ISSN 2410-8677

ФГБУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК "КУРШСКАЯ КОСА"»

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

Сборник научных статей

Выпуск 14

Издательство
Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта
2018

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

Редколлегия

А. А. Калина, директор
А. А. Поплавский, заместитель директора
И. П. Жуковская, старший научный сотрудник

П78 **Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»** : сборник научных статей. Вып. 14 / сост. И. П. Жуковская. — Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2018. — 163 с.

В сборнике представлены статьи, подготовленные по материалам исследований, проведенных на территории национального парка «Куршская коса» в период 2016—2017 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"», 2018

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 14

Publisher
Immanuel Kant Baltic Federal University
2018

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

Editorial board

A. Kalina, chef
A. Poplavskiy, deputy chief
I. Zhukovskaya, senior research officer

Problems of explore and conservation natural and cultural heritage of the national park «Kurshskaya kosa» : Collection of scientific articles. Is. 14 / Compiler I. Zhukovskaya. Published by IK BFU, Kaliningrad, RF, 2018. 163 p.

The book is a collection of articles based on materials research carried out in the national park «Kurshskaya kosa» during the period from 2016 to 2017.

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"», 2018

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 специалистами Зоологического института РАН, Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Балтийского федерального университета им. И. Канта, Калининградского государственного технического университета, Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, почвенного факультета МГУ им. М. В. Ломоносова.

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 изменении может использоваться для оценки экологической ситуации в регионе, а также при формировании текущих и перспективных планов развития национального парка.

Сборник подготовлен по материалам исследований, проведенных на территории парка в 2016—2017 гг.

Научный отдел НП «Куршская коса»

Раздел 1

ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

УДК 582.936.1.(470.26)

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

Видовое разнообразие семейств из порядков *Dipsacales* и *Gentianales* национального парка «Куршская коса»

Для российской части территории национального парка «Куршская коса» (Калининградская область России) впервые составлены аннотированные списки порядков Dipsacales и Gentianales. Порядок Dipsacales представлен 6 семействами, 12 родами и 18 видами, из которых 11 видов — дикорастущие или ушедшие из культуры, а 7 встречаются только в культуре. Порядок Gentianales включает 4 семейства, 5 родов, 14 видов и 1 гибрид. Среди рассмотренных растений два вида — Linnaea borealis и Nymphoides peltata — являются редкими и охраняемыми.

For the Russian part of the territory of the national park «Curonian Spit» (Kaliningrad region of Russia), annotated lists of orders of Dipsacales and Gentianales were compiled for the first time. The order of Dipsacales is represented by 6 families, 12 genera and 18 species, of which 11 species are wild or have left culture, and seven are found only in culture. The order Gentianales includes 4 families, 5 genera, 14 species and one hybrid. Among the plants examined, two species: Linnaea borealis and Nymphoides peltata, are rare and protected.

© Губарева И.Ю., 2018

Ключевые слова: порядок *Dipsacales*, порядок *Gentianales*, семейства, Куршская коса, жизненная форма, встречаемость, места обитания, охраняемые виды.

Key words: oder *Dipsacales*, oder *Gentianales*, families, Curonian Spit, habitats of species, occurrence, habitats, protected species.

На протяжении более десяти лет научным отделом национального парка «Куршская коса» (НП «КК») проводятся работы по ревизии флоры. За этот период осуществлено множество маршрутных исследований различных фитоценозов косы. Итогом каждого полевого сезона стало обобщение материалов по одной или нескольким таксономическим группам (чаще всего в ранге семейства). В настоящее время подробно изучены и составлены аннотированные списки для растений из 27 семейств, в том числе наиболее подробно проанализирован видовой состав и состояние редких растений [1—10]. Как правило, списки видов составляются по единой структуре. Это позволяет в дальнейшем проводить сопоставления, сравнительный анализ, обобщения и давать некоторые прогнозы о динамике видового состава флоры заповедной территории.

В настоящей статье подводится итог литературного анализа [11; 13; 14] и маршрутных обследований по видовому составу флоры из двух порядков: *Dipsacales* и *Gentianales*, представленных на косе 10 семействами. Структура конспектов аналогична опубликованным ранее. Расположение семейств в порядках, родов и видов — по алфавиту. Латинские названия приведены согласно таксономической обработке, представленной во «Флоре Европейской части СССР» [11] и «Определителе сосудистых растений Северо-Западной России» [12]. В скобках указаны наиболее распространенные синонимы. Дикорастущие и заносные виды, встречающиеся в НП «КК», имеют нумерацию, а встречающиеся только в культуре не пронумерованы. Географический элемент и зональная приуроченность указаны по Н.Н. Цвелёву [12]; жизненная форма — по классификации C. Raunkier [15] и W. Rothmaler [16]; характер встречаемости на косе с учетом шкалы Друде от cop.2 до soc.; пространственное распространение вида по территории НП — с привязкой к квартальной сетке двух участковых лесничеств.

Часть видов, приведенных в статье, хранится в гербарной коллекции автора (Gubareva I. Yu.).

В статье приняты следующие сокращения и обозначения:

адв. — адвентивный
аз. — азиатский
ам. — американский
аркт. — арктический
афр. — африканский
бол. — болотный
в. — восток, восточный
водн. — водный
гренл. — гренландский
декор. — декоративный
дюн. — дюнный
евр. — европейский
евраз. — евроазиатский
з. — запад, западный
ЗД — участковое лесничество «Золотые дюны»
ЗЛН — участковое лесничество «Зеленоградское»
интр. — интродуцент
кавк. — кавказский
кв. — квартал
корм. — кормовой
лек. — лекарственный
лесн. — лесной
луг. — луговой
медон. — медоносный
опуш. — опушечный
пищ. — пищевой
пос. — поселок
прибр. — прибрежный
с. — северный
сиб. — сибирский
сорн. — сорный
ср. — средний, среднее
субтр. — субтропический
техн. — технический
умер. — умеренный
циркумбор. — циркумбореальный
ю. — юг, южный

▼ — интродуценты
► — адвентивные виды (чужеродные, заносные)
* — вид, занесенный в Красную книгу Калининградской области (2010) со статусом «1» — «находящиеся под угрозой исчезновения»

! — вид, занесенный в Список растений, требующих внимания Красной книги Калининградской области (2010)

? — данные о встречаемости вида требуют дополнительных подтверждений
V (VI) — сроки цветения по месяцам (в скобках указаны отдельные случаи раннего или повторного цветения)

Все иллюстрации — автора статьи, за исключением тех, где указаны иные авторы.

Порядок *Dipsacales* — Ворсянкоцветные

1. Семейство *Adoxaceae* Trautv. — Адоксовые (Мускусные)

1. *Adoxa moschatellina* L. — **Мускусница обыкновенная** (рис. 1)[*].

Геофит. IV—V (VI). Рассеянно. Встречается в мелколиственных лесах, ольшаниках, зарослях кустарников, реже — в сосновых лесах по всей территории косы. — Лесн.; циркумбор., умер.

2. Семейство *Caprifoliaceae* Juss. — Жимолостные

*** 1. *Linnaea borealis*** L. — **Линнея северная** (рис. 2).

Хамефит. VI—VIII. Очень редко. Этот низкорослый стелющийся полукустарничек встречается «в старовозрастных сосняках-зеленомошниках центральной части косы» [7]. Также в 2003 г. он отмечался Кристианом Дольником (*Christian Dolnik*) на полянах с сосной горной и черной, кроме того, на опушке березняка [14]. — Лесн.; циркумбор., аркт, умер. — Декор.

Вид занесен в Красную книгу Калининградской области с категорией «1» — находящиеся под угрозой исчезновения [10].

▼; ► 2. *Lonicera caprifolium* L. — **Жимолость каприфоль** (Ж. козья) (рис. 3).

Нанофанерофит. V—VI (VII). Редко. Культивируется в поселках и на базах отдыха как декоративноцветущая лиана. Имеется единственная находка нескольких одичавших экземпляров, обнаруженная в сосняке-зеленомошнике западнее пос. Рыбачий [Gubareva I. Yu.]. — Культ., адв.; ср. и ю.евр.-ю.з.аз., ю. умер. — Декор.

[*] Здесь и далее иллюстрации см. с. 17—24

▼ ***L. involucrata*** (Richards) Banks ex Spreng. — **Ж. покрывальная** (рис. 4).

Нанофанерофит. V—VI. Очень редко. Культивируется в поселках косы на территориях зон отдыха и приусадебных участках. — Интр.; с.ам., умер. — Декор.

▼ ***L. periclymenum*** L. — **Ж. вьющаяся** (рис. 5).

Нанофанерофит. VI—VII (VIII). Очень редко. Культивируется в пос. Лесной и Морское как декоративноцветущая лиана. — Интр.; з. и ю.евр., ю. умер. — Декор.

▼ ***L. tatarica*** L. — **Ж. татарская** (рис. 6).

Нанофанерофит. V—VI (VII). Редко. Культивируется в поселках и на базах отдыха в качестве живых изгородей, изредка встречается на пустырях в местах старых посадок. — Интр.; ю.в.евр.-ю.сиб.-ср.аз., умер. — Декор.

3. *L. xylosteum* L. — **Ж. обыкновенная** (рис. 7).

Нанофанерофит. V—VI. Часто. Встречается во всех типах лесов за исключением переувлажненных ольшаников, а также по опушкам и полянам. — Лесн.; евр.-з.сиб., с.умер. — Декор., лек., техн.

▼; ► **4. *Symphoricarpos rivularis*** Suksdorf. — **Снежноягодник белый** (рис. 8).

Нанофанерофит. VI—VIII. Рассеянно. Культивируется в поселках и на турбазах как декоративный вид. Встречается в местах старых посадок (например, на автостоянках), изредка обитает в сосняках и мелколиственных лесах, по опушкам и обочинам дорог, по берегу залива (пос. Лесной) как ушедший из культуры. — Интр., адв.; с. ам., умер. — Декор.

▼ ***Weigela florida*** (Bge) A. DC. — **Вейгела цветущая** (пышная) (рис. 9).

Нанофанерофит. (V) VI (VII). Очень редко. Культивируется в поселках косы на территориях зон отдыха, реже — на приусадебных участках. — Интр.; в.аз., ю. умер.-субтр. — Декор.

В озеленении встречаются также экземпляры, представляющие сорта некоторых гибридов (*W. x hybrida*), с разнообразной окраской цветков и листьев.

3. Семейство *Dipsacaceae* Juss. — Ворсянковые

▼ ***Dipsacus laciniatus*** L. — **Ворсянка разрезаная** (рис. 10).

Терофит, гемикриптофит. VI—VIII. Очень редко. Изредка культивируется на приусадебных участках в поселках косы. При прополке с мусором попадает на свалки, где образует небольшие сезонные скопления. — Интр., адв.; евр., ю.умер. — Декор., медон.

▼; ► 1. ***D. pilosus*** L. — **В. волосистая** (рис. 11).

Терофит, гемикриптофит. VII (VIII). Очень редко. Изредка культивируется на приусадебных участках в поселках. — Интр.; евр., ю.умер. — Декор., медон.

2. *Knautia arvensis* (L.) Coult. — **Короставник полевой** (рис. 12).

Гемикриптофит. VII—VIII. Рассеянно. Встречается по лугам, в придорожных луговинах, на опушках сосняков, в березняках. — Опуш.-луг.; евр.-з.аз., умер. — Декор.

3. *Succisa pratensis* Moench — **Сивец луговой** (рис. 13).

Гемикриптофит. VI—VIII. Редко. Известны только находки на лугах и в березняках в окрестности пос. Рыбачий. — Опуш.-луг.; евр.-з.аз., умер. — Декор.

4. Семейство *Sambucaceae* Batsch ex Borkh. — Бузиновые

1. *Sambucus nigra* L. — **Бузина черная** (рис. 14).

Мезофанерофит. V—VI. Часто. Ольшаники, реже — смешанные леса и опушки, канавы и берега водоемов, обочины

дорог, сорные места. — Лесн., сорн. (адв.); евр.-кавк., ю., умер. — Декор., лек., пищ.

2. *S. racemosa* L. — **Б. кистистая** (красная) (рис. 15).

Нанофанерофит. IV—V. Часто. Увлажненные мелколиственные и смешанные леса, опушки, сорные места. — Лесн., сорн.; евр., умер. — Декор., лек.

5. Семейство *Valerianaceae* Batsch — Валериановые

1. *Valeriana officinalis* L. s. l. — **Мяун** (Валериана) **лекарственный** (рис. 16).

Гемикриптофит. VI—VIII. Рассеянно. Встречается по окраинам болот, болотистым лугам, берегам водоемов, в ольшаниках. — Бол.-луг.; евр., умер. — Лек.

2. *Valerianella locusta* (L.) Laterr. — **Валерианелла колосковая** (рис. 17).

Терофит. IV—V. Редко. Встречается на мелкотравных лугах по побережью Куршского залива, на полянах и опушках, реже — в разреженных березняках. — Опуш.-луг.; евр.-ю.з.аз., ю. умер. — Пищ., лек.

6. Семейство *Viburnaceae* Rafin. — Калиновые

Viburnum opilus L. — **Калина обыкновенная** (рис. 18).

Мезофанерофит. V—VI. Рассеянно. Смешанные леса, реже — сосняки, обочины дорог, на границе лес — дюны. — Опуш.-лес.; евр.-с.афр.-з.сиб.-ю.з. и ср.аз., ю. умер. — Лек., пищ., декор.

На территории поселков культивируется декоративная форма *V. op.* `*Rosea*` (рис. 19) (калина «Снежный шар») с шаровидными соцветиями, состоящими из стерильных цветков.

Порядок ***Gentianales*** — **Горечавкоцветные**

1. Семейство ***Apocinaceae*** Lindl. — **Кутровые**

▼; ► **1. *Vinca minor*** L. — **Барвинок малый** (рис. 20).

Хамефит. V (VI). Редко. Встречается в озеленении поселков, зон отдыха, автостоянок как почвопокровное растение. Есть несколько фактов ухода из культуры, например, с территории старого немецкого кладбища (пос. Рыбачий) в расположенный рядом смешанный лес. — Интр., адв.; евр.-ю.з.аз., ю.умер. — Декор.

Кроме исходного вида выращивается форма с желтопятнистыми листьями — *'Aureovariegata'*.

2. Семейство ***Gentianaceae*** Juss. — **Горечавковые**

1. *Centaurium erythraea* Rafn — **Золототысячник обыкновенный** (рис. 21).

Терофит, гемикриптофит. VII—VIII. Редко. Встречается на лугах, по мелкотравным полянам и опушкам. Большая часть популяции сосредоточена в луговых фитоценозах южнее пос. Рыбачий. — Опуш.-луг.; евр.-з.аз., умер. — Декор., лек.

! 2. *C. pulchellum* (Sw.) Druce — **3. красивый** (рис. 22).

Терофит. VI—VII. Очень редко. Встречается по мелкотравным лугам на берегу Куршского залива. В литературе имеются сведения о распространении вида на лугах у Sarkau (пос. Лесной) в 1898 г. [13]. — Луг.; евр.-ю.з. и ср.аз., умер. — Лек.

Вид внесен в Список растений, нуждающихся в особом внимании Красной книги Калининградской области (2010) [9].

3. Семейство ***Menyanthaceae*** Dumort. — **Вахтовые**

1. *Menyanthes trifoliata* L. — **Вахта трехлистная** (рис. 23).

Гемикриптофит. V—VI. Рассеянно. Болотистые луга по берегу залива, особенно в корневой части косы, окраины ни-

зинных болот, мелиоративные канавы на низинных лугах. — Бол.-луг. (прибр.-бол.); циркумбор., аркт.-умер. — Лек.

*** 2. *Nymphoides peltata*** (S.G.Gmel.) O.Kuntze — **Болотоцветник щитолистный** (рис. 24).

Гемикриптофит. (V) VI—VII. Очень редко. Встречается «в прибрежной части Куршского залива, обычно в небольших заводях вместе с кубышками, телорезом и водокрасом. Выявлено два места обитания вида в корневой зоне Куршской косы. Общие площади ценопопуляций невелики и насчитывают в среднем от 7—9 до 15 особей» [7]. — Водн.; евраз., умер. — Декор.

Вид занесен в Красную книгу Калининградской области с категорией «1» — находящиеся под угрозой исчезновения [1].

4. Семейство *Rubiaceae* Juss. — Мареновые

1. *Galium album* Mill. [*G. mollugo* subsp. *album* (Mill.) Tzvel.; *G. erectum* Huds.] — **Подмаренник белый** (рис. 25).

Гемикриптофит. VI—VIII. Обычно. Встречается по мелкотравным лугам и полянам, опушкам сосняков, в березовых лесах, на слабозадернованных дюнах. Часто как аспектирующий вид. — Опуш.-луг., (дюн.-луг.); евр.-з.аз., умер.

2. *Galium aparine* L. — **П. цепкий** (рис. 26).

Терофит. VI—X (XI). Обычно. Ольшаники и влажные смешанные леса, заросли кустарников, обочины дорог, канавы, берега водоемов, сорные места. — Лесн., сорн.; с. ам.-евр.-з.аз., умер.

3. *G. boreale* L. — **П. северный** (рис. 27).

Гемикриптофит. VI—VIII. Редко. Мезофитные луга и поляны, реже — по обочине шоссе и в сосняках. — Опуш.-луг.; евраз., аркт.- умер. — Декор.

? *G. intermedium* Schult. [*G. schultesii* Vest.; *G. aristatum* L.] — **П. промежуточный**

Гемикриптофит. V—VI (VII). Очень редко. Известна единственная находка вида в корневой части косы на тенистой поляне в смешанно-широколиственном лесу (Губарева, 2008). — Лесн.; евр.-з.аз. и ср.аз., ю. умер.

4. *G. mollugo* L. — **П. мягкий** (рис. 28).

Гемикриптофит. (V) VI—VIII. Редко. Мелколиственные леса, опушки и поляны, реже — тенистые сосняки и умеренно увлажненные придорожные луговины, квартальные просеки. — Опуш.-лесн.; евр.-з.аз., умер. — Декор.

5. *G. odoratum* (L.) Scop. [*Asperula odorata* L.] — **П. душистый** (Ясменник душистый) (рис. 29).

Геофит. V—VI. Редко. Широколиственные и смешанные леса в корневой части косы, а также старовозрастные хвойные леса в районе пос. Рыбачий. — Лесн.; евраз., умер. — Декор.

6. *G. palustre* L. — **П. болотный** (рис. 30).

Гемикриптофит. VI—VIII. Часто. На болотистых лугах, по берегам водоемов, в болотистых лесах (ольшаники, березняки). — Прибр.-бол.; евр.-ю.з.аз., умер.

7. *G.* X ***pomeranicum*** [*G. verum* L. x *G. mollugo* s. l.; *G. ochroleucum* Wolfn.] — **П. померанский**

Гемикриптофит. VI—VIII. Редко. Разреженные мелколиственные леса, опушки и поляны, реже — среди ив на дюнах, либо на слабозадернованных дюнах. — Опуш.-луг. (дюн.-луг.); евр.-з.аз., умер.

► **8. *G. spurium*** L. — **П. ложный**

Терофит. VII—IX. Очень редко. В 2014 г. обнаружено два экземпляра растения на участке нарушенной кабанами дернины луга (место зимней подкормки диких копытных, юго-западнее пос. Рыбачий (56 кв. 3Д)). — Сорн; адв.; евр.-ю.з.аз., ю. умер.

9. *G. uliginosum* L. — **П. топяной** (рис. 31).

Гемикриптофит. VI—VIII. Часто. Сырые мелколиственные леса, переувлажненные луга, берега водоемов, окраины болот. — Бол.-луг.; гренл.-евраз., аркт. -умер.

10. *G. verum* L. — **П. настоящий** (рис. 32).

Гемикриптофит. VI—VIII (IX). Рассеянно. Суходольные луга, опушки, березовые леса, реже по обочине шоссе и на полянах в сосняках. — Луг., опуш.-луг.; евраз., умер. — Декор.

Таким образом, порядок *Dipsacales* представлен во флоре НП «КК» 6 семействами, 12 родами и 18 видами, из которых 11 видов — дикорастущие или ушедшие из культуры, а 7 встречаются только в культуре.

Порядок *Gentianales* представлен 4 семействами, 5 родами, 14 видами и 1 гибридом, кроме того, нахождение *G. intermedium* на косе еще требует уточнения.

Среди рассмотренных растений два вида — *Linnaea borealis* и *Nymphoides peltata* — являются редкими с категорией «1» (находящиеся под угрозой исчезновения), а *Centaurium pulchellum* внесен в Список растений, нуждающихся в особом внимании Красной книги Калининградской области (2010) [1; 7; 9; 10].

Представители обоих порядков распространены почти во всех фитоценозах косы, за исключением развеваемых дюнных песков. Самое многочисленное — семейство *Rubiaceae* (девять видов и один гибрид). Жизненные формы в порядках представлены всеми группами за исключением типичных гидрофитов. Установлено, что большинство представителей по зональной приуроченности относится к растениям, распространенным в умеренной зоне, а геоэлементы представлены широким кругом групп, среди которых преобладают евро-западноазиатские.



Рис. 1. *Adoxa moschatellina* L.



Рис. 2. *Linnaea borealis* L.
Фото А. Ковальчук



Рис. 3. *Lonicera caprifolium* L.



Рис. 4. *L. involucrata* (Richards) Banks ex Spreng.



Рис. 5. *L. periclymenum* L.



Рис. 6. *L. tatarica* L.



Рис. 7. *L. xylosteum* L.



Рис. 8. *Symphoricarpos rivularis* Suksdorf.



Рис. 9. *Weigela florida* (Bge) A. DC.



Рис. 10. *Dipsacus laciniatus* L.



Рис. 11. *D. pilosus* L.



Рис. 12. *Knautia arvensis* (L.) Coult.



Рис. 13. *Succisa pratensis* Moench



Рис. 14. *Sambucus nigra* L.



Рис. 15. *S. racemosa* L.



Рис. 16. *Valeriana officinalis* L. s. l.



Рис. 17. *Valerianella locusta* (L.) Laterr.



Рис. 18. *Viburnum opilus* L.



Рис. 19. *Viburnum opilus `Rosea`*



Рис. 20. *Vinca minor* L.



Рис. 21. *Centaurium erythraea* Rafn.



Рис. 22. *C. pulchellum* (Sw.) Druce
Фото А. Ковальчук



Рис. 23. *Menyanthes trifoliata* L.

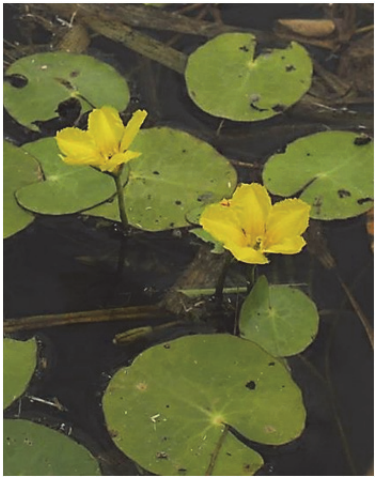


Рис. 24. *Nymphoides peltata* (S.G.Gmel.) O.Kuntze
Фото А. Ковальчук



Рис. 25. *Galium album* Mill.



