибрежной зоне Куршской косы и северной части

Самбийского п-ова (рис. 3). Из-за выхолаживания на прибрежном мелководье за счет более низкой температуры берега происходит образование начальных форм льда. Быстрое остывание берега, контактирующего с морской водой, способствует образованию припая.

Обсуждение

Выявленные пространственно-временные изменения ледового режима и их тенденции за период 2005—2019 гг. определяются последствиями климатических изменений в юго-восточной части Балтийского моря. За 2005—2019 гг. с*редняя годовая температура воздуха (Та)* составила 8,9 ± 0,6 °С, что превысило среднегодовое значение середины XX в. на 1,5 °С. Максимум среднегодовой Та отмечен в 2019 г. (9,9 °С), минимум — 7,2 °С в 2010 г. [3].

За этот же период *среднегодовая температура поверхности моря (ТПМ)* равна 10,3 ± 0,3 °С. Самые высокие среднегодовые значения ТПМ (10,6—10,8 °С) зафиксированы в 2008 г., 2014—2019 гг. Самые низкие среднегодовые ТПМ (9,8—9,9 °С) — в 2009—2012 гг., тогда же наблюдаются минимальные значения среднегодовой температуры воздуха и максимальные площади распространения морского льда [3].

В годовом ходе температуры воздуха минимум сместился на февраль и составил –0,4 °С, что на 1,6 °С выше, чем в январе (–2,0 °С) прошлого столетия. Причина смещения минимума — изменения циркуляционных условий, приведших к усилению в феврале роли восточной составляющей переноса, вызывающей понижение температуры воздуха. Минимум в годовом ходе ТПМ приходится на февраль и март (2,6 и 2,7 °С соответственно) [4; 5]. Именно февраль отмечен как самый ледовитый месяц с максимальной средней продолжительностью наблюдения льда 10 дней.

В целом за 2005—2019 гг. ежегодный рост среднегодовой Та составляет +0,04 °С/год и ТПМ — +0,01 °С/год (соответствующее приращение по тренду +0,6 °С/период и +0,2 °С/пе-

риод. Изменения Та и ТПМ в пределах временного интервала 2005—2019 гг. характеризуются однонаправленными положительными линейными трендами, различающимися по величине. Рост Та опережает ТПМ, поскольку водоемы обладают большей термической инерцией и, соответственно, медленнее реагируют на потепление климата [3].

В связи с устойчивым ростом температуры воздуха и воды закономерно сокращается площадь морского льда, наблюдаемого в прибрежной зоне района исследования. Для максимальных площадей ледового покрытия выявлен отрицательный тренд —112,5 км^2/год, что соответствует — 1838 км^2/период [3].

Комплексный мониторинг с привлечением спутниковых наблюдений позволил количественно оценить региональные эффекты влияния повышения средней температуры воздуха и температуры поверхности моря на формирование ледовых условий юго-восточной части Балтийского моря на фоне глобального потепления.

Выводы:

— Ледяные явления в ЮВ Балтике происходят не каждый год. Интенсивность льдообразования варьируется в зависимости от температурных условий.

— Льдообразование в юго-восточной части Балтийского моря начинается преимущественно во второй половине января — начале февраля.

— Средняя продолжительность наблюдения морского льда в Юго-Восточной Балтике за период исследований — 22 дня/сезон.

— Самый ледовитый месяц — февраль; средняя продолжительность наблюдения льда в феврале — 10 дней. Далее идет январь — 7 дней. Средняя продолжительность наблюдения льда в марте — 4 дня, в декабре — меньше 1 дня.

— Продолжительному наблюдению устойчивых ледовых полей способствуют среднесуточные температуры воздуха ниже —5 °С, наблюдающиеся в течение 5 и более дней. Такой

период определяется как сроком выхолаживания поверхности, обусловленным различием физических свойств атмосферы и водной толщи, так и преобладанием сильных ветров в осенне-зимнее время.

— Максимальное распространение льда в Юго-Восточной Балтике за период исследований отмечалось в зимний сезон 2010—2011 гг. Максимальная площадь льда зафиксирована в феврале 2011 г., когда его площадь составляла 87 % от площади района исследований.

— В связи с устойчивым ростом температуры воздуха и поверхности воды закономерно сокращается площадь морского льда, наблюдаемого в районе исследований. Для максимальных площадей ледового покрытия выявлен отрицательный тренд — 112,5 км^2/год, что соответствует —1838 км^2/период исследований.

Благодарности. Сбор спутниковой информации, метеорологических данных и данных по ТПМ выполнено в рамках государственного задания ИО РАН № 0149-2019-0013. Анализ распространения площади морского льда по спутниковым данным, анализ метеорологический параметров осуществлен при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калининградской области (грант № 19-45-390012).

Список литература

1. *Росгидромет*, 2017 : доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год / Росгидромет. М., 2017. 70 с.

2. *Baltic* Marine Environment Protection Commission / Балтийская комиссия по защите морской среды. URL: https://helcom.fi/baltic-sea-trends/ (дата обращения: 24.04.2020).

3. *Стонт Ж. И., Буканова Т. В., Крек Е. В.* Изменчивость климатических характеристик прибрежной части Юго-Восточной Балтики в начале XXI века // Вестник БФУ им. И. Канта. 2020. № 1. С. 81—94.

4. *Стонт Ж.И., Демидов А.Н.* Современные тенденции изменчивости температуры воздуха над акваторией Юго-Восточной Балтики // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2015. (2). С. 50—58.

5. *Stont Z.I., Bukanova T.V.* General features of air temperature over coastal waters of the south-eastern Baltic Sea for 2004—2017 // Russian Journal of Earth Sciences. 2019. Vol. 19, no. 3 (current).

УДК 574.583:574.587 (261.24)

Е.К. Ланге[1], М.А. Герб[1], Е.Е. Ежова[1], А.А. Володина[1], О.В. Кочешкова[1], † Н.В. Родионова[1], Ю.В. Королева[2], В.С. Таран[2]

[1]Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
[2]Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Результаты экологического мониторинга прибрежной зоны Куршского залива на территории национального парка «Куршская коса» в 2019 году

По показателям фитопланктона (биомасса > 10 г/м^3) прибрежная зона залива характеризовалась гиперэвтрофными условиями. Доминировала потенциально токсичная *Plantotrix agardhii*, а также *Actinocyclus normanii* и *Mougeotia sp* в июле. Структура видового состава, величины биомассы зоопланктона свидетельствуют об эвтрофных условиях в литорали залива. В зообентосе увеличилось видовое разнообразие вне зарослей растений со 100 %-ной частотой встречаемости для Oligochaeta и Chironomidae. Обнаружен новый чужеродный понтокаспийский вид гаммарид *Dikerogammarus villosus*, которого можно считать натурализовавшимся в российской акватории. Средние количественные показатели зообентоса находились в пределах межгодовых колебаний. Выявлены новые места обитания инвазивного растения

© Ланге Е.К., Герб М.А., Ежова Е.Е., Володина А.А., Кочешкова О.В., Родионова Н.В., Королева Ю.В., Таран В.С., 2020

Echinocystis lobata. Отмечено низкое содержание нитратов (менее 0,02 мг/л), среднее содержание нитритов составило более 0,01 мг/л, вызванное усилением процессов микробиального разложения органических остатков в условиях дефицита кислорода. Минимальные концентрации фосфора зафиксированы в июле, максимальные — в начале марта, в период гидрологической зимы. Сезонный ход фосфатов в целом совпадает с ходом нитратного азота.

Phytoplanktocenoses were dominated by the potentially toxic cyanobacterium Planktothrix agardhii and the diatom Actinocyclus normanii and Mougeotia spp. in July. According to phytoplankton indices (biomass > 10 g/m^3), the coastal zone continues to be characterized by hypereutrophic conditions. Relative to 2018, there was a recorded increase in the species diversity of macrobenthos of the littoral zone outside the thickets of plants. Chironomidae and Oligochaeta remain the main structure-forming groups (already for 19 years of observation). The new alien species of Ponto-Caspian gammarids, Dikerogammarus villosus were found, which can be considered naturalized in the Russian water area. The average quantitative indicators of zoobenthos were within interannual fluctuations. The invasive species of plant Echinocystis lobata were found in the coastal zone near the water. The low nitrate content noted in 2019 (less than 0.02 mg/l). The average nitrite content was more than 0.01 mg/l, which indicated an increase in the processes of microbial decomposition of organic residues under conditions of oxygen deficiency. Minimum concentrations of phosphorus were recorded in July, with the maximum recorded in early March, during the hydrological winter. The seasonal course of phosphates generally coincides with the course of nitrate nitrogen.

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

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

Введение

Данная публикация — продолжение серии статей, посвященных экологическому мониторингу прибрежной части Куршского залива, проводимому АО ИОРАН с 2001 г. в рамках научно-исследовательской деятельности национального парка «Куршская коса» (далее НП). Получаемы в ходе ежегодного мониторинга гидробиологические и гидрохимические данные позволяют оценить текущее экологическое состояние прибрежных вод Куршского залива. Одно из направлений использования получаемых результатов — документирование биоразнообразия и анализ пространственно-временной динамики структурно-функциональных показателей биоты залива в многолетнем аспекте. Кроме того, мониторинговые данные могут использоваться при комплексной оценке экологического состояния природных комплексов особо охраняемой природной территории (ООПТ) — НП «Куршская коса».

Цель работы — дать комплексную оценку экологического состояния вод прибрежной зоны Куршского залива по гидробиологическим и гидрохимическим показателям в 2019 г.

Материалы и методы

Экспедиционные работы в 2019 г. проводились в весеннем (29 мая) и летнем сезонах (25 июля) на пяти стандартных станциях (440, 403, 406, 439, 407) с глубиной менее 1 м, кроме ст. 439 (мол в Черногорской бухте), где глубина составила 2—3,2 м. Расположение станций вдоль косы приведены в более ранних публикациях [5; 6; 15]. Прозрачность воды измеряли диском Секки, температуру — водным термометром.

Отбор гидробиологических и гидрохимических проб и их камеральная и статистическая обработка проведены по стандартным методикам [2; 10; 17; 21—24; 31].

Пробы фитопланктона объемом 0,5 л отбирали с поверхности, фиксировали модифицированным р-ром Люголя [22].

Биомассу фитопланктона рассчитывали счетно-объемным методом [31]. Применена номенклатура водорослей и формулы расчета индивидуальных объемов, принятые в программе международного мониторинга Балтийского моря [31].

Макрофиты исследовали методом пробных площадей 100 $м^2$ [10], расположенных на шести станциях, включая ст. 404 (Музейный комплекс). Количественные пробы макроводорослей отбирали в трехкратной повторности с использованием металлической рамки 0,6 $м^2$. Применялась современная таксономия высших растений и водорослей [30; 33].

Пробы зоопланктона на всех станциях, кроме 439, собраны процеживанием 50 л воды через сеть Апштейна (ячея 100 мкм), а на ст. 439 — протяжкой сети Джеди от дна до поверхности (d = 14 см, ячея 100 мкм).

Пробы зообентоса отбирали на четырех станциях (на всех, кроме ст. 439) при помощи трубчатого пробоотборника на штанге (площадь отбора 0,018 $м^2$) в трех повторностях. Животных, по возможности, устанавливали до вида, олигохет, остракод, хирономид и водяных клещей — до группы.

Всего обработано проб: макрозообентоса — 24, фитопланктона — 9, зоопланктона — 10, макрофитов — 29.

Биогенные элементы (нитраты, нитриты, аммонийный, органический и валовый азот, фосфаты, органический и валовый фосфор) определялись в марте, мае, июле и октябре 2019 г. Пробы воды объемом 0,5 л, отобранные с поверхностного горизонта в пластиковые бутылки, хранили в сумке-холодильнике до замораживания в лабораторных условиях при температуре –18 ºС до момента проведения анализа на базе БФУ им. И. Канта. Для выявления концентрации различных форм азота и фосфора в пробах воды использовали фотометрические методики, разработанные Гидрохимическим институтом и рекомендованные Росгидрометом [19; 22]. Методики аттестованы и внесены в Государственный реестр методик количественного химического анализа вод.

Оптические плотности окрашенных комплексов фосфора и азота измеряли на двухлучевом спектрофотометре UV 1800

(Shimadzu, Япония). Контроль точности определения проверяли методом добавок. Погрешность определения не превышала величину, указанную в нормативных документах.

Результаты и обсуждение

Во время экспедиционных работ в **конце мая** была переменная погода с рассеянной облачностью с температурой воздуха 13—14 °С, дул северо-западный ветер от свежего до умеренного. Температура воды в прибрежной зоне до полудня составила 14—15 °С (ст. 406, 407, 439), позже вода прогрелась до 17—18 °С (ст. 440, 403, 404). Прозрачность воды не превысила 0,5—0,7 м. Уровень воды в заливе, измеренный на ст. 404, был 56 см [9; 20].

В **конце июля** работы проводились при ясной погоде с незначительной облачностью и умеренном северо-восточном и северном ветре, воздух прогрелся до 20—22 °С. Температура воды в течение дня менялась от 22,5 (ст. 439) до 25 °С (ст. 403). Прозрачность воды — от 0,3 (ст. 439) до 0,8 м (ст. 403). Уровень воды в заливе (ст. 404) составил 76 см [9; 20].

Фитопланктон. В мае и июле 2019 г. в Куршском заливе вблизи пос. Лесной (ст. 440), научной базы АтлантНИРО (ст. 403), пос. Рыбачий (ст. 406, 439) и пос. Морское (ст. 407) в прибрежном фитопланктоне обнаружено 143 таксона рангом ниже рода из 8 систематических групп. Зеленые водоросли за счет богатства видов р. *Oocystis* и *Desmodesmus* отличались наибольшим числом таксонов (60). Цианобактерии насчитывали 45 таксонов, среди которых большим числом видов отличались р. *Aphanothece*, *Aphanocapsa*, *Cyanodictyon* и *Microcystis*. Диатомовых встречено 25, криптофитовых — 4, динофитовых и эвгленовых — по 3, желтозеленых — 2, золотистых — 1 таксон микроводорослей.

Фитопланктоценозы исследованных участков прибрежной акватории залива составляли от 47 до 81 таксона микроводорослей, в среднем — 61 ± 5. От мая к июлю отмечено увеличение таксономического разнообразия (α-разнообразие) —

от 51 ± 3 до 73 ± 4 таксонов/проба, что не наблюдалось в аналогичные сроки в 2015—2018 гг., когда, наоборот, в мае фитопланктоценозы были в среднем богаче видами. В оба срока в 2019 г. наибольшим α-разнообразием отличался биотоп вблизи базы АтлантНИРО (ст. 403).

В фитопланктоне доминировали цианобактерии, чья доля в суммарной биомассе микроводорослей достигала 28—83% (рис. 1). Исключение составил фитопланктоценоз ст. 403, где в мае их вклад не превысил 5%, что отмечалось и в 2017 г. Наряду с цианобактериями биомассу фитопланктона формировали диатомовые (кроме ст. 403, 439, май), составляя 13—42% общего показателя, и в июле харовые, доминирующие повсеместно (11—47%). Наибольший вклад харовых наблюдался в мае вблизи базы АтлантНИРО (ст. 403), в июле — у пос. Рыбачий (ст. 439).

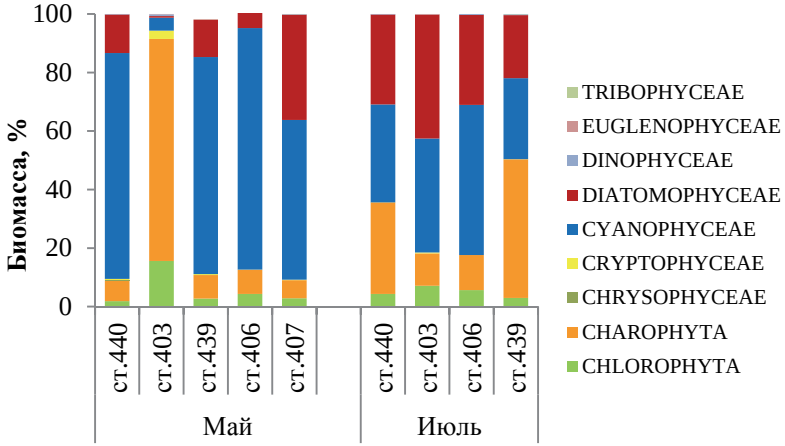


Рис. 1. Доля основных доминантных групп микроводорослей в биомассе фитопланктона на станциях мониторинга в западной прибрежной части Куршского залива в 2019 г.

Как и в 2017—2018 гг., во все сроки на всех станциях, кроме ст. 403 в мае, в фитопланктоне доминировала потенци-

ально токсичная нитчатая цианобактерия *Planktothrix agardhii* (17—77 % общей биомассы). Из харовых нитчатых конъюгат[1] в весенний комплекс доминантов на ст. 403 вошла *Spirogyra spp*. (68 %), в июле повсеместно — *Mougeotia spp.* (11—47 %). Из диатомовых во все сроки и на всех станциях, кроме ст. 403, 439 в мае, превалировал центрический крупноклеточный вид *Actinocyclus normanii* (11—41 %).

Биомасса цианобактерии *P. agardhii* варьировала в диапазоне величин 0,11—10,81 г/м^3, в среднем — 6,39 ± 1,20 г/м^3. В оба сезона наименьшие значения биомассы *P. agardhii* зафиксированы у базы АтлантНИРО (ст. 403) (рис. 2), что наблюдалось и в 2017—2018 гг.

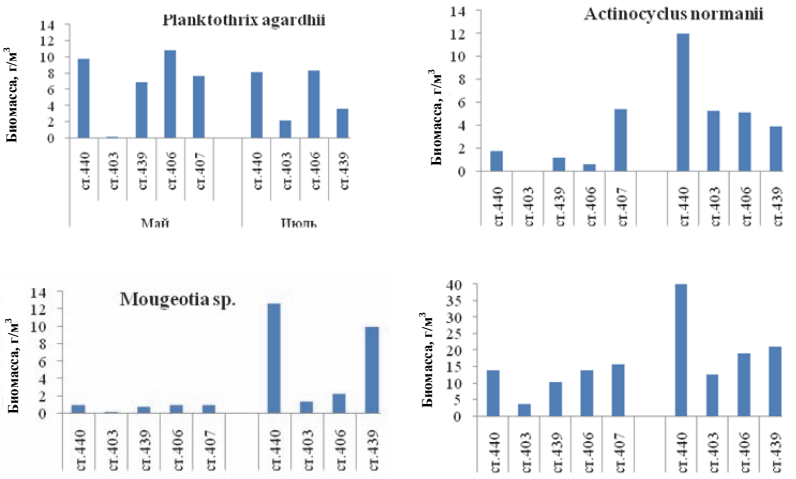


Рис. 2. Динамика биомассы доминантных видов
и в целом фитопланктона на станциях мониторинга
в западной прибрежной части Куршского залива в 2019 г.

В мае 2019 г. уровень вегетации *P.agardhii* в среднем был выше, чем в июле: биомасса 7,04 ± 1,87 против 5,56 ± 1,56 г/м^3.

[1] Ранее конъюгаты относилась к зеленым водорослям.

Аналогичная картина была и в 2017 г. (табл. 1). В целом весенне-летняя усредненная по станциям биомасса Planktothrix оказалась выше таковой в 2015—2018 гг.

Таблица 1

Сезонная динамика биомассы (г/м^3) цианобактерии *Planktothrix agardhii* в западной прибрежной части Куршского залива в разные годы

Месяц	2015	2016	2017	2018	2019
Май	4,93 ± 0,06	0,51 ± 0,20	4,74 ± 1,78	1,16 ± 0,55	7,04 ± 1,87
Июль	0,32 ± 0,09	0,62 ± 0,23	3,10 ± 1,13	0	5,56 ± 1,56
Сентябрь	3,33 ± 1,45	4,63 ± 3,11	9,03 ± 0,88	—	—

Нитчатая цианобактерия *P. agardhii* в качестве доминантного вида в экосистеме залива отмечается с 2001 г. Наибольшего уровня развития на всей акватории Куршского залива, включая литовскую часть, она достигала в июле — августе 2007 г. [14; 18].

Потенциально токсичные виды рода *Microcystis* в период съемок 2019 г. в число доминантов не вошли. Максимум биомассы в весенне-летнем сезоне составил 1,32 г/м^3 вблизи базы АтлантНИРО. В мае средняя биомасса Microcystis имела величину 0,19 ± 0,08 г/м^3, в июле — 0,73 ± 0,22 г/м^3.

Потенциально токсичная цианобактерия *Aphanizomenon flos aquae* — один из ключевых доминантов летне-осеннего фитопланктона Куршского залива, в 2019 г., как это наблюдалось и в 2017—2018 гг., руководящего значения в фитопланктоне не имела.

Кроме цианобактерий обилие фитопланктона в 2019 г. определяли диатомовые (см. рис. 1 на с. 104), благодаря повсеместному развитию и доминированию центрической *Actinocyclus normanii*. Биомасса диатомеи варьировала от 0,56 до 11,97, в среднем — 4,38 ± 1,29 г/м^3 (в мае на ст. 403 вид не встречался). В мае максимум биомассы *A. normanii* составил 5,42 (пос. Морское, ст. 407), в среднем — 2,22 ± 1,09 г/м^3; в июле — 11,97 (ст. 440) и 6,55 ± 1,83 г/м^3 соответственно (рис. 2). Указанная диатомея с 2000-х гг. регулярно доминирует вблизи поселков

Рыбачий и Морское (зона влияния солоноватых балтийских вод [36]. Ее преобладание отмечалось практически на всем прибрежном участке залива в 2006 [13], 2015, 2017 гг. По многолетним наблюдениям в биотопе вблизи базы АтлантНИРО диатомея *A. normanii* практически не развивается.

Отличительной особенностью 2019 г. стало доминирование в июле харовой нитчатой конъюгаты *Mougeotia spp.*, биомасса которой в весенне-летнем сезоне изменялась от 0,23 до 12,58, в среднем — 3,35 ± 1,52 г/м^3. В мае ее биомасса около 1 г/м^3 зафиксирована на всех станциях мониторинга, кроме ст. 403 (рис. 2). В июле наблюдалось увеличение обилия водоросли до максимума на ст. 440 (пос. Лесной), средняя биомасса выросла до 6,55 ± 2,79 г/м^3.

В период исследований в 2019 г. экстремальные значения биомассы фитопланктона различались в 11 раз, размах колебаний достигал от 3,66 до 40,34 г/м^3 (рис. 2). В мае биомасса фитопланктона в среднем составила 11,48 ± 2,14, в июле — 23,23 ± 5,98, среднесезонная — 16,7 ± 3,39 г/м^3. Биомасса микроводорослей более 10 г/м^3 отмечена в 89 % случаев. Наибольшей продуктивностью фитопланктона отличался участок акватории залива вблизи пос. Лесной (ст. 440), наименьшей — около базы АтлантНИРО (ст. 403). Согласно референтным значениям биомассы фитопланктона для определения трофности водоемов [25], прибрежная зона западной части Куршского залива по данным 2019 г. имела гиперэвтрофный статус (среднесезонная биомасса 17 г/м^3).