Рис. 26. *Galium aparine* L.



Рис. 27. *G. boreale* L.



Рис. 28. *G. mollugo* L.



Рис. 29. *G. odoratum* (L.) Scop.



Рис. 30. *G. palustre* L.



Рис. 31. *G. uliginosum* L.



Рис. 32. *G. verum* L.

Список литературы

1. *Губарева И.Ю.* Болотоцветник щитолистный — *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) O. Kuntze // Красная книга Калининградской области / под ред. В.П. Дедкова, Г.В. Гришанова. Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010. С. 173.

2. *Губарева И.Ю.* Ботанические объекты // Особо ценные природные и культурные объекты национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. / сост. О.В. Рыльков, И.П. Жуковская. Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2009. С. 9—36.

3. *Губарева И.Ю.* О редких и охраняемых видах растений луговых сообществ национального парка «Куршская коса» // Проблемы природопользования, сохранения биоразнообразия и культурного наследия на особо охраняемых природных территориях России : сб. матер. всерос. науч.-практ. юбилейной конф., посвящ. 30-летию национального парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017. С. 23—41.

4. *Губарева И.Ю.* Раздел 2 : Флора и растительность. Подраздел 2.1 : Редкие и охраняемые виды растений. Тема: Библиографический обзор публикаций по флоре национального парка «Куршская коса» за период 2005—2015 гг., содержащих информацию о редких и охраняющихся видах растений из различных таксономических групп и типов фитоценозов косы // Научные исследования редких видов растений и животных в заповедниках и национальных парках Российской Федерации за 2005—2014 гг. / отв. ред. Д.М. Очагов. М. : ВНИИ Экология, 2015. Вып. 4. С. 409—412.

5. *Губарева И.Ю.* Редкие виды растений Красной книги России в естественных фитоценозах НП «Куршская коса» // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. ст. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. Вып. 12. С. 14—34.

6. *Губарева И.Ю.* Редкие и охраняемые виды растений в лесных фитоценозах НП «Куршская коса» // Сб. стат. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Научные исследования в заповедниках и национальных парках России», посвящ. 25-летнему юбилею НП «Водлозерский». Петрозаводск, 29 августа — 4 сентября 2016 г. Петрозаводск, 2016. С. 62.

7. *Губарева И.Ю.* Редкие и охраняемые виды флоры национального парка «Куршская коса» / И.Ю. Губарева. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017.

8. *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.

9. *Губарева И.Ю., Соколов А.А.* Список таксонов, не включенных в Красную книгу Калининградской области, нуждающихся в особом внимании. Растения // Красная книга Калининградской области / под ред. В.П. Дедкова, Г.В. Гришанова. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2010. С. 296.

10. *Соколов А.А.* Линнея северная — *Linnaea borealis* L. // Красная книга Калининградской области / под ред. В.П. Дедкова, Г.В. Гришанова. Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010. С. 120.

11. *Флора* Европейской части СССР / отв. ред. А.Н. Федоров, ред. тома Ю.Л. Меницкий. Л. : Наука, 1978. Т. 3.

12. *Цвелев Н.Н.* Определитель сосудистых растений Северо-Западной России. СПб. : Изд-во СПХФА, 2000. С. 381—404.

13. *Abromeit J., Jentzsch A., Vogel G.* Flora von Ost- und Westpreussen. Berlin, 1903. Bd. 2. S. 348—376.

14. *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.

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

16. *Rothmaler W.* Exkursionsflora von Deutschland. Gefasspflanzen. Berlin, 1958.

УДК 582.926.2.(470.26)

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

Конспект семейства *Solanaceae* Juss. – Пасленовые национального парка «Куршская коса»

Для российской части территории Куршской косы впервые составлен конспект семейства Solanacea Juss. *Семейство представлено 12 видами из 9 родов. Среди рассмот-*

© Губарева И.Ю., 2018

ренных растений четыре вида — Datura stramonium L., Hyoscyamus niger L., Solanum dulcamara L., S. nigrum L. — являются дикорастущими, остальные встречаются только в культуре.

At present of the National Park «Curonian Spit» (Kaliningrad Region) we introduce the synopsis of species of the Solanacea Juss. This synopsis includes 12 species from 9 genus. Among the plants examined, four are wild: Datura stramonium L., Hyoscyamus niger L., Solanum dulcamara L., S. nigrum L. and the later are found only in colture.

Ключевые слова: конспект, семейство *Solanacea* Juss., Куршская коса, жизненная форма, встречаемость, места обитания.

Key words: abstract, family *Solanacea* Juss., Curonian Spit, habitats of species, occurrence, species habitat.

В статье представлен конспект видов семейства *Solanaceae* Juss. Структура конспекта, условные обозначения и сокращения приняты аналогичным в предыдущей статье данного и всех предыдущих сборников. Все виды размещены в алфавитном порядке латинских названий.

В ходе многолетних наблюдений на территории национального парка был установлен видовой состав семейства, который представлен 12 видами из 9 семейств. Большинство растений являются пищевыми или декоративными культурами и только четыре вида: *Datura stramonium* L., *Hyoscyamus niger* L., *Solanum dulcamara* L., *S. nigrum* L., — дикорастущие. Они обитают главным образом в рудеральных местах. Кроме того, *S. dulcamara* представляет вид с очень широкой экологической валентностью и способен произрастать как во влажных биотопах, так и в условиях дюнных песков при незначительном водном балансе.

Растения данного семейства не играют существенной средообразующей роли в фитоценозах косы, однако имеют значение как важные элементы в общем биоразнообразии заповедной территории. Каждый из них в отдельности упоминался

лишь в списках флоры Калининградской области без подробного описания о нахождении на территории НП «Куршская коса», в том числе в списках немецких ботаников [3] и послевоенных конспектах флоры области [1; 2].

Семейство *Solanaceae* Juss. — Пасленовые

▼ ***Capsicum annum*** L. — **Стручковый перец однолетний** (овощной перец) (рис. 1)*.

Терофит. VII—VIII. Редко. Изредка культивируется на приусадебных участках в поселках, в основном как парниковая культура. — Интр.: ам.; ю. умер.-троп. — Пищев., лек., декор.

1. *Datura stramonium* L. — **Дурман обыкновенный** (д. вонючий) (рис. 2).

Терофит. VII—IX (X). Очень редко. Встречается на мусорных местах и пустырях в поселках. Обнаружен, например, у берега Куршского залива в пос. Рыбачий (2003, 2010) — Сорн., руд.: ам.; ю.умер.-субтроп. — Ядов., декор.

2. *Hyoscyamus niger* L. — **Белена черная** (рис. 3).

Терофит, гемикриптофит. VI—IX. Очень редко. Обнаружена единственный раз за период наблюдений на заросшем газоне в пос. Рыбачий (2016). — Сорн., руд.: евраз.-с.афр; ю. умер. — Ядов., лек..

▼; ► ***Lycopersicon esculentum*** Mill. — **Томат съедобный**, помидор

Терофит. VI—VIII. Часто. Культивируется на приусадебных участках в поселках в качестве пищевой культуры. Иногда встречается на свалках мусора, образованных после прополки на огородах, а также в пляжевой зоне залива (места отдыха туристов). — Интр.: ю. ам.; троп. — Пищ., лек.

* Здесь и далее иллюстрации см. с. 30—33

▼ ***Nicandra physaloides*** (L.) Gaertn. — **Никадра физалисовидная** (рис. 4).

Терофит. VII—VIII (IX). Очень редко. Отмечена на приусадебном участке как декоративная культура в пос. Лесной (2008). Не популярна. — Интр.: ам.; ю. умер.-троп. — Декор., ядов.

▼ ***Nicatiana alata*** Link et Otto [*N. affinis* Moore] — **Табак крылатостебельный** (Душистый табак) (рис. 5).

Терофит. VII—VIII (IX). Редко. Культивируется на клумбах (приусадебные участки в поселках, территории баз отдыха). — Интр.: ю.ам.; троп. — Декор.

▼ ***Petunia*** x ***atkinsiana*** D. Don. [*P.* x *hybrida* (Hook.) Vilm.] — **Петуния гибридная**, П. Аткинса (рис. 6).

Терофит. VII—VIII (IX). Рассеянно. Культивируется на клумбах, в модульных цветниках, в вертикальном озеленении (приусадебные участки в поселках, территории баз отдыха). — Интр.: ю.ам.; троп. — Декор., медон.

▼; ► ***Physalis alkekengi*** L. — **Физалис обыкновенный** (рис. 7).

Гемикриптофит. V—VIII. Редко. Изредка культивируется на приусадебных участках в поселках косы. Отмечены единичные случаи ухода из культуры (свалки из мусора при прополке садовых участков в пос. Рыбачий и Морской). — Интр.: ю. евр.- ю.з. аз.; ю. умер. — Декор., лек.

3. ***Solanum dulcamara*** L. — **Паслен сладко-горький** (рис. 10, 11).

Хамефит. VII (VIII). Обычно. Этот лазящий полукустарник встречается во всех фитоценозах Куршской косы, но предпочитает увлажненные болотистые берега водоемов, канавы, влажные ольшаники. Также может обитать на авандюне среди злаков и разнотравья, реже — на незакрепленных песках. — Бол.-прибр.-лесн. и дюн.; евр.-з.аз., умер. — Лек., декор.

▼ ***S. melongena*** L. — **П. темноплодный,** баклажан

Терофит. VII—VIII. Очень редко. Редкая, непопулярная на косе овощная культура, выращиваемая исключительно в парниках на приусадебных участках в поселках. — Интр.: ю. аз.; ю. умер.-троп. — Пищ.

4. *S. nigrum* L. — **П. черный** (рис. 8).

Терофит. VII—IX (X). Рассеянно. Встречается на мусорных местах, среди сорняков на приусадебных участках в поселках, также в прибрежной зоне Куршского залива и оз. Лебедь. — Сорн., руд.; евраз., ю. умер. — Пищ.

▼; ► ***S. tuberosum*** L. — **П. клубненосный,** картофель (рис. 9).

Терофит, VI—VII. Обычно. Популярная пищевая культура на приусадебных участках в поселках. Изредка встречается на свалках мусора, образованных при прополке огородов. — Интр.: ср. и ю.ам.; ю. умер.-троп. — Пищ., техн.



Рис. 1. ***Capsicum annum*** L.



Рис. 2. ***Datura stramonium*** L.



Рис. 3. ***Hyoscyamus niger*** L.



Рис. 4. ***Nicandra physaloides*** (L.) Gaertn.



Рис. 5. ***Nicatiana alata*** Link et Otto



Рис. 6. ***Petunia*** x ***atkinsiana*** D. Don.



Рис. 7. ***Physalis alkekengi*** L.



Рис. 8. ***Solanum nigrum*** L.



Рис. 9. ***Solanum tuberosum*** L.



Рис. 10. ***S. dulcamara*** L.(плоды)



Рис. 11. ***S. dulcamara*** L.(цветущий экземпляр у подножья авандюны)

Список литературы

1. *Губарева И.Ю., Дедков В.П., Напреенко М.Г. и др.* Сем. *Solanaceae* L. // Конспект сосудистых растений Калининградской области : справочное пособие / Калинингр. ун-т ; под ред. В.П. Дедкова. Калининград, 1999. С. 81.

2. *Победимова Е.Г.* Сем. *Solanaceae* L. — Пасленовые // Состав флоры Калининградской области и ее распространение и хозяйственное значение // Тр. Бот. Ин-та АН СССР. 1955. Сер. 3, вып. 10. С. 310.

3. *Abromeit J., Jentzsch A., Vogel G.* Fam. *Solanacen* L. // Flora von Ost- und Westpreussen. Berlin, 1898. Bd. 1. S. 587—593.

Раздел 2

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

УДК 574.625

А. В. Гущин
Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН
И. Н. Лысанский
Филиал АО «Концерн Росэнергоатом»
Дирекция строящейся Балтийской атомной станции (Балтийская АЭС)

Случай массового появления сибирского осетра (*Acipenser baerii*) в Куршском заливе

В результате аварии на рыбоводном хозяйстве в Польше на р. Грабова в конце августа 2017 г. в Балтийское море ушло около 50 тыс. особей сибирского осетра (Acipenser baerii) и небольшое количество русского осетра (Acipenser gueldenstaedtii). Через пять недель первый экземпляр сибирского осетра был пойман в Куршском заливе. В течение полутора месяцев сибирские осетры вылавливались в Куршском заливе в большом количестве. Волонтерам удалось отследить 27 поимок сибирского осетра. Местом локализации поимок стал район, близкий к устью р. Неман. Существует вероятность захода сибирского осетра в р. Неман.

In the case of the accident on the fish farm on Grabova River in Poland at the end of 20017 about 50000 specimens of Siberian sturgeon (Acipenser baerii) and some Russian sturgeon (Acipenser gueldenstaedtii) have come into the Baltic Sea. In five weeks the first specimen of Siberian sturgeon has been caught in the Curonian Lagoon. Siberian sturgeons were being caught in the Curonian Lagoon during a month and a half in big quantities. The volunteers managed to trace 27 catches of Siberian sturgeon. The region near-by the mouth of the Neman was the location of the main places of the catches. The possibility exists of Siberian sturgeon approach into Neman River.

© Гущин А.В., Лысанский И.Н., 2018

Ключевые слова: Куршский залив, Балтийское море, сибирский осетр, *Acipenser baerii*, река Неман.

Key words: Curonian Lagoon, Baltic Sea, accidental introduction, Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*, Neman River.

Сообщение об аварии на рыбоводном хозяйстве в Польше на р. Грабова поступило от сотрудника Морской станции Гданьского университета в г. Хель доктора М. Скура (Dr. Michał Skóra), который сообщил, что 23 августа 2017 г. около 50 тыс. особей сибирского осетра (*Acipenser baerii*) и небольшое количество русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) в результате аварии на рыбоводной ферме на р. Грабова (Grabowa) Wieprza (54°20,754' с. ш., 16°23,268' в. д.), расположенной в 12,5 км от Балтийского моря, попали в окружающую водную среду. Ушедшие с рыбоводной фермы рыбы имели массу 1,2—3,5 кг и были в возрасте 2—4 лет. Дополнительно появилось сообщение, что рыбаки, ведущие промысел в прибрежных водах Польши, вылавливают осетра в больших количествах.

Первое сообщение о появлении сибирского осетра в водах Калининградской области поступило 2 октября 2017 г. Осетр, определенный как сибирский, продавался на рынке в г. Светлогорске. Точно установить, где он был пойман, в прибрежных водах Балтийского моря или в Куршском заливе, не удалось. С середины октября стала появляться информация о ловах осетра в Куршском заливе в больших количествах.

Наблюдениям за ловом осетра способствовало то, что с 2010 г. в бассейне южной части Балтийского моря проводятся экспериментальные работы по Проекту восстановления балтийского осетра в его ареале. Молодь остроносого осетра *Acipenser oxyrhynchus* (этот вид ранее обитал в южной части Балтийского моря) [5; 6; 9] выпускается в реки Германии, Польши и Литвы. Молодь остроносого осетра, выпускаемая в бассейн р. Неман, появляется в Куршском заливе [2; 4]. Мониторинг ловов осетра в Куршском заливе силами волонтеров был организован лабораторией морской экологии Института океанологии РАН. Регулярные наблюдения волонтеров позволили отследить появление в Куршском заливе сибирского осетра.

С 29 октября 2017 г. волонтеры стали отмечать частое появление осетра в уловах рыбаков. Счет шел на десятки экземпляров. Улов последнего осетра был зарегистрирован 23 ноября 2017 г. Всего за этот период от волонтеров поступили сообщения об 26 поимках сибирского осетра в водах РФ Куршского залива (рис.).

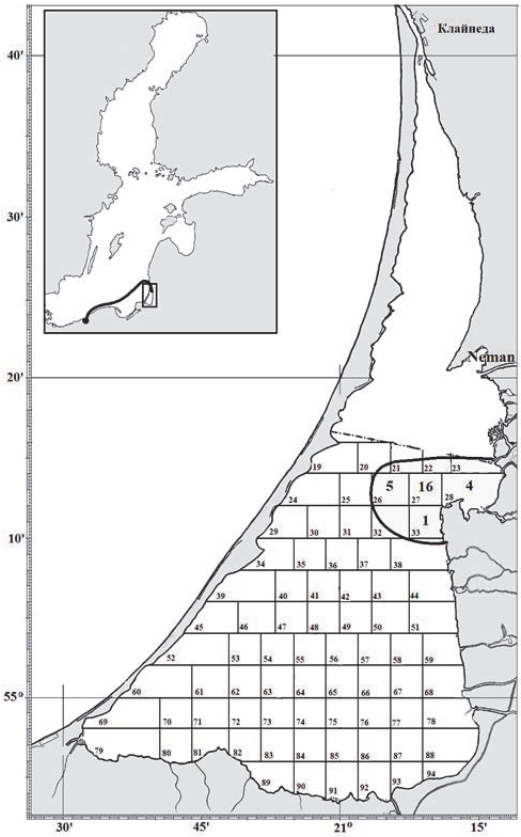


Рис. Распределение (локализация ловов) сибирского осетра в зоне РФ в Куршском заливе по промысловым квадратам (крупные цифры — число выловленных в квадрате осетров, черная линия — возможный путь миграции сибирского осетра от места попадания в Балтийское море)

Большинство осетров было отпущено в среду обитания. Три экземпляра переданы в лабораторию морской экологии ИО РАН для уточнения вида и проведения дополнительных исследований. У девяти экземпляров на промысле были взяты плавниковые ткани для генетического исследования.

Анализ распределения пойманных сибирских осетров в зоне РФ Куршского залива показал, что основным местом лова осетров стали промысловые квадраты (26, 27, 28).

Все особи сибирского осетра, поступившие в лабораторию, соответствовали диагнозу этого вида по Бергу [1] (табл.). Главным показателем принадлежности пойманных экземпляров осетра была специфическая форма жаберных тычинок, характерная для сибирского осетра.

Характеристика сибирского осетра, пойманного в зоне РФ Куршского залива в октябре-ноябре 2018 г.

Характеристика сибирского осетра		Наши экземпляры			По Бергу (1948)
Полная длина, мм		724	782	792	до 1500
Масса, г		1534	2431	2465	до 210000
Пол, стадия зрелости		♂ II	♂ II	—	
Жаберные тычинки		27	26	27	28—45
Количество жучек в рядах	Спинных	12	14	15	12—19
	Боковых	41	43	40	37—56
	Брюшных	11	10	10	9—15
Лучи плавников	Спинной	38	40	44	38—52
	Анальный	26	27	24	20—31

Вылов сибирского осетра и других видов осетровых рыб и их гибридов в водах Балтийского моря, в реках бассейна Балтийского моря, Куршского и Вислинского заливов достаточно часты [7; 8; 10]. Авторы статьи неоднократно наблюдали в во-

дах Калининградской области популярный в аквакультуре гибрид белуги и стерляди (бестер). Очевидно, что развитие аквакультуры осетровых рыб в регионе только увеличит число таких встреч, но массовый лов сибирского осетра в Куршском заливе отмечается впервые.

В природных условиях сибирский осетр обитает в пресных водах рек и озер [1; 3]. Можно предположить, что миграция на расстояние до 400 км от места аварии на рыбоводной ферме не случайна. Рыба по каким-то признакам направленно двигалась к крупным рекам, одна из которых — Неман, впадающая в Куршский залив. Подтверждением этого может стать обнаружение сибирского осетра в реках Одер и Висла. Пока таких сведений нет.

Исследование питания трех экземпляров сибирского осетра, пойманных в Куршском заливе, показало, что они питались хирономидами (*Chironomus plumosus*) и в небольшом количестве личинками мокрецов Ceratopogonidae, род *Serromyia*. Пища изученных экземпляров сибирского осетра была значительно переварена. Судя по кондициям, пойманные сибирские осетры, выращенные на искусственных кормах в условиях аквакультуры, в заливе перешли на активное питание естественным доступным кормом. Ранее отмечалось, что скатившаяся в Куршский залив из р. Неман молодь остроносого осетра также питалась хирономидами [2]. В естественных условиях сибирских рек сибирский осетр питается личинками комаров, поденок, моллюсками и рыбой [3].

Массовое появление сибирского осетра вызывает ряд вопросов, связанных с адаптацией доместифицированного вида к естественным условиям, особенно учитывая, что для взрослых особей такая адаптация затруднена, но, как показало появление питающегося сибирского осетра, возможна.

Благодарности. Авторы благодарят волонтеров, принявших участие в работе.

Исследование выполнено: сбор материала при поддержке гранта Коалиции Чистая Балтика (ССВ) «Баренц-Балтийская программа: Природа и Человек», анализ данных в рамках государственного задания (тема № 0149-2018-0035).

Список литературы

1. *Берг Л.С.* Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Т. 1. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948.

2. *Кольман Р., Гущин А.В., Лысанский И.Н.* Остроносый осетр *Acipenser oxyrhynchus* в Куршском заливе // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017. №13. С. 79—86.

3. *Кожин Н.И.* Сибирский осетр // Промысловые рыбы СССР / ВНИРО. М. : Пищепромиздат, 1949. С. 62—64.

4. *Gushchin A., Kolman R. et al.* Realization of the Project for *Acipenser oxyrhunchus oxyrhynchus* restoration in the basin of Neman River // Journal of Ichtyology. 2013. Vol. 53, №11. P. 937—943.

5. *Kolman R.* Przeszłość, status gatunkowy i przyszłość jesiotra bałtyckiego (*Acipenser oxyrhynchus oxyrhynchus* Mitchell) // Aktualny stan i aktywna ochrona naturalnych populacji ryb jesiotrowatych zagrożonych wyginięciem / red. R. Kolman, A. Kapusta. Wyd. IRS. 2008. S. 9—18.

6. *Ludwig A., Debus L., Lieckfeld D. et al.* When the American sea sturgeon swam east // Nature. 2002. №493. P. 447—448.

7. *Nowak M., Szczerbik P., Tatoj K. et al.* Non-native freshwater fishes in Poland: an overview // AACL BIOFLUX. 2008. P. 173—191.

8. *Skóra M.E.* First report on the Siberian sturgeon *Acipenser baerii* Brandt in the Reda River (Baltic Sea basin) // Arch. Pol. Fish. 2012. Vol. 20. P. 307—309.

9. *Stankovič A., Panagiotopoulou H., Węgleński P. et al.* Badania genetyczne nad jesiotrem w związku z programem jego restytucji w wodach Polski // Restytucja jesiotra bałtyckiego. IRS. Olsztyn, 2007. S. 21—26.

10. *Weiperth A., Csányi B.I., György Á.I. et al.* Observation of the sturgeon hybrid (*Acipenser naccarii* x *Acipenser baerii*) in the Hungarian section of River Danube // Pisces Hungarici 2014. Vol. 8. P. 111—112.

УДК 502.05:599.742.43

К. А. Иванюков
Национальный парк «Куршская коса»

Опыт использования фотоловушек при изучении норных млекопитающих национального парка «Куршская коса»

Рассмотрены результаты работы фотоловушек за 2017 г. Наблюдения проводились на трех постоянных поселениях барсука. Получены данные о видовом составе поселений. На одном из поселений барсучьи норы активно использовались енотовидной собакой для выведения потомства. Была зафиксирована численность животных, проанализирована их суточная активность.

The results of the work of camera traps for 2017 are considered. Observations were conducted in three permanent settlements of a badger. Data on the species composition of the settlements were obtained. In one of the settlements of a badger, the raccoon dog was actively using burrows for breeding offspring. The number of animals was recorded, their daily activity was analyzed.

Ключевые слова: фотоловушки, барсук, енотовидная собака, суточная активность, постоянные поселения.

Key words: camera traps, badger, raccoon dog, daily activity, permanent settlements.

Введение

Проводить наблюдения за млекопитающими в естественной среде обитания непросто из-за их скрытного образа жизни. Наиболее сложны в изучении виды, активные в темное время суток, такие как барсук.

© Иванюков К. А., 2018

В настоящее время фотоловушки широко применяются в изучении экологии диких животных. Фото- и видеорегистрация помогают определить видовой состав, обилие и плотность населения видов на исследуемой территории, структуру популяции, изучить поведение животных, их суточную активность. Данный метод исследований обеспечивает минимальный контакт с объектом изучения, что является безусловным преимуществом.

В национальном парке «Куршская коса» проводится фото- и видео-мониторинг млекопитающих. В статье изложены результаты применения фотоловушек при изучении норных млекопитающих на данной территории.

Материалы и методы

Установка фотоловушек осуществляется в местах, с наибольшей вероятностью посещаемых дикими животными. Наиболее удобно использовать фотоловушки на точечных объектах, таких как жилые норы и постоянные поселения диких животных, а также подкормочные площадки в осенне-зимний период. В таких местах животные встречаются регулярно.

В исследованиях применялись фотоловушки марки Bestok (две модели Bestok LTL-8210K и одна Bestok LTL-5210A), которые устанавливали на поселениях барсука, напротив жилых нор.

Режим съемки был задан на запись фотографий и видео [1]. Модели камер позволяли получать цветные снимки днем и черно-белые — ночью с разрешением 12 МР. Камеры обладают достаточно высокой чувствительностью и срабатывают не только на крупных зверей, но и на движение мышевидных грызунов и мелких воробьинообразных птиц. Видеосъемка длительностью 30 секунд, с интервалом в 10 секунд, подробно фиксировала поведение барсуков при их длительной активности в поле зрения фотоловушек [9].

Барсук роет глубокие норы с множеством камер для жилья и выходов-отнорков, связанных подземными ходами. Такие сложно устроенные подземные лабиринты называются барсучьими «городками». В старые норы иногда подселяются енотовидные собаки и лисицы [4].

На участке обитания барсука обычно существует несколько поселений: одно-два постоянных и несколько временных. Временные используются нерегулярно, как правило для временного укрытия. Для зимовок, рождения и выкармливания потомства, дневного отдыха барсуки пользуются постоянными поселениями [9]. Размеры поселений различаются в зависимости от их возраста. Количество ходов, ведущих в убежище, пропорционально возрасту поселения и его величине. В молодых (2—3-летних) поселениях обычно 1—3 входа. В городках, существующих не менее 5 лет, от 8 до 32 входов (включая старые, не посещаемые ходы) [5].

В национальном парке «Куршская коса» наблюдения проводили на трех постоянных и одном временном поселении барсука в период максимальной сезонной активности — с марта по октябрь 2017 г. Первое поселение (старое, включает 14 отнорков) располагается в смешанном лесу, в 150 метрах от залива, недалеко от поселка Рыбачий. Ближе к заливу, в сосновом лесу, находится временная нора. Второе поселение (5 отнорков) располагается со стороны моря, в 100 метрах от авандюны, в ольховом лесу. Третий «городок» (поселение старое — 16 отнорков) — в сосновом лесу, в 500 метрах от залива, у границы с Литвой.

На первом поселении, затем на втором и после на третьем устанавливались три фотоловушки с таким расчетом, чтобы их поле зрения охватывало все действующие входы. Такое расположение позволяло определить количество особей, обитающих в одном поселении.

Камеры закрепляли на деревьях, на высоте от 50 до 150 см от поверхности почвы. В зависимости от проявления активно-

сти зверей в разных входах, менялось расположение фотоловушек. Для удобства обработки материала каждому местоположению фотоловушки в пространстве присваивался номер в порядке их установки [8]. Всего таких местоположений было 16: на первом городке — 8; 4 — на втором; 2 — на третьем и 2 — на временном поселении. Данные с фотоловушек снимали в среднем 1 раз в неделю, при этом проводилось форматирование карт памяти и проверяли рабочее состояние элементов питания [6].

Данные с фотоловушек собирались в общую таблицу по датам и местоположению, затем распределялись в отдельные таблицы по виду, которые включали следующую информацию: местоположение, дата и время регистрации, количество зарегистрированных особей, возраст, число регистраций вида фотоловушкой и количество отснятых кадров, поведение животных.

За одну регистрацию считается один фотоснимок с животным. Серия снимков с небольшими промежутками времени между кадрами, при продолжительной активности животных, считалась за одну регистрацию. Время такой регистрации определялось по среднему времени фотографий серии [10]. Статистическая обработка проводилась в программе MS Excel [1].

Результаты и обсуждение

Всего отработано 104 фотоловушки-суток, было сделано 1170 кадров, из них получено 386 снимка барсука. Также в поле зрения фотоловушек попадали енотовидные собаки, косули, лисица, выдра, куница, лесные мыши, дрозды и сойки. Однажды фотоловушки зафиксировали стадо коров из ближайшего поселка, которые забрели прямо на барсучье поселение.

Основные данные с фотоловушек, полученные за 2017 г. представлены в таблице.

Регистрация животных фотоловушками на барсучьих поселениях в НП «Куршская коса» (по данным 2017 г.)

Вид	Количество		
	регистраций	зарегистрированных особей	кадров
Енотовидная собака	31	8	53
Лисица	1	1	4
Барсук	101	7	386
Куница лесная	1	1	1
Выдра	1	1	2
Косуля	6	3	18
Лесная мышь	8	6	22
Черный дрозд	4	4	14
Сойка	2	2	10
Всего	154	31	509

Таким образом, помимо барсука значительное число регистраций на поселениях принадлежит енотовидной собаке, что позволяет провести расчеты суточной активности для обоих животных.

В результате действия фотоловушек была зафиксирована численность барсука на каждом из поселений. На первом поселении отмечены две взрослые особи, потомства в этом году не зафиксировано. Во втором городке обитает семья барсуков: одна взрослая самка и три детеныша (возраст около трех месяцев). На третьем — одна особь барсука.

У барсука наблюдается две фазы суточной активности — утренняя и вечерняя. Барсук занимается поисками пищи преимущественно в это время суток [2]. Наибольшая активность отмечена с 19:00 до 22:00 часов. В этот период барсуки выходят на кормежку. Далее, с 23:00 до 03:00 часов, встречаемость барсуков уменьшается, а с 04:00 часов вновь возрастает. В это время животные возвращаются с кормежки. Регистрация в ночное время говорит о том, что животные иногда возвраща-

ются к поселению во время поиска корма. В дневные часы, в промежутках от 08:00 до 16:00 часов, барсуки практически не регистрировались. В дневном промежутке от 14:00 до 15:00 часов зафиксирован только играющий молодняк (рис. 1).

Пики активности наблюдались с 20:00 до 22:00 и с 05:00 до 06:00 часов. В дневное время барсуки не активны. Суточная активность связана с кормодобывающей деятельностью, которая зависит от сезона, местности, погоды и антропогенной нагрузки [2; 5; 10]. На Куршской косе естественных врагов у барсука нет, поэтому воздействие на него хищников не рассматривается. Беспокойство со стороны человека оказывает влияние на формирование суточной активности. В национальном парке достаточно высокая антропогенная нагрузка. На барсучьем городке, расположенном поблизости от поселка Рыбачий, зафиксирован случай выпаса крупного рогатого скота. Редкость дневных выходов барсука на данной территории может быть обусловлена беспокойством со стороны человека.

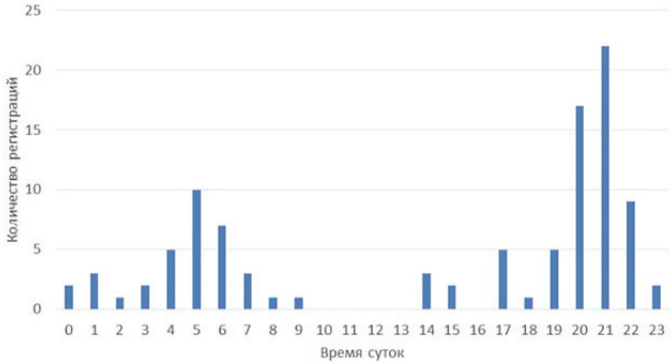


Рис. 1. Динамика регистрации барсука фотоловушками в течение суток

В конце мая на первом барсучьем городке отмечена одна взрослая самка енотовидной собаки и шесть двухнедельных щенков, которые с интересом исследовали окрестности. В августе одна особь енотовидной собаки зафиксирована на втором поселении.

Случаи совместного обитания разных видов в одном барсучьем поселении не редкость. Иногда, используя отдельные отнорки, енотовидная собака обитает в норе наряду с исконными хозяевами — барсуками. Как и рассмотренный нами барсук, она ведет сумеречный образ жизни и предпочитает жить в подземных убежищах. Но в отличие от барсука, енотовидная собака плохой землерой и своих нор практически не роет. Для вывода щенят чаще всего использует старые барсучьи норы (2—3 отнорка). В некоторых случаях енотовидная собака селится в периферийных заброшенных отнорках жилого барсучьего городка, наиболее удаленных от занятых семьей хозяина [7].

Для енотовидной собаки характерны три фазы активности: дневная, около 11:00 часов, вечерняя — 21:00 час и ночная — в период с 1:00 до 3:00 часов — пик активности. Наиболее активна она в ночные часы и ранним утром [6]. Перерывы в активности наблюдаются в светлые периоды времени с 8:00 до 10:00 и с 16:00 до 17:00 часов, а также в вечернее время в 19:00 и 22:00. В целом немногочисленные данные, полученные с помощью фотоловушек, говорят о ее активности в течение суток (рис. 2).

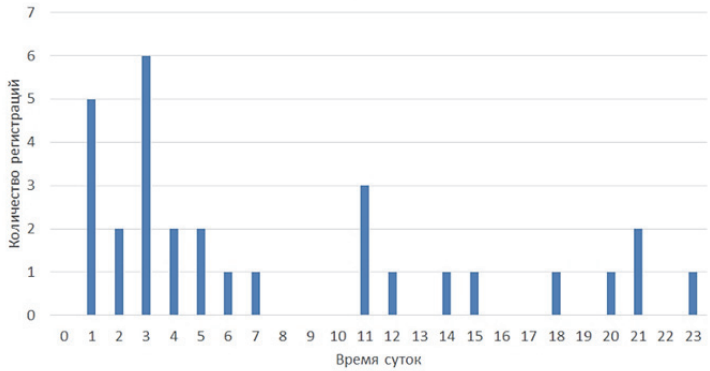


Рис. 2. Динамика регистрации енотовидной собаки фотоловушками в течение суток

Фотоловушки регистрировали разнообразное поведение животных у входов поселений. Зафиксированы расчистка и обновление нор взрослыми барсуками, игровые взаимодействия щенков барсука, исследовательское поведение щенков енотовидной собаки, нападение барсука на енотовидную собаку.

Игры щенков барсука друг с другом и взаимодействие с матерью отмечены в августе. Продолжительность игрового поведения составляла 23 минуты и наблюдалась с 19 часов 52 минут до 20 часов 15 минут. Барсучата играли и перемещались на небольшом участке около входа в поселение. Мать проявляла заботу о щенках. Если она выходила на кормежку (среднее время 21:00 час), барсучата следовали за ней.

Роющая деятельность барсуков отмечена в мае, в вечернее время. Пара барсуков обновляла норы в 21 час 3 минуты, на заднем плане присутствовала енотовидная собака. Через некоторое время, в 1 час 34 минуты, наблюдалось агрессивное поведение барсука по отношению к енотовидной собаке. Барсук совершил бросок в сторону енотовидной собаки, последовала непродолжительная борьба. Барсук схватил енотовидную собаку в области шеи, немного оттащил от норы и отпустил ее. После того как барсук оставил енотовидную собаку в покое, она осталась в поселении. Изгнать енотовидную собаку барсуку не удалось, через некоторое время на городке она вывела потомство.

Барсук и енотовидная собака конкурентные виды из-за нор и пищи [7]. Описано много случаев совместной зимовки енотовидной собаки и барсука в одной норе. Это возможно потому, что барсук залегает в спячку на две недели раньше енотовидной собаки и на две недели позже выходит из норы. Если енотовидная собака задерживается в норе, барсуки ее изгоняют и зачастую загрызают [2]. Вместе с тем известны случаи обитания в одной норе выводков барсука и енотовидной собаки [2]. Нередко енотовидная собака при совместном обитании с барсуком в его жилище, но в разных камерах, выживает хозяина из жилища [7].

Исследование норных млекопитающих с помощью фотоловушек позволило достаточно точно определить численность животных на местах их постоянного посещения. Получены данные о половом и возрастном составе. Проведен анализ суточной активности животных. Видеоматериал позволяет наблюдать за поведением животных и фиксировать межвидовое взаимодействие. Таким образом, результаты работы фотоловушек подтвердили их эффективность и необходимость в дальнейшем использовании.

Список литературы

1. *Алпеев М.А., Артаев О.Н., Варгот Е.В. и др.* Первый опыт применения фотоловушек в Мордовском государственном природном заповеднике имени П.Г. Смидовича // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича. 2018. Вып. 20. С. 3—14.

2. *Гептнер В.Г., Наумов Н.П., Юргенсон П.Б. и др.* Млекопитающие Советского Союза / под ред. В.Г. Гептнера, Н.П. Наумова. М. : Высш. шк., 1967. Т. 2, ч. 1.

3. *Гришанов Г.В., Беляков В.В.* Наземные позвоночные Калининградской области : справочное пособие. Калининград : Изд-во КГУ, 2000.

4. *Гришанов Г.В., Романов Ю.М.* Охотничьи животные Калининградской области. Калининград : ИП Мишуткина И.В., 2007.

5. *Данилов П.И., Туманов И.Л.* Куньи Северо-Запада СССР. Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1976.

6. *Желтухин А.С., Желтухин С.А.* О суточной активности крупных млекопитающих по данным регистрации фотоловушек «Reconyx» // Современные тенденции развития особо охраняемых природных территорий : матер. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию Государственного природного заповедника «Полистовский» пос. Бежаницы, Псковская область. Великие Луки, 2014. С. 59—64.

7. *Насимович А.А., Исаков Ю.А.* Песец, лисица, енотовидная собака М. : Наука, 1985 (Серия «Промысловые животные СССР и среда их обитания»).

8. *Огурцов С.С., Желтухин А.С.* Применение фотоловушек в изучении популяционной группировки бурого медведя (Ursus arctos) в Центрально-Лесном заповеднике // Зоологический журнал. 2017. Т. 96(3). С. 360—372.

9. *Рожнов В. В., Сидорчук Н. В., Ерофеева М. Н. и др.* Репродуктивное поведение азиатского барсука (Meles leucurus amurensis) в Уссурийском заповеднике // Зоологический журнал. 2014. Т. 93, № 6. С. 778—785.

10. *Сидорчук Н. В., Волченко А. Е., Рожнов В. В.* Суточная активность европейского барсука (Meles meles Linnaeus, 1758) (Mustelidae, Mammalia) на поселениях в разных популяциях европейской части России // Поволжский экологический журнал. 2014. № 4. С. 601—610.

УДК 574.5:502(470.26)(106)

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

Характеристика зоопланктона западного побережья Куршской косы в районах антропогенного воздействия

Представлены результаты исследования качественного и количественного состава зоо- и бактериопланктона западного побережья Куршской косы в районах антропогенного воздействия (пос. Рыбачий и Морское). Выявлены зависимости развития зоо- и бактериопланктона в этих зонах от антропогенной нагрузки, определены границы воздействия антропогенных факторов на гидробионтов.

The results of a study of the qualitative and quantitative composition of zooplankton and bacterioplankton on the western coast of the Curonian Spit in areas of anthropogenic impact are presented: the Rybachy settlement and the settlement of Morskoye. Dependences of the development of zoo- and bacterioplankton in these zones on the anthropogenic load have been determined, and the boundaries of the impact of anthropogenic factors on hydrobionts have been determined.

Ключевые слова: зоопланктон, бактериопланктон, численность, трофность, сапробность, Куршская коса, побережье, залив.

Key words: zooplankton, bacterioplankton, strength, trophicity, saprobity, Curonian Spit, coast, lagoon.

© Цыбалёва Г. А., Кузьмин С. Ю., Авдеева Е. В., 2018

Введение

В береговой зоне Куршской косы выделены территории интенсивного антропогенного воздействия на природные комплексы национального парка в районе поселков Рыбачий и Морское [1]. Поскольку эти территории контактируют с водой побережья залива, была поставлена цель определить степень их воздействия на гидробионтов. Для достижения цели решались следующие задачи:

1) изучить развитие зоо- и бактериопланктона в этих зонах и их динамику;

2) определить границы воздействия антропогенных факторов на гидробионтов.

Материал и методы исследования

Материалом для работы послужили пробы зоо- и бактериопланктона, собранные в прибрежной зоне западного побережья Куршской косы в 2014—2017 гг. на десяти станциях: от дюны Матросова (31-й км шоссе) до дюны Красной (46-й км шоссе) (рис.).



Рис. Карта-схема района отбора проб воды

Температура воды в периоды исследований изменялась в пределах 19,5—24 °С (в июне — начало июля). Зоопланктон отбирался стандартным методом путем зачерпывания воды 10-литровым мерным сосудом над глубинами 0,5—1 м с по-

следующим процеживанием через сеть Апштейна с ячеей 0,015 мм. На микробиологические исследования пробы отбирались на уровне 10—15 см от поверхности воды в стерильные стеклянные бутылки с плотно закрывающимися пробками. Обработка проб проведена общепринятыми методами [2—4].

Материал включал 46 проб зоопланктона и 20 проб бактериопланктона.

Результаты исследования и обсуждение

За период исследования зоопланктона в этом районе обнаружено 47 таксонов: 16 видов Copepoda, 14 — Cladocera, 17 — Rotatoria. Анализ и характеристика зоопланктона приводится в работах за 2014—2016 гг. [5; 6].

Количественные показатели бактерио- и зоопланктона в районе пос. Рыбачий изучались с 2014 по 2017 г. на восьми станциях: ст. 4 — бухта Старосельская (42-й км); ст. 3 — мыс Предин; ст. 2 и 1 — бухта Черногорская; ст. 5 — пирс пос. Рыбачий; ст. 6 — мыс Рыбачинский; ст. 7 — окраина пос. Рыбачий, напротив водонапорной башни; ст. 8 — дюна Матросова (31-й км).

Количественные показатели бактерио- и зоопланктона приведены в таблице 1.

В условиях отсутствия массового развития водорослей («цветение» залива происходит в конце лета) бактерии являются ведущей группой в питании планктонных фильтраторов. Поэтому при отсутствии загрязнений в такие моменты в водоемах наблюдается прямая зависимость численности зоо- и бактериопланктона [5]. Рассматривая динамику численности показателей зоо- и бактериопланктона по станциям в заливе с 2014 по 2017 г. отмечаем обратную картину. Численность зоопланктона от бухты Старосельской (ст. 4) до окраины пос. Рыбачий (ст. 7) снижается, а бактериопланктона увеличивается (табл. 1) В районах максимального развития микрофлоры пре-

обладали санитарно значимые анаэробы р. Aeromonas, Pseodomonas и Plesiomonas, которые разлагают белки с выделением сероводорода. Кроме того, в районе пирса в Рыбачем (ст. 5) отмечены максимальные концентрации E. coli (50—90 бак./л). Это свидетельствует о большом количестве здесь органических веществ, дефиците кислорода, бактериальном загрязнении, т. е. об интенсивном антропогенном загрязнении.

Таблица 1

Численность зоопланктона (N, тыс. экз./м^3) и бактериопланктона (ОМЧ, КОЕ/мл) в прибрежной части Куршского залива по станциям в летний период 2014—2017 гг.

Станция	2014		2015		2016		2017
	N	ОМЧ	N	ОМЧ	N	ОМЧ	N
4	174,0	$1{,}3\cdot10^6$	228,5	$1{,}1\cdot10^2$	143,0	$1{,}4\cdot10^2$	505,3
3	78,0	$5{,}1\cdot10^5$	40,8	$1{,}3\cdot10^2$	58,9	$4{,}2\cdot10^2$	139,9
2	3,2	$1{,}2\cdot10^6$	32,7	$1{,}7\cdot10^2$	48,0	$1{,}2\cdot10^3$	165,6
1	16,4	$7{,}5\cdot10^5$	15,9	$0{,}8\cdot10^2$	55,6	$1{,}6\cdot10^3$	97,9
5*	—	—	10,7	$5{,}0\cdot10^2$	26,0	$5{,}4\cdot10^2$	88,0
6	—	—	5,2	$3{,}3\cdot10^2$	6,7	$1{,}7\cdot10^3$	53,1
7	—	—	0,6	$0{,}6\cdot10^2$	3,2	$5{,}8\cdot10^2$	16,9
8	—	—	17,1	$1{,}7\cdot10^2$	6,8	$2{,}8\cdot10^3$	412,0
Ср. ОМЧ	$7{,}5\cdot10^5$		$3{,}3\cdot10^3$		$1{,}1\cdot10^3$		$5\cdot10^2$
Загрязнение воды	Сильно загрязненная		Сильно загрязненная		Сильно загрязненная		Загрязненная
Ср. N	—		43,9		43,5		184,8

* — максимальное значение индекса Coli 50—90 бак./л.

Береговая зона косы характеризуется высокой степенью динамики в основном за счет ветро-волновой деятельности. При определенном направлении ветра возникают течения вдоль

Куршской косы [8]. Это способствует распространению загрязнения, которое вызывает снижение численности зоопланктона в прилегающих районах, а их локализация в бухтах — гибель рачков, что наблюдалось в бухте Черногорской в 2014 г. Снижение численности зоопланктона под воздействием антропогенных факторов Рыбачьего завершается на его окраинах — ст. 7 (31-й км). В этом районе обильны заросли тростника, камыша. Жесткие высшие растения, поглощая значительное количество питательных веществ, угнетают развитие планктонных гидробионтов.