Макрофиты. В 2019 г. зафиксировано 27 видов макрофитов. Воздушно-водные (гелофиты) и водные растения (гидрофиты) на 6 станциях мониторинга представлены 18 видами: высшие растения — 17, мохообразных — 1 вид (табл. 2); макроводоросли — 9 видов.

Обнаруженные водоросли относились к трем отделам и пяти классам.

Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta): класс Ульвофициевые (Ulvophyceae) — *Cladophora fracta, Rhizoclonium riparium, Ulothrix zonata*; класс Зеленые (Chlorophyceae) — *Oedogonium sp., Stigeoclonium tenue.*

Отдел Харофитные водоросли (Charophyta): класс Харофициевые (Charophyceae) — *Chara globularis*; класс Конъюгатовые (Conjugatophyceae) — *Spirogyra sp.*, *Mougeotia sp.*

Отдел Охрофитовые водоросли (Ochrophyta): класс Желтозеленые (Xanthophyceae) — *Tribonema minus*.

Таблица 2

Видовой состав водных растений на станциях мониторинга в западной прибрежной зоне Куршского залива в 2019 г.

№ п/п	Экологическая группа, таксон	Станция					
		440	403	406	439	407	404
	Гидрофиты						
1	*Ceratophyllum demersum* L.	—	+	—	+	—	+
2	*Fontinalis antypyretica* Hedw.	—	+	—	—	—	—
3	*Hydrocharis morsus-ranae* L.	—	+	—	—	—	+
4	*Lemna minor* L.	+	+	—	—	—	+
5	*L. trisulca* L.	—	+	—	—	—	—
6	*Myriophyllum spicatum* L.	—	+	—	+	—	+
7	*Nuphar lutea* (L.) Smith.	—	+	—	—	—	—
8	*Potamogeton perfoliatus* L.	—	+	—	+	—	+
9	*P. pectinatus* L.	+	+	—	+	—	+
10	*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.	+	+	—	—	—	+
11	*Utricularia vulgaris* L.	—	+	—	—	—	—
12	*Zannichellia palustris* L.	—	+	—	—	—	—
	Итого	3	12	—	4	—	7
	Гелофиты						
13	*Acorus calamus* L.	—	+	—	—	—	—
14	*Alisma plantago-major* L.	—	+	—	—	—	—
15	*Butomus umbellatus* L.	—	—	—	—	—	+
16	*Phragmites australis* (Cav.) Trin.ex Stend.	+	+	+	—	+	+
17	*Scirpus lacustris* L.	—	+	—	—	—	—
18	*Typha angustifolia* L.	—	+	—	—	—	—
	Итого	1	5	1	—	1	2
	Всего	4	17	1	4	1	9

Как и в предыдущие годы, наибольшее количество видов макроводорослей наблюдалось на ст. 403.

На всех станциях встречалась *C. fracta*. Только на ст. 403 найдены *R. riparium, T. minus, Ch. globularis.* Конъюгатовые водоросли и *Oedogonium sp*. отмечались на участках с выраженной водной растительностью: на стеблях тростника и других укорененных высших водных растениях (ст. 403, 404, 406). *S. tenue*, растущий на стеблях тростника, встречался только на ст. 403 и 407. Наименьшее количество видов макроводорослей при увеличении фитомассы единственного вида *C. fracta* обнаружено на ст. 440 (пос. Лесной).

Сокращение обилия харовых водорослей, наблюдаемое в 2017—2018 гг., продолжилось и в 2019 г. В районе базы АтлантНИРО (ст. 403), где до 2017 г. развивались харовые водоросли, в последние три года отмечается отложение ила в прибрежной части. В мае 2019 г. здесь был обнаружен единичный фрагмент таллома *Ch. globularis.* Вблизи пос. Лесной (ст. 440) харовые водоросли полностью исчезли. Участок, на котором ранее произрастали харовые водоросли, в 2019 г. был покрыт новым слоем мелкого песка.

C. fracta повсеместно росла на стеблях тростника, а на ст. 404, 439 еще и на валунах. Водоросль доминирует в сообществах, где есть твердый субстрат для прикрепления. Максимальные значения фитомассы кладофоры отмечены на ст. 403 и 404 (рис. 3), где для ее вегетации складывались наиболее благоприятные условия, связанные с особенностями биотопа и гидродинамическими явлениями.

В мае 2018 и 2019 гг. вблизи пос. Лесной (ст. 440) воздушно-сухая масса *C. fracta* была в 2,8—4,5 раза больше, чем в два предыдущих года (табл. 3).

В июле при отсутствии ярко выраженного «цветения» вод залива наблюдалось полное отмирание зеленых нитчатых водорослей в его прибрежной зоне на станциях мониторинга. Подобные явления отмирания кладофоровых водорослей в июле отмечаются и в Финском заливе, где также с середины лета до конца сентября происходит массовое отмирание нитчаток, что усиливает эвтрофирование прибрежных вод залива [7].

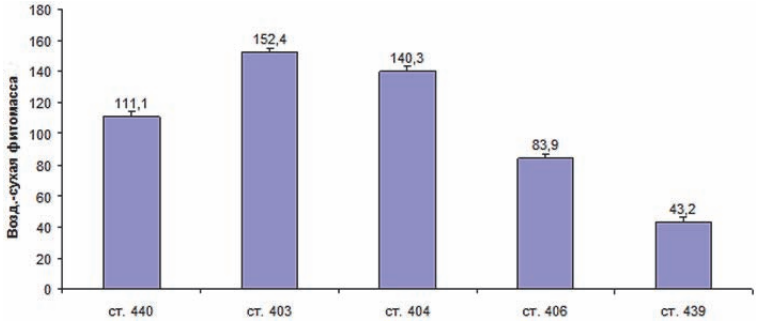


Рис. 3. Средние значения воздушно-сухой фитомассы (г/м^2) *C. fracta* на станциях мониторинга в западной прибрежной зоне Куршского залива в мае 2019 г.

Таблица 3

Средняя воздушно-сухая фитомасса (г/м^2) *Cladophora fracta* на станциях мониторинга в западной прибрежной зоне Куршского залива в разные годы

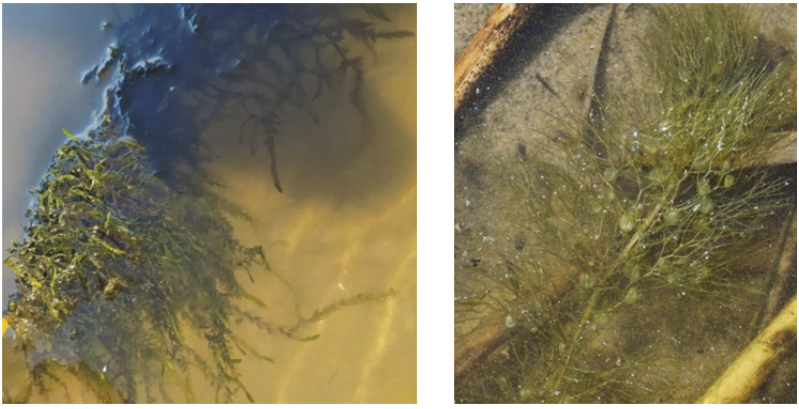
Станция	2016	2017	2018	2019
440	39,4 ± 23,7	31,4	140,8 ± 4,8	111,1 ± 2,9
404	—	—	59,2	140,3 ± 2,0

На некоторых участках, примыкающих к станциям мониторинга, выявлены значительные изменения в характере зарастания литорали, произошедшие за время многолетних наблюдений. Так, у пос. Морское (ст. 407), где ранее участок акватории представлял собой открытую литораль без растительности, появились отдельные куртины тростника обыкновенного (*P. australis*). Вероятно, они оказались в заливе в результате размыва берега, который еще в 1990-х гг. был укреплен посадкой тростника. Кроме того, исчез временный водоем на береговой отмели, где в 2018 г. был обнаружен болотноцветник щитколистный (*Nymphoides peltata*), занесенный в Красную книгу Калининградской области [5]. Такие временные водое-

мы из-за особенностей береговых процессов вдоль Куршской косы периодически возникают в прибрежной полосе, но через какое-то время исчезают под вдольбереговыми наносами или песком с дюн.

В районе базы АтлантНИРО (ст. 403), как и в 2018 г., отмечено выкашивание в воде высших водных растений (тростник, камыш озерный, рогоз узколистный, аир болотный). Ранее этот участок литорали был отгорожен от залива поясом прибрежно-водных растений. Сейчас здесь из-за усиленного водообмена с акваторией залива произошли некоторые изменения в видовом составе водных сообществ. В толще воды и на дне появились виды, которые встречались в заливе в 1950-е гг. [16], но не в период наших исследований в 2000-х гг. Впервые с 2001 г. обнаружен растущий куртинами водный мох (*Fontinalis antypyretica*) (рис. 4), отмечено увеличение доли в сообществах пузырчатки обыкновенной (*Utricularia vulgaris*).

Продолжается зарастание открытого участка залива кубышкой желтой (*N. lutea*): кубышковые ассоциации, расположенные отдельными пятнами, продвигаются к берегу.



а *б*

Рис. 4. Водные растения на ст. 403:
а — Utricularia vulgaris, 25.05.2019; *б — Fontinalis antypyretica*
(фото М. Герб, Я. Уткина)

В 2019 г. впервые в береговой зоне в районе ст. 403 и 407 вблизи воды выявлен инвазивный вид эхиноцистис лопастной (*Echinocystis lobata)* из сем. Тыквенные. Ранее этот вид был найден в береговой полосе на других участках залива, в частности у поселков Рыбачий и Лесной [6; 15]. В мае 2019 г. на ст. 407 обнаружен один экземпляр растения, а на ст. 403 — целые заросли эхиноцистиса, использующего стебли гигрофильного разнотравья, тростника и деревьев, растущих у воды, в качестве опоры (рис. 5).

а *б*

Рис. 5. Инвазивный вид *Echinocystis lobata*
в западной прибрежной зоне Куршского залива в 2019 г.:
а — молодой экземпляр на береговой отмели ст. 407, 25 мая;
б — заросли на ст. 403, 26 июля
(фото М. Герб)

Интродукция этого североамериканского вида в прибрежные фитоценозы может свидетельствовать о конечной фазе его натурализации во вторичном ареале [4]. Агрессивное внедрение эхиноцистиса меняет естественные фитоценозы Куршской косы, поэтому необходимо продолжать наблюдение за распространением этого вида на территории НП.

Зоопланктон. В 2019 г. в зоопланктоне прибрежной зоны Куршского залива обнаружено 42 вида голопланктона, пред-

ставленного тремя основными группами: коловратки (Rotifera) — 14, веслоногие (Copepoda) — 11, ветвистоусые (Cladocera) — 17 видов. В мезопланктоне выявлены представители шести таксономических групп: Chironomida, Oligochaeta, Nematoda, Ostracoda, велигеры Bivalvia, науплии Cirripedia. Морские виды в зоопланктоне не встречены, кроме личинок усоногих раков.

В зоопланктоне зафиксировано 27 видов-индикаторов сапробности. Наибольшее их число зарегистрировано среди коловраток (13). Доля о- и о-β-мезосапробных видов и видов-индикаторов загрязнения были сопоставимы и составляли 55 и 44% от общего числа индикаторных видов. Наибольшее число видов-индикаторов загрязнения (4) обнаружено в мае вблизи базы АтлантНИРО (ст. 403).

В мае при незначительном колебании по станциям общего числа видов зоопланктона (11—16 таксонов/проба) отмечены различия в структуре таксономического состава животного планктона (рис. 6).

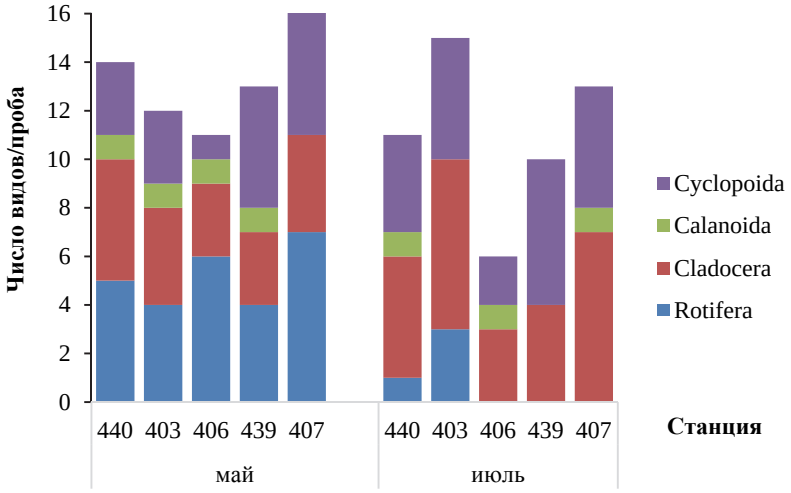


Рис. 6. Число видов зоопланктона на станциях мониторинга в западной прибрежной зоне Куршского залива в 2019 г.

У поселков Рыбачий (ст. 406) и Морское (ст. 407) сравнительно высоким было разнообразие коловраток (6—7 таксонов), тогда как веслоногих и ветвистоусых выявлено не более трех таксонов. В июле общее число видов на участках исследования варьировало от 6 до 15, и на всех станциях, кроме ст. 440 и 403, установлено выпадение коловраток при росте числа видов среди кладоцер. В целом наименьшее число видов зоопланктона в оба срока зарегистрировано у пос. Рыбачий (ст. 406), наибольшее в мае — вблизи пос. Морское, в июле — у базы АтлантНИРО.

В мае распределение зоопланктона вдоль исследуемого побережья Куршского залива было неоднородным. В кутовой части залива у пос. Лесной (ст. 440) и базы АтлантНИРО (ст. 403) численность зоопланктона формировали коловратки, составляя от 63 до 90% . Доминировала *Euchlanis dilatata* с долей 58 и 38% соответственно. На ст. 440 структурообразующими были клодоцера *Daphnia galeata* и копепода *Mesocyclops leuckarti,* а на ст. 403 вклад отдельных видов в общую биомассу был почти равным. На остальной акватории прибрежной части залива основу численности и биомассы составляли ветвистоусые рачки. Их вклад в численность — от 49 до 58%, а в биомассу — больше 80%. Здесь на всех участках залива структурообразующей была *Bosmina thersites,* доля которой в общей численности колебалась от 34 до 42%, а в общей биомассе — от 75 до 80%.

Максимальное развитие зоопланктона наблюдалось в зоне повышенного водообмена у пос. Морское (ст. 407), где численность зоопланктона достигала 644 тыс. экз./м^3, а биомасса — 10,5 г/м^3. Сравнительно высокой была численность зоопланктона и в кутовой части залива (ст. 440) — 214 тыс. экз./м^3 (рис. 7). Интересно, что на обеих станциях численность коловраток оказалась сходной — 210 и 193 тыс. экз./м^3 соответственно, но была сформирована разными видами: *Conochilus hippocrepis* (ст. 407) и *E. dilatata* (ст. 440). Количественное развитие зоопланктона на остальных участках залива было су-

щественно ниже. Минимальная численность (22,3 тыс. экз./м^3) и биомасса (0,06 г/м^3) зоопланктона зарегистрированы вблизи базы АтлантНИРО (ст. 403) (рис. 7).

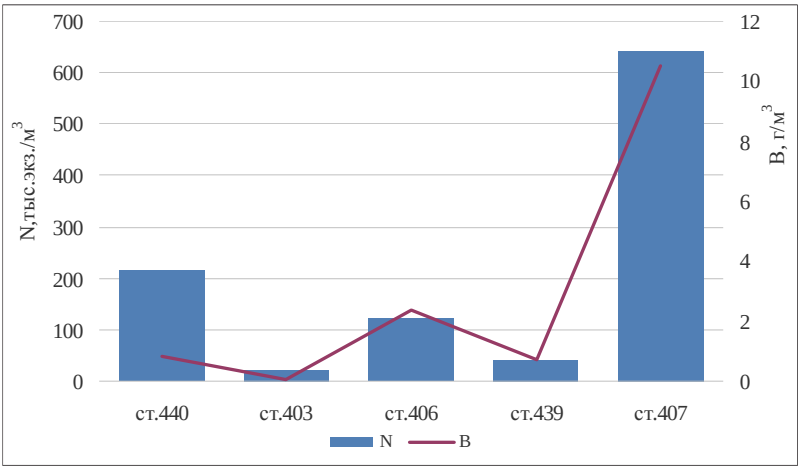


Рис. 7. Численность (N) и биомасса (B) на станциях мониторинга в западной прибрежной зоне Куршского залива в мае 2019 г.

В июле на всех станциях количественные показатели зоопланктона формировали веслоногие и ветвистоусые рачки. Массовыми видами были *Chydorus sphaericus, Alona rectangula, M. leuckarti, Diacyclops bicuspidatus* и копеподиты циклопов.

Коловратки, доля которых составляла до 7% в общей численности и до 1,5% в общей биомассе, встречались только у пос. Лесной (ст. 440) и вблизи базы АтлантНИРО (ст. 403).

В кутовой части залива (ст. 440) и у пос. Рыбачий (ст. 406) веслоногие рачки были структурообразующими и достигали 69 и 76% общей численности и 83 и 89% общей биомассы зоопланктона. Вблизи пос. Лесной (ст. 440) 34 и 27% численности и 31 и 47% биомассы формировали циклопы *M. leuckarti* и *D. bicuspidatus* соответственно. У пос. Рыбачий 41% численности составляли копеподиты циклопов, а 23% биомассы при-

ходилось на каляниду *Eudiaptomus graciloides*, 26% — на копеподиты циклопов, 18% — на *M. leuckarti*. Несмотря на сходство структуры сообщества на обеих станциях, количественное развитие зоопланктона отличалось в 4—9 раз: численность достигала 112,3 и 30,4 тыс. экз./м^3, а биомасса — 2,9 и 0,3 г/м^3 соответственно.

Основу численности зоопланктона вблизи базы АтлантНИРО (ст. 403) и на станциях открытой литорали (ст. 439, 407) почти в равных долях формировали ветвистоусые и веслоногие рачки. На ст. 403 25% численности составляла мелкая хидорида *A. rectangula*, распределение остальных видов было равномерным. На ст. 439 и 407 по численности доминировали *C. sphaericus* (до 31%), *D. bicuspidatus* (до 26%) и *M. leuckarti* (до 34%). Численность зоопланктона на открытой литорали (253—310 тыс. экз./м^3) оказалась на порядок выше, чем в зарослевой зоне (34 тыс. экз./м^3) (рис. 8).

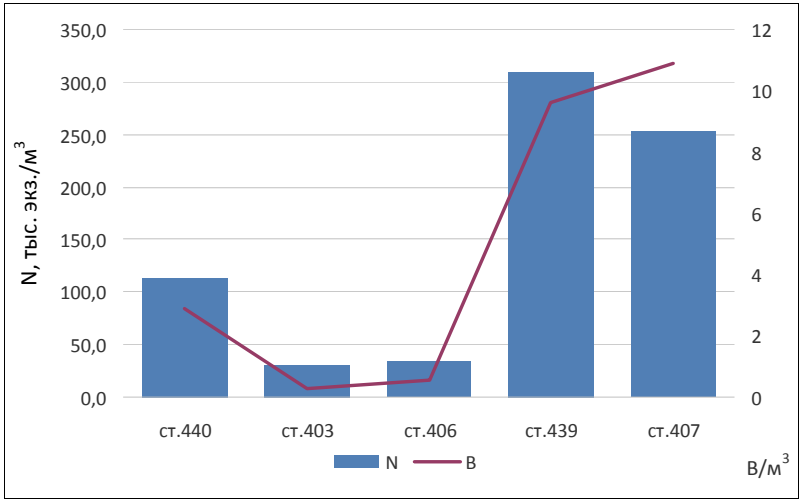


Рис. 8. Численность (N) и биомасса (B) зоопланктона на станциях мониторинга в западной прибрежной зоне Куршского залива в июле 2019 г.

Вклад в биомассу основных групп зоопланктона также был неравнозначным. В районе полузакрытой из-за зарослей литорали (ст. 403) и в зоне открытого водообмена (ст. 407) 27% биомассы формировали ветвистоусые рачки. Веслоногие формировали здесь 71 и 73% биомассы, и на ст. 403 отсутствовали каляниды. У пос. Рыбачий в зоне открытого водообмена (ст. 439) вклад ветвистоусых и веслоногих был почти равнозначным 47 и 52%, причем среди веслоногих 14% составляли каляниды. На участке поселков Рыбачий — Морское значительное развитие получили крупные ветвистоусые *Diaphanosoma mogolianum и Limnosida frontoza*, а также крупные циклопы *D. bicuspidatus*, *M. leuckarti* и кланиды *E. graciloides*, определившие максимальные величины биомассы зоопланктона — 9,6—10,9 г/м^3 (рис. 8).

В целом распределение летнего зоопланктона вдоль западного побережья Куршского залива оказалось неравномерным. Основная масса зоопланктона была сосредоточена в зоне открытого водообмена — ст. 407 и 439, минимальные количественные показатели отмечены на ст. 403 и 406 (рис. 8).

Средняя численность зоопланктона в мае (208 тыс. экз./м^3) была сравнима с таковой в июле (148 тыс. экз./м^3), что, возможно, связано с незначительным развитием коловраток в июле. Средняя биомасса зоопланктона весной была в 1,5 раза меньше, чем летом, — 2,9 против 4,8 г/м^3. Следует отметить, что в зоне открытого водообмена вблизи пос. Морское (ст. 407) при разнице в численности в 2,5 раза биомасса весеннего и летнего зоопланктона оказалась одинаковой — 10,5 и 10,9 г/м^3, что связано, с одной стороны, с отсутствием в июле коловраток, а с другой — формированием биомассы крупными видами.

Многолетнее изменение средних показателей численности и биомассы зоопланктона указывает на неустойчивость количественного развития зоопланктона в западной прибрежной зоне Куршского залива, особенно в летнем сезоне (табл. 4). В мае наименьшей продуктивностью и видовым разнообразием отличались 2016 и 2018 гг., наибольшей — 2017 г. В июле наименьшим уровнем развития зоопланктона характеризова-

лись 2015 и 2017 гг., наибольшим — 2016 г. Такие значительные вариации количественных показателей зоопланктона иллюстрируют изменения в экосистеме Куршского залива и часто являются следствием возрастания степени эвтрофирования водоемов.

Таблица 4

Общее число видов, средняя численность и биомасса зоопланктона в период комплексного экологического мониторинга западной прибрежной зоны Куршского залива в разные годы

Показатель	Май				Июль				
	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Число видов	19	33	16	34	30	37	29	23	24
Численность, тыс.экз./м^3	19,7	1776,6	19,2	208,3	92,9	1148,3	41,5	442,9	148,0
Биомасса, г/м^3	0,35	17,40	0,30	2,90	1,21	23,20	0,98	5,10	4,80

Индекс Шеннона по численности (Hn) изменялся от 1,97 до 2,94, а по биомассе (Hb) — от 0,97 до 3,24 бит (табл. 5).