По годам общее количество сапрофитных гетеротрофов изменяется в районе пос. Рыбачий от $7{,}5 \cdot 10^5$ (2014 г.) до $5 \cdot 10^2$ КОЕ/мл. Кроме того, уменьшается количество санитарно-значимых анаэробов р. Aeromonas с 55 до 16%; снижается значение БГКП: в районе бухты Старосельской значение индекса Coli составляло 30 бак./л в 2016 г., в 2017 г. эти бактерии здесь не обнаружены. Такие изменения положительно отражаются на развитии зоопланктона. Численность его к 2017 г. возрастает почти в четыре раза. Изменения в структуре зоопланктона в районе пос. Рыбачий представлены в таблице 2.

Структурные характеристики зоопланктона в районе пос. Рыбачий свидетельствуют о нестабильности системы, характерной для загрязненных вод (невысокое видовое разнообразие; ведущие виды представлены либо наименее требовательным к условиям обитания среди кладоцер хидорусом, либо хищными копеподами).

При более благоприятных трофических условиях преимущественное развитие могут иметь дафнии, каляноиды. При отсутствии достаточной пищи для тонких фильтраторов повышается роль хищных копепод и хидорусов. Если ухудшается значительно и газовый режим — доминируют хидорусы.

Территория антропогенного воздействия распространяется от ст. 4 — бухта Старосельская до ст. 7 — южная окраина пос. Рыбачий.

Таблица 2

Структурные характеристики летнего зоопланктона в районе пос. Рыбачий по данным 2015—2017 гг.

Показатели	Станция*							
	4-я	3-я	2-я	1-я	5-я	6-я	7-я	8-я
2015 г.								
Численность, %								
Cop.: Cl.: Rot.	83:17	76:19:5	77:22:1	50:49:1	70:24:6	80:18:2	76:24	76:24
Ведущие виды	*M. leuckarti*	*M. leuckarti*	*Eudiaptomus*	*Ch. sphaericus*			*Chydorus*	*Chydorus*
Видовое разно-	*Ch. sphaericus*		*graciloides*	*D. cucullata*	*A. vernalis*	*M. leuckarti*	*sphaericus*	*sphaericus*
образие	0,17	0,18	0,02	0,17	0,20	0,24	0,19	0,26
2016 г.								
Численность, %								
Cop.: Cl.: Rot.	75:25	92:3:5	65:21:14	87:11:2	53:25:22	58:31:11	30:54:16	87:12:1
Ведущие виды	*M. leuckarti*	*Ch. sphaericus*	*Ch. sphaericus*	*Ch. sphaericus*	*Chydorus*	*Chydorus*	*Chydorus*	*Chydorus*
Видовое разно-	*Ch. Sphaericus*	*A. vernalis*	*A. vernalis*	*A. viridis*	*sphaericus*	*sphaericus*	*sphaericus*	*sphaericus*
образие	0,36	0,20	0,15	0,24	0,14	0,17	0,26	0,18
2017 г.								
Численность, %								
Cop.: Cl.: Rot.	74:25:1	46:52:2	33:62:5	68:25:7	63:36:1	65:34:1	75:24:1	70:29:1
Ведущие виды	*M. leuckarti*	*Chydorus*	*Chydorus*	*M. leuckarti*	*Chydorus*	*Chydorus*	*A. viridis*	*A. viridis*
Видовое разно-		*sphaericus*	*sphaericus*		*sphaericus*	*sphaericus*		
образие	0,58	0,27	0,29	0,26	0,23	0,16	0,15	0,21

* ст. 4 — бухта Старосельская, ст. 3 — мыс Предин, ст. 2, 1 — бухта Черногорская, ст. 5 — пирс пос. Рыбачий, ст. 6 — мыс Рыбачинский, ст. 7 — южная окраина пос. Рыбачий, ст. 8 — дюна Матросова

Район пос. Морское

Воды в районе пос. Морское исследовались в 2017 г. на трех станциях: ст. 4 — бухта Старосельская, высота Эфа; ст. 9 — пос. Морское; ст. 10 — дюна Красная возле озера Лебедь.

Количественные показатели зоо- и бактериопланктона прибрежной части Куршского залива в районе пос. Морское приведены в таблице 3.

Таблица 3

Количественные показатели зоо- и бактериопланктона в прибрежной зоне Куршского залива в районе пос. Морское в летний период 2017 г.

Показатель	Станция			Средние показатели
	ст. 10 оз. Лебедь	ст. 9 пос. Морское	ст. 4 Бухта Старосельская	
Численность зоопланктона, тыс. экз./м^3	430,3	258,6	505,3	398,0
Биомасса зоопл., г/м^3	4,9	1,5	2,0	2,8
Видовое разнообразие	0,31	0,14	0,58	0,34
Численность, % Cop.: Cl.: Rot.	57:41:2	70:29:1	74:25:1	67:32:1
Ведущие виды	*Mesociclops leuckarti*	*Chydorus sphaericus*	*Mesociclops leuckarti*	
Количество сапрофитов, КОЕ/мл ОМЧ	$0{,}2\cdot10^3$	$0{,}3\cdot10^3$	$0{,}5\cdot10^3$	$0{,}3\cdot10^3$
Ведущие бактерии	Санитарно-значимые р. *Aeromonas*	Санитарно-значимые р. *Aeromonas*	Аэробы р. *Pseudomonas* бесспоровые	—
Загрязнение воды	Умеренно загрязненные	Загрязненные	Умеренно загрязненные	—

Уровень развития зоопланктона в водах района пос. Морское оценивается в летний период 2017 г. как средний и выше среднего: средняя численность составляла 398 тыс. экз./м^3, биомасса — 2,8 г/ м^3.

Количество сапрофитов было на уровне (0,2—0,5)·10^3 КОЕ/мл.

Бактерии группы БГКП не обнаружены. В районе оз. Лебедь (ст. 10) количество сапрофитов оказалось в пределах 220 КОЕ/мл. Это были анаэробы р. Aeromonas. В зоопланктоне преобладали хищные копеподы, *Mesociclops Leuckarti*; видовое разнообразие на среднем уровне — 0,31. Это район умеренно загрязненный с удовлетворительным состоянием зоопланктона и средним его развитием.

В зоне пос. Морское (ст. 9) количество сапрофитов увеличивается до 0,3·10^3 КОЕ/мл, в составе отмечены только санитарно-значимые анаэробы р. Aeromonas.

В зоопланктоне уменьшается численность, снижается биомасса и видовое разнообразие, доминируют *Chydorus sphaericus*, что указывает на увеличение загрязнений в этом районе. Здесь среднее развитие зоопланктона, его состояние посредственное, вода загрязненная.

В бухте Старосельской, ст. 4 (высота Эфа), наблюдалось максимальное развитие зоопланктона, численность возрастает до 505 тыс. экз./м^3, максимальное видовое разнообразие — 0,58, достигая сравнительно высокой величины.

Бактериопланктон возрастает до 0,5·10^3 КОЕ/мл; преобладают бесспоровые палочки и аэробы р. *Pseudomonas*. Развитие зоопланктона выше среднего уровня, удовлетворительное. Степень чистоты воды — умеренно загрязненная.

Таким образом, в водах залива в районе пос. Морское количественные показатели зоопланктона выше, его развитие оценивается как среднее и выше среднего, вода загрязненная и умеренно-загрязненная. В бактериопланктоне БГКП не обнаружены. Зона загрязнения ограничивается поселком Морское.

Заключение

Динамика количественных показателей зоо- и бактериопланктона выявила границы антропогенного воздействия на гидробионтов: от бухты Старосельской до южной окраины пос. Рыбачий и пос. Морское.

Бактериопланктон отличался развитием сапрофитов, количество которых изменялось от 2014 г. до 2017 г. от $7{,}5 \cdot 10^5$ КОЕ/мл до $5 \cdot 10^2$ КОЕ/мл, характеризуя воду как сильно загрязненную.

В структуре зоопланктона по мере загрязнения тонкие фильтраторы замещаются хищными копеподами и хидорусами.

Список литературы

1. *Шаплыгина Т.В., Волкова И.И.* Геоэкологические аспекты рекреационного природопользования в национальном парке «Куршская коса» // Проблемы природопользования, сохранения биоразнообразия и культурного наследия на особо охраняемых природных территориях России: сб. матер. всерос. науч.-практ. юбилейной конф., посвящ. 30-летию нац. парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017. С. 128—134.

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

3. *Методические* рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / под. ред. Г.Г. Винберг, Г.М. Лаврентьева. Л. : ГосНИОРХ, Зин АН СССР, 1984.

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

5. *Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю., Казимирченко О.В.* Гидробиологическая и микробиологическая характеристика западной прибрежной зоны Куршского залива в 2014 году // 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. 138—148.

6. *Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю., Казимирченко О.В.* Гидробиологические показатели состояния воды побережья Куршского залива в районе поселка Рыбачий по данным 2015—2016 годов // Там же. 2017. Вып. 13. С. 132—140.

7. *Мануйлова Е.Ф.* Об условиях массового развития ветвистоусых рачков // Труды биол. станции «БОРОК». М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1955. Вып. 2. С. 89—108.

8. *Гущин А.В., Полунина Ю.Ю.* О необходимости проведения гидробиологического мониторинга литорали Балтийского моря Куршской косы // Проблемы природопользования, сохранения биоразнообразия и культурного наследия на особо охраняемых природных территориях России: сб. матер. всерос. науч.-практ. юбилейной конф., посвящ. 30-летию нац. парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во БФУ им И. Канта, 2017. С. 42—48.

УДК 595.733.(261.24)

А.П. Шаповал
Биологическая станция «Рыбачий» Зоологического института РАН

Результаты одиннадцатилетнего мониторинга стрекоз (Insecta, Odonata) на Куршской косе Балтийского моря

В результате 11-летнего изучения одонатофауны Куршской косы (2007—2017) для ее российской части нами отмечено 57 видов стрекоз, из них 15 видов п/отр. Zygoptera и 42 вида п/отр. Anysoptera. Самыми массовыми видами стрекоз являются четыре вида рода Aeshna (A. grandis, A. juncea, A. mixta, A. viridis), Somatochlora flavomaculata, Libellula quadrimaculata и четыре вида рода Sympetrum (S. danae, S. flaveolum, S. sanguineum, S. vulgatum). Особенно большие перемещения на косе наблюдаются у L. quadrimaculata, которых ежегодно большими стационарными ловушками отлавливается от 2 до 75 тысяч.

The present study summarizes personal observations data of Odonata gathered in 2007—2017 on the Courish Spit in the Baltic Sea. In total, 57 dragonfly species were recorded (15 species be-

© Шаповал А.П., 2018

longing to Zygoptera suborder and 42 species belonging to Anysoptera suborder). The most numerous dragonflies were: 4 Aeshna species (A. grandis, A. juncea, A. mixta, A. viridis), Somatochlora flavomaculata, Libellula quadrimaculata and 4 Sympetrum species (S. danae, S. flaveolum, S. sanguineum, S. vulgatum). The most common species annually collected in Rybachy-type ornithological traps in large numbers (2000—75000 specimens per year) was L. quadrimaculata.

Ключевые слова: стрекозы, видовой состав, Куршская коса, мониторинг, численность, сроки миграции.

Key words: Dragonflies, annotated list, Courish Spit, monitoring, abundance, migration terms.

Несмотря на многочисленность и хорошую заметность в природе, стрекозы (Odonata) до сих пор остаются одной из групп насекомых (Insecta), плохо изученных на территории бывшего СССР и современной России. Существует сильная группа новосибирских одонатологов (Б. Ф. Белышев, С. Н. Борисов, О. Э. Костерин, О. Н. Попова, А. Ю. Харитонов), внесших существенный вклад в исследование фауны стрекоз Сибири и Средней Азии. Достаточно хорошо изучена одонатофауна некоторых регионов на северо-западе: Латвии [6; 28—30], Литвы [7—9; 27], Беларуси [21; 22], Украины [1; 4; 5]. Калининградская область до сих пор остается одним из наименее исследованных регионов по фауне стрекоз: подробный и большой обзор по фауне стрекоз был сделан более ста лет назад О. Ле Роем [24]. В этой работе для Восточной Пруссии приводится 50 видов стрекоз. За это время на территории Калининградской области произошли значительные изменения и собранные данные уже заметно устарели.

Для территории Куршской косы Ле Рой отмечает всего 13 видов стрекоз; 26 видов стрекоз зарегистрировано на литовской части косы [9]. В последние годы на материковой части Калининградской области, а также на Куршской косе пы-

талась проводить сбор материала аспирантка КГТУ О. А. Тумилович, которая опубликовала несколько работ [10—12; 31]. Однако углубленный и компетентный анализ ее статей показал, что ни методика сбора и обработки материала, ни правильность определения многих пойманных стрекоз, ни предоставленные результаты и тем более многие сделанные ею выводы не выдерживают никакой критики, и работы указанного автора не могут служить полноценными публикациями, поскольку приводимые данные в большой степени носят недостоверный характер, а отдельные случаи и сфальсифицированы [26].

На протяжении 60 лет на Биологической станции «Рыбачий», расположенной на Куршской косе Балтийского моря, при помощи специально сконструированных Я. Я. Якшисом больших стационарных ловушек проводится отлов и кольцевание птиц для изучения их миграции. Ловушки имеют вид сетчатого конуса высотой 15 м, шириной 35 м и длиной 60 м (более подробно строение ловушек см. [2; 13]). Ловушки установлены на границе молодых искусственных посадок обыкновенной сосны и открытых дюн. Более подробно месторасположение ловушек и характеристика ландшафта приведена в одной из наших публикаций [14]). Помимо птиц, ловушки отлавливают большое количество насекомых (жуков, бабочек, муравьиных львов и в том числе стрекоз). Многолетние отловы стационарными ловушками высших чешуекрылых (Macrolepidoptera) были обработаны и опубликованы нами ранее [14—18]. Также опубликованы результаты отлова муравьиных львов [3]. До начала сбора нами данных по отлову стрекоз в печати появилась небольшая работа немецких биологов, посетивших Куршскую косу осенью 1998 г. Со 2 по 10 сентября ими в ловушках было зарегистрировано 14 видов стрекоз [20].

Начиная с 2007 г. по настоящее время нами проводился ежедневный учет и определение всех пойманных стрекоз двумя разнонаправленными большими стационарными ловушками «рыбачинского типа» на полевом стационаре «Фрингилла»

(55.05 N, 20.44 E), расположенном в 12 км к югу от пос. Рыбачий. Ловушки функционируют ежегодно с начала апреля по конец октября, охватывая, таким образом, весь период сезонных перемещений стрекоз. За 11-летний период исследовний большими стационарными ловушками зарегистрировано 284 772 особи стрекоз, относящихся к 53 видам. Частично материал нами был опубликован ранее [26].

Помимо учета стрекоз стационарными ловушками, в 2016—2017 гг. обследовались стоячие водоемы Куршской косы (в районе пос. Рыбачий, Морское), а также верховое болото в основании косы и побережье Куршского залива, что дало возможность дополнить данные отловов видами, которые не регистрируются стационарными ловушками (в основном это мелкие представители п/отр. Zygoptera, которые придерживаются биотопов и практически не перемещаются). В результате обследований стоячих водоемов и побережья Куршского залива был собран 351 экземпляр стрекоз, относящихся к 21 виду.

При определении частоты встречаемости, основанной на поэкземплярном учете определенного материала, мы использовали традиционно применяемую энтомологами следующую шкалу (с некоторыми изменениями): очень редкий — 1—5 экз., редкий — 6—10 экз., нередкий — 11—20 экз., обычный — 21—50 экз., многочисленный — 51—100 экз., массовый — более 100 экз.

Таким образом, в результате 11-летнего изучения одонатофауны Куршской косы (2007—2017) для ее российской части нами отмечено 57 видов стрекоз. На данный момент недостаточно исследованными остаются небольшие стоячие водоемы в окрестностях пос. Рыбачий и Морское, а также многочисленные мелиоративные каналы в основании косы.

Учитывая литературные данные [24] и собственные сборы стрекоз в Калининградской области, на Куршской косе можно прогнозировать обитание еще как минимум 7 видов стрекоз и полный список стрекоз может составить 64 вида.

Аннотированный список стрекоз Куршской косы

П/отр. ZYGOPTERA

Сем. Calopterygidae

Calopteryx splendens (Harris, 1782)

Нередкий вид. Отловлено 11 экз., 9 из них в стационарные ловушки, 1 пойман на кусте смородины на полянке в средневозрастном искусственно насаженном сосновом лесу и еще 1 у оз. Лебедь. Лёт: VI—VIII.

Calopteryx virgo (Linnaeus, 1758)

Нередкий вид. Отловлено 20 экз., максимально 5 экз. в 2008 и 2016 гг., 4 экз. — в 2011 г., в остальные годы по 1—2 экз. Лёт: кон. V—VIII.

Сем. Lestidae

Lestes barbarus (Fabricius, 1798)

Нередкий вид. Отловлено 13 экз., из них 12 только в 2010 г. Лёт: сер. VII — сер. VIII.

Lestes dryas (Kirby, 1890)

Многочисленный вид. Отловлено 60 экз., из них 27 в большие ловушки (максимально 10 экз. в 2011 г.), остальные у пос. Рыбачий на небольших лужах и каналах. Лёт: сер. VI — сер. VIII.

Lestes sponsa (Hansemann, 1823)

Обычный вид. Отловлен 21 экз., из них 9 в большие ловушки, остальные у пос. Рыбачий на небольших лужах и каналах. Лёт: кон. VII — нач. IX.

Lestes virens (Charpentier, 1825)

Очень редкий вид. Отловлено всего 2 экз. (5.09.2007 и 5.09.2014).

Lestes viridis (Vander Linden, 1825)

Редкий вид. Отловлено 7 экз., обычно единично в год (2009 и 2013, 2016), но в 2014-м — поймано сразу 3 экз. за один день (5 сентября). Один экз. отловлен у пос. Рыбачий на мелиоративном канале. Лёт: сер. VII — нач. IX. Вид впервые нами достоверно зарегистрирован для территории Калининградской обл.

Sympecma fusca (Vander Linden, 1820)

Очень редкий вид. Поймана единственная самка 24.08.2011. Вид впервые нами достоверно зарегистрирован для территории Калининградской обл.

Sympecma paedisca (Brauer, 1877)

Очень редкий вид. Отловлено 2 экз. 9.09.2007 и 25.08.2011.

Сем. Coenagrionidae

Coenagrion puella (Linnaeus, 1758)

Массовый вид, встречающийся как на озерах, так и различных мелких водоемах косы. Отловлено 153 экз., из них 22 при перемещениях в стационарные ловушки. Лёт: кон. V — сер. VII.

Coenagrion pulchellum (Vander Linden, 1825)

Обычный вид. Отловлено 20 экз., из них 2 экз. в большие ловушки, остальные на берегу залива в основании косы и на небольших лужах у пос. Рыбачий. Лёт: VI.

Erythromma najas (Hansenmann, 1823)

Обычный вид. Отловлено 32 экз., из них 2 экз. в большие стационарные ловушки (28 июля и 29 августа 2017 г.), остальные на берегу залива в основании косы и на лугу в окрестностях пос. Рыбачий на небольших лужах. Лёт: VI—VIII.

Ischnura pumilio (Charpentier, 1825)

Очень редкий вид. Отловлено 2 самца 6 июня 2016 г. на лугу у пос. Рыбачий на мелиоративном канале.

Ischnura elegans (Vander Linden, 1820)

Многочисленный вид. Отловлено 65 экз. на берегу залива в основании косы и на лугу в окрестностях пос. Рыбачий на небольших лужах. Лёт: VI.

Сем. Platycnemidae

Platycnemis pennipes (Pallas, 1771)

Очень редкий вид. Пойман единственный самец 11.07.2011 на небольшой полянке среди средневозрастных искусственных сосновых посадок на стационаре «Фрингилла».

П/отр. ANISOPTERA

Сем. Aeshnidae

Aeshna affinis (Vander Linden, 1820)

Вид населяет Южную и Среднюю Европу, в заметном количестве появляется к северу от своего обычного ареала распространения в годы с более теплым летом. Особенно сильная экспансия наблюдается в последние десятилетия [19]. Обычный залетный вид на косе. Отловлено 35 экз. (в 2007 — 1; 2010 — 9; 2011 — 2; 2012 — 2; 2013 — 5; 2014 — 3; 2015 — 1; 2016 — 1 и рекордное количество в 2017-м — 10). Лёт: VII — сер. VIII. Для территории Калининградской обл. нами зарегистрирован впервые.

Aeshna cyanea (Müller, 1764)

Массовый вид. Отловлен 161 экз. (ежегодно от нескольких до 45 особей). Лёт: кон. VI — сер. X.

Aeshna grandis (Linnaeus, 1758)

Массовый вид. Отловлено 874 экз. (ежегодно от 40 до 200 особей). Лёт: сер. VI — IX.

Aeshna isoceles (Müller, 1767)

Массовый вид. Отловлено 337 экз. (ежегодно от нескольких особей до нескольких десятков, максимально 131 экз. в 2016 г.) Лёт: кон. V — сер. VII.

Aeshna juncea (Linnaeus, 1758)

Массовый вид. Отловлено 1520 экз. Лёт: VI—IX.

Aeshna mixta (Latreille, 1805)

Один из самых массовых видов. Отловлено 7593 экз. Лёт: кон. VII — сер. X.

Aeshna subarctica (Walker, 1908)

Очень редкий вид. Отловлено 3 экз.: в 2007 г. (самка — 22.08 и самец — 21.09) и 2011 г. (самец — 15.08).

Aeshna viridis (Eversmann, 1836)

Массовый вид. Отловлено 1059 экз. Лёт: кон. VI — сер. IX.

Anax imperator (Leach, 1815)

Многочисленный вид. Отловлено 77 экз. (ежегодно от 2 до 10 особей, рекордное число в 2017 г. — 21). Лёт: VI—VIII.

Anax parthenope (Selys, 1839)

Многочисленный вид. Отловлено 60 экз. Лёт: кон. V — сер. IX.

Brachytron pratense (Evans, 1845)

Многочисленный вид. Отловлено 71 экз. (ежегодно от 1 до 20 особей). Лёт: сер. V — нач. VII.

Сем. Gomphidae

Gomphus flavipes (Charpentier, 1825)

Очень редкий вид. Отловлено 4 экз.: 26.07.2008 (самка), 7.08.2009 (самец), 29.07.2014 (самец) и 30.08.2017.

Gomphus vulgatissimus (Linnaeus, 1758)

Редкий вид. Поймано всего 6 экз. Лёт: VI.

Onychogomphus forcipatus (Linnaeus, 1758)

Очень редкий вид. Отловлен единственный экз. 11.07.2008 (самка).

Ophyogomphus cecilia (Fourcroy, 1785)

Очень редкий вид. Пойман единственный экз. 7.07.2014 (самка).

Сем. Corduliidae

Cordulia aenea (Linnaeus, 1758)

Массовый вид. Отловлено 172 экз. В 2008—2011 гг. ловился единично, в 2012—2013 гг. — по несколько десятков ежегодно. Лёт: сер. V — сер. VII.

Epitheca bimaculata (Charpentier, 1825)

Многочисленный вид. Отловлено 107 экз. Лёт: сер. V—VI.

Somatochlora arctica (Zetterstedt, 1840)

Массовый вид. Отловлено 136 экз. (от 2 до 66 особей ежегодно). Лёт: VI — нач. IX. Впервые нами достоверно зарегистрирован для территории Калининградской обл.

Somatochlora flavomaculata (Vander Linden, 1825)

Массовый вид. Отловлено 3278 экз. Лёт: кон. V — сер. IX.

Somatochlora metallica (Vander Linden, 1825)

Массовый вид. Отловлено 123 экз. (от единично до 40 особей ежегодно). Лёт: кон. V — сер. VIII.

Сем. Libellulidae

Crocothemis erythraea (Brulle, 1832)

Населяет Южную и Среднюю Европу. В последние десятилетия с потеплением климата расселяется к северу. На косе очень редкий залетный вид. Отловлено 3 экз. в 2008 г. — 5.07 (самец) и 12.07 (самка) и 16.08.2017 г. (самец). Для территории Калининградской обл. нами зарегистрирован впервые.

Leucorrhinia albifrons (Burmeister, 1839)

Очень редкий вид. Отловлено 3 экз.: 2 самца — 30.06.2010 и 31.05.2014 и самка — 31.05.2013. Для территории Калининградской обл. нами зарегистрирован впервые.

Leucorrhinia caudalis (Charpentier, 1840)

Обычный вид. Отловлен 41 экз. (17 — в 2011, 4 — в 2013, 15 — в 2014, 5 — в 2016). Лёт: кон. V — сер. VI.

Leucorrhinia dubia (Vander Linden, 1823)

Нередкий вид. Отловлено 18 экз., из них 4 экз. большими стационарными ловушками, остальные на небольших лужах на верховом болоте в основании косы. Лёт: кон. V — сер. VI.

Leucorrhinia pectoralis (Charpentier, 1825)

Массовый вид. Отловлено 1298 экз., более выраженная численность наблюдалась в 2013 г., когда было поймано 260 особей, а рекордное число в 2016 г. — 544 особей. Лёт: сер. V — нач. VII.

Leucorrhinia rubicunda (Linnaeus, 1758)

Массовый вид. Отловлено 848 экз. Лёт: сер. V — сер. VII.

Libellula depressa (Linnaeus, 1758)

Массовый вид. Отловлено 329 экз. Лёт: сер. V — сер. VII.

Libellula fulva (Müller, 1764)

Отмечен только в 2011 году. Отловлено 10 экз. Лёт: VI — сер. VII.

Libellula quadrimaculata (Linnaeus, 1758)

Один из самых массовых видов. Отловлено 166679 экз. Для этого вида характерны ежегодные перемещения на косе, обычно во второй половине мая — в июне. Особенно массовая миграция происходила в 2013 г., когда за сезон поймано почти 76 тыс., а 29 мая — свыше 32 тыс. Лёт: нач. V—IX.

Orthetrum albistylum (Selys, 1848)

Обычный вид. Отловлено 32 экз. Лёт: сер. VI — нач. VIII. Для территории Калининградской обл. нами зарегистрирован впервые.

Orthetrum brunneum (Fonscolombe, 1837)

Номадный вид, в последние десятилетия проявляет тенденцию к распространению на С и СВ. Обычный, залетный вид. Отловлено 33 экз. Лёт: кон. VI — сер. VIII. Для территории Калининградской обл. нами зарегистрирован впервые.

Orthetrum cancellatum (Linnaeus, 1758)

Массовый вид. Отловлено 158 экз. Лёт: кон. V — сер. VIII.

Orthetrum coerulescens (Fabricius, 1798)

Очень редкий вид. Поймано 5 экз.: самка — 18.07.2011, два самца соответственно 23.06 и 2.08.2012 и по одной самке и самцу — 28.07.2014. Для территории Калининградской обл. нами зарегистрирован впервые.

Pantala flavescens (Fabricius, 1798)

Залетный вид. Отловлен единственный самец 29.05.2013 в день самой массовой миграции *L. quadrimaculata*. Для территории Калининградской обл. нами зарегистрирован впервые. Это самая северная точка встречи вида в Зап. Палеарктике [23].

Sympetrum danae (Sulzer, 1776)

Один из самых массовых видов. Отловлено 12466 экз. Лёт: VII — сер. X.

Sympetrum flaveolum (Linnaeus, 1758)

Один из самых массовых видов. Отловлен 7291 экз. Лёт: сер. VI—IX.

Sympetrum fonscolombii (Selys, 1840)

Населяет Южную Европу, но периодически дает инвазии на север, более заметные в последние десятилетия. Нередкий вид. Отловлено 11 экз. (в 2007—2; 2010—1; 2015—6; 2017—2 особи). Лёт: VII—IX. Для территории Калининградской обл. нами зарегистрирован впервые.

Sympetrum meridionale (Selys, 1841)

Вид средиземноморского распространения. В связи с потеплением климата стал проникать к северу. На косе не редкий залетный вид. Поймано 15 экз. (2 — в 2010; 8 — в 2013; 2 — в 2014; 2 — в 2015; 1 — в 2016 г.). Лёт: кон. VII—VIII. Для территории Калининградской обл. нами зарегистрирован впервые.

Sympetrum pedemontanum (Müller in Allioni, 1766)

Обычный вид. Отловлено 27 экз. (по несколько особей ежегодно). Лёт: кон. VII—IX.

Sympetrum striolatum (Charpentier, 1840)

Многочисленный вид, хотя отмечается не каждый год. Отловлено 56 экз. Лёт: сер. VIII — нач. X. Для территории Калининградской обл. нами зарегистрирован впервые.

Sympetrum sanguineum (Müller, 1764)

Один из самых массовых видов. Отловлено 25204 экз. (особенно много перемещалось в 2013-м, поймано более 14 тыс.). Лёт: кон. VI—IX.

Sympetrum vulgatum (Linnaeus, 1758)

Один из самых массовых видов. Отловлено 54566 экз. Обычно ежегодно ловится около 1,5 тыс. особей, но более обильно встречался в 2010 г., когда было поймано рекордное количество — 14937 экз. Лёт: кон. VI — сер. X.

Список литературы

1. *Горб С. М., Павлюк Р. С., Спурiс З. Д.* Бабаки (Odonata) України: Фауністичний огляд // Вестн. зоол. 2000. Отд. вып. № 15. С. 3—155.

2. *Дольник В. Р., Паевский В. А.* Рыбачинская ловушка // Кольцевание и изучение миграций птиц фауны СССР. М. : Наука, 1976. С. 73—81.

3. *Кривохатский В. А., Шаповал Н. А., Шаповал А. П.* Муравьиные львы (Neuroptera, Myrmeleontidae) в орнитологических ловушках на Куршской косе: трехвидовое сообщество с новым для науки видом // Зоол. журн. 2014. Т. 93, вып. 1. С. 171—178.

4. *Павлюк Р.С.* Стрекозы западных областей Украины // Latv. Entomol. 1999. Т. 33. С. 38—80.

5. *Павлюк Р.С.* История изучения и состав фауны стрекоз (Odonata) Украины // Acta Hydroentomol. Latv. 1992. №2. С. 27—51.

6. *Спурис З.Д.* Стрекозы Латвийской ССР. Изд. АН Латв ССР, 1956.

7. *Станените А.П.* Некоторые данные о стрекозах (Odonata) Литовской ССР // Тр. АН ЛитССР. 1963. Серия Б. Т. 1 (30). С. 51—62.

8. *Станените А.П.* Фауна стрекоз (Odonata) озера Жувинтас и его окрестностей // Заповедник Жувинтас. Вильнюс, 1968. С. 239—242.

9. *Станените А.П.* Стрекозы (Odonata) на охраняемых территориях Литвы // Acta Entomol. Lituan. 1988. Vol. 9. P. 20—26.

10. *Тумилович О.А.* Видовой состав стрекоз (Insecta, Odonatoptera) из орнитологических сетей Биологической станции ЗИН РАН (2006) // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград, 2007. Вып. 5. С. 185—192.

11. *Тумилович О.А.* Динамика видового состава стрекоз орнитологических сетей Биологической станции ЗИН РАН в 2006—2007 годах // Там же. 2008. Вып. 6. С. 87—92.

12. *Тумилович О.А.* О фауне стрекоз Калининградской области // Уч. зап. Казан. гос. ун-та. 2009. Естеств. науки. 151, кн. 2. С. 192—196.

13. *Эрик В.В.* Большая ловушка для массового отлова птиц // Миграция птиц Прибалтики. Л. : Наука, 1967. С. 51—55 (Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Т. 40).

14. *Шаповал Н.А., Шаповал А.П.* Базовый список высших чешуекрылых (Macrolepidoptera, Insecta) Куршской косы Балтийского моря // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград, 2005. Вып. 3. С. 210—246.

15. *Шаповал Н.А., Шаповал А.П.* Пяденицы (Lepidoptera, Geometridae) Куршской косы Балтийского моря // Энтомол. обозр. 2006. Т. 85, вып. 2. С. 313—327.

16. *Шаповал Н.А., Шаповал А.П.* Ночные чешуекрылые (Lepidoptera, Macroheterocera) Куршской косы Балтийского моря // Там же. 2007. Т. 86, вып. 3. С. 557—566.

17. *Шаповал Н.А., Шаповал А.П.* Дневные чешуекрылые (Lepidoptera, Diurna) Куршской косы Балтийского моря // Там же. 2008. Т. 87. С. 63—69.

18. *Шаповал Н. А., Шаповал А. П., Матов А. Ю.* Совки (Lepidoptera, Noctuidae) Куршской косы Балтийского моря // Там же. 2005. Т. 84, вып. 3. С. 512—526.

19. *Bernard R., Buczynski P., Tonczyk G. et al.* A distribution atlas of dragonflies (Odonata) in Poland. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 2009.

20. *Bertram G., Haacks M.* Beobachtungen von windverdrifteten Libellen auf der Kurischen Nehrung im September 1998 // Libellula. 1999. Vol. 18. P. 89—94.

21. *Buczynski P., Dijkstra K.-D., Mauersberger R. et al.* Reviev of the Odonata of Belarus // Odonatologica. 2006. Vol. 35, № 1. P. 1—13.

22. *Buczynski P., Moroz M. D.* Notes on the occurrence of some Mediterranean dragonflies (Odonata) in Belarus // Polish J. Entomol. 2008. Vol. 77. P. 67—74.

23. *Buczynski P., Shapoval A. P., Buczynska E.* An extremely northern record of *Pantala flavescens* (Fabricius, 1798) (Anisoptera: Libellulidae) in the Kaliningrad oblast (Western Russia), and notes on the occurrence of the species in Europe // Odonatologica. 2014. Vol. 43, № 1—2. P. 3—11.

24. *Le Roi O.* Die Odonatenvon Ostpreussen // Schr. Phys.-ökon. Ges. Königsb. 1911. Bd. 52. S. 13—30.

25. *Shapoval A. P., Buczynski P.* Remarkable Odonata caught in ornithological traps on the Courish Spit, Kaliningrad Oblast, Russia // Libellula. 2012. Vol. 31. P. 97—109.

26. *Shapoval N. A., Shapoval A. P.* Annotated checklist of the dragonflies (Insecta: Odonata) of the Kaliningrad region, North-Western Russia. Ukrainian J. Ecol. 2017. Vol. 7, № 4. P. 157—168.

27. *Stanionyte A.* The check-list of Dragonflies (Odonata) of Lithania // New and rare for Lithuania insect species. Records and descriptions of 1993. Vilnius, 1993. P. 50—60.

28. *Spuris Z.* New data on dragonflies in central part of Latvia // Latvijan entomol. 1990. Vol. 33. P. 81—89.

29. *Spuris Z.* New data on dragonflies (Odonata) distribution in central part of Latvia // Acta hydroentomol. Latvica. 1992. Vol. 2. P. 61—73.

30. *Spuris Z.* Catalogue of the insect of Latvia: 12. Dragonflies (Odonata), supplement in Latvian // Acta hydroentomol. Latvica. 1996. Vol. 3. P. 30—36.

31. *Tumilovich O. A.* New species of Odonata of the Kaliningrad region // Biodiversity, protection and prospects of Baltic seashore habitats. Klaipeda 09—11 September 2009. Vilnius, 2009. P. 49—50.

Раздел 3

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ, КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

УДК 581.526.325

М. А. Герб, Е. К. Ланге, Е. Е. Ежова, М. Ф. Маркиянова, А. А. Володина, Н. В. Родионова, М. М. Смирнова
Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН

Характеристика состояния биоты литоральной зоны Куршского залива в национальном парке «Куршская коса» в 2017 году

Приведены данные мониторинговых наблюдений за состоянием литоральных биологических сообществ западного побережья Куршского залива в 2017 г. Описаны таксономическое разнообразие, структура сообществ фито- и зоопланктона, водной растительности и макрозообентоса. Рассмотрено пространственное распределение, сезонная и межгодовая изменчивость количественных показателей планктона и бентоса. Показано сохранение выявленных ранее закономерностей для фитопланктона, зоопланктона, зообентоса. Выявлены более низкий уровень количественного развития зоопланктона, отсутствие гиперцветения, снижение встречаемости харовых водорослей.

Data of monitoring observations of the state of littoral biological communities on the western coastal zone of the Curonian Lagoon in 2017 are given. Taxonomic diversity, community structure of phyto- and zooplankton, aquatic vegetation and macrozoobenthos are described. The spatial distribution, seasonal and inter-annual variability of quantitative characteristics of plankton and benthos are considered. It was shown, the main patterns

© Герб М. А., Ланге Е. К., Ежова Е. Е., Маркиянова М. Ф., Володина А. А., Родионова Н. В., Смирнова М. М., 2018

typical for phytoplankton, zooplankton and zoobenthos, previously identified, are preserved. In 2017 the lower levels of zooplankton quantitative development, the absence of harmful algae hyper-bloom and reducing the occurrence of charophyte species was revealed.

Ключевые слова: Куршский залив, экологический мониторинг, фитопланктон, макрофиты, зоопланктон, макрозообентос.

Key words: Curonian Lagoon, phytoplankton, macrophytes, zooplankton, macrozoobentos.

Введение

Ведение гидробиологического мониторинга литоральной зоны западной части Куршского залива — важная научно-практическая задача национального парка (НП) «Куршская коса». Он выполняется с 2001 г. Атлантическим отделением ИО РАН ежегодно по значительному числу гидробиологических и некоторым гидрохимическим показателям. Полученные данные имеют значение для документирования состава биоты прибрежной зоны крупнейшей балтийской лагуны и ее изменения под действием антропогенных и природных факторов, позволяют оценивать экологическое состояние природных комплексов ООПТ в прибрежной зоне в межгодовом аспекте и прогнозировать направления возможных изменений лагунной экосистемы. За 17-летний период наблюдений достаточно подробно охарактеризованы водная флора, включая микроводоросли, фауна беспозвоночных, структурная организация биоты мелководной зоны залива, отмечены случаи появления новых для водоема видов, выявлены тенденции в развитии биологических сообществ литорали и залива в целом.

Цель настоящей работы — оценить экологическое состояния литоральной зоны Куршского залива по гидробиологическим показателям по данным 2017 г.

Материалы и методы

Материал собирали в мае, июле и сентябре 2017 г. на пяти станциях (глубина до 1 м, ст. 439 — 2 м), расположенных вдоль восточного берега Куршской косы (рис. 1).

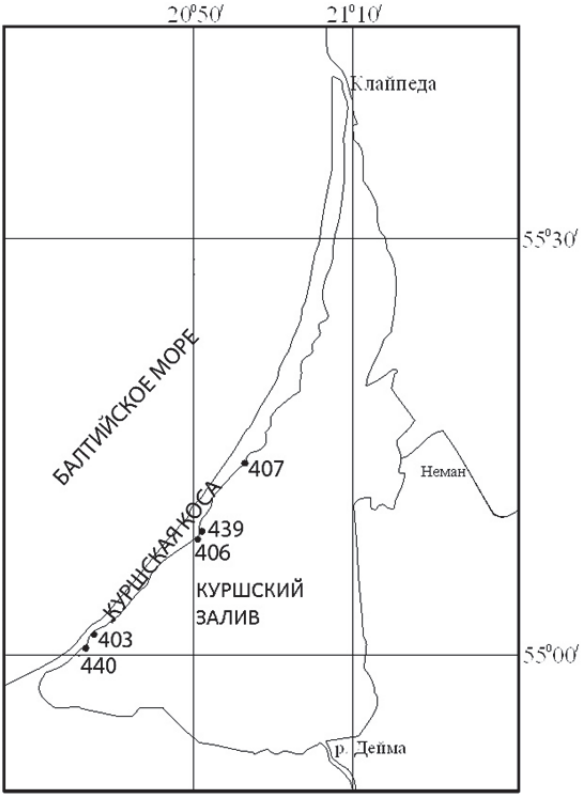


Рис. 1. Схема станций пробоотбора

Отбор и анализ гидробиологических проб проводился по стандартным методикам [1—5]. Всего обработано 36 проб макрозообентоса, по 15 — фито- и зоопланктона, 18 — макрофитов.

Для подсчета площадей, занимаемых сообществами высшей водной растительности, на ст. 406, 403 и 440 25.05.2017 г. измеряли ширину тростникового пояса, снимали координаты границ тростниковых сообществ и сообществ других водных растений. Затем были составлены карты-схемы зарастания прибрежной зоны Куршского залива на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) путем анализа спутниковых снимков 2017 г., размещенных на интернет-платформе Google map. Дальнейшую обработку выполняли в программе QGIS, где на основе созданной картосхемы были подсчитаны площади, занимаемые сообществами прибрежно-водных растений.

Определение присутствия суммарных микроцистинов в пробах воды, отобранных на прибрежных мониторинговых станциях, проводили экспресс-анализом с использованием иммунохроматографических тест-полосок Microcystin Strip Test, Abraxis Ltd. Всего проведено 48 анализов проб воды.

Результаты и обсуждение

Фитопланктон. В 2017 г. в период исследований в фитопланктоне всего обнаружено 187 таксонов микроводорослей из 7 систематических групп: зеленые — 78, цианобактерии — 53, диатомовые — 33, эвгленовые — 11, криптофитовые — 7, динофитовые — 4, желтозеленые — 1 таксон. Среди зеленых наибольшее число таксонов отмечено среди порядка Chlorococcales (рр. *Oocystis, Desmodesmus*), цианобактерий — порядка Chroococcales (рр. *Aphanothece, Aphanocapsa, Chroococcus, Cyanodictyon, Microcystis*).

Фитоценозы участков литоральной зоны залива насчитывали от 53 до 78 таксонов микроводорослей с минимумом в июле и сентябре в районе ст. 406 (пос. Рыбачий) и ст. 407 (пос. Морское) и с максимумом в июле вблизи ст. 403 (базы АтлантНИРО). Отмеченное в 2015 и 2016 гг. снижение таксономического разнообразия фитопланктона от мая к сентябрю [6; 7] в 2017 г. не обнаружено: май — 63 ± 3; июль — 64 ± 6; сентябрь — 58 ± 3 таксонов/проба.

Во все сроки в фитопланктоне по биомассе превалировали цианобактерии (25—89 %) и диатомовые (28—62 %), в мае — зеленые (11—56 %). Исключение составил фитоценоз вблизи ст. 403, где диатомеи в числе доминатов оказывались только в июле, цианобактерии — в июле и сентябре, зеленые — в мае (доминант *Pandorina morum*) и июле (доминант *Pediastrum boryanum*), а также криптофитовые (разноразмерные криптомонады) — в мае (доминант *Cryptomonas spp.*) (рис. 2).

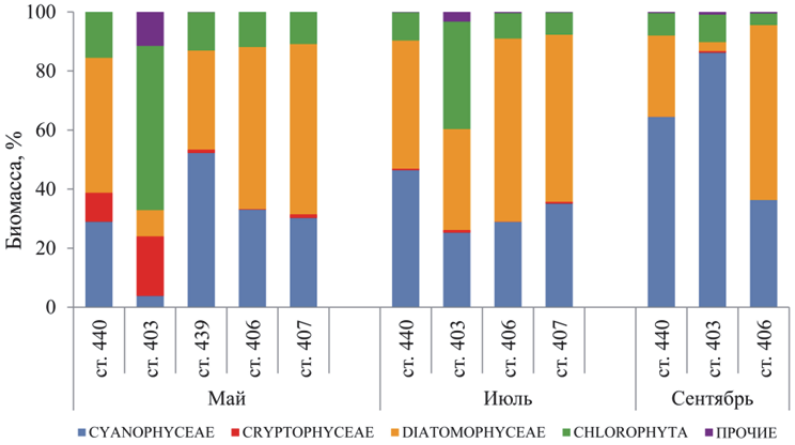


Рис. 2. Доля основных доминантных групп микроводорослей в биомассе фитопланктона западного побережья Куршского залива в 2017 г.

Из цианобактерий во все сроки практически повсеместно доминировала потенциально токсичная нитчатая цианобактерия *Planktothrix agardhii* (12—89 % общей биомассы). В среднем биомасса *Planktothrix* в мае и июле была сопоставима: 4,74 ± 1,78 и 3,10 ± 1,13 г/м^3 соответственно. Пик развития *P. agardhii*, как и в 2015—2016 гг., пришелся на сентябрь, когда средняя биомасса этого вида достигла 9,03 ± 0,88 г/м^3. На

ст. 440 (пос. Лесной) (май) и ст. 403 (май, июль) биомасса *Planktothrix* была не более 1 г/м^3, тогда как на остальной прибрежной акватории — в 2—9 раз выше (рис. 3). В целом количество *Planktothrix* превышало таковое в 2014—2016 гг. и было сопоставимо с аналогичными данными 2007 г. [8; 6; 7].

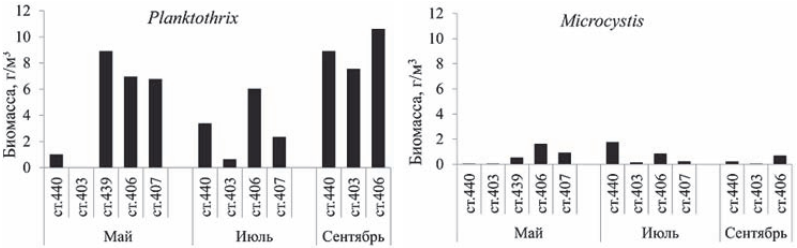


Рис. 3. Динамика биомассы доминантных видов цианобактерий в фитопланктоне западного побережья Куршского залива в 2017 г.