Таблица 5

Показатели индекса Шеннона по численности ($Hn_{бит}$), биомассе ($Hb_{бит}$) и индекса сапробности (S) на станциях мониторинга в западной прибрежной зоне Куршского залива в 2019 г.

Станция	Май			Июль		
	$Hn_{бит}$	$Hb_{бит}$	S	$Hn_{бит}$	$Hb_{бит}$	S
440	2,05	2,95	1,46	2,29	1,96	1,32
403	2,30	3,24	1,89	2,94	3,26	1,44
406	2,30	1,05	1,60	2,49	2,66	1,57
439	1,97	0,97	1,37	2,14	2,17	1,46
407	2,90	1,40	1,51	2,73	2,78	1,38
Среднее	2,30	1,92	1,57	2,52	2,56	1,34

Наименьшее разнообразие сообщества наблюдалось в мае на ст. 439, когда 39% численности и 80% биомассы составляла *Bosmina thersites*. Обильное развитие этого рачка на ст. 406 и 407 также отразилось на величине индекса $Hb_{бит}$ (менее 2,0). В наиболее благополучном состоянии находилось весеннее сообщество на ст. 403. В июле значительных колебаний индекса Шеннона не отмечено, и его величина указывала на устойчивое состояние летнего зоопланктона на всем западном прибрежье Куршского залива.

Величина индекса сапробности варьировала в пределах от 1,32 до 1,89 (табл. 5). К слабозагрязненным II класса качества вод относились воды залива в мае вблизи пос. Лесной (ст. 403), у мола в бух. Черногорская (ст. 439) и пос. Морское (ст. 407), а в июле — только у пос. Рыбачий. В остальных случаях воды считались условно чистыми I класса качества вод [21]. В целом в весенне-летнем сезоне 2019 г. воды западного прибрежного района Куршского залива относились к чистым — умеренно загрязненным водам I—III класса качества вод.

Макрозообентос. В прибрежных биотопах без водной растительности (чистоводье) отмечено 29 видов беспозвоночных животных, принадлежащих к 10 таксонам высшего ранга (классы, надклассы). Наиболее разнообразны были моллюски, представленные тремя видами двустворчатых и десятью видами брюхоногих моллюсков, ракообразные, из которых выявлены представители двух классов и трех подклассов, включая один вид паразитического рака и четыре вида понтокаспийских вселенцев, а также личинки насекомых, представленные видами из трех отрядов (Стрекозы, Веснянки, Ручейники).

Количество видов и групп макрозообентоса на станциях за период исследования колебалось от 2 до 21, причем общее разнообразие оказалось несколько выше летом. Возможно, это связано с недооценкой разнообразия в весенний период из-за периода размножения, когда многие организмы еще не вышли из кладок или не улавливались как макробентос ввиду маленьких размеров. Наибольшее разнообразие было зафиксировано на ст. 403 и 440—21 и 18 таксонов, наименьшее — на ст. 406 и

407—5 и 7 таксонов соответственно. Таким образом, бентос достаточно разнообразен, наибольшее видовое богатство, как и в прежние годы, отмечено в прикорневой части косы (0—13 км).

Повсеместное распространение (на всех станциях) и наибольшую частоту встречаемости имели олигохеты и хирономиды (100%). Частота встречаемости *Pontogammarus robustoides* и губок оказалась меньше, чем в 2018 г. (17 и 33 против 41 и 45% в 2018 г.), однако наблюдались они на тех же станциях, что и в прошлом году. Все моллюски выявлялись редко, за исключением *Valvata ambiqua*, частота встречаемости которой составила 33%. Частота встречаемости всех отмечавшихся ранее понтокаспийских гаммарид была заметно ниже в 2019 г., однако появился и регистрировался более чем на одной станции новый чужеродный вид гаммарид из Понто-Каспия — *Dikerogammarus villosus*.

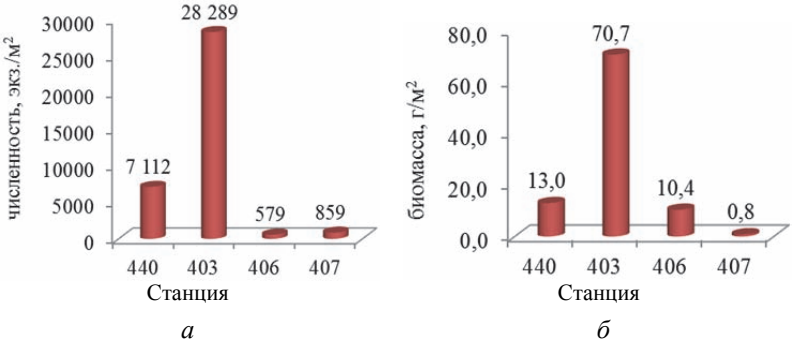
В литовской акватории вид отмечался у Юодкранте и пова Вентес Рагас начиная с 2017 г. [34]. В российской акватории *D. villosus* единично выявлен только в июле 2018 г. в качественном сборе с водной растительности на генетические исследования и только в одном районе — бух. Черногорская (пос. Рыбачий) уже после окончания периода мониторинга. На других участках литорали вид отсутствовал. В весеннем сезоне 2018 г. вид также отсутствовал во всех исследованных районах литорали Куршского залива.

В 2019 г. нового вселенца можно считать вполне натурализовавшимся в российской акватории, так как он встречается массово в литорали вблизи поселков Рыбачий и Морское, популяция представлена особями всех размерно-возрастных групп, наблюдается размножение.

Наибольшая численность организмов зообентоса установлена в прибрежной зоне первых 11 км косы (ст. 440 и 403) (рис. 9, *а*), что обусловлено высоким обилием прежде всего олигохет, также хирономид — на всех станциях, а кроме того, губок (7093 экз./м^2), но только на ст. 403. Район ст. 407 (пос. Морское) отличался наименьшей численностью — менее

500 экз./м^2. Самый многочисленный бентос отмечен на ст. 403 (база АтлантНИРО), где средняя численность превысила 30 тыс. экз./м^2, а максимальная была 45304 экз./м^2 (май).

Максимальная биомасса за весь период исследования зафиксирована также в литорали начальной части косы (ст. 403, июль) — 85,6 г/м^2 (рис. 9, *б*). Самый продуктивный бентос отмечен на ст. 403, где средняя биомасса составила 29,6 г/м^2. И в мае, и в июле основной вклад в биомассу здесь вносили губки (в июле — 39 г/м^2) и брюхоногие моллюски (суммарно) (июль — 17 г/м^2).



а *б*

Рис. 9. Средняя численность (*а*) и биомасса (*б*) зообентоса Куршского залива в литорали без растительности, май, июль 2019 г. (без кладок)

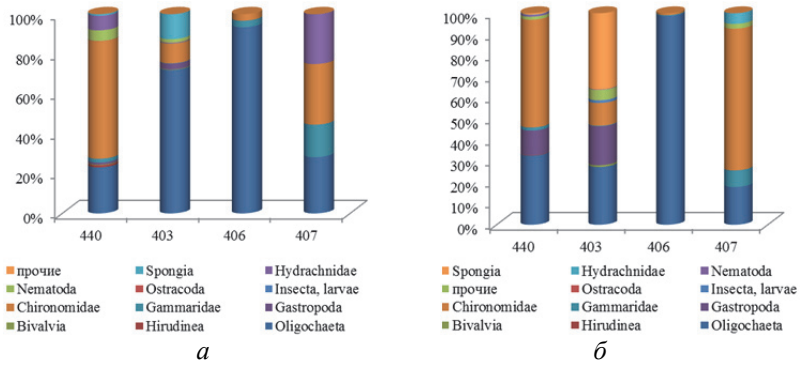
Эти две группы были здесь и в 2018 г., как и в предыдущие годы, однако губки никогда не вносили преобладающего вклада в биомассу и значительного — в численность.

В 2019 г. чужеродный *P. robustoides* вообще не наблюдался на ст. 403, но присутствовал в исчезающе малых количествах наряду с двумя другими понтокаспийскими видами гаммарид — на ст. 440 (пос. Лесной), суммарно с ними не достигая и одного грамма на метр площади дна. Кроме того, с очень небольшой численностью *P. robustoides* отмечался в прибрежных водах у пос. Морское (ст. 407).

Значительный вклад в биомассу на ст. 406, как и в 2018 г., вносила крупная олигохета *Tubifex newaensis*, индикатор высокой степени сапробности вод. За счет данного вида биомасса олигохет достигала 7,6 (май) и 23,4 г/м^2 (июль). В 2018 г. эти значения оказались существенно выше, максимальная биомасса данного полисапробного вида составила 36,3 г/м^2 [5]. В районе ст. 407 (пос. Морское), где его впервые массово выявляли в 2018 г., *T. newaensis* не установлен.

Средние для всего побережья значения численности и биомассы бентобионтов в 2019 г. несильно варьировали в период пробоотбора. Майские показатели были лишь на 30% ниже июльских, и в целом количественные показатели в течение вегетационного сезона оказались несколько выше, чем в 2018 г. Численность организмов зообентоса достигла своих максимальных значений в мае (45304 экз./м^2), биомасса — в июле (85,6 г/м^2).

Структура зообентоса по численности и биомассе в биотопах без растительности несколько менялась от корневой к средней части косы (рис. 10, *а*), хотя основными структурообразующими группами неизменно (уже на протяжении 19 лет наблюдения) остаются малощетинковые черви Oligochaeta и личинки комаров-звонцов Chironomidae.



а *б*

Рис. 10. Структура донных сообществ Куршского залива в литорали без растительности в 2019 г.:
а — численность; *б* — биомасса

По численности в районе пос. Лесной (ст. 440) в период съемок доминировали преимущественно хирономиды (около 50%), в районе ст. 403 и 406 — олигохеты (70—90%), в средней части побережья Куршской косы, ст. 407 (пос. Морское) — хирономиды наряду с олигохетами, при близкой доле также гаммарид и водяных клещей.

Однако для последней станции примерно равный вклад таких различных бентобионтов, как крупные хирономиды и очень мелкие водяные клещи, стал возможен только из-за очень низких количественных показателей бентоса в целом в данном районе.

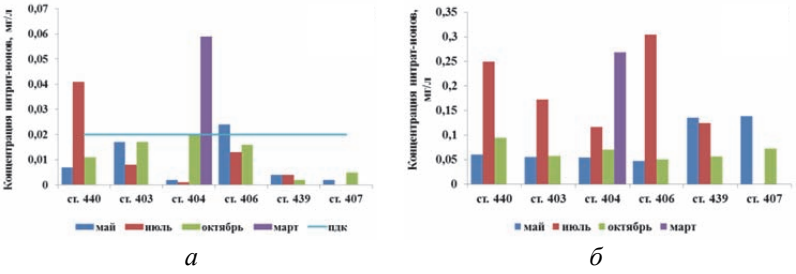
Структура зообентоса по биомассе на ст. 440 (пос. Лесной) и 406 (пос. Рыбачий) в основном совпадала с таковой по численности (рис. 10, *б*). Между тем на самой таксономически богатой и продуктивной по макробентосу ст. 403 вклад групп в биомассу иной, чем по численности. На ст. 403 наибольший вклад в биомассу (30%) вносили не олигохеты, а губки, олигохеты занимали лишь второе место (около 20%), почти такой же вклад вносили брюхоногие моллюски — даже больше, чем хирономиды (около 10%).

Заметна также доля и других групп. Такая полидоминантная структура бентосного сообщества, очевидно, ведет к наиболее устойчивому и эффективному функционированию биоценоза.

Содержание биогенных элементов. Предельно допустимая концентрация (ПДК) нитрит-ионов для водоемов рыбохозяйственного назначения составляет 0,02 мг/л. В пробах воды из Куршского залива *содержание нитрит-ионов* в период с мая по октябрь колебалось в интервале 0,002—0,041 мг/л, что составило соответственно 0,1 и 2 ПДК. Содержание с превышением ПДК зафиксировано ранней весной (в марте) в районе Музейного комплекса НП (3 ПДК) и мыса в пос. Рыбачий (1,2 ПДК), летом — у пос. Лесной (2 ПДК) (рис. 11, *а*).

Содержание нитрат-ионов. Поглощение азота из воды в форме минеральных соединений происходит главным образом в процессе фотосинтеза. Фитопланктоном при вегетации наибо-

лее эффективно ассимилируется азот нитратов. Концентрация нитратов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям. Весеннее развитие фитопланктона приводит к уменьшению содержания нитратов в поверхностном слое. Максимальное количество нитрат-иона за изученный период в воде Куршского залива, зафиксированное в июле, составило 0,3 мг/л (рис. 11, *б*), что значительно ниже ПДК нитрат-ионов для водоемов рыбохозяйственного назначения — 40 мг/л [19].

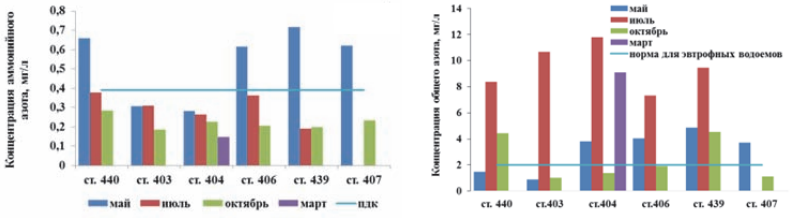


а *б*

Рис. 11. Содержание нитрит-ионов (*а*) и нитрат-ионов (*б*) в пробах воды на станциях мониторинга в западной прибрежной зоне Куршского залива в 2019 г.

Содержание ионов аммония. Повышенное содержание ионов аммония указывает на ухудшение санитарного состояния водного объекта, предельно допустимое значение аммонийного азота для водоемов рыбохозяйственного назначения — 0,39 мгN/л.

В водах Куршского залива в период с мая по октябрь 2019 г. преобладали аммонийные формы азота, их количество варьировало в диапазоне от 0,2 до 0,7 мгN/л. Превышение ПДК зафиксировано на станциях мониторинга в весенний период (в мае) в районе м. Рыбачинский и бух. Черногорской в пос. Рыбачий (ст. 406, 439) и поселках Морское (ст. 407) и Лесной (ст. 440) в 1,6—1,8 раз (рис. 12, *а*).



а *б*

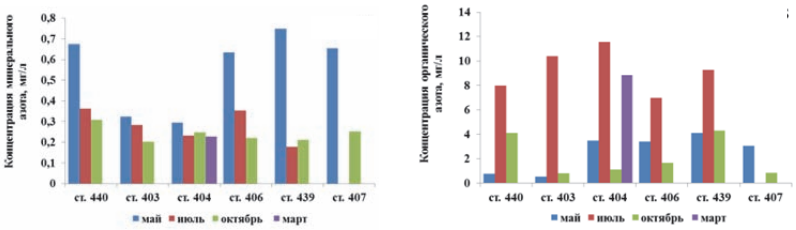
Рис. 12. Содержание аммонийного (*а*) и общего (*б*) азота в пробах воды на станциях мониторинга в западной прибрежной зоне Куршского залива в 2019 г.

Содержание общего, минерального и органического азота в незагрязненных природных водах зависит от степени трофии водоема. Для эвтрофных водоемов содержание общего азота в незагрязненных водоемах варьирует от 0,8 до 2,0 мг/л.

В весенний период нормальное содержание общего азота зафиксировано в прикорневой зоне Куршской косы в районе пос. Лесной (ст. 440) и базы АтлантНИРО (ст. 403), но на других участках количество азота превышало норму. В марте 2019 г. была отобрана только одна проба возле Музейного комплекса НП (ст. 404), где содержание общего азота превысило норму для эвтрофных водоемов в 4,5 раза. В июле содержание общего азота в пробах воды со всех обследованных участков акватории оказалось значительно выше нормы (в 4,15—5,9 раз). В октябре количество общего азота снизилось до нормы (менее 2 мг/л) на большей части обследованной акватории, однако в районе бух. Черногорской (ст. 406, пос. Рыбачий) изменений не произошло, содержание общего азота осталось на уровне весенних значений. К тому же осенью в 3 раза по сравнению с весной увеличилось содержание азота и в районе пос. Лесной (ст. 440) (рис. 12, *б*).

Сравнение количественных характеристик общего, минерального и органического азота показывает преобладание органической формы над минеральной, что может свидетельство-

вать об интенсивных процессах разложения органического вещества, а в некоторых случаях — и о локальном органическом загрязнении бытовыми и канализационными стоками. Динамика минерального азота (рис. 13, *а*) имеет те же тенденции, что и сезонные изменения аммонийного азота (рис. 12, *а*).



а *б*

Рис. 13. Содержание минеральной формы азота (*а*) и органической формы азота (*б*) в пробах воды на станциях мониторинга в западной прибрежной зоне Куршского залива в 2019 г.

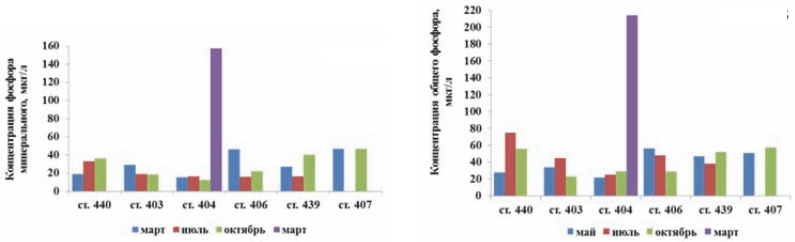
Вероятно, присутствие в воде ионов аммония вносит основной вклад в количество минерального азота в воде. Максимальное количество минеральных азотных форм приходится на весенний период (май), в среднем 0,56 мг/л. В летний и осенний периоды количество минерального азота во всех изученных пробах варьировало вблизи среднего значения за этот период — 0,25 мг/л, т. е. в два раза ниже, чем весной.

Органические формы азота находятся в продуктах частичного распада водных организмов. Ранней весной зафиксировано содержание органического азота в пробе воды в районе Музейного комплекса НП (ст. 404) в количестве 8,9 мг/л. Среднее содержание органического азота в мае, июле и октябре составило — 2,57; 9,24; 2,15 мг/л соответственно (рис. 13, *б*).

Пространственно-временная динамика содержания различных форм фосфора. В водах соединения фосфора присутствуют в виде неорганических (в основном в форме ортофос-

фатов) и органических соединений. Содержание общего фосфора в незагрязненных водоемах невелико, единицы и десятки мкг/л [17; 26]. Избыток фосфора приводит к негативным последствиям, вызывая процессы эвтрофирования водного объекта и ухудшение качества воды. Повышенное содержание фосфора в водах обусловлено главным образом бытовыми, промышленными и сельскохозяйственными стоками. ПДК фосфатов (в пересчете на фосфор) в воде эвтрофных водных объектов рыбохозяйственного назначения составляет 0,20 мг/л.

Содержание фосфат-ионов и минерального фосфора. В целом в воде Куршского залива отмечен невысокий уровень фосфора, сформировавшийся в основном за счет минеральной составляющей. Содержание минерального (неорганического) фосфора невелико, варьирует от 15 до 158 мкг/л (рис. 14, *а*). В пробе, отобранной в марте, еще в период гидрологический зимы, на ст. 404 (Музей НП) содержание минерального фосфора было выше средних значений за май и октябрь — в 5,1 раз; за июль — 6,8 раз, что хорошо согласуется с естественным годовым циклом круговорота фосфора в водоемах умеренной зоны — максимальное содержание достигается за зимний период и держится на этом уровне до начала активной вегетации фитопланктона. При этом содержание фосфора фосфатов было близко ПДК для рыбохозяйственных водоемов (0,2 мг/л).



а *б*

Рис. 14. Содержание минерального фосфора (*а*) и общего фосфора (*б*) в пробах воды на станциях мониторинга в западной прибрежной зоне Куршского залива в 2019 г.

Содержание общего фосфора в слабо загрязненных природных водах может составлять тысячные или сотые, очень редко десятые доли мг/л. Повышение содержания фосфора свидетельствует о загрязнении водного объекта. По данным нашего исследования, среднее содержание общего фосфора в воде в мае, июле и октябрь составило 42,1; 49,6 и 41,0 мкг/л соответственно. В пробе, отобранной ранней весной в районе музейного комплекса НП (ст. 404), содержание общего фосфора достигло 214 мкг/л.

В весенний сезон, в мае 2019 г., наибольшие значения зафиксированы в районе пос. Морское (ст. 407), мыса в пос. Рыбачий (ст. 406) и в конце мола в бух. Черноморской (ст. 406). Осенью максимальное значение общего фосфора было также обнаружено в районе пос. Морское, в пос. Рыбачий (мол) и в районе пос. Лесной (ст. 403). Более высокое содержание общего фосфора вблизи населенных пунктов, вероятно, связано с привнесением биогенов со сточными водами (рис. 14, *б*).

Концентрация фосфора в природных водах подвержена сезонным колебаниям, поскольку она зависит от интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического разложения органических веществ [17]. В 2019 г. минимальные концентрации фосфора в восточной прибрежной части Куршского залива наблюдались в теплый период года, максимальные — ранней весной, в условиях гидрологической зимы.

Уменьшение содержания фосфора в природных водах связано с потреблением его водными организмами, а также переходом в донные отложения при образовании нерастворимых фосфатов.

Присутствие в пробах *органического фосфора*, видимо, вызвано с цветением фитопланктона, при котором резко возрастает выделение метаболитов растительными клетками, а также распадом клеток фитопланктона в периоды кризисов цветения, которые неоднократно происходят за вегетационный сезон. Среднее содержание органического фосфора в мае, июле и октябре составило 11,5; 26,5; 13,4 мкг/л соответственно (рис. 15).

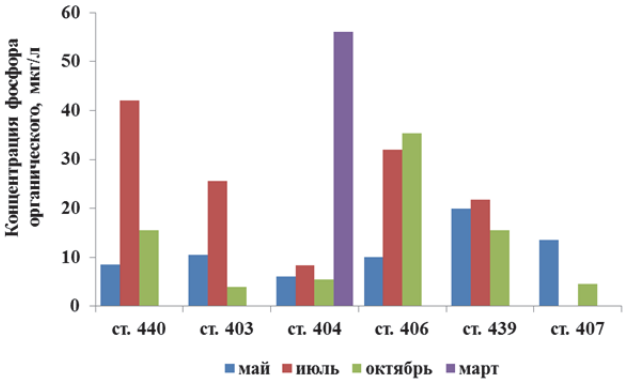


Рис. 15. Содержание органического фосфора в пробах воды на станциях мониторинга в западной прибрежной зоне Куршского залива в 2019 г.

Географическое положение и экологические особенности района наблюдений в Куршском заливе определяют специфический характер распределения биогенов в его водах. Солоноватые воды Балтийского моря оказывают сглаживающее воздействие на процессы эвтрофикации в заливе [3; 27; 28]. Малые глубины (менее 1 м) способствуют интенсивной аэрации вод при ветроволновом перемешивании, что в свою очередь сохраняет не только оптимальные окислительные условия, но и содействует быстрому прогреву водной толщи залива [12; 29]. Эти факторы, а также высокое содержание биогенных элементов в воде создают благоприятные условия для роста и развития прибрежно-водной растительности и фитопланктона [12; 29], которые определяют присутствие высоких концентраций растворенного органического вещества [35].