Потенциально токсичные виды цианобактерий рода *Microcystis* (*M. aeruginosa*, *M. wesenbergii*, *M. viridis*), периодически превалирующие в летне-осеннем фитопланктоне Куршского залива [7], в 2017 г. при максимальной биомассе *Microcystis* в мае и июле около 2 г/м^3 (рис. 3) в числе доминантов оказались только в июле на ст. 440. В период с 2001 г. по настоящее время биомасса *Microcystis*, по нашим данным, варьировала от 0,1 до 80,0 г/м^3 [6—10], в 2002 г. достигала максимума 300 г/м^3 [11].

Другая потенциально токсичная цианобактерия *Aphanizomenon flos-aquae* — один из основных доминантов летне-осеннего фитопланктона Куршского залива, в период исследований в 2017 г. в число доминантов не вошла, ее биомасса не превысила 0,5 г/м^3.

Из диатомовых превалировали центрические крупноклеточные виды: *Actinocyclus normanii* — июль, сентябрь; *Stephanodiscus spp.* и *Thalassiosira spp.* (суммарно) — май, июль.

По многолетним данным, вдоль побережья Куршской косы *A. normanii* вегетирует неравномерно, наибольшего развития эта водоросль чаще всего достигает вблизи поселков Рыбачий — Морское, наименьшего — вблизи базы АтлантНИРО [10; 6; 7; 12]. В 2017 г. максимум биомассы *A. normanii* во все сроки также отмечался на ст. 439 (пос. Рыбачий): в мае — 0,49, в июле — 2,16, в сентябре — 17,26 г/м^3, минимум (не более 0,32 г/м^3) — ст. 403 (база АтлантНИРО) (рис. 4).

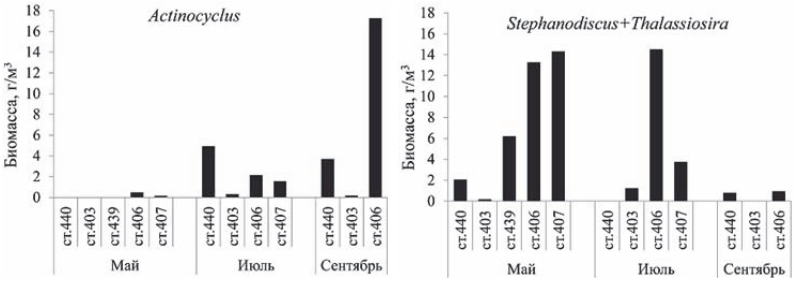


Рис. 4. Динамика биомассы доминантных видов диатомовых в фитопланктоне западного побережья Куршского залива в 2017 г.

Диатомеи *Stephanodiscus spp.* и *Thalassiosira spp.* (суммарно) преимущественно развивались на участке вблизи поселков Рыбачий — Морское, достигая по биомассе свыше 10 г/м^3 (рис. 4), что ранее не отмечалось.

В период наблюдений в 2017 г. экстремальные значения биомассы микроводорослей различались в 16 раз, размах колебаний был от 2,09 до 33,69 г/м^3 (рис. 5). В мае биомасса фитопланктона в среднем составила 16,81 ± 5,57, в июле — 15,69 ± 5,63, в сентябре — 20,43 ± 7,13, среднесезонная — 17,64 г/м^3. Распределение биомассы фитопланктона вдоль косы было неравномерным: наибольшей продуктивностью фитопланктона отличались участки акватории залива вблизи пос. Рыбачий, наименьшей — в районе ст. 403 (рис. 5).

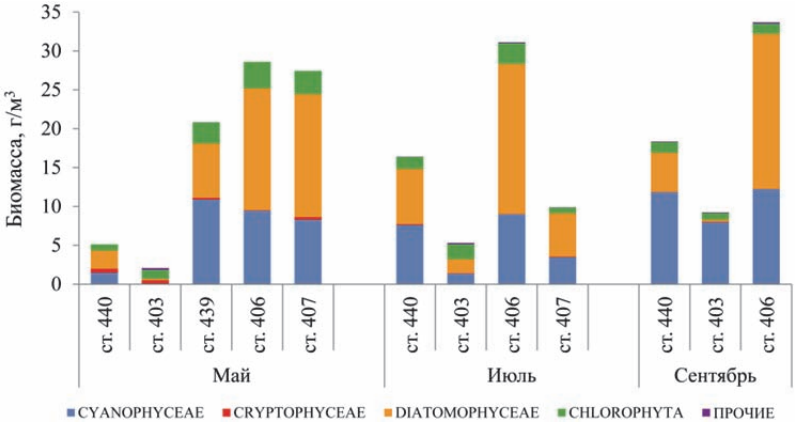


Рис. 5. Распределение общей биомассы фитопланктона западного побережья Куршского залива в 2017 г.

Таким образом, в период исследований 2017 г. в фитопланктоне доминировала потенциально токсичная цианобактерия *P. agardhii* (все сезоны), а также крупноклеточные центрические диатомовые, в том числе *Actinocyclus normanii* (июль, сентябрь). В биотопе ст. 403 формировался собственный фитоценоз, где в мае, в связи с более сильным прогревом воды (23 °С), чем на других участках прибрежной акватории (до 19,5 °С), зеленые составляли более 50 % общей биомассы. Температурный режим, при котором температура воды в основном была ниже 20 °С, не способствовал вегетации цианобактерий (*Aph. flos-aquae*, *Microcystis spp.*), определяющих «цветение» воды в заливе. Во все сроки количественное развитие микроводорослей было наибольшим в прибрежной зоне центральной части косы, вблизи поселков Рыбачий и Морское, наименьшим — в ее начальной части, вблизи базы АтлантНИРО. Исходя из величины среднесезонной биомассы фитопланктона (18 г/м^3), прибрежная зона западной части Куршского залива в 2017 г. может быть отнесена к гиперэвтрофному типу вод.

Цианотоксины. В течение вегетационного периода 2017 г. проводили экспресс-анализы для определения присутствия суммарных микроцистинов в пробах воды. Как и в предыдущие годы, выявлено два пика присутствия микроцистинов в воде Куршского залива: летний и осенний. Относительно высокое (не менее 5—10 мкг/л) содержание микроцистинов отмечено в третьей декаде июня, затем — с начала и по конец сентября на всех станциях наблюдения. В октябре-ноябре микроцистины обнаружены только на ст. 407 (в пос. Морское) и в пос. Рыбачий (ст. 439) в меньших (1—2,5 мкг/л) количествах. В районе 14-го км косы (Музей Куршской косы) микроцистины регистрировались только в конце июня и в течение сентября. За период наблюдений наиболее часто (78 % случаев) микроцистины выявляли в пос. Рыбачий (ст. 439), т. е. в центральной части косы, в районе влияния как вод р. Неман, так и вод, иногда проникающих по прикосовой донной ложбине из северной, солоноватой, части залива.

В течение вегетационного периода 2017 г. выраженных цианобактериальных «гиперцветений» не отмечено, что обусловлено температурным режимом рассматриваемого года. В течение летнего сезона 2017 г. количество дней с температурой воды более 20 °С было небольшим, что привело к более низкому уровню развития цианобактерий, чем обычно.

Макрофиты. Видовой состав макрофитов на станциях в 2017 г. был представлен 27 видами, из них 18 видов сосудистых растений и 9 видов макроводорослей. В прибрежно-водных сообществах Куршского залива доминирует тростник южный, ему принадлежит ведущая роль в зарастании мелководной прибрежной части залива. Выделены следующие ассоциации тростника южного: *Phragmitetum australis subpurum* и *Phragmitetum australis aqui-herbosum*; широко распространена ассоциация *Phragmitetum australis scirposum*; ассоциации *Phragmitetum australis nupharosum* и *Phragmitetum australis potamogetonosum* имеют локальное распространение.

Как описано ранее [7], биотопические особенности акватории в районе 13 км косы (ст. 403) отразились на видовом раз-

нообразии: в 2017 г. здесь было отмечено максимальное число видов: 17 — сосудистых растений и 4 — макроводорослей. На этом участке акватории хорошо развиты пояса высших водных растений разных экологических групп (рис. 6).



а *б*

Рис. 6. Мониторинговая ст. 403:
а — пояс высшей водной растительности;
б — общий вид на зарастание части акватории

В 2017 г. здесь были обнаружены *Lemna trisulca* и *Elodea canadensis*, последняя отмечена здесь впервые за все время исследований. Учитывая то, что этот ивазивный вид быстро осваивает новые местообитания, вполне вероятны изменения в растительных сообществах погруженных растений.

На других станциях высшая водная растительность менее развита. Число видов на них колебалось от одного (ст. 406, 407) до пяти (ст. 440).

Количество видов макроводорослей в прибрежной зоне залива невелико и варьирует по сезонам на разных станциях. Максимальное видовое разнообразие отмечено на ст. 403 и 440 (от трех до четырех видов), что связано также с биотопическими особенностями участков побережья. Так, на ст. 440 (пос. Лесной) в прибрежной зоне на глубинах 0—0,5 м имеется пригодный для роста макроводорослей субстрат (стебли тростника, мелкая галька и крупнозернистый песок, обломки кирпичей). На ст. 403 из-за пояса высших растений, который отгораживает часть акватории от открытой части, складыва-

ются благоприятные гидродинамические условия, способствующие росту макроводорослей. Однако в 2017 г. харовые водоросли, произраставшие здесь в предыдущие годы, не развили значительной фитомассы. Так, *Chara globularis* на ст. 440 в июле 2017 г. встречалась единично. Причиной этого, предположительно, могут быть как флуктуации гидрометеорологических условий, так и интенсивное заиливание дна, отмечаемое нами на ст. 403. Все выявленные виды водорослей — пресноводные пластичные виды с широкой экологической амплитудой.

Среди водорослевых сообществ доминировал один вид — *Cladophora fracta*. В мае 2017 г. на ст. 440 его воздушно-сухая масса составила 31,04 г/м^2, что сходно со значениями в мае 2016 г. — 39,4±23,7 г/м^2. Другие свободноплавающие или эпифитные макроводоросли (*Oedogonium sp.*, *Tribonema sp.*) имели единичную встречаемость и были обнаружены только при микроскопировании.

Наибольшее количество видов макроводорослей выявлено в июле — четыре вида на ст. 440 и 403. В 2017 г., в отличие от 2015—2016 гг., летняя смена кладофоровых сообществ на конъюгатовые и эдогониевые не наблюдалась, их развитие не было массовым.

Впервые за годы наших исследований установлены три новых для данной акватории вида: на камнях в приурезовой зоне на ст. 440 найден *Ulothrix zonata* (F. Weber & Mohr) Kützing, отмечавшийся ранее другими исследователями [13]; *Tribonema minus* (Wille) Hazen, вид, выявленный нами ранее на ст. 406 (пос. Рыбачий) [14], в этом году обнаружен также на ст. 407 и *Elodea canadensis*, которая была зафиксирована на ст. 403.

В мае 2017 г. выполнили оценку площадей зарастания доминирующих видов прибрежно-водных растений на ст. 406, 403, 440. По полевым данным и спутниковым снимкам составлены карты-схемы прибрежно-водной растительности и рассчитаны площади, занимаемые различными растительными сообществами. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Установлено, что на участке побережья от пос. Лесного до пос. Рыбачий главную роль в зарастании играет тростник южный, площадь зарастания тростниковыми сообществами составила в районе станций мониторинга 138810 м^2, сообществами рогоза узколистного — 2110 м^2 (табл. 1). Ширина тростникового пояса в районе ст. 406 от уреза — около 62 м. На ст. 403 ширина массива камыша озерного — 12 м, рогоза узколистного — 38 м, тростника южного — 36 м. Ширина тростникового пояса на ст. 440 — 33 м.

Таблица 1

Площади растительных сообществ для некоторых участков западного побережья Куршского залива, 2017 г.

Растительные сообщества	Площадь зарастания, м^2			
	Ст. 406	Ст. 403	Ст. 440	Всего
Тростник обыкновенный	79846	55712	3252	138810
Камыш озерный	—	1677	—	1677
Кубышка желтая	—	667	—	667
Рогоз узколистный	—	2110	—	2110

Практически на всех станциях растительность залива имеет рассеянное или фрагментарное распределение, за исключением корневого участка косы, где выражен поясный характер зарастания.

Наблюдения за динамикой зарастания залива свидетельствуют о некоторой положительной динамике водной растительности в последние годы. Расширение массивов тростника южного, часто растущего вблизи поселений, косвенно свидетельствует о возрастающей в течение ряда десятилетий антропогенной нагрузке на экосистему Куршского залива.

За годы наблюдений нами визуально отмечается увеличение площадей зарастания тростником обыкновенным на ст. 406 и разрастание пояса кубышки желтой на ст. 403.

Анализ отношения видов-эдификаторов, произрастающих на мониторинговых станциях, к трофности и сапробности показал, что все макрофиты, доминирующие в прибрежной части западного берега Куршского залива, — мезоэвтрофы или мезотрофы, а такие виды, как ряска малая, — эвтроф, тростник южный — эвритроф, *β*-мезосапробы или эврисапробы (тростник южный) (табл. 2).

Таблица 2

Индикаторные значения видов-доминантов макрофитов на станциях мониторинга

Станция №	Количество видов	Доминирующие виды	Виды индикаторы
440	5	*Cladophora fracta* *Phragmites australis*	Мезоэвтроф, *β*-мезосапроб Эвритроф, эврисапроб
403	11	*Phragmites australis* *Scirpus lacustris* *Typha angustifolia* *Nuphar lutea* *Lemna trisulca*	Эвритроф, эврисапроб Мезотроф, β-мезосапроб Мезоэвтроф, β-мезосапроб Мезотроф, олиго- β-мезосапроб Эвтроф, β-мезосапроб
406	2	*Cladophora fracta* *Phragmites australis*	Мезоэвтроф, *β*-мезосапроб Эвритроф, эврисапроб
439	3	*Ceratophyllum demersum* *Cladophora fracta* *Phragmites australis*	Мезотроф, β-α-мезосапроб Мезоэвтроф, *β*-мезосапроб Эвритроф, эврисапроб
407	1	*Phragmites australis*	Эвритроф, эврисапроб

Таким образом, все доминанты растительных сообществ — экологически пластичные виды, произрастающие в широком диапазоне экологических условий. Значительная часть сооб-

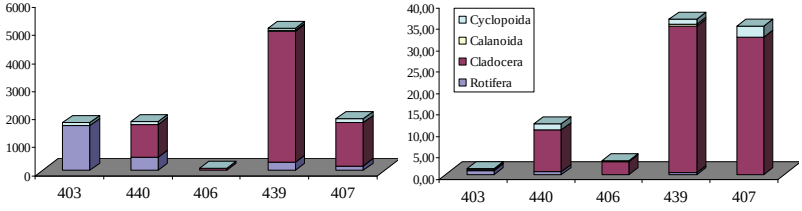
ществ характеризуется простотой состава и структуры, характерных для водной растительности. Набор характерных видов свидетельствует о *β*-мезосапробной среде прибрежных вод Куршского залива.

Зоопланктон. В зоопланктоне прибрежной зоны залива Куршской косы в 2017 г. обнаружено 48 видов голопланктона, представленных тремя основными группами: коловратки — 17 видов, веслоногие — 16 видов, ветвистоусые — 15 видов. В мероплактоне встречены представители девяти таксономических групп. Преобладали олиго- и *o-β*-мезосапробные виды (60 %), виды-индикаторы загрязнения составляли лишь 25 % от общего числа индикаторных видов. У коловраток постоянным компонентом сообщества стала *Keratella guadrata*, а вид-индикатор загрязнения *Brachionus angularis* был встречен везде, кроме ст. 407 (пос. Морское). Из трех постоянно встречающихся видов ветвистоусых доминировали: *Bosmina longirostris* в мае, *Chydorus sphaericus* в июле. *Daphnia galeata* была основой биомассы в мае на ст. 406 и 407 и в июле на ст. 407. В кутовой части залива на ст. 403 весной преобладали коловратки — *Brachionus calyciflorus, Br. quadridentatus, Keratella guadrata*, летом и осенью — науплии и копеподиты циклопов. Среди веслоногих рачков на всех станциях постоянно наблюдались *Eudiaptomus graciloides, Mesocyclops leuckarti, Eucyclops serrulatus, Diacyclops bicuspidatus*, и только последний в июле входил в состав доминирующего комплекса на ст. 407, 439, 440. В целом количество видов, встреченных в акватории, незначительно различалось по месяцам и по своему распределению было ближе к 2015 г.

Характерным для 2017 г. было отсутствие коловраток на ст. 439 в июле и сентябре и минимальное количество ветвистоусых (два вида) в кутовой части залива (ст. 403 и 440).

В м а е основу численности и биомассы, кроме ст. 403, вдоль всего побережья Куршской косы составляли ветвистоусые рачки, среди которых от 62 до 92 % в общей численности приходилось на мелкого рачка *Bosmina longirostris*. Несмотря

на небольшие размеры и массу тела, этот рачок при численности 4656,5 тыс. экз./м³ создал биомассу 34,12 г/м³, а его вклад в биомассу на ст. 439 и 440 достигал 90 % (рис. 7).



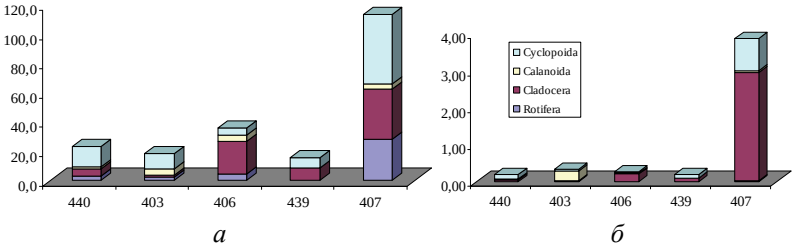
а *б*

Рис. 7. Структура зоопланктона
западного побережья Куршского залива в мае 2017 г.
по численности, тыс. экз./м³ (*а*) и биомассе, г/м³ (*б*)

Daphnia galeata определяла биомассу на ст. 406 (81 %) и ст. 407 (65 %). Развитие зоопланктона в кутовой части залива на ст. 403 было иным. Здесь численность формировали мелкие коловратки *Brachionus calyciflorus, Br. quadridentatus, Keratella guadrata*, а биомассу — крупная коловратка *Asplanchna priodonta*. Максимальная численность зоопланктона — 5673,1 тыс. экз./м³ — зарегистрирована на ст. 439, максимумы биомассы — 36,04 г/м³ и 34,54 г/м³ — на ст. 439 и 407 соответственно. Минимальная численность (96,4 тыс. экз./м³) отмечена на ст. 406, минимальная биомасса (1,43 г/м³) — на ст. 403 (рис. 7). В 2017 г. по сравнению с 2016 г. уровень развития майского зоопланктона был незначительно выше.

В и ю л е 2017 г. доминантный комплекс состоял из четырех видов: *Lecane luna, Chydorus sphaericus, Diacyclops bicuspidatus* и науплиев циклопов. Численность и биомассу зоопланктона формировали веслоногие рачки, в большей мере циклопы, а также ветвистоусые. Увеличение в планктоне доли ветвистоусых рачков, отмеченное в 2016 г., характерно и для

2017 г., особенно оно заметно на ст. 407 и 406 (рис. 8). Так, на ст. 406 *Chydorus sphaericus* составлял 57 % в общей численности и 71 % в общей биомассе зоопланктона.



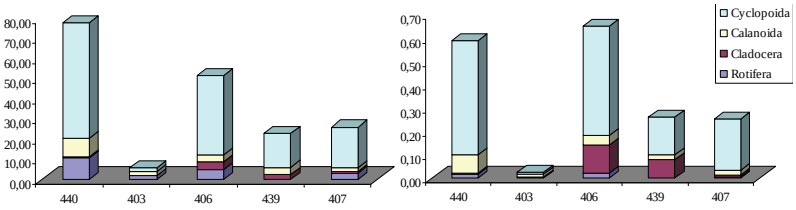
а *б*

Рис. 8. Структура зоопланктона
западного побережья Куршского залива в июле 2017 г.
по численности, тыс. экз./м³ (*а*) и биомассе, г/м³ (*б*)

Максимальные численность (114,1 тыс. экз./м^3) и биомасса (3,91 г/м³), а также минимальные значения (15,5 тыс. экз./м^3 и 0,18 г/м³) зарегистрированы на ст. 407 и 439 соответственно (рис. 8).

Количественное развитие зоопланктона в 2017 г. было на порядок ниже, чем в 2016 г.: до 3871,1 тыс. экз./м^3 и 96,4 г/м³ в 2016 г. и до 114,1 тыс. экз./м^3 и 3,91 г/м³ в 2017 г., но характер распределения численности по акватории западного побережья остался прежним, в структуре зоопланктона почти на всех станциях отмечена тенденция увеличения доли коловраток.

В сентябре 2017 г. в зоопланктоне прибрежья Куршского залива обнаружено в 1,5—2 раза меньше видов, чем в 2016 г. На всех станциях доминировали копеподитные и науплиальные стадии веслоногих рачков. Основу численности и биомассы на всей акватории залива формировали веслоногие рачки, главным образом молодь циклопов (рис. 9).



а *б*

Рис. 9. Структура зоопланктона
западного побережья Куршского залива в сентябре 2017 г.
по численности, тыс. экз./м³ (*а*) и биомассе, г/м³ (*б*)

Количественное развитие зоопланктона было низким. Максимальная численность, отмеченная в кутовой части залива на ст. 440, составляла 81,6 тыс. экз./м³. В кутовой же части на ст. 403 наблюдались минимальные численность и биомасса зоопланктона — 5,6 тыс. экз./м³ и 0,02 г/м³. Почти равными были максимальные биомассы 0,59 и 0,65 г/м³ на ст. 440 и 406 соответственно.

Подсчитана доля мертвых особей в зоопланктоне. Мертвые особи в основном встречались в мае. Их доля в общей численности изменялась от 3 до 34 %. Наиболее высокой она была для ст. 407, 439, 406 (табл. 3).

Таблица 3

Средние показатели численности и биомассы зоопланктона, сапробности и индекса Шеннона западного побережья Куршского залива в 2017 г.

Показатель	Станция					
	440	403	406	439	407	Средние
Токсикоз и другие поражения, %	1,4	0	1,0	0	1,0	0,4
Мертвые, %	4,0	1,0	7,0	7,0	11,0	1
$H_{бит}$ (по численности)	2,27	2,59	2,23	2,08	2,32	2,30
$H_{бит}$ (по биомассе)	2,16	2,09	1,87	1,96	1,74	1,96
S, сапробность	1,64	1,77	1,53	1,67	1,61	1,64

Таким образом, структура зоопланктона и характер распределения количественных показателей в 2017 г. отличался от таковых в 2016 г. Значительно выше были и количественные показатели: численность — до 359, 9 тыс. экз./м³, биомасса — до 15,2 г/м³. В формировании численности и биомассы в 2016 г. участвовали все основные группы зоопланктона, наиболее обильным зоопланктон был на ст. 407.