Заключение

В период исследований в 2019 г. **фитопланктон** западной прибрежной акватории Куршского залива был представлен 143 таксонами рангом ниже рода. Фитопланктоценозы состав-

ляли от 47 до 81 таксона. От мая к июлю выявлено увеличение таксономического разнообразия микроводорослей, что не наблюдалось в аналогичные сроки в 2015—2018 гг. В оба срока больше всего видов фиксировалось в специфическом биотопе вблизи базы АтлантНИРО. В оба срока биомассу фитопланктона формировали потенциально токсичная цианобактерия *Planktothrix agardhii* и диатомовая *Actinocyclus normanii*. Отличительной особенностью 2019 г. стало практически повсеместное доминирование в июле харовой нитчатой конъюгаты *Mougeotia spp.* По многолетним данным *A. normanii* слабо вегетирует в биотопе вблизи базы АтлантНИРО, что отмечено и в 2019 г. Данный участок прибрежной акватории отличается структурой и низкой продуктивностью фитопланктоценоза. В период исследований в 2019 г. экстремальные значения биомассы фитопланктона различались в 11 раз, размах колебаний был от 3,66 до 40,34 г/м^3. В мае биомасса фитопланктона в среднем составила 11,48 ± 2,14, в июле — 23,23 ± 5,98, среднесезонная — 16,7 ± 3,39 г/м^3. Биомасса микроводорослей более 10 г/м^3 зафиксирована в 89 % случаев. Наибольшей продуктивностью фитопланктона отличался участок акватории залива вблизи пос. Лесной, наименьшей — вблизи базы АтлантНИРО. Согласно референтным значениям биомассы фитопланктона прибрежная зона западной части Куршского залива имела гиперэвтрофный статус (>10 г/м^3).

Всего в 2019 г. на мониторинговых станциях в западной прибрежной зоне Куршского залива выявлено 27 видов **макрофитов**, новых видов не идентифицировано. В мае из макроводорослей массовое развитие получили нитчатые зеленые при общем доминировании *Cladophora fracta*. В июле в связи с окончанием срока вегетации наблюдалось полное элиминирование макроводорослей. Вблизи базы АтлантНИРО выкашивание крупных надводных растений (тростник, рогоз, камыш, аир) привело к изменению видового состава в растительных сообществах и их распределению в биотопе. Так, впервые с 2001 г. в Куршском заливе подтверждено произрастание *Fontinalis antypyretica*, зафиксированного во флоре залива литов-

скими ботаниками еще в 1950-х гг. Обнаружены новые места обитания инвазивного вида *Echinocystis lobata*: единичные растения — пос. Морское, заросли — вблизи базы АтлантНИРО. Произрастание *E. lobata* по берегу залива на стеблях тростника и кустарников является конечной фазой его натурализации. Многолетние данные свидетельствуют, что видовой состав водных растений вдоль побережья залива изменчив, особенно вблизи базы АтлантНИРО, где число видов гидрофитов в 2019 г. было максимальным (19). Минимум разнообразия гидрофитов (2 вида) отмечен у поселков Лесной и Морское. В то же время состав гелофитов (воздушно-водных растений) из года в год остается практически неизменным. Такие вариации видового состава гидрофитов связаны в первую очередь с изменением качества вод, динамикой и переотложением донных осадков, сезонными особенностями температурного режима.

В **зоопланктоне** прибрежной зоны Куршского залива в 2019 г. обнаружено 42 вида голопланктона, в меропланктоне встречено 6 таксономических групп. Таксономическое разнообразие коловраток в мае оказалось выше, чем в июле, в 4,3 раза, число видов веслоногих и ветвистоусых рачков в оба срока было близким.Особенностью 2019 г. стало отсутствие в зоопланктоне морских видов, кроме личинок усоногих раков. В мае в кутовой части залива у пос. Лесной и базы АтлантНИРО основу численности зоопланктона составляли коловратки, а биомассы — все группы. На остальных участках акватории количественные показатели были сформированы ветвистоусыми рачками. В июле литоральный зоопланктон был образован исключительно веслоногими и ветвистоусыми рачками, за исключением кутовой части, где встречены коловратки, но в небольшом количестве. Структурообразующими видами стали *Alona rectangula*, *Chydorus sphaericus*, *Diaphanosoma mogolianum*, *Limnosida frontoza*, *Diacyclops bicuspidatus*, *Mesocyclops leuckarti* и *Eudiaptomus graciloides*.

В оба срока наибольшее развитие зоопланктона наблюдалась в зоне открытого водообмена вблизи поселков Рыбачий и

Морское (до 644 тыс. экз./м^3, 11 г/м^3), минимальное — вблизи базы АтлантНИРО (не более 30 тыс. экз./м^3, 0,06 г/м^3). Следует отметить одинаково высокие весенние и летние биомассы зоопланктона у пос. Морское благодаря развитию крупных форм рачкового планктона. Средняя численность и биомасса зоопланктона в мае и июле — 178 тыс. экз./м^3 и 3,9 г/м^3 соответственно, что не вышло за пределы многолетних значений. Исходя из структуры видового состава, величины биомассы и индекса Шеннона, можно заключить об эвтрофных условиях в западной прибрежной зоне Куршского залива [1]. Среднесезонный индекс сапробности относит исследованные воды к условно чистым — слабо загрязненным I—II класса качества вод.

Макрозообентос. Видовое разнообразие в донных сообществах чистоводья западного побережья Куршского залива в 2019 г. было заметно выше, чем в 2018 г., и в целом довольно высоко для данного типа биотопов. Количество видов и групп на станциях за период исследования составило 29. Частота встречаемости 100% отмечена только для Oligochaeta и Chironomidae. Следующий наиболее частый компонент бентоса — круглые черви Nematoda (50%), которые в строгом смысле к макробентосу не относятся, однако вырастают до значительных размеров в условиях литорали Куршского залива и поэтому улавливаются макробентосным ситом. Встречаемость в пробах вида-вселенца *P. robustoides* резко снизилась (17% в 2019 г. и 45% — в 2018 г.) и он встречался в 2019 г. лишь спорадически, не играя существенной роли в сообществе. Частота встречаемости губок хоть и снизилась, но составила 33%. Они, как и гастроподы *Valvata ambiqua*, встречаются гораздо чаще большинства других организмов, частота встречаемости которых редко составляет 13% (*Ch. Warpachowskyi* и остракоды), а в основном — 4—8%, т. е. редко. В среднем по исследованным станциям в мае и июле общая численность зообентоса составила 9210 экз./м^2, биомасса — 23,7 г/м^2, что находится в пределах природных колебаний количественных показателей в межгодовом аспекте. Наибольшее разнообразие и обилие бентобионтов выявлено в прибрежной зоне прикорневого участка Куршской косы (ст. 440 и 403).

Гидрохимические показатели (биогенные элементы). В западной прибрежной зоне Куршского залива азот преимущественно содержится в воде в органической форме, что может свидетельствовать об интенсивных процессах минерализации отмершего органического вещества, а также прижизненного и посмертного выделения растворенного органического вещества. Отмеченное в 2019 г. низкое содержание *нитратов* (менее 0,02 мг/л) свидетельствовало об их интенсивном поглощении микроводорослями при их массовом развитии. Среднее содержание *нитритов* составило более 0,01 мг/л, что указывало на усиление процессов микробиального разложения органических остатков в условиях дефицита кислорода и стало одним из критериев загрязнения водного объекта, подтвердило интенсивные окислительные процессы в условиях вегетационного сезона 2019 г. Превышение ПДК *аммонийного азота* для рыбохозяйственных водоемов в большинстве проб воды Куршского залива в значительной мере может быть объяснено процессами, происходящими в фитопланктоне, а также постоянным загрязнением вод бытовыми стоками на некоторых участках побережья. Содержание соединений *фосфора* имеет тенденцию к сезонным колебаниям, поскольку оно зависит от соотношения интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического окисления органических веществ. Минимальные концентрации фосфора зафиксированы в теплый период года (июль), максимальные — в начале марта, в период гидрологической зимы. Существенную роль в увеличении концентрации неорганического фосфора имеет бактериальное разложение отмершего органического вещества, поэтому сезонный ход фосфатов в целом совпадает с ходом нитратного азота, что обусловлено параллельным потреблением этих элементов планктоном.

Работа выполнена в рамках договора № 55-УК-Шир от 29.04.2019 и темы госзадания ИО РАН № 0149-2019-0013.

Благодарности. Коллектив авторов признателен всем сотрудникам ЛМЭ АО ИОРАН, принимавшим участие в обра-

ботке проб и экспедиционных работах: Н. С. Молчановой, М. Ф. Маркияновой, А. С. Мельник, Ю. А. Манукян, А. Л. Хлебникову.

Список литературы

1. *Андроникова И. Н.* Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб. : Наука, 1996. 189 с.

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

3. *Беренбейм Д. Я.* Географическое положение // Калининградская область: Очерки природы. Калининград : Янтарный сказ, 1999. С. 7.

4. *Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В.* Черная книга средней России. М. : ГЕОС, 2010. 512 с.

5. *Герб М. А., Ежова Е. Е., Ланге Е. К. и др.* Характеристика состояния биоты литоральной зоны Куршского залива на территории национального парка «Куршская коса» в 2018 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, 2019. Вып. 15. С. 82—108.

6. *Герб М. А., Полунина Ю. Ю., Ланге Е. К. и др.* Характеристика биологических сообществ литорали западного побережья Куршского залива по данным гидробиологического мониторинга в 2015 г. // Там же. 2016. Вып. 12. С. 97—112.

7. *Губелит Ю. И., Голубков С. М., Березина Н. А. и др.* Проблемы эвтрофирования прибрежных вод эстуария реки Невы // Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы / под ред. А. Ф. Алимова, С. М. Голубкова. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2008. С. 338—345.

8. *Гуделис В. И.* Геологические и физико-географические условия Куршю Марес и территории, окаймляющей залив // Куршю Марес. Вильнюс, 1959. С. 7—40.

9. *Календарь* природы НП «Куршская коса». URL: http://park-kosa.ru/cn_kalendar-prirody (дата обращения: 15.09.2019).

10. *Катанская В. М.* Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л. : Наука, 1981. 185 с.

11. *Китаев С.П.* Экологические основы биопродуктивности озер различных природных зон. Л. : Наука, 1984. 207 с.

12. *Кубилюте А., Станкявичус А.* Зарастание северной части Куршского залива макрофитами и их влияние на распределение макрозообентоса // VIII съезд ГБО РАН : тез. докл. Калининград, 2001. Т. 1. С. 291—292.

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

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

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

16. *Минкявичус А., Пиппинис Й.* Обзор флоры и растительности залива Куршю Марес // Куршю Марес. Итоги комплексного исследования. Вильнюс, 1959. С. 109—116.

17. *Никаноров А.М., Трунов Н.М.* Внутриводоемные процессы и контроль качества природных вод. СПб. : Гидрометеоиздат, 1999. 157 с.

18. *Отчет* по мониторингу окружающей среды литовской части Балтийского моря и Куршской косы / ред. А. Станкявичюс. Клайпеда, 2007. 35 с.

19. *Приказ* Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 года № 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 12 октября 2018 года). URL: https://rg.ru/2017/01/16/minselhoz-prikaz552-site-dok.html

20. *Расписание* погоды. URL: https://rp5.ru (дата обращения: 15.09.2019).

21. *РД 52.24.309-2016.* Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши. Ростов н/Д, 2016. 100 с.

22. *Руководство* по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В. А. Абакумова. СПб. : Гидрометеоиздат, 1992. 318 с.

23. *Салазкин А. А., Алимов А. Ф., Финогенова Н. П. и др.* Методические рекомендации по сбору и обработке материала при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Л. : ГосНИОРХ, 1984. 51 с.

24. *Салазкин А. А., Иванова М. Б., Огородникова В. А.* Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л. : ГосНИОРХ, 1984. 33 с.

25. *Трифонова И. С.* Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л. : Наука, 1990. 184 с.

26. *Хайлов К. М.* Экологический метаболизм в море. Киев: Наукова думка, 1971. 252 с.

27. *Червинскас Э.* Основные черты гидрологического режима // Куршю Марес: итоги комплексного исследования. Вильнюс, 1959. С. 47—69.

28. *Юревичюс Р.* Гидрохимическая характеристика Куршю Марес // Куршю Марес. Вильнюс, 1959. С. 69—102.

29. *Янкявичюс К., Баранаускене А., Антаниене А. и др.* Уровень эвтрофицирования в заливе Куршю Марес // Ecologija. 1993. № 2. С. 25—31.

30. *Guiry M. D., Guiry G. M., AlgaeBase.* World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. URL: https://www.algaebase.org (дата обращения: 24.10.2019).

31. *HELCOM*, Baltic Marine Environmental Protection Commission — Helsinki Commission Guidelines for the Baltic Monitoring Programme for the third stage; Part D. Biological Determinands. 1988. 27 D. 161 p.

32. *ICES.* Data portals. Download PEG Biovolume. URL: http://www.ices.dk/marine-data/dataportals/Pages/DOME.aspx (дата обращения: 20.08.2019).

33. *ITIS* (Integrated Taxonomic Information System). URL: https://itis.gov/ (дата обращения: 25.09.2019).

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

35. *Sanchez-Carrilo S., Alvares-Cobelas M.* Nutrient dynamics and eutrophication patterns in a semi-arid wetland: the effects of fluctuating hydrology // Water, Air, and Soil Pollution. 2001. Vol. 131. P. 97—118.

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

УДК 502

Ю.А. Майорова

Национальный парк «Куршская коса»

О порядке расчета и проблемах регулирования допустимых нагрузок на примере национального парка «Куршская коса»

Предпринята попытка систематизации подходов к расчету допустимой рекреационной нагрузки, приводится пример расчетов для тропы «Танцующий лес» национального парка «Куршская коса», рассмотрены проблемы регулирования нагрузок на территории национального парка и даны рекомендации.

The article presents an attempt to systematize approaches to calculating the permissible recreational load, provides an example of calculations for the «Dancing Forest» trail of the Curonian Spit National Park, considers the problems of regulating loads on the territory of the national park and presents proposals.

Ключевые слова: рекреационная нагрузка, допустимая нагрузка, ООПТ, национальный парк, Куршская коса, физическая емкость тропы, экотропа, регулирование нагрузки, предельно допустимые изменения.

Key words: recreational load, permissible load, protected areas, national park, Curonian Spit, physical capacity of the trail, ecotrail, load regulation, maximum permissible changes.

© Майорова Ю. А., 2020

В настоящее время нет универсальной методики расчета допустимой нагрузки на природные комплексы, которая помогла бы одинаково решить вопрос регулирования туризма на всех особо охраняемых природных территориях (далее — ООПТ), ввиду особенностей природных комплексов (далее — ПК), разной степени устойчивости, специфики туризма территорий, хозяйственной деятельности и прочих факторов. В связи с этим специалисты учреждений, осуществляющих туристско-рекреационную деятельность на ООПТ, ученые-исследователи самостоятельно определяют методику расчета допустимой нагрузки на объекты туризма и рекреации [1; 2; 4].

Тем не менее, в связи с активным развитием туристско-рекреационной деятельности на ООПТ России, вопрос регулирования нагрузки в последнее время стоит особенно остро. Решить этот вопрос поможет разработка методических рекомендаций, основанных на опыте ООПТ, с возможными подходами к определению допустимой нагрузки, механизмами ее регулирования и рекомендациями по ведению рекреационного мониторинга, из которых каждый субъект сможет выбрать наиболее подходящие методы.

Существуют различные способы расчета нагрузок. При этом за основу расчетов могут быть взяты разные параметры и показатели. Условно выделим две основные группы способов расчета: 1) расчет рекреационной емкости, исходя из устойчивости ПК, и 2) расчет физической емкости тропы, основанный на инфраструктурном оснащении объекта.

Расчет нагрузки, исходя из устойчивости ПК, необходимо использовать для территорий, слабо обустроенных объектами инфраструктуры. Наиболее распространенными методиками для определения допустимой рекреационной нагрузки, применяемыми в сфере лесного хозяйства, являются: ОСТ 56-100-95 «Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы», утв. приказом Рослесхоза от 20.07.1995 г. №114, и «Временная методика опреде-

ления рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок», утв. приказом Государственного комитета СССР по лесному хозяйству от 01.04.1986 г. Эти методики не учитывают специфику рельефа местности, мощность почв, характер материнской породы, особенности использования территории и другие важные факторы, влияющие на устойчивость конкретных экосистем [1; 6; 10]. Сюда же можно отнести методики, моделирующие изменения ПК под воздействием туристско-рекреационной деятельности.

В зависимости от особенностей природных условий и планируемой деятельности, выделяется ряд индикаторов среды, осуществляется соответствующее воздействие на выбранной пробной площадке за определенный промежуток времени. При сопоставлении показателей воздействия с показателями изменения среды устанавливается допустимая нагрузка [13].

Вопросами дигрессии экосистем или их отдельных компонентов занимаются многие исследователи, при этом в большинстве методик при оценке нарушенности природного комплекса в качестве основных применяются показатели-индикаторы (биота, почвенный покров и др.).

Физическая емкость тропы (пропускная способность) является определяющей для расчета рекреационной нагрузки на благоустроенных объектах. Благоустройство территории, помимо повышения комфортности объекта для посещения, способствует росту устойчивости ПК к внешнему антропогенному воздействию. Лимитирующими выступают параметры психофизиологической комфортности и экологические факторы [12]. Однако полностью исключить антропогенное воздействие практически невозможно. Кроме того, одинаковое количество посетителей, при различной интенсивности воздействия, обусловленной уровнем благоустройства территории, организацией турпотоков и другими факторами, приводят к разной степени изменения среды. Так, организованные группы

в сопровождении экскурсовода и сплошной поток неорганизованных посетителей могут оказывать разную нагрузку [7; 13; 16].

Таким образом, при определении допустимой нагрузки целесообразно учитывать как рекреационную емкость объекта, основанную на устойчивости природных комплексов, так и физическую.

Допустимую рекреационную нагрузку для каждого объекта туризма и рекреации необходимо определять отдельно при проектировании и указывать в паспорте объекта. Каждый объект может иметь разную устойчивость. Тогда общая допустимая нагрузка на ООПТ может быть рассчитана исходя из емкости объектов туризма и рекреации ООПТ и емкости туристско-рекреационной инфраструктуры поселков (или иных хозяйственных зон с туристско-рекреационной инфраструктурой), при наличии таковых в границах ООПТ. Паспорт объекта и последующие изменения требуется рассматривать на заседаниях научно-технического и/или ученого совета ООПТ.

Фактическую нагрузку не следует сразу устанавливать на уровне допустимой. Рекомендуется брать меньшее расчетное значение и наблюдать за изменениями ПК.

Мероприятия по регулированию фактической нагрузки (с целью ее увеличения или уменьшения) необходимо проводить на основе экологического мониторинга, включающего оценку посещаемости объекта, изменений ПК в буферной зоне маршрута (тропы), а также при изменении обустройства и режима посещения объекта.

Ниже приводятся основные предложения автора по организации комплексного рекреационного мониторинга и регулированию нагрузки.

1. Учет фактической нагрузки, оценка посещаемости, изучение структуры туристических потоков.

В России на сегодняшний день учеты производятся преимущественно путем сбора статистических данных: заявки на услуги гидов, выборочные опросы и др. Однако этой инфор-

мации для оперативного решения вопроса, особенно в условиях высокой посещаемости, недостаточно. Кроме того, на территориях со свободным перемещением посетителей между объектами, необходимо ведение автоматизированного учета посетителей ООПТ — установка счетчиков посетителей на объектах туризма (тропах, маршрутах, площадках, пикниковых местах и др.) [7].

Такой подход позволит организовать сбор и анализ информации о пиковых нагрузках, сезонности, общей посещаемости объектов, создавать подробные электронные базы данных посещаемости и коррелировать уточненные значения посещаемости с изменениями состояния ПК. На основе анализа статистических данных возможно строить прогнозы развития ТРК, регулировать турпотоки, корректировать имеющиеся турпродукты, создавать новые, повышая качество туристско-рекреационной услуги и снижая воздействие на ПК.

2. Мониторинг состояния ПК в пределах буферных зон объектов туризма и рекреации заключается в регулярной оценке изменений ПК тропы (маршрута) и прилегающих к ней площадей. Возможные методы: закладка пробных площадей, профилирование и оценка стадий дигрессии ПК и др., применение ГИС для картирования результатов.

Согласно широко известной Методике предельно допустимых изменений [3] возможность повышения нагрузки устанавливается допустимыми изменениями в состоянии природного комплекса, связанными как с воздействием на него посетителей, так и необходимого для их приема оборудования (обустройства) маршрута. Главная задача этого подхода — определить не количество посетителей, которое приведет к дигрессии ПК, а то, какие управленческие решения следует применить, чтобы сохранить данный природный комплекс при нынешней нагрузке или при условии ее увеличения [2; 12; 14—16].

3. Разработка рекомендаций для регулирования нагрузки:

— полное или частичное закрытие объектов для их восстановления (консервация);

— обустройство и реконструкция инфраструктуры, снижающей воздействие на ПК (настилы, смотровые площадки, вышки, фотозоны, переходы, указатели движения, ограждения);

— приоритет на посещение объектов организованными группами в сопровождении экскурсоводов, ограничение посещаемости неорганизованными посетителями;

— особый режим посещения объектов, находящихся в слабоустойчивых ПК (организовать постоянное дежурство, посещение исключительно в составе группы, по расписанию или по предварительной заявке, ограничить свободный доступ);

— обучение гидов и экскурсоводов;

— дежурство инспекторов на объектах туризма с целью обеспечения соблюдения режима ООПТ, правил посещения;

— расширение полномочий директора ООПТ ограничивать посещаемость территории в случае превышения допустимой нагрузки и определять порядок действий.

Порядок и регламент закрытия (ограничения посещаемости) объектов (участков территории) ООПТ для восстановления ПК не установлены. При выявлении деградированных участков ПК администрации ООПТ необходимо иметь четкий порядок действий по введению ограничений по использованию данных участков и мерах контроля соблюдения этих ограничений.

Ниже приведен пример расчетов нагрузки на тропу «Танцующий лес» национального парка «Куршская коса».

Расчет допустимой нагрузки, исходя из устойчивости ПК

Емкость маршрута, учитывающая допустимые нагрузки, приведенные в Таксационном описании Лесохозяйственного регламента, рассчитывалась по формуле в соответствии со Стандартом отрасли ОСТ 56-100-95 «Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы»:

$$E_t = Rd_{\text{доп}} \cdot T \cdot t_1/t_2,$$

где $Rd_{\text{доп}}$ — допустимая рекреационная плотность, чел./га; t_1 — 10 ч (среднее время дневной нагрузки); t_2 — 0,6(6) ч (среднее время прохождения километрового участка тропы — 40 мин); T — количество дней сезона рекреации, при расчете дневной нагрузки умножается на 1; $Rd_{\text{доп}}$ согласно описанию не является одинаковой для всех выделов тропы, значения варьируются от 6—20 до более 20 чел./га.

Так как при высокой посещаемости объекта не исключены сходы с основной тропы (специальных покрытий) лиц без сопровождающего, этот рассчитанный таким образом показатель нагрузки можно принять за максимальный для неорганизованных посетителей.

Ниже приведены расчеты с использованием допустимой рекреационной плотности 20 чел./га (как преобладающей по площади в буферной зоне):

$$E_t = 20 \cdot 1 \cdot 10/0{,}6(6) = 300 \text{ чел.}$$

Следовательно, допустимая расчетная нагрузка на участке леса, в котором проходит тропа «Танцующий лес», **300 человек в день** при перемещении посетителей тропы без настилов. Если принять за максимальную загрузку легкого транспортного средства 5 человек, то максимально допустимое количество автомобилей неорганизованных посетителей составит 60.

Инфраструктурное обустройство тропы (деревянные настилы, указатели движения, мебель и др.) повышают рекреационную емкость объекта.

Фактическая нагрузка на тропу неорганизованными посетителями по данным учета нагрузки в пиковые дни в рамках рекреационного мониторинга в 2017, 2018, 2019 гг. составила 425, 735, 600 человек соответственно (табл. 1). Временной интервал учета пиковых нагрузок с 9:00 до 16:00, т. е. неполный 10-часовой световой день.

Таблица 1

Среднее количество посетителей тропы «Танцующий лес» в дни учета пиковых нагрузок с 2015 по 2019 г.

Показатель	2015	2016	2017	2018	2019
Автомобили, ед.	170	155	120	255	140
Автобусы, ед.	20	19	15	15	25
Неорганизованные посетители, чел.	540	470	425	735	630
Организованные посетители, чел.	400	580	540	600	530
Общее количество посетителей в день, чел.	940	1050	965	1335	1160

По результатам визуальных наблюдений в дни учета не более 30% неорганизованных посетителей при посещении тропы сходят с настилов на прилегающие территории в глубь буферной зоны. Таким образом, фактическое число можно принять за допустимое. Однако в пределах буферной зоны наблюдаются линейные вытаптывания, что показывает необходимость постоянного мониторинга за изменениями ПК, разработки и применения мер по снижению нагрузки.

В качестве управленческих решений по регулированию нагрузки на данной тропе, ввиду особенностей природных условий и местной специфики (транспортная доступность, структура туристических потоков и пр.), с целью повышения емкости и минимизации негативного воздействия предлагается рассмотреть следующие мероприятия:

- размещение информации об уязвимости ПК и последствиях в связи с нарушением правил посещения;
- создание условий на объекте (тропа, маршрут) для объединения неорганизованных посетителей в группы с экскурсоводом;
- постоянное дежурство на объекте с целью контроля за соблюдением правил посещения. В качестве дежурных могут быть штатные государственные инспекторы, волонтеры или иные лица по договоренности с национальным парком.

Физическая емкость тропы

Физическая емкость тропы, или пропускная способность, рассчитывается для уже благоустроенных маршрутов или троп, при проектировании которых панируется обустройство инфраструктурой, снижающей воздействие на естественные ПК. Емкость тропы является определяющей для расчета рекреационной нагрузки [5]:

$$H = \frac{T_C - T_S}{T};\ \ T = \frac{S}{T_V},$$

где H — число групп; T_c — длина светового дня; T_s — время прохождения тропы; T — интервал движения групп; S — расстояние между группами; T_v — скорость движения.

Ниже приведены расчеты физической емкости тропы «Танцующий лес» согласно этим формулам.

Оптимальное расстояние между группами в условиях тропы «Танцующий лес» национального парка «Куршская коса» — расстояние между объектами показа. Минимальное расстояние — 160 метров.

Оптимальная скорость движения по тропе, с учетом обустройства и экскурсионной деятельности, — 1,5 км/ч, при протяженности маршрута 1 км и среднем значении времени прохождения маршрута 40 мин.

$$T = \frac{0{,}16 \text{ км}}{1{,}5 \text{ км/час}} = 0{,}1066(6) \text{ час}$$

Таким образом, интервал движения групп составляет 0,106 ч, или 6,36 мин.

При этом на парковочной площадке может одновременно находиться 6—7 автобусов.

Длина светового дня в летний период — 10 ч, время прохождения тропы — 40 мин = 0,66(6).

$$H = \frac{10 - 0{,}67}{0{,}1067} = 87{,}44.$$

Следовательно, расчетная пропускная способность тропы «Танцующий лес» при текущем обустройстве и максимальном световом дне (летний период) — 87 групп в день.

Тропа «Танцующий лес» популярна как у организованных экскурсионных групп с экскурсоводом, так и у неорганизованных посетителей, прибывающих на автомобилях. Для национального парка организованные группы в приоритете, так как туристы получают качественную рекреационную услугу, достоверную официальную информацию об объектах природного и историко-культурного наследия, а негативное воздействие (вытаптывание, замусоривание и др.) на природные комплексы, прилегающие непосредственно к тропе, снижается.

Максимальная посещаемость тропы возможна при преобладании в структуре турпотоков организованных групп. Количество человек в группе равно вместимости экскурсионного автобуса, т. е. порядка 50 человек. Инфраструктура тропы разработана с учетом специфики экскурсионной деятельности НП, что позволяет принимать такие группы.

Итак, физическая емкость тропы «Танцующий лес» при работе исключительно с организованным группами составит $87 \cdot 50 = 4350$ человек в день.

По результатам ежегодного рекреационного мониторинга на экотропах национального парка, согласно данным учета посетителей в дни максимальной нагрузки на тропе «Танцующий лес», число неорганизованных посетителей тропы приблизительно равно числу организованных (см. табл. 1 на с. 144).

При существующем количестве неорганизованных посетителей на тропе наблюдается постоянный поток туристов, не соблюдается рекомендуемый интервал движения групп, снижаются комфортные условия пребывания на тропе, в связи с этим посетители решают «побыть наедине с природой» и погулять по лесу: как результат — вытаптываются природные комплексы, формируется тропиночная сеть, угнетается лесная экосистема, происходит ее замусоривание.

Оптимальная физическая емкость тропы «Танцующий лес» может быть рассчитана по следующей формуле:

$$ФЕ = Н \cdot Д_О \cdot О + Н \cdot Д_{НО} \cdot НО,$$

где *ФЕ* — физическая емкость тропы; *Н* — допустимое число групп (87); *О* — число посетителей в составе организованной группы, равное максимальному усредненному числу туристов в экскурсионном автобусе (50 чел.); *НО* — максимальное усредненное число посетителей неорганизованных групп, равное вместимости автомобиля (5 чел.); $Д_О$ — доля организованных посетителей; $Д_{НО}$ — доля неорганизованных посетителей.

Таким образом, физическая емкость тропы прямо пропорциональна доле организованных групп в структуре посетителей тропы.

При посещении тропы организованными и неорганизованными группами, в соответствии со значением расчетной нагрузки на участок леса, по которому проходит тропа, допустимая на нее нагрузка при текущих условиях представлена в таблице 2.

Таблица 2

Посетители	Количество		Всего посетителей, чел.
	групп	человек в группе	
Неорганизованные (автомобиль)	60	5	300
Организованные (экскурсионный автобус)	27	50	1350
Всего	87	—	1850

Следует отметить, что при увеличении доли организованных посетителей (в составе групп в сопровождении экскурсовода) общее допустимое значение может быть пересмотрено в сторону роста пропорционально доле организованных посетителей.

Ввиду того что часть неорганизованных посетителей тропы не соблюдает правила посещения, сходит с настилов на незащищенные участки природного комплекса, происходит его дигрессия в буферной зоне маршрута. Наиболее подвержены изменениям участки, непосредственно прилегающие к тропе.

Помимо определения допустимой нагрузки, природопользователи сталкиваются с еще одной не менее важной задачей — регулирование нагрузки.

Превентивные меры широко используются и включают в себя функциональное зонирование, патрулирование территории, информирование (знаки, стенды, указатели, буклеты с зонированием, электронные путеводители, просветительская работа), но отсутствует действующий правовой инструмент привлечения к ответственности за нарушение правил посещения ООПТ [8; 9; 11; 12].

При выявлении предельно допустимых изменений среды требуется временное или частичное закрытие объекта для восстановления в связи с высокой степенью дигрессии. Однако обеспечить соблюдение режима такого объекта может быть крайне затруднительно в условиях легкой доступности трансфера до объекта, высокой посещаемости территории ООПТ и других факторах.

Форма паспорта объекта включает правила его посещения, описание инфраструктуры, допустимую нагрузку, но контроль за соблюдением и меры пресечения при высокой посещаемости практически отсутствуют.

Таким образом, при проектировании объекта туристско-рекреационной деятельности на ООПТ необходимо планировать инфраструктурные решения, исходя из особенностей природной территории и предполагаемой деятельности, определить допустимую нагрузку, разработать программу рекреационного мониторинга, включающего мониторинг количества посетителей и изменения среды, а также разработать комплекс мер по регулированию нагрузки и восстановлению изменений среды.

Список литературы

1. *Временная* методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. М. : Госком. СССР по лесн. хоз-ву, 1987.

2. *Забелина Н.М.* Сохранение биоразнообразия в национальном парке. Смоленск : Ойкумена, 2012.

3. *Иглс Пол Ф. Дж., МакКул Ст., Хайнс К.* Устойчивый туризм на охраняемых природных территориях. Руководство по планированию и управлению // Основы успешной природоохранной практики. М. ; Смоленск : Маджента, 2006. Вып. 8.

4. *Казанская Н.С.* Рекреационные леса (состояние, охрана, перспективы использования) / Н.С. Казанская, В.В. Ланина, Н.Н. Марфенин. М. : Лесная промышленность, 1977.

5. *Лабинцева С.И.* К методике оценки рекреационной нагрузки на природные комплексы горных территорий // Современные технологии в сервисе, туризме и управлении. Майкоп : Ид-во МГТИ, 2002.

6. *Лесохозяйственный* регламент лесничества «Национальный парк «Куршская коса» 2016 г. [сайт Минприроды России] URL: http://mnr.gov.ru/upload/iblock/69d/.pdf

7. *Майорова Ю.А., Жуковская И.П.* Особенности туристско-рекреационного мониторинга в национальном парке «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, 2019. Вып. 15. С 119.

8. *Положение* о НП «Куршская коса» утв. приказом Минприроды России от 09.11.2012 №380 [сайт]. URL: http://www.park-kosa.ru/polozhenie-o-natsionalnom-parke-kurshskaya-kosa

9. *Тропа* в гармонии с природой // Сборник российского и зарубежного опыта по созданию экологических троп. М. : Р. Валент, 2007.

10. *ОСТ* 56-100-95 «Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы», утв. приказом Рослесхоза от 20 июля 1995 г. №114 [сайт]. URL: https://dokipedia.ru/document/5327894

11. *Федеральный* закон Российской Федерации от 14 марта 1995 г. №33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях»: [сайт]. URL: http://www.consultant. ru/document/cons_doc_LAW_6072/

12. *Чижова В.П.* Рекреационные ландшафты: устойчивость, нормирование, управление. Смоленск : Ойкумена, 2011.

13. *Шаплыгина Т. В.* Геоэкологическая оценка состояния природных комплексов Куршской и Вислинской кос : дис. … канд. геогр. наук. Калининград, 2010.

14. *Шидловская Ю. А., Жуковская И. П.* Оценка рекреационного воздействия посетителей на природные комплексы в районе экологического маршрута «Высота Эфа» 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, 2012. Вып. 8.

15. *Шидловская Ю. А., Жуковская И. П.* Оценка геоэкологического состояния природных комплексов в районе объектов туризма и рекреации национального парка «Куршская коса» // Там же. 2014. Вып. 10. С. 252—270.

16. *Шидловская Ю. А., Жуковская И. П.* Оценка геоэкологического состояния природных комплексов в районе объектов туризма и рекреации национального парка «Куршская коса» // Там же. 2015. Вып. 11.

17. *Шидловская Ю. А.* Эволюция функционального зонирования национального парка «Куршская коса» // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2015. С. 72—78.

УДК 551.8: 502.4:55

Т. В. Напреенко-Дорохова[1,2], М. Г. Напреенко[1], И. А. Соснина[1,2], Д. А. Субетто[3], А. В. Орлов[3], Н. А. Лукашев[2]

[1] Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН

[2] Балтийский федеральный университет им. И. Канта

[3] Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена

Исследование донных отложений водно-болотных экосистем Куршской косы

Представлена история формирования двух уникальных для Куршской косы экосистем — верхового болота Свиного и озера Чайка. Описаны фазы развития экосистем в корневой

© Напреенко-Дорохова Т. В., Напреенко М. Г., Соснина И. А., Субетто Д. А., Орлов А. В., Лукашев Н. А., 2020

части косы на месте существования современного болота Свиного за последние 10—12 тыс. лет. Представлена реконструкция условий формирования озера Чайка и развития территории междюнной равнины в районе пос. Рыбачий на протяжении 5—6 тыс. лет. Приводятся данные о формировании коренной растительности Куршской косы. Установлено, что характер современной растительности существенно отличается от коренных растительных сообществ, сложившихся и развивавшихся на Куршской косе в среднем и позднем голоцене.

The development history of two peculiar ecosystems in the Curonian Spit — the raised bog Svinoye and Lake Chaika — is presented in the article. The paper describes the main phases of habitat evolution in the proximal part of the Curonian Spit during the last 10000—12000 years for the area of today's raised bog Svinoye. The formation environments of Lake Chaika and development of the deflation hollow area (palve) near Rybachy were reconstructed for the last 5000—6000 years. The new insights into the structure of primary vegetation and its development in the Curonian Spit are given. It is stated that the composition of the present-day vegetation differs considerably from the primary plant communities which have formed and spread throughout the territory of the Curonian Spit during the Mid- to Late Holocene.

Ключевые слова: Юго-Восточная Балтика, Куршская коса, палеогеография, донные отложения, стратиграфия, палинология, диатомовые водоросли, ботанический состав торфа, голоцен.

Key words: South-Eastern Baltic, Curonian Spit, palaeogeography, bottom deposits, stratigraphy, palynology, diatoms, botanical composition of peat, Holocene.

Введение

Проблема сохранения разнообразия жизни на планете заключается в необходимости сбережения не только отдельных биологических видов, но и целых экосистем и ландшафтов. Куршская коса — уникальное, но в то же время нестабильное

ландшафтное образование как в силу природных, так и антропогенных факторов. Будучи объектом всемирного наследия, Куршская коса нуждается в разработке долгосрочной стратегии сохранения на основе определения комплекса мер эффективного управления.

На протяжении последних 200 лет — после уничтожения коренных растительных сообществ — основой стратегии сохранения Куршской косы стало строительство берегозащитных укреплений (авандюна, габионы и др.) и засаживание свободных песчаных дюн древесной и травянистой пескоукрепляющей растительностью со значительной долей неместных видов-интродуцентов, обладающих экологической пластичностью и быстрой приживаемостью. Эти мероприятия успешно сняли угрозу засыпания песком населенных пунктов, но не обеспечили защиту от размыва морского берега и способствовали медленному разрушению песчаного тела косы [1; 15]. В связи с этим появились и другие взгляды на долгосрочное управление Куршской косой, в частности необходимость рассматривать ее как ландшафтный объект-процесс с определенной степенью подвижности [1]. Вместе с тем такая стратегия должна быть основана на подробном и всестороннем исследовании истории развития естественных экосистем косы, обеспечивавших на протяжении нескольких тысяч лет относительно стабильное ее существование.

Большую роль для реконструкции природных условий играет установление характера естественной растительности как индикатора ландшафта. Однако вплоть до настоящего времени отсутствуют точные данные об этапах становления естественного растительного покрова Куршской косы и его антропогенной трансформации.

Материалы и методы

Материалом для изучения послужили колонки донных отложений двух разных в ландшафтном отношении территорий Куршской косы — верхового болота Свиное в корневой части

и озера Чайка в центральной части косы (рис. 1). Для исследования отложений использовался комплексный подход с применением разных методов: литологический анализ [6], спорово-пыльцевой анализ [8], диатомовый анализ [2], радиоуглеродное датирование с калибровкой данных по кривой IntCal13 [11], анализ ботанического состава торфов [3; 4], анализ потери массы вещества при прокаливании [12].

Рис. 1. Схема расположения района исследования
и мест отбора колонок на верховом болоте Свиное и озере Чайка

Результаты и обсуждение

История формирования и развития верхового болота Свиное

На основе данных литологического строения колонок отложений верхового болота Свиное, результатов ботанического анализа образцов торфа и диатомового анализа сапропелевых отложений, с учетом результатов радиоуглеродного датирования описана подробная история формирования и развития болота, прослежено изменение видового состава экосистемы на протяжении всего периода ее развития.

Было установлено, что в котловине будущего болота Свиное существовало мелководное пресное озеро, не связанное с водами близлежащей лагуны. Небольшая глубина, произрастание большого количества макрофитов и значительная евтрофность озера, очевидно, способствовали быстрому накоплению сапропелей, ставших субстратом для развития болотной растительности в последующие периоды голоцена в результате обсыхания данного водоема либо спуска воды и обмеления.

Около 9900 кал. л. н. на месте существовавшего водоема сформировались первые болотные фитоценозы, представленные влажными черноольшаниками с густым травяным ярусом из тростника, затем около 6300 кал. л. н. сменившиеся монодоминантными тростниковыми сообществами, просуществовавшими всего около 500 лет.

Следующая смена экосистем на развивавшемся болоте примерно совпадает по времени с границей климатических периодов голоцена атлантика — суббореал (5700 кал. л. н.). Тростниковые займища полностью исчезают на исследуемой территории и уступают место травяным болотам с полидоминантным мозаичным покровом из более низкорослых трав, среди которых господствовали шейхцерия болотная *Scheuchzeria palustris,* осоки *Carex lasiocarpa, C. rostrata, C. limosa,* вахта трехлистная *Menyanthes trifoliata,* сабельник болотный *Comarum palustre*.

Около 5200 кал. л. н. болото вступило в переходную стадию с господством на всей территории болота фитоценозов кочек из сфагна бурого *Sphagnum fuscum,* кукушкина льна торчащего *Polytrichum strictum,* пушицы влагалищной *Eriophorum vaginatum* и вересковых кустарничков. Но в состав фитоценозов входил и ряд мхов мезотрофных местообитаний *Tomenthypnum nitens, Aulacomnium palustre, Sphagnum palustre, S. imbricatum* s. l., в небольшом количестве встречались осоки, что говорит о переходном характере болота в этот период.

Переход в следующую фазу также приурочен к границе двух подразделений голоцена — раннего и позднего суббоpе-

ала (ок. 4000 кал. л. н.). Вероятно, происходит небольшое увлажнение климата, что проявляется в развитии в центре формирующегося торфяника топяных травяно-сфагновых участков из *Sphagnum cuspidatum*, *S. papillosum* и *Scheuchzeria palustris*. В периферийной части экосистемы всё еще сохраняется растительность переходного болота, сходная с предыдущей фазой. Такая дифференциация растительного покрова свидетельствует о наличии в центре болота более олиготрофных условий, что обычно приводит к началу формирования выпуклой формы торфяника.

Около 3400 кал. л. н. болото перешло в верховую стадию. В этот период в центральной части происходит активное развитие верхового болота, начинается формирование комплексности растительного покрова.

История формирования и развития озера Чайка

На основе данных литологического строения колонок донных отложений озера Чайка, графиков динамики содержания органического вещества, результатов анализа ботанического состава торфа, таксономического разнообразия диатомовых водорослей, результатов радиоуглеродного датирования образцов, а также спорово-пыльцевого анализа была составлена реконструкция условий формирования озера Чайка и развития территории междюнной равнины (пальве) в районе пос. Рыбачий.

В центральной части Куршской косы формирование экосистем возможно проследить начиная с конца среднего голоцена (6000 кал. л. н.). Учитывая структуру нижних горизонтов донных отложений озера Чайка, а также данные ряда палеогеографических реконструкций в районе Куршского залива (цит. по: [5]), можно со значительной долей вероятности утверждать, что изучаемая территория, непосредственно примыкающая к озеру Чайка, не испытывала затоплений водами формировавшейся Балтики в голоценовое время, даже в ходе литориновых трансгрессий.

До возникновения озера Чайка на его месте располагалась неглубокая котловина, занятая топкими черноольшаниками. Это подтверждают данные анализа ботанического состава самых нижних слоев торфа (232—256 см, ≈5390—4450 кал. л. н.), где преобладают (свыше 90%) остатки ольхи черной (*Alnus glutinosa*), а среди немногочисленных остатков травянистых растений встречаются корешки осоки береговой (*Carex riparia*) — прибрежно-водного гигрофита, характерного для сильно влажных, периодически затапливаемых ольшаников [7; 14]. Вышележащие торфяные отложения (174—232 см, ≈4450—2050 кал. л. н.) характеризуются более сильной минерализацией и наличием сапропелевой фракции.

Изменяется и состав остатков торфообразующих растений: преобладающими становятся травянистые виды, происходит переход к древесно-осоковому и осоковому торфам. Среди остатков отмечены явно гидрофильные виды (*Equisetum, Phragmites, Typha, Carex pseudocyperus*). Доля деревьев значительно сокращается (менее 10%). Следовательно, минерализация древесного торфа, по всей видимости, связана с увеличением увлажнения и развитием более обводненного открытого водно-болотного сообщества с небольшим участием ольхи. В расположенных выше горизонтах торфа (142—174 см, ≈510—2050 кал. л. н.) наблюдается смена минеральной составляющей с глинистой на песчаную — сказывается влияние эолового песка, привносимого с постепенно обезлесиваемых дюнных гряд, доля песка в торфе после отмучивания достигает 10%. Древесные остатки ольхи вновь начинают доминировать (40—70%), изменяется состав и соотношение травянистых видов, что указывает на развитие типичного влажного черноольшаника.

Таким образом, в период 5390—510 кал. л. н. на исследуемой территории происходило развитие черноольшаников и осоковых болот с участием ольхи.

Песчаную прослойку, разделяющую горизонты торфа и сапропеля, логичнее всего отнести к периоду активного движения дюны Болотной в сторону пос. Рыбачий, вызванного вырубками лесной растительности в этой части Куршской косы.

Массовое сведение лесов на всей территории косы, судя по литературным данным [9; 10; 13], происходило в XVII—XVIII вв. Однако датировка в зоне контакта песчаной прослойки и перекрывающих ее слоев озерных отложений (сапропелей) имеет возраст 479,5 кал. л. н., т. е. может быть отнесена к периоду ≈1470—1520 гг., что на 200—250 лет раньше массового сведения лесов на Куршской косе. В то же время О. Шлихт [13] указывает, что документально заносы территорий песком засвидетельствованы уже в XVI в. Очевидно, на участках косы, наиболее рано заселенных и освоенных человеком, как, в частности, в районе пос. Рыбачий, процессы уничтожения лесов и возобновления движения кочующих дюн наблюдались уже в XV—XVI вв.

После сведения лесов дюны пришли в движение, и территория пальве, где расположено современное озеро Чайка, в короткий промежуток времени была занесена песком, что могло способствовать накоплению воды в естественном понижении рельефа, образованию постоянного водоема и гибели черноольховых лесоболотных сообществ. После лесопосадочных работ, проведенных для сдерживания движения дюн, влияние эолового переноса уменьшилось, и в отложениях озера начала постепенно снижаться доля минеральных осадков (эоловый песок).