Индекс выравненности Шеннона изменялся от 0,69 до 1,78 бит, и только на ст. 403 его величина 2,71 бит указывала на равномерное распределение видов внутри сообщества. В июле и сентябре на всех станциях наблюдались более высокие показатели индекса, а их средние значения, рассчитанные по численности и биомассе, находятся в пределах, характеризующих залив как эвтрофный (табл. 3).

Диапазон изменений индекса сапробности в течение всего периода исследований был незначительным, имел сезонный характер и оказался выше, чем в 2016 г. В целом он позволяет оценить воды литорали западного берега залива как мезосапробные, умеренно загрязненные, 3-го класса качества вод.

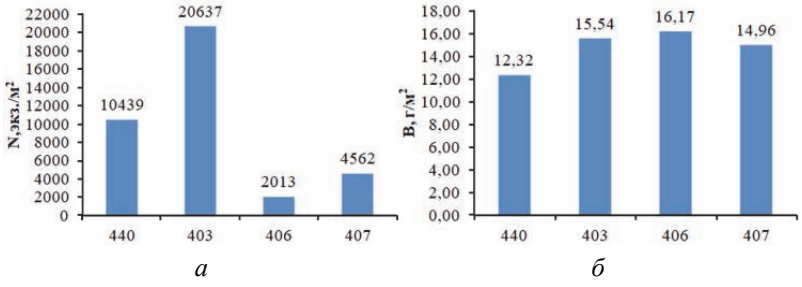
Макрозообентос. В биотопах без водной растительности обнаружены беспозвоночные животные, принадлежащие к 19 таксонам различного ранга. На станциях количество видов и групп варьировало от 5 до 15. Наибольшее разнообразие зафиксировано на ст. 403 (база АтлантНИРО) и 440 (пос. Лесной), наименьшее — на ст. 407 (пос. Морское).

В районе исследования повсеместно распространены и доминируют олигохеты (100 %) и хирономиды (100 %). Нематоды также наблюдаются на всех станциях с частотой в два раз ниже — 47,4 %. Близкие значения частоты встречаемости были у крупной олигохеты *Tubifex newaensis* (39 %), обнаруженной в литорали центральной части косы (ст. 406, 407), и у губок (36 %), которые, напротив, присутствовали только в литорали кутковой части залива (ст. 440, 403). Остальные таксоны выявляются на первой-третьей станциях с частотой не более 20 %.

Общая численность и биомасса бентоса в период изучения варьировали от 667 до 55560 экз./м^2 и от 0,61 до 73,95 г/м^2 соответственно. В среднем по исследованным станциям с мая по сентябрь общая численность зообентоса составила 8362 ± ± 2023 экз./м^2, биомасса — 14,75 ± 2,16 г/м^2. Максимальные численность и биомасса — 35613 экз./м^2 и 34,21 г/м^2, минимальные — 1130 экз./м^2 и 2,25 г/м^2.

Средние численность и биомасса на станциях изменялись весной от 19 до 62724 экз./м^2 и от 0,04 до 16,22 г/м^2. Летом — от 19 до 25632 экз./м^2 и от 0,02 до 16,95 г/м^2. Осенью — от 19 до 5778 экз./м^2 и от 0,02 до 22,41 г/м^2.

В литорали начальной части косы в районе ст. 403 (база АтлантНИРО) отмечена максимальная численность бентобионтов (рис. 10). Основной вклад на этой станции вносят Oligochaeta и Chironomidae, средняя численность которых в период исследования составила 9198 ± 1907 и 9871 ± 4403 экз./м^2 соответственно. На ст. 440 (пос. Лесной) численность бентоса была в два раза ниже, на ст. 406 (пос. Рыбачий) и 407 (пос. Морское) в 5—10 раз ниже, чем на ст. 403.



а *б*

Рис. 10. Средние численность (*а*) и биомасса (*б*) зообентоса на станциях мониторинга, 2017 г.

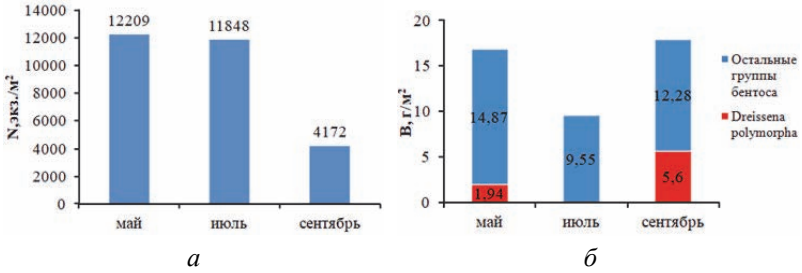
Средняя за период общая биомасса бентоса на мониторинговых станциях практически не различалась, лишь на ст. 440 была незначительно ниже (рис. 10). Это обусловлено обитани-

ем на ст. 406 и 407 крупных тубифицид *T. newaensis*, средняя численность и биомасса которых составила 213 ± 51 экз./м^2 и 3,83 ± 1,28 г/м^2 соответственно. Максимальные и минимальные значения численности и биомассы *T. newaensis* — 833 и 56 экз./м^2, 21,17 и 0,28 г/м^2 соответственно.

Крупные тубифициды *T. newaensis* обладают крепкой мускулатурой, поэтому могут обитать даже в плотных осадках, предпочитают пески с различной степенью заиления (псаммопелофилы) и небольшие глубины. Донные осадки залива вдоль Куршской косы представлены большей частью эоловыми песками, гранулометрический состав которых различен (1,0—0,25 мм) [15]. На ст. 406, 407 и 440 — заиленный песок. На ст. 403, расположенной в закрытой бухте, преобладают илы и плохо разложившийся фитодетрит, что, возможно, и объясняет отсутствие здесь *T. newaensis*. Вероятно, обитание *T. newaensis* только в центральной части косы на ст. 406 и 407 обусловлено как особенностями донных осадков, так и наиболее благоприятными трофическими условиями, которые складываются здесь благодаря наличию ила с высоким содержанием органического вещества [15]. Кроме того, олигохета *T. newaensis* относится к видам тубифицид, которые являются индикаторами полисапробных условий в водоеме. Их обитание в районе исследования, как отмечалось ранее [6], — индикатор загрязнения органикой на ст. 406 (пос. Рыбачий) и ст. 407 (пос. Морское).

Численность и биомасса бентоса значительно варьируют по сезонам (рис. 10). Весной и летом численность имела близкие значения и превышала значение в сентябре почти в три раза. Осенью отмечены самые низкие показатели численности (рис. 10). Биомасса всех групп бентоса в мае и сентябре имела близкие значения: 16,81 г/м^2 и 17,88 г/м^2 соответственно. В июле биомасса была наименьшей (рис. 10). В сентябре и в меньшей степени в мае существенную долю по массе в пробах составили двустворчатые моллюски *Dreissena polymorpha*, которые имеют агрегированный тип распределения, на местности встречаются локально и с низкой частотой, а в пробы по-

падают случайно и единично, давая при этом высокое значение биомассы пробы за счет высокой массы особи. В результате в сентябре при минимальной численности биомасса имеет максимальное значение (рис. 11). Без учета биомассы двустворчатого моллюска *D. polymorpha* максимальные значения численности и биомассы наблюдаются в мае, однако разница в значениях биомассы бентоса между станциями мониторинга при этом становится несущественной и недостоверной. Таким образом, основные компоненты бентоса (без учета дрейссены) по биомассе распределены в значительной степени равномерно. Средняя биомасса бентоса без учета находок дрейссены варьирует в пределах 10—15 г/м^2.

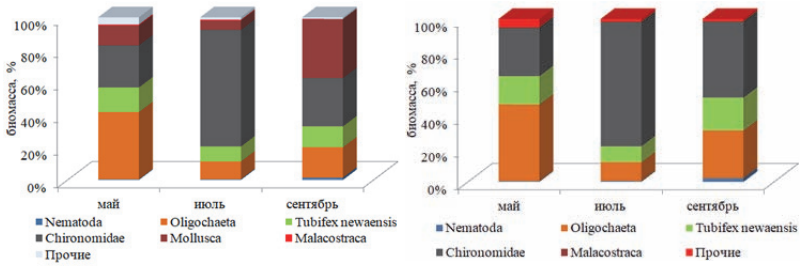


а *б*

Рис. 11. Сезонная динамика общей численности (*а*) и биомассы (*б*) зообентоса Куршского залива в литорали без растительности, 2017 г.

Структура сообществ по численности и биомассе различается по сезонам. В мае по численности и биомассе доминируют Oligochaeta (в том числе *T. newaensis* на ст. 406 и 407), составляя около 70 % от численности и около 60 % от биомассы всего бентоса (рис. 12). В июле преобладающей группой по численности и биомассе становятся Chironomidae, достигая около 70 % от численности и биомассы. Вклад остальных групп незначителен. В сентябре по численности доминируют Oligochaeta, а по биомассе с учетом биомассы всех групп — моллюски (*D. polymorpha*), без учета биомассы моллюсков — олигохеты и хирономиды. Таким образом, в структуре сооб-

ществ по численности весной и осенью преобладают Oligochaeta, летом — Chironomidae. По биомассе весной — Oligochaeta, летом — Chironomidae. Осенью с учетом биомассы всех групп доминируют Mollusca, субдоминаты — Oligochaeta и Chironomidae; без учета данных по *D. polymorpha* доминирующими группами становятся Oligochaeta и Chironomidae. Вклад остальных групп в биомассу и численность зообентоса незначителен.



а *б*

Рис. 12. Структура зообентоса Куршского залива в литорали без растительности по биомассе с учетом всех групп (*а*) и без биомассы *D. polymorpha* (*б*), в разные месяцы 2017 г.

Смена доминирующих групп в бентосе обусловлена особенностями жизненного цикла. Oligochaeta преобладают по численности и биомассе в мае и сентябре, а в июле наблюдается значительное снижение их доли. Активное размножение олигохет происходит с мая по начало августа, первая молодь у многих видов появляется к концу июня, однако размеры их малы, что не позволяет их учесть в составе макробентосной пробы (проходят через бентосное сито). Кроме того, в июле приступают к размножению особи старших возрастных групп, которые после размножения погибают [16]. Прессинг рыб и хищных беспозвоночных, особенно активно выедающих олигохет в этот период, приводит к значительному снижению вклада олигохет в биомассу бентоса в середине лета.

Доминирование хирономид по численности и биомассе в июле и субдоминирование в сентябре и мае объяснится тем, что перезимовавшие личинки осенне-зимней генерации в мае окукливаются и вылетают, что приводит к падению их численности и биомассы. В июле развивается весенне-летняя генерация и личинки достигают последнего возраста. Осенью, в сентябре, происходит снижение доли численности и биомассы хирономид в структуре сообщества вследствие того, что в этот период времени личинки хирономид осуществляют сезонную миграцию в глубь водоема, что и приводит к сокращению численности и биомассы на мелководье [17].

Заключение

Фитопланктон. В 2017 г. структурно-функциональные показатели весенне-осеннего фитопланктона западной прибрежной части Куршского залива отличались пространственно-временной неоднородностью. В фитопланктоне во все сезоны превалировали цианобактерии (*Planktothrix agardhii*) и диатомовые (*Stephanodiscus spp.* и *Thalassiosira spp.* (суммарно), *Actinocyclus normanii*), в основном в мае — еще и зеленые (на всех станциях) и криптофитовые (вблизи базы АтлантНИРО). Колебание биомассы микроводорослей составило от 2 до 34 г/м^3 при среднесезонной величине 18 г/м^3, что свидетельствовало о гиперэвтрофных условиях в литоральной зоне.

Макрофиты. В 2017 г. на мониторинговых станциях отмечено 18 видов сосудистых растений и 9 видов макроводорослей. Наибольшее видовое разнообразие, обусловленное биотопическими особенностями, как и ранее, выявлено на ст. 403 (17 видов). Погодные условия 2017 г. отразились на видовом разнообразии макроводорослей. Так, в 2017 г. на станциях мониторинга не обнаружены сообщества харовых водорослей, не наблюдалась смена кладофоровых сообществ на эдогониевые и конъюгатовые. Впервые выявлены *Ulotrix zonata* на ст. 440 и инвазивный вид *Elodea canadensis* на ст. 403.

Наблюдается изменение (увеличение) площади зарастания тростником южным на ст. 406 (район пос. Рыбачий) и разрастание пояса кубышки желтой на ст. 403. На отрезке побережья от пос. Лесного до пос. Рыбачий главную роль в зарастании мелководья залива играет тростник южный, площадь, занимаемая тростниковыми сообществами в районе станций мониторинга, составила 138810 м^2, площадь, покрытая сообществами рогоза узколистного, на ст. 403—2110 м ^{2}.

Зоопланктон. В летнем зоопланктоне прибрежной зоны Куршского залива в 2017 г. обнаружено 48 видов и таксономических групп. По сравнению с 2015 и 2016 гг. увеличилось число видов ветвистоусых рачков. Рост видового разнообразия коловраток и ветвистоусых наблюдается от раннего лета к осени, видовое разнообразие веслоногих остается практически неизменным на протяжении всего периода исследований. Основная роль в формировании численности и биомассы зоопланктона весной принадлежала ветвистоусым рачкам, и только на ст. 403 коловратки составляли основу численности и биомассы зоопланктона. В июле основной вклад в развитие зоопланктона вносили ветвистоусые и веслоногие рачки, а в сентябре — веслоногие рачки, главным образом циклопиды. Роль коловраток была незначительной. Индекс сапробности был выше, чем в 2016 г., и характеризует воды литорали западного берега залива как мезосапробные, умеренно загрязненные 3-го класса качества вод.

Макрозообентос. Прибрежный зообентос залива в литорали без растительности в 2017 г. характеризовался тем же уровнем видового богатства, что и в предыдущем году, — 19 таксонов различного ранга (18 в 2016 г.). Не изменился характер пространственного распределения видового богатства: наибольшее биоразнообразие отмечено на ст. 403 (база АтлантНИРО) и 440 (пос. Лесной), в начальной части косы, т. е. в прибрежье кутовой части залива, наименьшее — на ст. 407 (пос. Морское). Как и прежде, повсеместным распространением и 100 %-ной встречаемостью характеризовались две

группы — Oligochaeta и Chironomidae. Сохраняются неизменными уже на протяжении нескольких лет и другие генеральные закономерности распределения и динамики зообентоса: в средней части косы в районе пос. Рыбачий и Морское (ст. 406, 407) численность минимальна, наибольшая величина — в начальной части косы (ст. 403 и 440), при этом пространственное распределение биомассы равномерное. Основной вклад в численность и биомассу на всех станциях вносят Chironomidae и Oligochaeta, в том числе на ст. 406 и 407 — крупная тубифицида *Tubifex newaensis*, что неизменно, на протяжении ряда лет, характеризует условия обитания бентоса как близкие к α-мезосапробным.

Работа выполнена в рамках договора АО ИО РАН с НП «Куршская коса» № 47-УК-Шир от 12.04.2017 при поддержке госбюджетной темы АО ИО РАН № 0149-2018-0012 и гранта Коалиции Чистая Балтика (ССВ) «Баренц-Балтийская программа: Природа и Человек».

Благодарности. Коллектив авторов признателен всем сотрудникам ЛМЭ АО ИО РАН и волонтерам проекта «Баренц-Балтийская программа: Природа и Человек», принимавшим участие в сборе и обработке материала.

Список литературы

1. *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.

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

3. *Методические* рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция / под ред. А.А. Салазкина, М.Б. Ивановой, В.А. Огородникова. Л. : Гос. НИИ озерного и речного рыбного х-ва, 1984.

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

5. *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.

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. // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. / сост. И.П. Жуковская. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. Вып. 12. С. 97—117.

7. *Ланге Е.К., Герб М.А., Володина А.А. и др.* Характеристика состояния западной прибрежной зоны Куршского залива по гидробиологическим показателям в 2016 году // Там же. 2017. Вып. 13. С. 86—112.

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

9. *Ланге Е.К.* Характеристика позднелетнего фитопланктона Куршского залива // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2005. Вып. 3. С. 98—110.

10. *Ланге Е.К.* Летний фитопланктон Куршского залива и озера Лебедь // Там же. 2007. Вып. 5. С. 142—149.

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

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

13. *Семенова С.Н., Смыслов В.А.* Состояние фитоцена Куршского залива Балтийского моря на рубеже XX—XXI веков // Гидробиологические исследования в бассейне Балтийского моря, Атлантического и Тихого океанов на рубеже тысячелетий : сб. науч. тр. Калининград : Изд-во Атлант НИРО, 2005. Ч. 1. С. 17—64.

14. *Герб М.А., Володина А.А.* Макрофиты как показатели экологического состояния Куршского залива (по результатам исследова-

ний в ФГБУ НП «Куршская коса») // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парк «Куршская коса» : сб. науч. ст. / сост. И.П. Жуковская. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2012. Вып. 8. С. 55—68.

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

16. *Поддубная Т.Л.* Основные черты экологии невского лимнодрила (Limnodrilus newaensis Mich., Oligochaeta) // Вопросы экологии. 1962. Т. 5. С. 166—168.

17. *Алексевнина М.С., Баканов А.И., Бородич Н.Д. и др.* Пространственное распределение и миграции личинок // Мотыль *Chironomus plumosus* L. Систематика, морфология экология, продукция. М. : Наука, 1983. С. 189—201.

УДК 551.468.1:551.351

Д.Е. Губарева
Балтийский федеральный университет им. И. Канта
М.О. Ульянова
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

Гранулометрический состав поверхностных песков дюнных массивов Куршской косы

Подвижность песков дюнных массивов способствует относительно равномерному распределению фракций по поверхности вдоль всей гряды. Выполнен анализ гранулометрического состава поверхностного горизонта дюнных массивов южнее поселков Морское и Рыбачий Куршской косы. В поверхностном горизонте этих участков преобладают среднезернистые пески с включением крупно- и мелкозернистых частиц.

The mobility of sandy dunes contributes to a relatively uniform distribution of fractions along the surface along the entire ridge. The analysis of the grain size composition of the surface horizon of dune massifs to the south of the settlement of Morskoye and

© Губарева Д.Е., Ульянова М.О., 2018

Rybachiy of the Curonian Spit is carried out. Medium-grained sands with inclusion of coarse and fine-grained particles predominate in the surface horizon of these areas.

Ключевые слова: дюнный массив, эоловые образования, гранулометрический анализ, Куршская коса.

Key words: dune massif, eolian formations, grain size analysis, Curonian Spit.

Введение

Дюнные пересыпи Курской косы представляют собой эоловые прибрежные и морские террасированные равнины Балтийского моря. Дюнная гряда глубоко расчленена сквозными поперечными долами выдувания. Этот фактор способствует увеличению площади подвижных дюн. Дюнные гряды — объекты малораспространенные и уникальные, поэтому изучение особенностей и способов их сохранения — одна из важных задач.

Актуальность изучения гранулометрического состава дюн можно рассматривать с нескольких сторон: 1) уязвимость природного комплекса, которая подвержена не только воздействию природных сил, но и антропогенной (рекреационной) деятельности; 2) возможность расширить базу знаний о свойствах дюнных песков и их фракционную изменчивость.

Цель исследования — определение размерности песков поверхностного горизонта дюнных массивов Курской косы и выявление закономерностей в их количественном распределении.

Материалы и методы

Для оценки гранулометрического состава дюнных отложений пробы отбирались методом конверта по профилям с поверхностного горизонта дюнных массивов вблизи поселков Морское и Рыбачий (рис. 1). Отбор производился 26 апреля 2018 г.

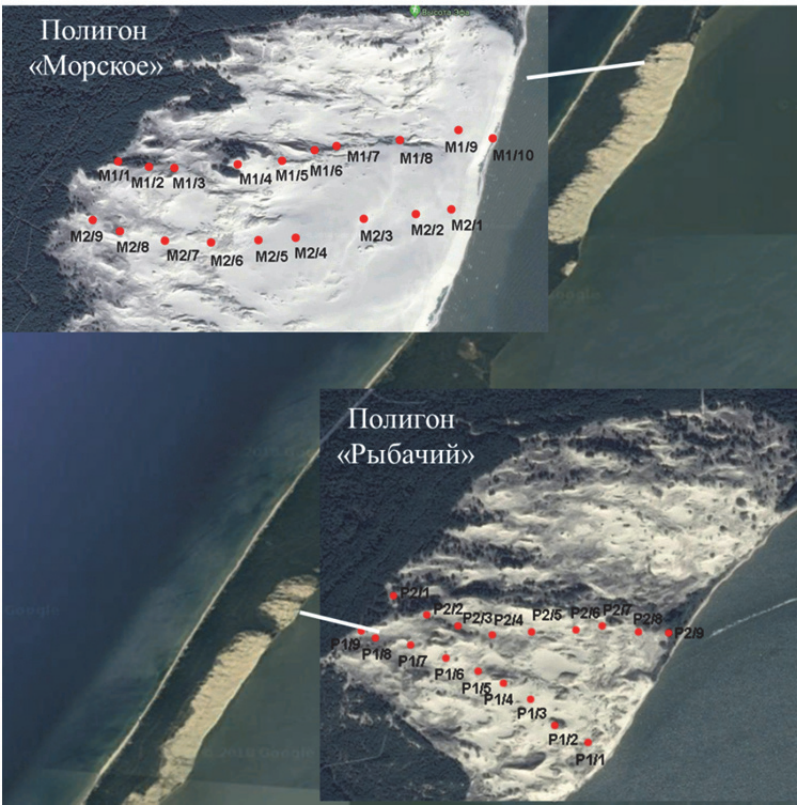


Рис. 1. Расположение точек отбора проб песка

На каждом участке выполнялось два субширотных профиля. Точки отбора проб находились на расстоянии около 50—100 м друг от друга. Пробы упаковывались в герметичные полиэтиленовые пакеты. Гранулометрический анализ осуществлялся ситовым методом с выделением 12 фракций от 1,4 до >0,050 мм согласно ГОСТ 12536-2014 на вибрационном грохоте Analysette 3 Pro Fritsch в лаборатории геологии Атлантического отделения Института океанологии им. П. П. Ширшова

РАН. Классификация гранулометрического состава проводилась по [2]: гравий 3—1 мм; крупный песок — 1—0,5 мм; средний песок — 0,5—0,25 мм; мелкий песок — 0,25—0,05 мм.

Ранее подобных работ не проводилось.

Результаты и обсуждения

Участок южнее пос. Морское.

Рельеф у пос. Морское наиболее молодой в дюнной гряде Куршской косы, ему не более 300 лет. Участок закрепили только в начале XIX в. с помощью искусственной авандюны. Высота Эфа — одна из вершин Ореховой дюны и находится на лагунном берегу косы. Треть песков на этом участке подвижна.