Начало озерного осадконакопления связано с возникновением локального водоема в естественном понижении рельефа на месте исчезнувшего леса. В дальнейшем озеро стало использоваться в качестве водоприемника осушительной системы, что вызвало подъем уровня воды и подтопление берегов.

Формирование коренной растительности Куршской косы

Спорово-пыльцевые диаграммы отложений озера Чайка и болота Свиное позволяют оценить развитие растительного покрова в центральной и корневой частях Куршской косы. Полученные диаграммы отражают исключительно лесной характер растительности косы на протяжении почти всего среднего и позднего голоцена.

По данным наших исследований, начиная со среднего голоцена на территории Куршской косы и на прилегавших участках прибрежной моренной равнины, в зависимости от рельефа местности, были широко распространены различные типы широколиственных сообществ: влажные черноольшаники на пониженных участках и широколиственные леса дубравного типа на повышениях. На вершинах параболических дюн, являвшихся основным элементом рельефа формировавшейся песчаной пересыпи [10], произрастали сосняки с примесью широколиственных видов.

Данные типы лесных и лесоболотных сообществ составили основу естественно сложившегося растительного покрова в центральной части Куршской косы. Дальнейшее развитие растительности происходило за счет перестроек этих сообществ, вызванных как климатическими изменениями, так и антропогенным воздействием, а, возможно, также геодинамическими процессами в ходе формирования тела косы.

В конце среднего и в первой половине позднего голоцена происходит внедрение граба (*Carpinus*) в широколиственные сообщества Куршской косы. Такая перестройка привела к формированию более сомкнутых широколиственных и широколиственно-сосновых сообществ.

Со второй половины позднего голоцена (3000 кал. л. н.) в составе лесов косы увеличивается доля хвойных видов, что связано с внедрением в состав широколиственных лесов ели (*Picea*) и формированием елово-широколиственных лесов. Но общее участие широколиственных сообществ в сложении растительности Куршской косы еще значительное.

В корневой части косы и на близлежащих территориях в этот период происходит также распространение бука (*Fagus*), который, как и граб, становится важным компонентом широколиственных сообществ.

В целом окружающий ландшафт покрыт почти исключительно лесной растительностью, открытые пространства, занятые нелесными сообществами, практически отсутствуют.

Сокращение лесной площади и формирование открытых участков на косе под влиянием хозяйственной деятельности человека началось примерно 500 лет назад (XVI в.), а в корневой части — уже в XII веке (≈900 кал. л. н.).

В последние два с половиной столетия процесс антропогенного преобразования растительности Куршской косы имел катастрофические последствия. В связи с этим характер современной растительности существенно отличается от коренных растительных сообществ, сложившихся и развивавшихся на косе в среднем и позднем голоцене.

В то же время процесс преобразования человеком растительного покрова косы в значительно меньшей степени затронул участки, занятые лесоболотными черноольховыми сообществами в понижениях рельефа. Эти экосистемы, судя по спорово-пыльцевым данным, продолжали существовать на Куршской косе без особых изменений в течение всего периода активной хозяйственной деятельности и в настоящее время являются, вероятно, единственными представителями (при этом достаточно многочисленными) коренной растительности косы.

Авторы выражают благодарность руководству и сотрудникам национального парка «Куршская коса» за помощь в проведении исследований и предоставление литературных источников.

Исследование выполнено в рамках гранта РНФ 18-77-00030.

Список литературы

1. *Алексеев Ф. Е.* Природный комплекс «Куршская коса» // Природа Калининградской области. Ключевые природные комплексы / сост. В. А. Медведев, Ф. Е. Алексеев. Калининград : Исток, 2014. С. 87—134.

2. *Давыдова Н.Н.* Диатомовые водоросли — индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Л. : Наука, 1985. 244 с.

3. *Короткина М.Я.* Ботанический анализ торфа // Методы исследования торфяных болот / под ред. М.И. Нейштадт. М. : Народный комиссариат земледелия РСФСР, 1939. Ч. 2. С. 5—59.

4. *Пьявченко Н.И.* Степень разложения торфа и методы ее определения. Красноярск : Красноярский рабочий, 1963. 55 с.

5. *Сергеев А.Ю.* Палеогеографическая реконструкция района Куршской косы в позднем неоплейстоцене-голоцене // Региональная геология и металлогения. 2015. № 62. С. 34—44.

6. *Субетто Д.А.* Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. СПб. : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2009. 344 с.

7. *Douda J., Boublik K., Slezak M., Biurrun I. et al.* Vegetation classification and biogeography of European floodplain forests and alder cars // Applied Vegetation Science. 2015. 19(1). P. 147—163.

8. *Faegri K., Iversen J.* Textbook of Pollen Analysis. The Blackburn Press, 1989. 328 p.

9. *Mager F.* Die Landschaftsentwicklung der Kurischen Nehrung. Königsberg : Gräfe und Unser Verlag, 1938. 240 p.

10. *Paul K.H.* Morphologie und Vegetation der Kurischen Nehrung // Nova acta Leopoldina (Abh. der deutch. Akad. der Naturforscher zu Halle). Leipzig, 1944. Bd. 13, N. 96. 378 p.

11. *Reimer P.J., Bard E., Bayliss A. et al.* IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0—50,000 Years cal BP // Radiocarbon. 2013. Vol. 55, № 4. P. 1869—1887.

12. *Santisteban J.I., Mediavilla R., López-Pamo E. et al.* Loss on ignition: a qualitative or quantitative method for organic matter and carbonate mineral content in sediments? // Journal of Paleolimnology. 2004. 32(3). P. 287—299.

13. *Schlicht O.* Die Kurische Nehrung in Wort und Bild. Königsberg : Gräfe und Unser Verlag, 1927. 180 p.

14. *Slezák M., Hrivnák R., Petrášová A.* Numerical classification of alder carr and riparian alder forests in Slovakia // Phytocoenologia. 2014. 44(3). P. 283—308.

15. *Wichdorf H.H.* Geologie der Kurischen Nehrung. Berlin, 1919. 47 p.

УДК 551.435.3

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

Результаты измерения ширины морского пляжа на Куршской косе

Приводятся результаты ежедневного мониторинга динамики уреза воды на морском пляже 15-го км Куршской косы. Измерения ширины пляжа, фотофиксация и анализ ветрового режима в период наблюдений позволили проследить динамику ширины пляжа и оценить степень влияния ветроволнового режима.

This article offers the results of daily monitoring of the water's edge on the 15th km of the marine beach Curonian spit. The measurements of the beach width, photographing, the analysis of the wind regime over the observation period made it possible to reveal the beach dynamics and the influence of the main regime-forming factor — the wind.

Ключевые слова: Куршская коса, короткопериодная динамика, мониторинг пляжа.

Key words: Curonian Spit, short-term dynamics, beach monitoring.

Песчаные пляжи находятся в зоне разрушения волн и являются наиболее динамичными формами прибрежного рельефа. В условиях безприливного побережья Куршской косы основное воздействие на них оказывают чередующиеся ветровые сгоны и нагоны морских вод. Штормовые ветры могут кардинально менять не только ширину пляжа, но и направление его развития.

© Рыльков О.В., Калина А.А., Жуковская И.П., 2020

В отличие от проблемы происхождения и эволюции Куршской косы динамика ее морских пляжей изучена недостаточно. В настоящее время эта проблема особенно актуальна в связи с ростом рекреационной значимости Куршской косы. Ее песчаные пляжи — не только ценный рекреационный ресурс, но и естественная защита берегов от абразии. В связи с интенсификацией работ по укреплению основания авандюны в настоящее время востребованы точные данные по динамике и устойчивости морских пляжей.

Цель данной работы — получение новых сведений о временной динамике уреза воды на основе анализа результатов, по итогам мониторинга морского пляжа.

Наблюдения за динамикой пляжа проводились в 2018—2020 гг. Исследования сводились к ежедневному измерению ширины пляжа в районе 15-го км Куршской косы. Берег в районе профиля аккумулятивный, сложен среднезернистыми хорошо отсортированными кварцевыми песками, с галькой и валунами до 5% (рис. 1).

Рис. 1. Участок мониторинга

Для оценки ветрового режима использованы данные автоматической метеостанции национального парка, установленной на 15-м км Куршской косы: ежесуточные данные направления и скорости ветра с шагом 1 час для всего периода наблюдений. Средняя скорость ветра за рассматриваемый период составила 3,8 м/с.

Анализ кривой повторяемости значений среднесуточной скорости ветра (рис. 2) показал, что преобладали ветры со скоростью 2—5 м/с (68%), штормовые ветры со скоростью 8—10 м/с отмечены в 2% случаев.

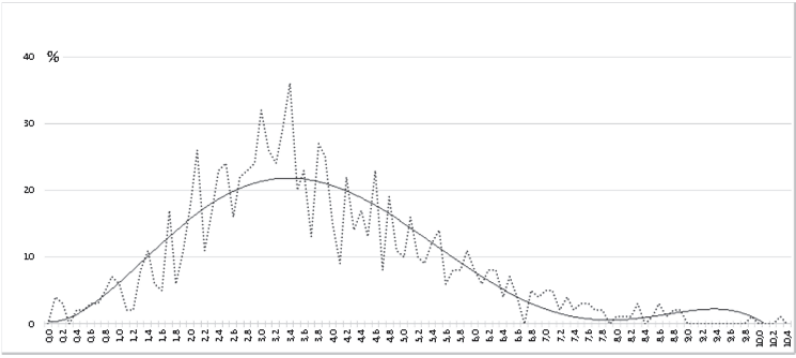
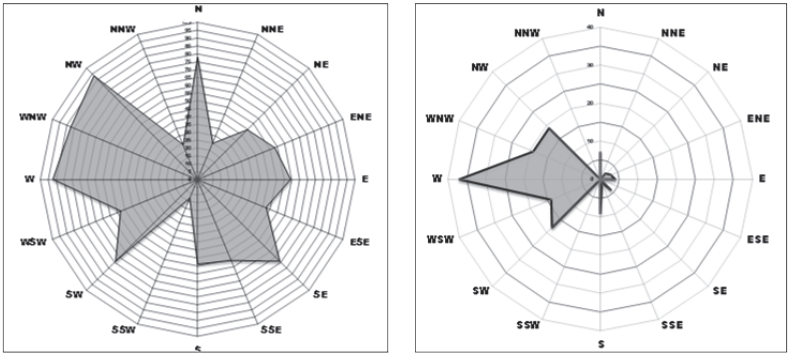


Рис. 2. Повторяемость ветра по средней скорости, м/с

Распределение ветров по направлениям (рис. 3, *а*) показало, что преобладали ветры преимущественно западных 43% (SW — 8%, WSW — 6%, W — 10%, WNW — 9%, NW — 10%) и восточных 42% (NE — 5%, ENE — 6%, E — 6%, ESE — 5%, SE — 8%, SSE — 6%, S — 6%) румбов.

С 2018 по 2020 г. наблюдалось увеличение штормовой активности (рис. 4). Так, например, если в 2018 г. было 26 дней с максимальной силой ветра более 16 м/с, то в 2019 г. — 52, а на 1.09.2020 уже 59. При этом 78% штормовых ветров составили ветры западных румбов (рис. 3, *б*).



а *б*

Рис. 3. Роза ветров 2018—2020 гг.:
а — распределение ветров по направлениям; *б* — роза ветров силой более 16 м/с

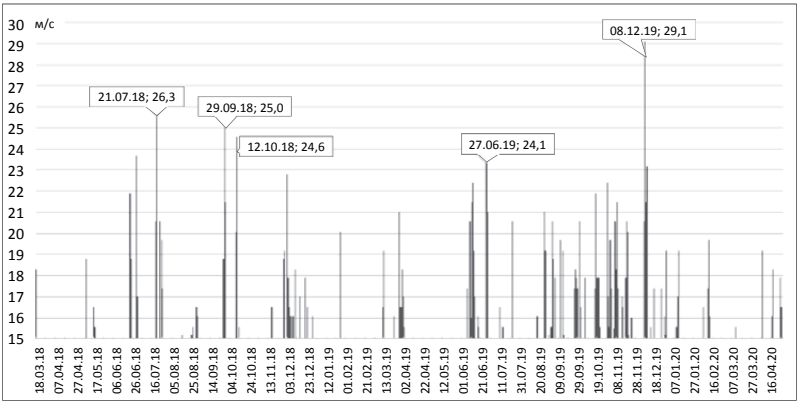


Рис. 4. Штормовая активность 2018—2020 гг.

Результаты исследований

Ход изменения ширины пляжа на профиле за весь период наблюдений представлен на рисунке 5. Анализ промерных данных показал, что на исследуемом участке в период наблюдений отмечен тренд уменьшения ширины пляжа. Средняя

ширина пляжа сократилась с 35 м в 2018 г. до 27 м в 2020 г. (табл.), чему содействовала безморозная зима 2019—2020 гг. с часто повторяющимися сильными ветрами западных румбов.

Результаты измерения ширины пляжа

Показатель	Ширина пляжа, м			Дата
	2018	2019	на 1.09.2020	
Среднее значение	35	32	27	—
Минимальная ширина	5	8	5	27.02.20
Максимальная ширина	48	53	46	01.02.19
Стандартное отклонение	6,7	8,5	8,6	—

Подобный характер изменчивости ширины пляжа чаще всего связан с нагонными явлениями в периоды усиления штормовой активности. Такие факторы, как приливы и сезонный ход уровня моря, вносят заметный, но не доминирующий вклад в формирование экстремальных сгонно-нагонных явлений [1— 3].

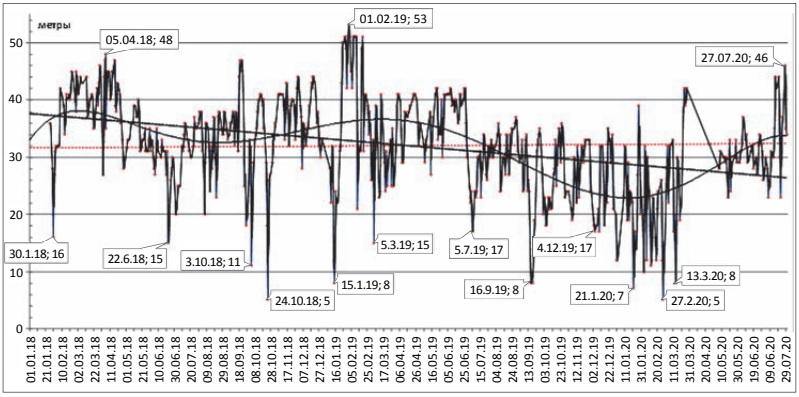


Рис. 5. Ежедневный ход ширины морского пляжа по данным замеров 2018—2020 гг.

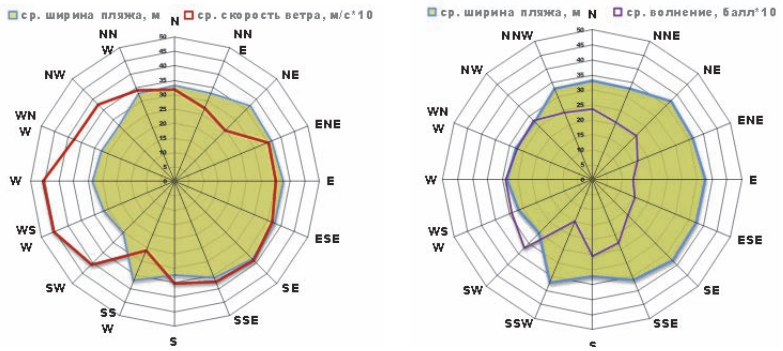
Минимальная ширина пляжа зафиксирована во время шторма 27.02.2020, вызванного атлантическим циклоном глубиной

980 гПа. Усиление западного ветра всего лишь до 16,5 м/с привело к максимальному сокращению ширины пляжа на профиле за период измерений (рис. 6). Этому способствовало повышение уровня моря во время серии предыдущих штормов [4].

Рис. 6. Абразионный уступ, образованный штормовыми волнами 27.02.2020

На рисунке 7, *а* продемонстрирована связь ширины пляжа с характеристиками ветра в момент наблюдений, которая показывает, что наименьшая ширина пляжа отмечалась при среднесуточной скорости ветра 3,8—4,5 м/с, NW, WNW, W, WSW, SW направлений. Для соразмерности шкал на рис. 7, *а* средняя скорость ветра увеличена в 10 раз.

На рисунке 7, *б* представлена связь ширины пляжа со средним волнением и направлением ветра. Наибольшую ширину пляжа обеспечивали ветры восточных направлений NE, ENE, E, ESE, SE с волнением моря не более 1—2 баллов (по 9-балльной шкале).



а *б*

Рис. 7. Связь ширины пляжа со средней скоростью ветра и его направлением в день замера (*а*); связь ширины пляжа со средним волнением моря и направлением ветра в день замера (*б*)

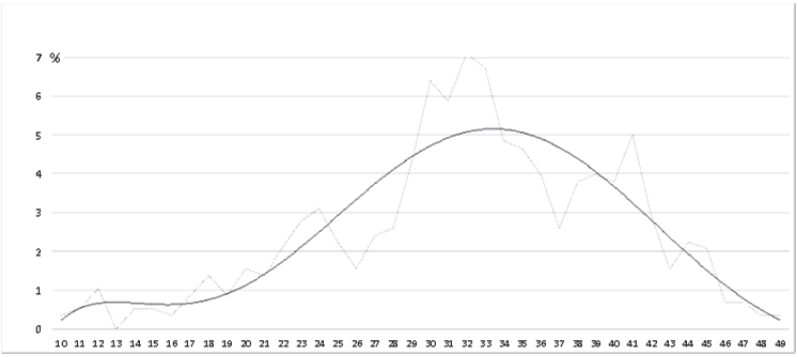


Рис. 8. Повторяемость измеренной ширины пляжа в 2018—2020 гг.

Несимметричность распределения повторяемости измеренных величин ширины пляжа (рис. 8) обусловлена, по-видимому, большей повторяемостью повышения уровня моря (нагона), при котором ширина пляжа сокращается, и меньшей

повторяемостью понижения уровня моря (сгона), при котором ширина пляжа увеличивается. Такая асимметрия отклика уровня моря на воздействие западных штормов может быть связана с эффектом понижения атмосферного давления во время прохождения циклона, которое всегда вызывает повышение уровня независимо от направления ветра [3; 4].

Ширина пляжа определяется изменчивостью ветроволнового режима и частотой штормов, которые могут кардинально изменить направление развития пляжа.

Выводы

По данным автоматической метеостанции период 2018—2020 гг. характеризовался преобладанием ветров со скоростью 2—5 м/с (68%случаев). Штормовые ветры со скоростью 8—10 м/с составляют 2% случаев. Средняя скорость ветра за рассматриваемый период — 3,8 м/с. Анализ кривой повторяемости значений среднесуточной скорости ветра показал, что преобладали ветры преимущественно западных 43% (SW — 8%, WSW — 6%, W — 10%, WNW — 9%, NW — 10%) и восточных 42% (NE — 5%, ENE — 6%, E — 6%, ESE — 5%, SE — 8%, SSE — 6%, S — 6%) румбов.

Анализ данных наблюдений, выполненных в период 25.01.2018 по 01.09.2020, позволил выделить масштабы размыва пляжа на указанном участке. Минимум ширины пляжа (5 м) установлен 27.02.2020. При этом на прилегающем участке с южной стороны образовался уступ размыва у самого основания авандюны. Средняя ширина пляжа составила 31 м . Максимальная ширина пляжа (53 м) зафиксирована 1.02.2020.

Отмечен устойчивый тренд уменьшения ширины пляжа за период наблюдений. С этим трендом совпадает тренд усиления волновой активности.

Сильный размыв пляжа происходит при высоком уровне моря во время серии нагонных явлений, при западных направлениях ветра.

Список литературы

1. *Медведев И.П.* Сезонные колебания уровня Балтийского моря // Метеорология и гидрология. 2014. № 12. С. 42—54.

2 *Медведев И.П., Рабинович А.Б., Куликов Е.А.* Приливные колебания в Балтийском море // Океанология. 2013. Т. 53, № 5. С. 596—611.

3. *Куликов Е.А., Медведев И.П.* Статистика экстремальных сгонно-нагонных явлений в Балтийском море // Там же. 2017. Т. 57, № 6. С. 858—870.

4. *Стонт Ж.И., Чурин Д.А., Ульянова М.О.* Динамика уровня моря на морском и лагунном побережье Куршской косы во время чрезвычайных ситуаций // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2019. Вып. 15. С. 183—194.

УДК 551.468.1:551.465.75(261.24)

Д.А. Чурин, Т.В. Буканова, Ж.И. Стонт
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

Межгодовая изменчивость аномалии уровня Юго-Восточной Балтики по данным спутниковой альтиметрии (1993–2018)

Анализ карт аномалий уровня, вычисленных по мультиспутниковым данным, которые объединены в узлы регулярной сетки координат методом оптимальной интерполяции, показал, что за период с 1993 по 2018 г. скорость изменения уровня Балтийского моря в акватории исследования составила 0,4 ± 0,02 см/год. Максимальные скорости роста уровня моря наблюдаются в открытой части акватории и побережья Калининградской области (0,33—0,35 см/год). Между

© Чурин Д.А., Буканова Т.В., Стонт Ж.И., 2020

данными уровнемера (пост г. Пионерский) и аномалиями уровня по спутниковым данным выявлена высокая прямая связь (коэффициент корреляции 0,88). Получена существенная зависимость уровня моря от типа циркуляции по Вангенгейму — Гирсу: усиление западного (W) индекса циркуляции логично приводит к подъему уровня (r = 0,72), восточного (E) индекса циркуляции — к понижению уровня (r = –0,75). Высокая прямая связь уровня с осадками (r = 0,82) и с увеличением количества штормов (r = 0,53) вполне объяснимы.

Analysis of the sea level anomaly maps compiled from multisatellite data, that were combined under the regular coordinate grid by the method of optimal interpolation, showed that the rate of sea level rise in the study area was 0.4 ± 0.02 cm/year for the period from 1993 to 2018. The maximum rates of sea level rise were observed in the open part of the aquatory and along the coast of the Kaliningrad region (0.33—0.35 cm/year). A strong positive correlation between the level gauge data (at Pionersky station) and level anomalies from satellite data was revealed (correlation coefficient r = 0.88). It was obtained that the sea level significantly depended on the Wangenheim — Girs circulation type: the increase of the western (W) circulation index logically led to the sea level rise (r = 0.72), and the increase of the eastern (E) circulation index was followed by the decrease of sea level (r = –0.75). The strong positive correlation of the sea level, precipitation (r = 0.82) and the increase of the number of storms (r = 0.53) is quite explainable.

Ключевые слова: Балтийское море, уровень моря, аномалии уровня моря, спутниковые данные.

Key words: Baltic Sea, sea level, sea level anomaly, satellite data.

Введение

Климатические изменения на региональном уровне выражаются в виде экстремальных явлений. Географическое положение Куршской косы делает ее особенно уязвимой к их воз-

действию. Краткосрочная изменчивость уровня моря как результат гидрометеорологических процессов наиболее сильно влияет на прибрежную зону как со стороны моря, так и со стороны залива. Результаты исследования сезонной и межгодовой изменчивости уровня моря на акватории Балтийского моря по данным спутниковой альтиметрии и прибрежных мареографов необходимы для оценок воздействия на окружающую среду при проведении региональных климатических исследований. Верификация данных спутниковых наблюдений с натурными данными, применение современного оборудования и методов обработки позволят сопоставить результат с другими районами Балтики и акваториями Мирового океана.

Материалы и методы

Для оценки долгопериодной изменчивость уровня Юго-Востока Балтийского моря использовались суточных данные спутниковой альтиметрии [1] за период с 1993 по 2018 г., распространяемые сервисом Copernicus — Marine environment monitoring service (Copernicus), который интегрирует измерения альтиметров группы спутников. Мультиспутниковые данные объединены в узлы регулярной сетки координат с применением метода оптимальной интерполяции [2]. Процедура объединения и контроля качества данных (внесение поправок, исключение артефактов и пр.) выполняется непосредственно сервисом, предоставляющим данные. Пространственное разрешение данных составляет 0,25° по широте и долготе, временное — 1 сутки. Среднеквадратическая ошибка данных составляет 3 см (для прибрежных районов). Рассмотрен такой параметр, как аномалии уровня (см), вычисленный относительно среднего за 1993—2012 гг. В качестве среднего уровня использовалась модель CNES_CLS11 [3]. Конвертация, усреднение данных и другие статистические расчеты проведены с применением языков программирования Python и Microsoft Visual FoxPro.

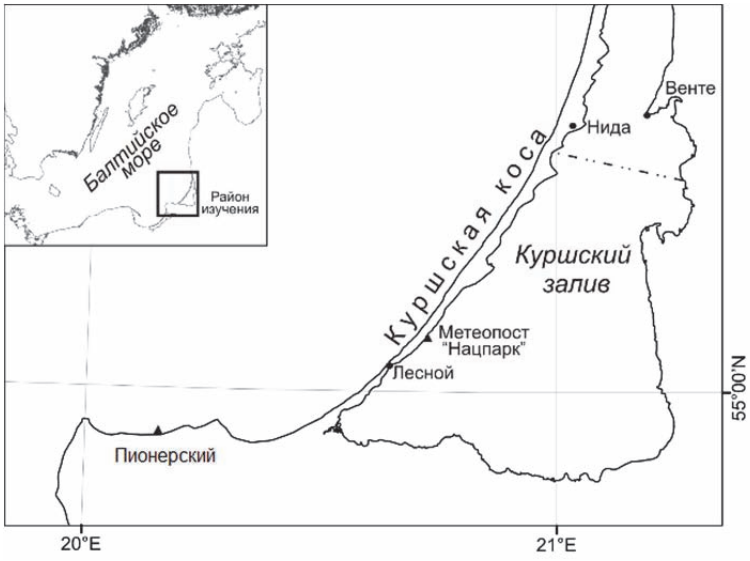


Рис. 1. Район исследования

Долговременные тренды рассчитаны с помощью линейной аппроксимации временных рядов методом наименьших квадратов. Достоверность полученных результатов оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты

С января 1993 г. по настоящее время изменчивость уровня юго-восточной части Балтийского моря хорошо прослеживается по данным спутниковой альтиметрии (рис. 2). Максимальные значения аномалии уровня моря приходятся на холодный период года: с ноября по февраль (30—45 см), а также в марте или апреле (20—26 см), что совпадает с максимумом речного стока в период весеннего половодья. С мая по сентябрь отклонение уровня моря от среднемноголетнего значения минимальны (от 1 до 10 см).

Результаты расчетов среднемесячных значений аномалии уровня моря показали, что за период с 1993 по 2018 г. скорость изменения уровня моря в акватории исследования составила 0,4±0,02 см/год (рис. 2). Более детальный анализ позволил выделить два подпериода: 1993—2004 гг. — максимальный подъем уровня моря со скоростью 0,4±0,03 см/год; 2005—2018 гг. — замедление темпа роста до 0,3±0,06 см/год.

Положительный тренд изменения уровня Балтийского моря (в среднем) находится в хорошем соответствии с увеличением уровня в морях Европы (0,25—0,4 см/год по данным [4]) при общем повышении уровня в Мировом океане на 0,34± ±0,04 см/год [5].

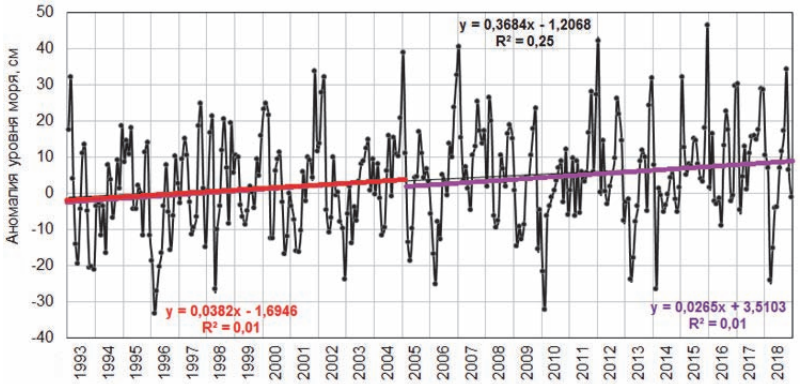


Рис. 2. Аномалии среднемесячного уровня моря
в юго-восточной части Балтийского моря
по данным спутниковой альтиметрии с 1993 по 2018 г.
Черная прямая линия показывает тренд уровня моря за 1993—2018 гг.;
красная прямая линия — тренд уровня моря для периода с 1993 по 2004 г.;
фиолетовая прямая линия — тренд уровня моря для периода с 2005 по 2018 г.
Соответствующими цветами показаны уравнения линейного тренда
для каждого периода

В пространственном аспекте наибольшие скорости роста уровня моря в регионе исследования приходятся на открытую

часть акватории и побережье Калининградской области — рост уровня моря равен 0,33—0,35 см/год. В Гданьском заливе и вдоль побережья Польши линейный тренд не превышает 0,3 см/год (рис. 3). По известным расчетам скорость роста уровня Балтийского моря составляет 0,41 ± 0,02 см/год, при этом в северной части моря линейный тренд выше, чем в западной [6; 7].

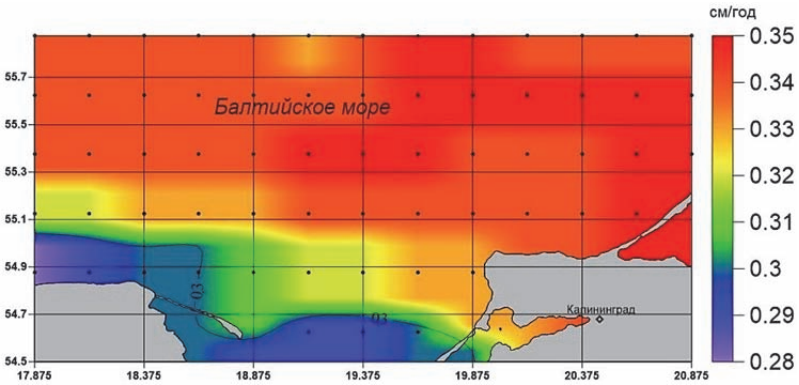


Рис. 3. Пространственное распределение скорости изменения уровня юго-восточной части Балтийского моря (см/год) за период с января 2004 г. по декабрь 2018 г. по данным спутниковой альтиметрии

За 1961—2018 гг. по данным уровнемерных постов в Калининградском заливе в устье реки Преголи установлен рост как среднегодового уровня (4,5 см/декада), так и минимального и максимального годовых уровней (соответственно, 3,4 и 1,2 см/декада) [8]. Что хорошо согласуется с результатами, полученными по данным спутниковой альтиметрии.

Рассчитанная корреляционная матрица позволила оценить степень тесноты связи между отдельными гидрометеорологическими и циркуляционными параметрами (табл. 1).

Таблица 1

Корреляционная матрица циркуляционных и измеренных параметров (2004—2018)

	Precip	W	C	E	$N_{шторм}$	$H_{Бм}$	$H_{Сп}$
Precip	1,00	**0,54**			**0,50**	**0,82**	**0,61**
W	**0,54**	1,00	**–0,62**	**–0,62**		**0,72**	**0,53**
C	–0,11	**–0,62**	1,00				
E	–0,11	**–0,62**	0,14	1,00		**–0,75**	**–0,60**
$N_{шторм}$	**0,50**	0,37	–0,10	–0,40	1,00	**0,53**	**0,52**
$H_{Бм}$	**0,82**	**0,72**	–0,25	**–0,75**	**0,53**	1,00	**0,88**
$H_{Сп}$	**0,61**	**0,53**	–0,08	**–0,60**	**0,52**	**0,88**	1,00

Примечание. Precip — количество осадков; W, C, E — индексы циркуляции Вангенгейма — Гирса; $N_{шторм}$ — количество штормов; H — уровень (Бм — уровнемер г. Пионерский , Сп — по данным спутника).

Получена существенная зависимость уровня моря от типа циркуляции. Усиление западного (W) индекса циркуляции логично приводит к подъему уровня ($r = 0{,}53 \div 0{,}72$), а усиление восточного (E) индекса циркуляции вызывает понижение уровня ($r = -0{,}6 \div -0{,}75$). Высокая прямая связь уровня с осадками ($r = 0{,}82$), регулярно пополняющими сток с водосборного бассейна Юго-Восточной Балтики, вполне объяснима, как и связь с увеличением количества штормов (прямая средняя связь $r = 0{,}53$), вызывающих соответствующее повышение уровня (нагон вод) или понижение уровня (сгон вод).

Между данными уровнемера (пост г. Пионерский) и аномалиями уровня по спутниковым данным за 1993—2018 гг.

выявлена высокая прямая связь (коэффициент корреляции 0,88), что позволяет сделать вывод о том, что процессы формирования уровня однонаправленные и репрезентативны на всей акватории Юго-Восточной Балтики, и для анализа изменчивости уровня можно использовать спутниковые данные.

Заключение

Проведенный анализ изменчивости уровня в юго-восточной части Балтийского моря *по данным спутниковой альтиметрии (1993—2018 гг.)* позволил сделать следующие выводы:

— скорость изменения уровня моря в акватории исследования составила $0{,}4 \pm 0{,}02$ см/год, что находится в хорошем соответствии с увеличением уровня в отдельных районах Балтийского моря (0,25—0,44 см/год) при общем повышении уровня в Мировом океане на $0{,}34 \pm 0{,}04$ см/год;

— в пространственном аспекте наибольшие скорости роста уровня моря в регионе исследования приходятся на открытую часть акватории и побережье Калининградской области — рост уровня моря равен 0,33—0,35 см/год. В Гданьском заливе и вдоль побережья Польши линейный тренд не превышает 0,3 см/год;

— между данными уровнемера (пост г. Пионерский) и аномалиями уровня по спутниковым данным выявлена высокая прямая связь (коэффициент корреляции 0,88);

— выявлена существенная зависимость уровня моря от типа циркуляции: усиление западного (W) переноса приводит к подъему уровня ($r = 0{,}53 \div 0{,}72$), а усиление восточного (E) — к понижению уровня ($r = -0{,}60 \div -0{,}75$);

— существует высокая прямая связь уровня с осадками ($r = 0{,}82$) и прямая средняя связь с увеличением штормов ($r = 0{,}53$) над юго-восточной частью Балтийского моря.

Благодарности. Сбор спутниковой информации, метеорологических и циркуляционных данных выполнен в рамках

государственного задания ИО РАН № 0149-2019-0013. Анализ изменчивости уровня выполнен при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калининградской области (грант № 19-45-390012).

Список литературы

1. *Спутниковые* альтиметрические данные / Satellite altimetry data [Электронный ресурс]. URL: http://www.aviso.altimetry.fr (дата обращения: 06.09.2019).

2. *Ducet N., Le Traon P.-Y., Reverdin G.* Global high resolution mapping of ocean circulation from TOPEX/Poseidon and ERS-1 and -2 // J. Geophys. Res., 2000. № 105. P. 19477—19498.

3. *Schaeffer P., Faugére Y., Legeais J.F. et al.* (2012) The CNES_CLS11 Global Mean Sea Surface Computed from 16 Years of Satellite Altimeter Data, Marine Geodesy, 35:sup1, 3—19, DOI: 10.1080/01490419.2012.718231

4. *Schuckmann K., Le Traon P.-Y., Smith N. et al.* (eds.): 2018, Copernicus Marine Service Ocean State Report. J. Oper. Oceanogr. 11. Sup 1. S1-S142. DOI: 10.1080/1755876X.2018.1489208

5. *Church J.A., White N.J.* Sea-Level Rise from the Late 19th to the Early 21st Century // Surv. Geophys. 2011. DOI 10.1007/s10712-011-9119-1.

6. *Madsen K.S., Høyer J.L., Suursaar Ü. et al.* Sea Level Trends and Variability of the Baltic Sea From 2D Statistical Reconstruction and Altimetry // Front. Earth Sci., 2019. № 7. P. 243. DOI: 10.3389/feart.2019.00243

7. *Pajak K., Blaszczak-Bak W.* Baltic sea level changes from satellite altimetry data based on the OptD method // Acta Geodynamica et Geromaterialia, vol. 16, no. 3, 2019, p. 235+. Accessed 13 Apr. 2020.

8. *Стонт Ж.И., Навроцкая С.Е., Чубаренко Б.В.* Многолетние тенденции изменчивости гидрометеорологических характеристик в Калининградском регионе // Океанологические исследования. 2020. Т. 48, № 1. С. 45—61.

Раздел 4

ИССЛЕДОВАНИЕ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ КУРШСКОЙ КОСЫ

УДК 908

В. А. Кожевников
Национальный парк «Куршская коса»

Архитектура объекта культурного наследия национального парка «Куршская коса» — Росситтенской кирхи

Проведен комплексный анализ архитектуры Росситтенской кирхи — объекта культурного наследия национального парка «Куршская коса». В результате сохранена уникальность архитектурного облика объекта.

Has been carried out a comprehensive analysis of the architecture of the Rossitten Church — an object of cultural heritage of the National Park «Curonian Spit». As a result, the uniqueness of the architectural appearance of the object has been preserved.

Ключевые слова: Росситтенская кирха, объект культурного наследия, национальный парк «Куршская коса», комплексный архитектурный анализ.

Key words: Rossitten Church, object of cultural heritage, the National Park «Curonian Spit», comprehensive architectural analysis.

© Кожевников В. А., 2020

Введение

Национальный парк «Куршская коса» включает в себя и сохраняет не только природные богатства, но и культурное наследие и традиции.

В связи с риском исчезновения объектов культурного наследия, их изучение и сохранение имеет большое значение. Постоянное наблюдение за объектами культурного наследия — это важное мероприятие, так как позволяет своевременно получать систематическую информацию по их состоянию и принимать управленческие решения по их поддержанию [3].

Для сохранения архитектурного своеобразия здания Росситтенской кирхи, находящегося на территории национального парка, был проведен комплексный архитектурный анализ объекта. Архитектура — материально и физически четко выраженный носитель исторической памяти, зримый маркер культурной идентичности [1].

Для исследования здания были собраны и изучены литературные источники, архивные и научно-проектные материалы. Проведено визуальное изучение архитектуры здания с подробной фотофиксацией.

Цель исследования — комплексное изучение архитектуры объекта культурного наследия национального парка «Куршская коса» — здания Росситтенской кирхи для сохранения своеобразия его архитектурного облика.

Материалы и методы

При выполнении комплексного анализа Росситтенской кирхи были определены композиционные, морфологические, стилистические и типологические характеристики здания [2].

В композиционном анализе рассмотрено соотношение и взаимное расположение частей, построение целого, т. е. рассмотрена композиция кирхи. Композиционный анализ включил в себя *анализ объемно-пространственной композиции* (форму здания в плане, высоту и толщину стен, форму крыши, нали-

чие объемных элементов) и *анализ композиции всех фасадов здания* (главный принцип построения, систему основных вертикальных и горизонтальных членений, количество осей и поэтажных рядов окон, расположение входов).

Результаты исследования композиционных характеристик здания отразились в рисунках для объемно-пространственного анализа и анализа композиции фасадов.

В морфологическом анализе Росситтенская кирха разложена на составные элементы архитектуры, что необходимо для определения образа и стиля здания. Прежде всего, в морфологическом анализе выявлены детали несущие основную образно-смысловую нагрузку (венчающие части здания (башенки, фронтоны, парапет), обрамления входов и окон (межэтажные пояса). Также установлены основные строительные материалы здания, металлические декоративные элементы. Определена цветовая палитра кровель, отделочных материалов стен, обрамления входов, рам окон и других элементов здания.

Результаты исследования морфологических характеристик здания внесены в таблицы, отражены в рисунках и схемах.

В стилистическом анализе, опираясь на композиционный и морфологический анализы (в которых выявлены яркие отличительные свойства архитектурных элементов, материалы и конструктивные решения), а также, учитывая время проектирования и строительства здания, определен архитектурный стиль, в котором Росситтенская кирха построена.

В архитектурно-типологическом анализе определен основной тип здания, который бывает жилым, общественным, промышленным и культурным, а также вид здания, который входит в один из четырех типов.

В жилом типе зданий выделяются следующие виды: жилой дом, доходный дом и усадьба городского типа. Общественный тип включает в себя: учебные, лечебные, культурно-просветительские и развлекательные, благотворительные, научно-исследовательские, административные виды. Промышленные здания классифицируются по производственному виду деятельно-

сти, например швейная фабрика, издательский дом, архитектурный дом, агрофабрика и др. В культурный тип включают монастыри, церкви, колокольни и часовни.

Результаты и обсуждения

Композиционный анализ.

В результате анализа объемно-пространственной композиции кирхи определено, что здание в плане прямоугольной формы, с треугольной двухскатной крышей у базилики, полуконической крышей у апсиды, а также пирамидальными крышами у пинаклей и башенки-колокольни (рис. 1).

Рис. 1. Форма здания в плане (*а*) и форма крыши (*б*)

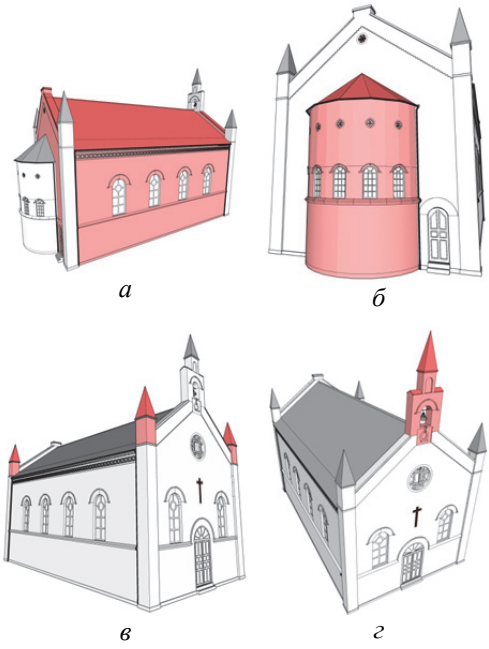


Рис. 2. Объемные элементы в архитектуре Росситтенской кирхи: *а* — базилика; *б* — апсида; *в* — пинакли; *г* — башенка-колокольня

В архитектуре Росситтенской кирхи присутствуют такие объемные элементы, как: безнефная базилика, апсида на лицевом фасаде здания, башенка-колокольня на заднем фасаде, четыре пинакли, нагружающие столбы, расположенные по углам базилики (рис. 2).

Анализ композиции здания Росситтенской кирхи по каждому фасаду позволил установить следующее.

1. Основной принцип построения лицевого и заднего фасадов (без учета расположения и формы дверных и оконных проемов) — симметричный, а принцип построения боковых фасадов — асимметричный (рис. 3).

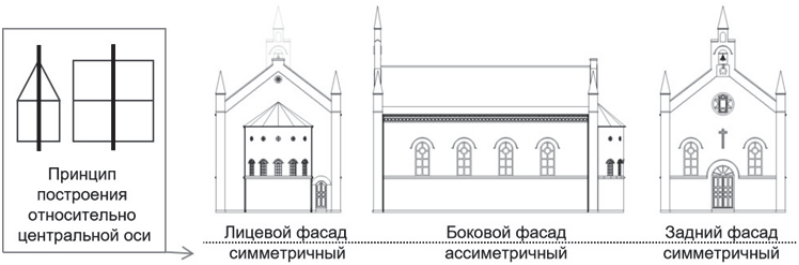


Рис. 3. Принцип построения

2. На лицевом фасаде здания четыре вертикальных членения (рис. 4): три из которых — выпуклости (два по краям и одно по середине фасада), это плоскости пинаклей и апсиды; одно членение — впадина (по середине фасада), это плоскость стены базилики.

На заднем и боковых фасадах по три вертикальных членения (рис. 4): два членения — выпуклости (по краям фасадов), это плоскости пинаклей; одно членение — впадина (по середине фасадов), это плоскость стены базилики.

3. Лицевой фасад здания имеет четыре основных горизонтальных членения, или тяги (рис. 5): первая тяга отделяет цоколь базилики от ее стены, а также цоколь апсиды от ее стены;

вторая тяга делит стену апсиды на две части: нижнюю — без проемов и верхнюю — с оконными проемами; третья тяга отделяет стену апсиды от полуконической крыши; четвертая тяга, которая из горизонтального положения переходит в наклонные и снова заканчивается горизонтальным положением, отделяет стену базилики от парапета.

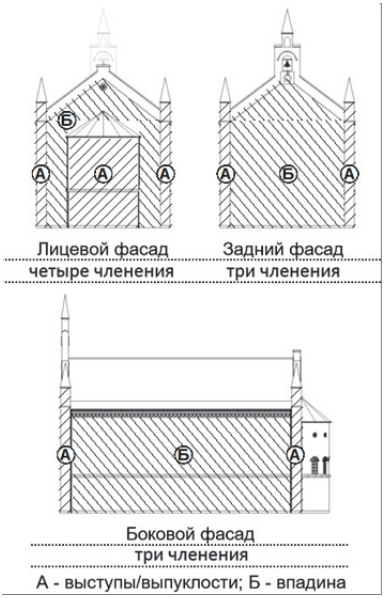


Рис. 4. Вертикальные членения

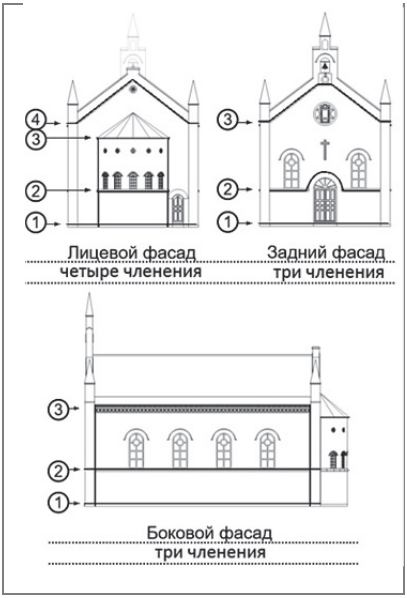


Рис. 5. Горизонтальные членения

Задний и боковые фасады здания имеют по три горизонтальных членения, или тяги (рис. 5). На боковых фасадах: первая тяга отделяет цоколь от стены базилики, вторая тяга разделяет стену базилики на две части (на глухую стену и стену с оконными проемами), а третья тяга отделяет стену базилики от кровли.

На заднем фасаде: первая тяга отделяет цоколь от стены с дверным проемом, вторая тяга разделяет стену базилики на

две части (на стену с дверным проемом и на стену с оконными проемами), третья тяга, которая из горизонтального положения переходит в наклонные и снова заканчивается горизонтальным положением, отделяет стену базилики от парапета.

4. Здание кирхи одноэтажное с чердаком.

5. На лицевом фасаде размещены пять оконных проемов в один ряд — на апсиде. На боковых фасадах расположено по четыре оконных проема в один ряд. На заднем фасаде — четыре оконных проема уже в два ряда: три на первом этаже (из которых одно полукруглое над дверью) и одно на чердаке (рис. 6).

6. Входы в здание кирхи находятся на лицевом и заднем фасадах. Вход на заднем фасаде является главным (рис. 6).

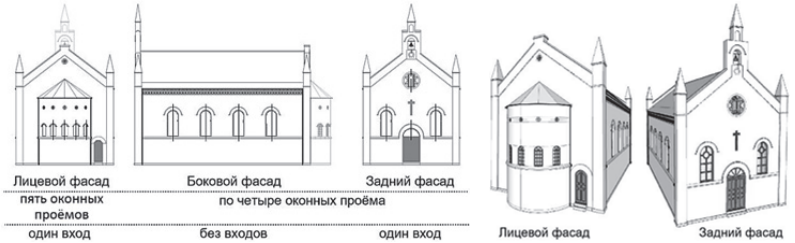


Рис. 6. Количество оконных и дверных проемов

Морфологический анализ.

По результатам морфологического анализа архитектурных деталей определено своеобразие здания Росситтенской кирхи.

1. *Башенка-колокольня*.

Главное украшение Росситтенской кирхи — башенка-колокольня, которая расположена в западной задней части здания (рис. 7).

В центральной части башенки находится звонница (или звон), выполненная в виде арки под колокол на перекладине. Чтобы предохранить стену от стирания веревкой, которой приводили в движение колокол, прямо под звонницей сделано спе-

циальное углубление и прикреплен металлический валик для фиксирования веревки в одном положении. Сверху арку «подчеркивает» декоративный выступ дугообразной формы.

Верхняя часть башенки-колокольни, размещенной над звонницей, имеет декоративные углубления, имитирующие окошки (с восточной и западной стороны), и пирамидальное завершение (крышу).

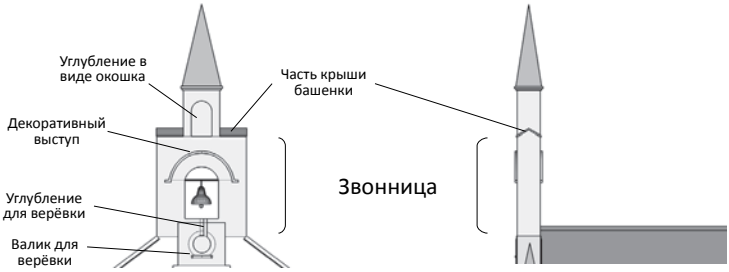


Рис. 7. Башенка-колокольня Росситтенской кирхи

2. *Пинакли*.

Росситтенскую кирху украшают четыре пинакли — декоративные копьевидные башенки (см. рис. 2 на с. 181). Пинакли нагружают угловые столбы, которые укрепляют и визуально дополняют углы базилики (вытянутая прямоугольная в плане часть здания). От угловых столбов пинакли отделены вертикальными поясками (тягами), продолжающими наклонные выступы, которые ограничивают верхние края щипцовых фронтонов.

3. *Парапет*.

Лицевой и задний фасады кирхи, завершает парапет, повторяющий скаты крыши.

4. *Кровля*.

На базилике в качестве кровельного материала применена черная сланцевая черепица. Для завершения апсиды, пинаклей и башенки-колокольни использованы листы жести. Парапет защищен от разрушения металлическими колпаками (рис. 8).

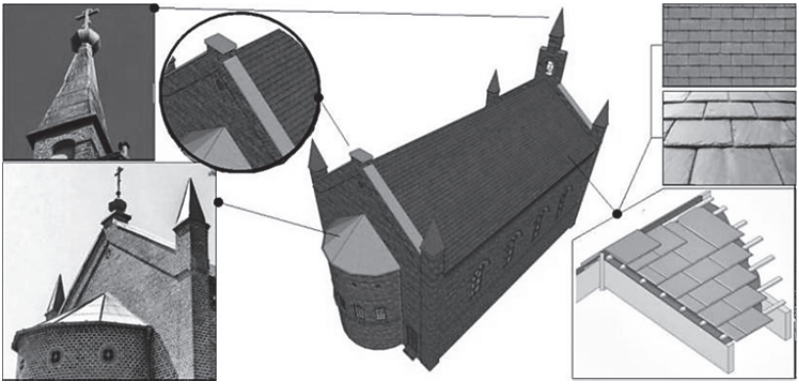


Рис. 8. Материалы кровли Росситенской кирхи

5. *Щипцовые фронтоны* (верхняя треугольная часть переднего и заднего фасадов).

У основания оба щипцовые фронтона ничем не ограничены, являясь одной плоскостью с этажной стеной (рис. 9). Верхние края фронтонов ограничены наклонными выступами, оформленными в виде лесенок кирпичной кладкой.

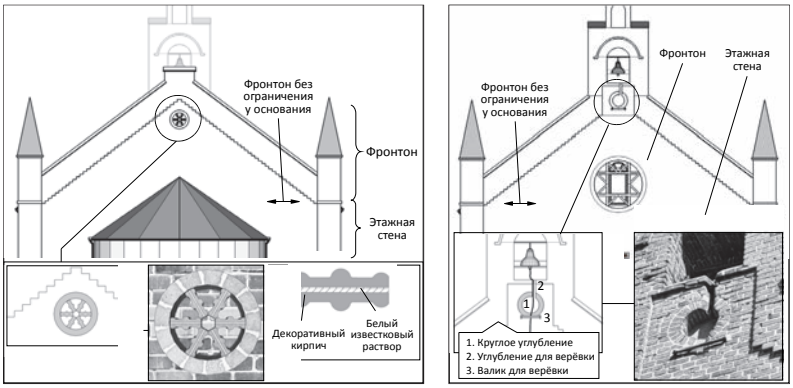


Рис. 9. Щипцовые фронтоны

На заднем фасаде наклонные выступы не сходятся в одной точке, как на лицевом фасаде, а имеется переход на основание башенки-колокольни. Таким образом, происходит сливание плоскости щипцового фронтона с плоскостью основания башенки (рис. 9).

На лицевом щипцовом фронтоне, в его верхней части, есть небольшая ниша под декоративный элемент в виде шестиконечной звезды. На заднем щипцовом фронтоне, у его основания — большое круглое углубление под окно.

6. *Апсида*.

У лицевой стороны Росситтенской кирхи полукруглая апсида, которая представляет собой алтарный выступ, ориентированный на восток. Основание апсиды защищено выступающим цоколем. В ее центральной части находятся подоконный карниз и пять окон над ним. В верхней части над каждым окном размещены пять небольших круглых ниш с декоративными элементами внутри. Крыша апсиды имеет вид полукупола (рис. 10).

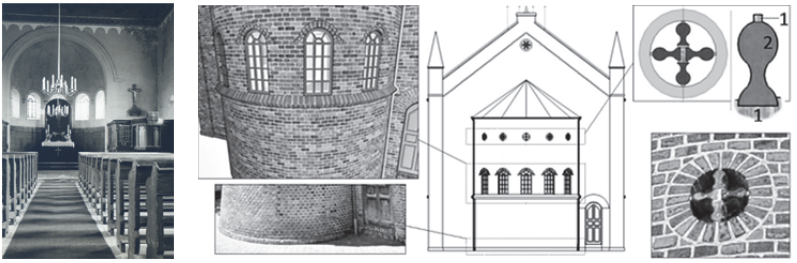


Рис. 10. Апсида:
1 — белый известковый раствор; *2* — декоративный кирпич

7. *Базилика*.

Основной частью строения Росситтенской кирхи является базилика — прямоугольная в плане часть здания, с зальным внутренним пространством (см. рис. 2 на с. 181, рис. 11).

Базилика у основания защищена выступающим цоколем. А ее углы визуально дополнены и укреплены угловыми столбами, которые нагружены пинаклями (рис. 11).

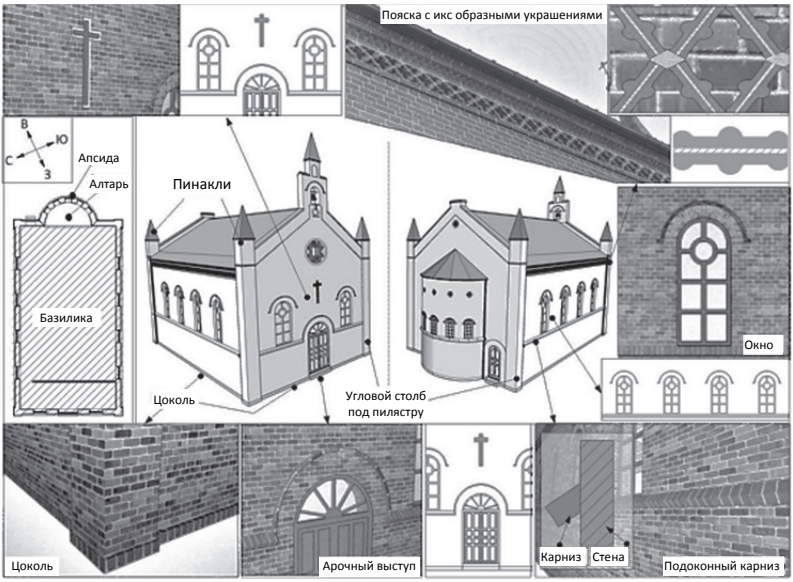


Рис. 11. Базилика

В центральной части базилики, с задней и боковых сторон, тянется подоконный карниз. На задней стороне он прерывается дверным проемом, но связывается арочным выступом, расположенным над дверным проемом (рис. 11). На боковых сторонах базилики, в верхней части, расположены пояски, которые отделяют стену базилики от крыши. Они выполнены в виде углубления с декоративными, иксообразными, украшениями. В центральной части базилики, на задней стороне, находится углубление под крест.

8. *Окна*.

У здания Росситтенской кирхи два типа окон: арочной и полукруглой формы. В совокупности их семнадцать. Шестнадцать арочных (десять больших, пять маленьких витражных, одно одностворчатое чердачное) и одно окно полукруглое (рис. 12).

Два больших арочных окна расположены на заднем фасаде и по четыре окна — на боковых фасадах. На апсиде — пять небольших витражных арочных окон. На заднем фасаде, над дверным проемом, находится одно полукруглое окно. У основания фронтона, в круглом углублении — чердачное одностворчатое арочное окно.

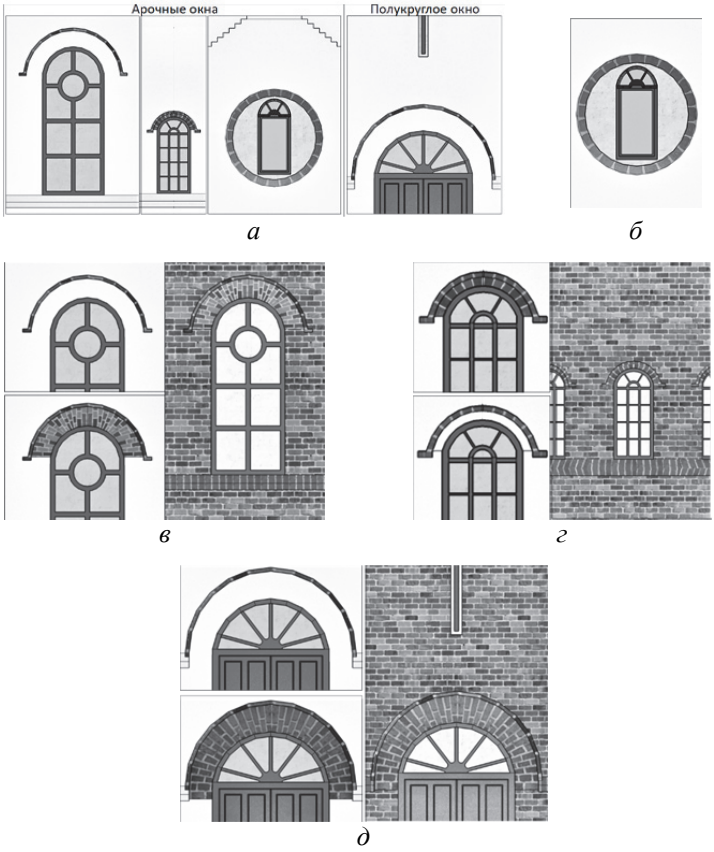


Рис. 12. Окна Росситтенской кирхи:
а — типы окон; *б* — одностворчатое арочное окно;
в — большое арочное окно; *г* — витражное арочное окно;
д — полукруглое окно

Над большими арочными окнами (которые расположены на боковых и заднем фасадах здания), над витражными окнами (у апсиды) и над полукруглым окном (на заднем фасаде) кирпичная кладка выложена полукругом, ограниченная сверху дугообразным выступом (рис. 12).

9. *Дверные проемы*.

Дверные проемы у кирхи размещены с двух сторон. Первый — с лицевой восточной стороны, а второй — с задней западной стороны здания.

Над дверными проемами, как и над окнами, кирпичная кладка выложена по дуге в виде полукруга, ограниченная сверху выступом.

10. *Строительные материалы*.

Росситтенская кирха практически полностью построена из красного кирпича на белом известковом растворе — основном строительном материале здания.

11. *Металлические элементы*.

Главные металлические элементы в архитектуре здания Росситтенской кирхи: кровельные жестяные листы апсиды, пилястр и завершения башенки-колокольни; защитные колпаки на парапетах; чугунные рамы окон у апсиды; водосточная система и колокол в звоннице башенки-колокольни.

12. *Цветовое решение*.

Палитра здания Росситтенской кирхи включает в себя два основных цвета по международному стандарту RAL: коричневый и серый. Кирпич, двери и оконные рамы (на боковых и задней сторонах базилики) коричневого цвета. Кровельный материал здания и рамы окон у апсиды серого цвета.

По международному стандарту RAL, у здания Росситтенской кирхи около шести оттенков этих двух цветов, (RAL: 7015, 7039, 7048, 8004, 8016, 9006).

Архитектурно-стилистический анализ.

Росситтенская кирха представляет собой продольное в плане здание — базилику с апсидой, расположенной с восточной стороны. Такая композиция считается самой распростра-

ненной у церковных сооружений в романской архитектуре: базилика у кирхи без нефов, т. е. с зальным внутренним пространством.

Другие яркие признаки кирхи: простой общий силуэт с достаточно мощными стенами, высокие узкие окна, арочные выступы над оконными проемами, декоративные башенки — пинакли, венчающая башенка-колокольня на западном фасаде, простая внешняя отделка — только кирпич, главный вход с западной стороны здания. Здание отличается крупными объемными формами и массивностью, отсутствием архитектурных излишеств и минимальными декоративными элементами.

Всё это создает образ крепости. Приведенные характерные признаки относятся к романской архитектуре.

Проект Росситтенской кирхи разработал известный архитектор Фридрих Август Штюлер (1800—1865). Возвели кирху уже под руководством архитектора Тишлера в 1872 г. В этот период, в связи с возросшим интересом к прошлому, стало развиваться такое направление в архитектуре, как историзм, смыслом которого было воспроизведение духа и форм предшествующих исторических стилей с применением уже современных материалов и технологий. Историзм включал в себя множество подвидов: псевдовизантийский, псевдоегипетский, псевдороманский, псевдоготика, псевдомавританский и другие.

Таким образом, исходя из периода разработки проекта Росситтенской кирхи, года ее строительства и ярко проявленных отличительных признаков, можно сделать вывод, что архитекторы имитировали стиль романской архитектуры, применяя более современные материалы. Следовательно, Росситтенская кирха построена в псевдороманском архитектурном стиле как подвид историзма.

Архитектурно-типологический анализ.

Здание Росситтенской кирхи с момента начала строительства и по 1945 г. относилось к культурному типу и церковному виду (была лютеранской церковью).

После 1945 г. в здании какое-то время размещался мукомольный цех, позднее — фабрика по вязанию рыбацких сетей. В это время здание относилось к промышленному типу и соответственно имело вид мукомольный цех и сетевязальная фабрика.

В 1992 г. здание передали православной общине. С этого времени и по сегодняшний день оно относится к промышленному типу и церковному виду (православная церковь).

Заключение

Здание Росситтенской кирхи является памятником регионального значения. Результаты проведенного комплексного архитектурного анализа позволяют восстановить аутентичный облик объекта при его реставрации.

Список литературы

1. *Белинцева И.В.* Архитектура Восточной Пруссии в Калининградской области: проблемы осмысления и сохранения // Историческая экспертиза. СПб. : Нестор-История, 2016. № 3. С. 123—144.

2. *Лисицына А.В.* Методические указания по изучению историко-культурного наследия исторического поселения для магистрантов и аспирантов по специальности 05.23.20 — Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия. Н. Новгород, 2011.

3. *Рыльков О.В., Майорова Ю.А., Жуковская И.П., Калина А.А.* Новые сведения по объекту культурного наследия национального парка «Куршская коса» — Выставочный павильон музея орнитологической станции «Фогельварте Росситтен» // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017. Вып. 13. С. 185—191.

4. *Demereckas K., Ramanauskienė M., Januševičius J. et al.* Kursiu Nurijos Tradicine Architektüra. Studija ir rekomendacijos pastatu savininkams ir statytojams. Klaipėda : Libra Memelensis, 2011. S. 370—372.

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1

ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

Губарева И.Ю. Видовое разнообразие семейства *Polygonaceae* Juss. — Спорышевые (Гречиховые) в национальном парке «Куршская коса» 6

Губарева И.Ю. Видовое разнообразие семейства *Plantaginaceae* Juss. — Подорожниковые национального парка «Куршская коса» 22

Раздел 2

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

Александрова М.Б., Голубкова Т.А., Рябчун В.А. Современное состояние основных промысловых видов рыб в российской части Куршского залива 31

Иванюков К.А. Интенсивность использования кормовых ресурсов копытными на территории национального парка «Куршская коса» 42

Судник С.А., Егорова Ю.Е. Морфометрическая изменчивость и рост экзоскелета креветки *Palaemon elegans* Rathke 1837 (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) у побережья Куршской косы 52

Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю., Авдеева Е.В. Особенности зоо- и бактериопланктона озера Лебедь в 2018 году 67

Раздел 3

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ, КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

Борисенко А.Д., Цветкова Н.Н., Ласкина Д.Н. Гидрохимическая характеристика болота Свиного по наблюдениям в 2019 году 77

Крек Е.В., Стонт Ж.И., Буканова Т.В. Ледовые условия в акватории Куршской косы по спутниковым данным 88

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

Майорова Ю.А. О порядке расчета и проблемах регулирования допустимых нагрузок на примере национального парка «Куршская коса» 137

Напреенко-Дорохова Т.В., Напреенко М.Г., Соснина И.А., Субетто Д.А., Орлов А.В., Лукашев Н.А. Исследование донных отложений водно-болотных экосистем Куршской косы 150

Рыльков О.В., Калина А.А., Жуковская И.П. Результаты измерения ширины морского пляжа на Куршской косе 161

Чурин Д.А., Буканова Т.В.,. Стонт Ж.И. Межгодовая изменчивость аномалии уровня Юго-Восточной Балтики по данным спутниковой альтиметрии (1993—2018) 169

Раздел 4

ИССЛЕДОВАНИЕ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ КУРШСКОЙ КОСЫ

Кожевников В.А. Архитектура объекта культурного наследия национального парка «Куршская коса» — Росситтенской кирхи 178

CONTENTS

Chapter 1

FLORISTIC RESEARCH

Gubareva I. Synopsis of the family *Polygonaceae* Juss. — Knotweed (Buckwheat) of the Curonian Spit national park..... 6

Gubareva I. Abstract of the family *Plantaginaceae* juss. — Plantains of the Curonian Spit national park..... 22

Chapter 2

FAUNISTIC RESEARCH

Aleksandrova M., Golubkova T., Ryabchun V. The Current State of the Main Commercial Fish Species in the Russian Part of the Curonian Lagoon..... 37

Ivaniukov K. Intensity of using forage resources by ungulates on the territory of the National Park «Curonian spit» 45

Sudnik S., Egorova Yu. Morphometric variability and exoskeleton growth of the shrimp *Palaemon elegans* Rathke 1837 (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) off the coast of the Curonian Spit 56

Tsibaliova G., Kuzmin S., Avdeeva E. Features of zoo- and bacterioplankton of Lebed lake in 2018 .....

Chapter 3

CLIMAT, GEOLOGY AND LANDSCAPES RESEARCH

Borisenko A., Tsvetkova N., Laskina D. Hydrochemical characteristics of the Svinoe swamp based on observations in 2019..... 77

Krek E., Stont Zh., Bukanova T. Ice conditions in the waters of the Curonian Spit according to satellite data..... 88

Lange E., Gerb M., Ezhova E., Volodina A., Kocheshkova O., † Rodionova N., Korolyova J., Taran V. Results of environmental monitoring of the coastal zone of the Curonian Lagoon in the territory of the national park « Curonian spit » in 2019 99

Maiorova Iu. About the procedure for calculation and problems of regulating permissible loads on the territory of national parks when organizing environmental tourism 137

Napreenko-Dorokhova T., Napreenko M., Sosnina I., Subetto D., Orlov A., Lukashev N. Investigations of bottom deposits in wetland ecosystems of the Curonian spit 150

Rylkow O., Kalina A., Zhukovskaya I. The results of dayly beach monitoring on the coast of the Curonian Spit 161

Churin D., Bukanova T., Stont Zh. Interannual variations of sea level anomaly of the South-eastern Baltic Sea from satellite altimetry data (1993—2018) 169

Chapter 4

CULTURAL HERITAGE RESEARCH

Kozhevnikov V. Architecture of the cultural heritage site of the National Park «Curonian Spit» — Rossitten Church 178

Научное издание

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

Сборник научных статей

Выпуск 16

Составитель
Жуковская Ирина Петровна

Редактор *Н. Н. Мартынюк*. Корректор *Н. Н. Генина*
Верстка *Л. В. Миловидовой*

Подписано в печать 23.03.2021 г.
Формат 60×90 $^{1}/_{16}$. Усл. печ. л. 12,3
Тираж 100 экз. Заказ 26

Издательство Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта
236022, г. Калининград, ул. Гайдара, 6