Анализ данных показывает, что поверхностный слой данного участка сложен в основном среднезернистыми песками (0,5—0,25 мм), в некоторых пробах их доля — более 80 % (рис. 2). В примеси наблюдаются крупнозернистые и мелкозернистые пески. Содержание преобладающей фракции и примесей неравномерно и изменяется с востока на запад. Так, содержание мелкозернистого песка достигает максимума в точках М1/1 (16 %), М1/5 (16 %), М2/4 (20 %) и М2/9 (18 %). Минимальны эти значения в точках М1/8 (8 %) и М2/7 (7 %). Явной тенденции к переносу и распределению мелкозернистой фракции песка не прослеживается. Можно лишь отметить уменьшение содержания мелкозернистого песка по краям массива: со стороны леса и залива (5 и 7 % соответственно). Содержание крупнозернистого песка незначительно: максимум 3,5 %. На точках М1/2, М1/3 и М1/8 встречаются незначительные скопления гравия 0,01, 0,01 и 0,02 % соответственно. В среднем для массива содержание мелкозернистого песка составило около 11 %, среднезернистого — 76 %, крупнозернистого — примерно 14 %.

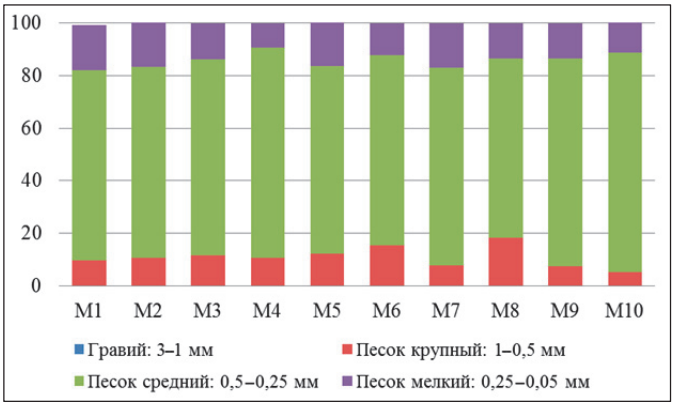


Рис. 2. Среднее процентное содержание фракций песка в пробах, отобранных на дюнном массиве южнее пос. Морское. Направление профиля — запад-восток (море — залив). Названия точек соответствуют усредненным значениям по двум параллельным точкам двух профилей

Участок южнее пос. Рыбачий.

Поселок Рыбачий располагается на наиболее древней части Куршской косы. Здесь наблюдается наибольшее расчленение дюнного вала с образованиями мысов. В настоящее время гряда является неподвижной и стабильной.

Анализируя полученные данные, можно говорить о том, что участок представлен в основном >80 % среднезернистыми песками. На этом участке в большей степени представлены крупнозернистые пески. В примесях также преобладают крупно- и мелкозернистые. Особых тенденций к распределению содержания преобладающей фракции и примесей не наблюдается. Максимальные значения по содержанию мелкозернистого песка отмечаются в точках P1/9 (14 %), P2/1 (15 %) и P2/9 (20 %). Минимальное содержание — в точках P1/5 (6 %), P2/2 (4 %), P2/4 (4 %) и P2/5 (5 %). Крупнозернистый песок преобладает количественно над мелкозернистым. Максимальные значения: P1/2 (17 %), P1/7 (19 %), P2/4 (26 %) и P2/7 (18 %); минимальные значения: P1/3 (2 %), P1/9 (0,5 %). Гравийные

отложения выявлены на обоих профилях. Наибольшее значение — в точке Р2/4 с содержанием 16 %. В среднем для массива содержание мелкозернистого песка составило около 11 %, среднезернистого — 77 %, крупнозернистого — 12 %.

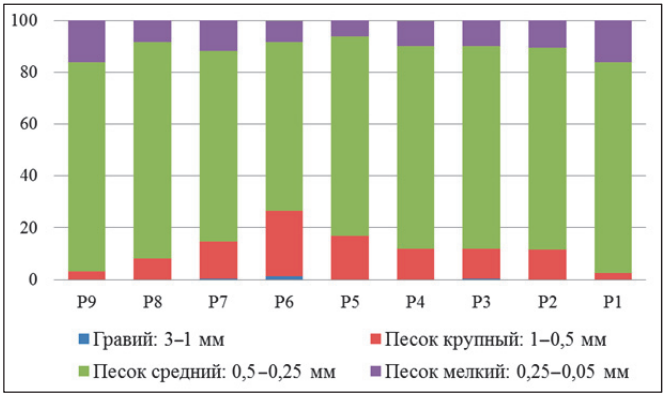


Рис. 3. Среднее процентное содержание фракций песка в пробах, отобранных на дюнном массиве южнее пос. Рыбачий. Направление профиля — запад-восток (море — залив). Названия точек соответствуют усредненным значениям по двум параллельным точкам двух профилей

Выводы

В результате исследования гранулометрического состава песков поверхностного слоя дюнных массивов Куршской косы было установлено, что на обоих участках преобладают среднезернистые пески (около 77 %). На участке южнее пос. Морское количество мелкозернистого песка в примеси было больше (14 %), чем на участке южнее пос. Рыбачий (11 %).

Распределение песков различной размерности по профилю массива южнее пос. Морское сравнительно однородно. Причиной этого может быть открытость массива (отсутствие травянистой растительности) и, следовательно, подверженность постоянному переносу песка по всей его площади. Тогда как

южнее пос. Рыбачий наблюдается некоторая закономерность: по краям массива (у леса и залива) количество крупнозернистой фракции уменьшается (до 2—3 %), а в центральной части массива оно значительно возрастает (до 25 %), и даже появляется гравий.

В среднем полученные характеристики отложений дюн сопоставимы с пляжевыми отложениями Куршской косы: преобладание среднезернистых песков (до 90 %) с включением в примеси мелкозернистых и крупнозернистых [1].

Список литературы

1. *Бобыкина В. П., Михневич Г. С., Панкратова Е. М.* Пространственно-временная изменчивость гранулометрического состава пляжевых наносов морского берега Курской 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, 2017. Вып. 13. С. 151—163.

2. *Качинский Н. А.* Физика почвы. Ч. 1. М. : Высшая школа, 1965.

УДК 502.4+528

С. В. Князева, А. Д. Никитина, С. П. Эйдлина, Е. В. Тихонова, Е. А. Гаврилюк, Н. В. Королева
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
Почвенный факультет МГУ им. М. В. Ломоносова

Картографирование и анализ динамики растительного покрова территории национального парка «Куршская коса» по разновременным спутниковым данным

На основе применения разновременных мультиспектральных спутниковых данных высокого пространственного разрешения проведена оценка количественных изменений площадных характеристик растительного покрова Куршской косы за период 2007—2016 гг. и составлены карты динамики основных показателей мониторинга экосистем на территории национального парка. Выявлены участки с вы-

© Князева С. В., Никитина А. Д., Эйдлина С. П.,
Тихонова Е. В., Гаврилюк Е. А., Королева Н. В., 2018

сокими значениями динамики показателей в негативном тренде, ведущем к снижению устойчивости природных комплексов Куршской косы.

Based on the application of different dates multi-spectral high resolution satellite data, the quantitative changes in the national park vegetation cover area characteristics for 2007—2016 have been estimated. Maps of ecosystems dynamics monitoring indicators of national park were made. Sites with high indicators of negative changing which cause decreasing the natural complexes stability of park were identified.

Ключевые слова: растительный покров, спутниковые данные высокого пространственного разрешения, классификация космических снимков, достоверность распознавания, показатели экологического мониторинга, карты динамики.

Key words: vegetation cover, high spatial resolution satellite data, classification of space images, reliability of recognition, indicators of ecological monitoring, maps of dynamics.

Введение

Цель исследования — выявление и оценка изменений площадной структуры основных типов растительности национального парка «Куршская коса» за период 2007—2016 гг. на основе мультиспектральных спутниковых данных высокого пространственного разрешения.

Куршская коса отличается ландшафтным и ценотическим разнообразием территории, богатым видовым составом лесных сообществ, произрастающих на небольшой площади национального парка. Для косы характерна высокая динамичность природных и антропогенных воздействий, имеющих сезонные и годовые колебания. Примерно 70 % ее природных ландшафтов могут быть отнесены к категории слабоустойчивых, неустойчивых и сильно неустойчивых, что связано с постоянными интенсивными водно-ветровыми эрозионными и антропогенными воздействиями [5]. За несколько столетий интенсивной хозяйственной деятельности на полуострове были

вырублены большие массивы лесов, что привело к образованию странствующих дюн, разрушению косы, а также поставило под угрозу существование Куршского залива.

С XIX в. на Куршской косе ведутся работы по закреплению песков с помощью посадки деревьев и создания защитного приморского дюнного вала (авандюны). В настоящее время более 77 % территории национального парка, покрытой лесом, приходится на лесные насаждения искусственного происхождения [4]. Сотрудники парка ежегодно проводят наземные обследования авандюны, что позволяет оперативно выявлять локальные очаги размыва и дефляции прибрежного дюнного вала. Мониторинг состояния авандюны и лесов, закрепляющих пески, — одна из первоочередных задач для сохранения ландшафтов национального парка «Куршская коса».

Материалы и методы обработки данных

Для анализа и картографирования динамики растительного покрова Куршской косы использовались разновременные космические снимки с пространственным разрешением 10 м, полученные со спутников Alos и Sentinel 2 в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах съемки. Даты съемки выбраны во второй и третьей декаде июня — ближе к середине периода вегетации растительности. Космические снимки Sentinel 2 получены из базы EO Browser открытого доступа (apps.sentinel-hub.com). Спутниковые данные Alos AVNIR-2 выбраны из архива материалов съемки. Выбор спутниковых данных для оценки динамики растительного покрова обусловлен подобными (близкими) характеристиками пространственного и спектрального разрешения снимков, позволяющими получить оптимальные результаты классификации при заданных параметрах съемки.

Материалы съемки соответствуют уровню предварительной обработки 1С с нулевой облачностью и представлены в проекции UTM 34 (WGS 84). Дополнительная обработка спутниковых данных, проведенная средствами пакетов ERDAS

IMAGINE и ArcGIS, включала в себя синтез зональных изображений и совмещение с картографическими лесоустроительными данными. Совмещение спутниковых и картографических данных проведено при помощи векторной трансформации лесоустроительной сети таксационных выделов и кварталов в проекцию космических снимков (рис. 1).

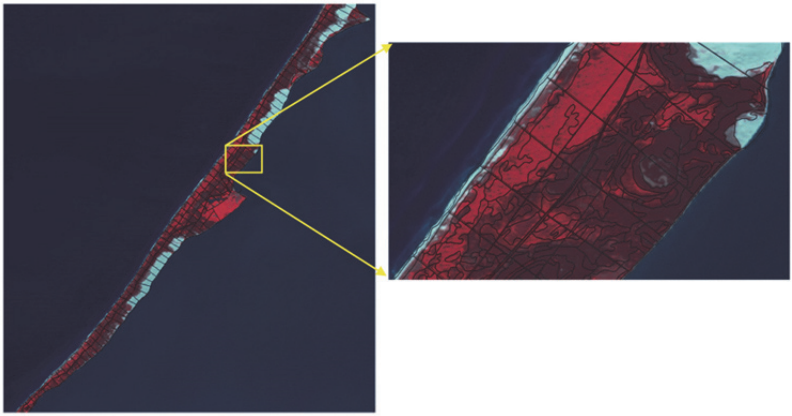


Рис. 1. Снимок Alos/AVNIR-2,
совмещенный с данными лесной таксации

В качестве наземных данных для обучения и проверки точности классификации использованы:

— таксационная база данных лесоустройства 2003 г. НП «Куршская коса»;

— данные полевых наземных обследований лесной растительности на территории НП в 2017 г.

Полевые наземные обследования на территории НП «Куршская коса» в 2017 г. осуществлены при финансовой поддержке РФФИ (проект 17—05—01129). Измерение биометрических параметров древостоев проводилось методами глазомерно-инструментальной съемки на пробных площадях 50×50, 30×30, 20×20 м с составлением карт-схем размещения деревьев. Заложено 15 площадок (ключевых участков) в разных типах ле-

са: 12 — в сосняках разного возраста (молодняки, средневозрастные и старовозрастные древостои), 1 — в березняке, 1 — в черноольшанике, 1 — в ельнике. На каждой площадке определялись основные биометрические параметры деревьев (порода, количество, возраст, высота, диаметр на уровне груди), проективного покрытия и высота всех ярусов, доля ослабленных и усыхающих деревьев для лесных сообществ, геоботаническое описание наземного покрова. Всего было обследовано 1640 деревьев преобладающих пород.

Данные полевых наземных обследований внесены в электронные таблицы (Microsoft Excel формат. XLS) и на их основе сформирована база данных наземных обследований (БД KURSHKOSA). Структура БД разработана средствами СУБД MySQL 5.1 и находится на сервере ЦЭПЛ РАН GROUND OBSERVATION. В настоящее время в БД наземных обследований KURSHKOSA содержится 2016 записей.

Для классификации космических снимков Alos и Sentinel 2 выбран алгоритм иерархической классификации с обучением Random Forest («Случайный лес»). Random Forest достаточно широко используется для решения задач классификации и регрессии. Он основан на построении большого числа (ансамбля) деревьев решений, каждое из которых строится по выборке, получаемой из исходной обучающей выборки [6]. Метод Random Forest был успешно опробован для классификации растительности на особо охраняемых природных территориях [1; 2]. Обучающая выборка для классификации снимков по методу Random Forest создана на основе таксационных данных лесоустройства и наземных пробных площадей. Репрезентативные наборы эталонов сформированы для 11 классов: водные объекты; открытые песчаные дюны и пляж; псамофильная растительность на дюнах; луговая растительность; не сомкнувшиеся культуры сосны; сосняки молодые (10—50 лет); сосняки средневозрастные (51—90 лет); сосняки старовозрастные (91—140 лет); еловые леса; березняки; черноольховые леса. Для разновременных снимков выбирались одинаковые обучающие участки (не подверженные изменениям) за исключением класса «не сомкнувшиеся культуры сос-

ны» как наиболее динамичного объекта. При классификации сосновых лесов по возрастному критерию выбирались эталонные участки в середине возрастного диапазона. Совместно с летними синтезированными изображениями 2007 и 2016 гг. был использован зимний снимок Sentinel 2 2017 г. для контроля разделения хвойных и лиственных древостоев. Всего сформировано 255 эталонных участков общей площадью 575 га для снимка Alos и 270 участков площадью 594 га — для Sentinel 2.

Классификация методом Random Forest осуществлялась путем построения 500 деревьев на основе четырех (число случайных признаков) спектральных изображений космического снимка. Обучающая выборка разделялась на две группы: эталонные участки для обучения и контрольные участки для проверки. Классификации разновременных космических снимков алгоритмом Random Forest проведены программными средствами свободно распространяемого пакета Rstudio.

Максимальная ошибка распознавания объектов при классификации снимка Alos принадлежит классу «сосняк старовозрастный» и составляет примерно 45 %. В основном перепутывание происходит между разными возрастными градациями сосняков. Небольшая часть участков старовозрастного сосняка распознается как березовые леса. Довольно существенная ошибка происходит при распознании березовых насаждений (34 %). Общая точность классификации достаточно высокая — коэффициент Каппа равен 0,84. Максимальная ошибка при распознавании классов лесной растительности по данным Sentinel 2 соответствует классам «сосняк старовозрастный» (47 %) и «ельники» (44 %). Общая точность классификации Sentinel 2, представленная коэффициентом Каппа, равна 0,80. Наиболее достоверно распознается по данным Alos и Sentinel класс «черноольшаники» — ошибка классификации не превышает 8 %. Это может быть объяснено высокой приуроченностью черной ольхи к понижениям в рельефе и, как следствие, к избыточному увлажнению. Черная ольха практически не создает на косе смешанных древостоев и представлена в основном зрелыми насаждениями от 65 до 90 лет. Максимальные ошибки классификации соответствуют классам «березняки» и «сос-

няки» разных возрастных групп (преимущественно старовозрастным). Поскольку наибольшее перепутывание классов сосняков происходит между возрастными градациями сосны, целесообразно объединить эти классы между собой. Также имеет смысл объединить классы «псамофильная растительность» и «не сомкнувшиеся культуры сосны», так как оба класса относятся к не покрытым лесом землям, а эталонные участки не сомкнувшихся культур занимают слишком малую площадь по сравнению с другими классами. По этой же причине и ввиду того, что снимок Alos покрывает не всю территорию национального парка в отличие от снимка Sentinel, класс «ельники» объединен с классом «сосняки». На рисунке 2 представлены фрагменты классификаций растительности Куршской косы после объединения классов.

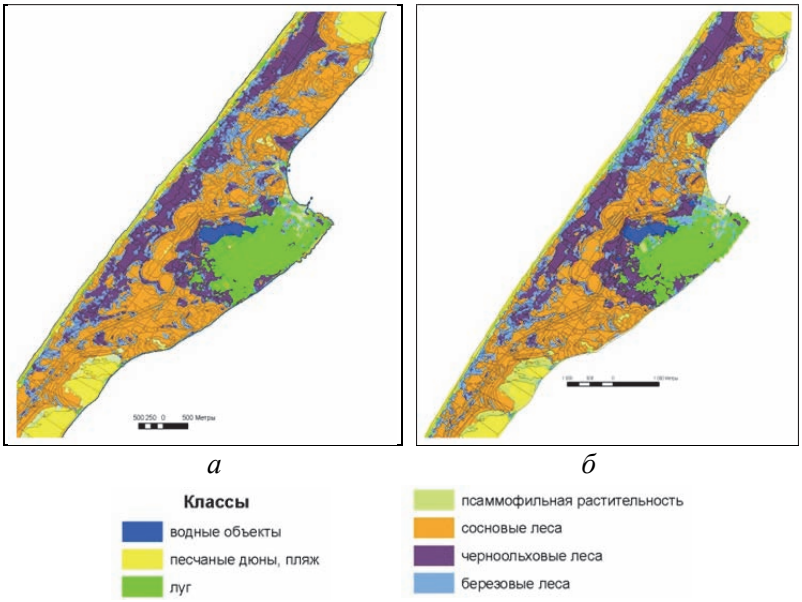


Рис. 2. Изображения результатов классификации методом Random Forest спутниковых данных:
а — Alos AVNIR-2 от 11.06.2007; *б* — Sentinel 2A от 22.06.2016

Для снижения фрагментарности изображений и исключения случайных классов (площадь которых не превышает 1 пиксел, равного 100 м^2) проведена фильтрация тематических растров классификаций с применением функции анализа окрестностей при выборе скользящего окна 3×3.

Результаты и обсуждение

По результатам классификаций спутниковых данных 2007 и 2016 гг. проведена оценка и картографирование изменения растительного покрова на основе расчета показателей динамики основных типов растительности. В качестве таких показателей для территории Куршской косы использованы площадные параметры, характеризующие устойчивость крупных экосистем территории полуострова, — лесистость территории, доля хвойных пород в древостое, доля песков, покрытых растительностью, и доля развеваемых песков. Данные показатели были предложены группой ученых для организации и ведения экологического мониторинга дистанционными методами на особо охраняемых природных территориях [3].

Оценка динамики основных экосистем территории национального парка проведена на примере территории лесничества «Золотые дюны». Изображения результатов классификаций конвертированы в векторный формат и средствами AcrGIS рассчитаны площади объединенных классов. Как видно из рисунка 3, разница между площадными характеристиками представленных классов за 9-летний период не превышает 2%. При анализе показателей динамики, рассчитанных для лесничества «Золотые дюны», очевидно, можно сделать вывод об отсутствии значительных изменений на территории лесничества за период с 2007-го по 2016 г.

Для выявления особенностей площадной динамики растительности на территории лесничества предложенные показатели устанавливались для каждого квартала. На рисунке 4 представлены карты динамики двух наиболее важных параметров устойчивости экосистем полуострова — лесистость и доля развеваемых песков.

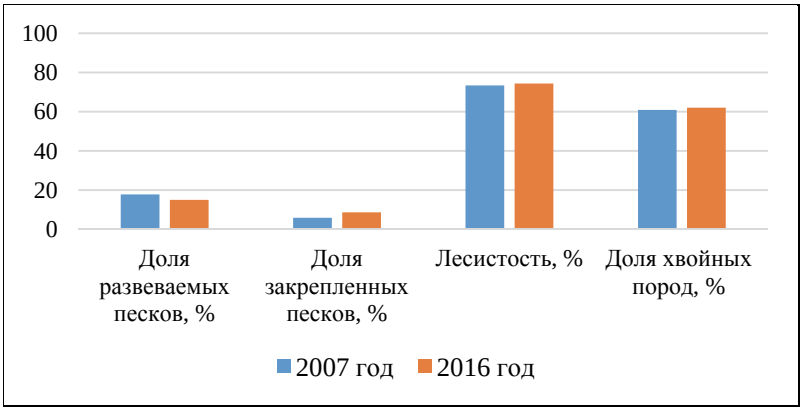
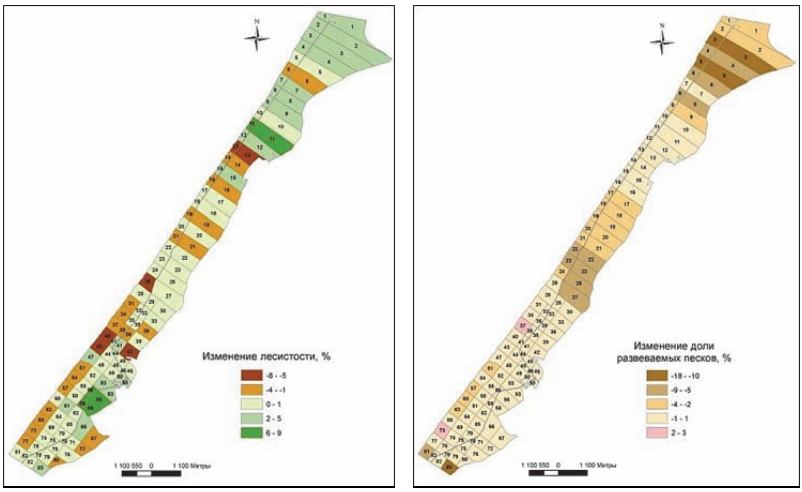


Рис. 3. Динамика показателей
для территории лесничества «Золотые дюны» НП «Куршская коса»



а *б*

Рис. 4. Карты динамики показателей лесистости (*а*)
и доли развеваемых песков (*б*)
для территории лесничества «Золотые дюны» НП «Куршская коса»
за 2007—2016 гг.

Динамика лесистости варьирует в пределах ±9 %. Максимальный рост лесистости отмечен в 56-м (+9 %) и 58-м (+6 %) кварталах в окрестностях пос. Рыбачий, где зарастают участки ветровалов начала 2000-х гг. Увеличение лесистости территории Куршской косы в основном связано с посадками культур сосны на песчаных дюнах, местах бывших ветровалов и гарей. Наиболее сильное уменьшение лесистости приходится на территорию 26 (–5 %), 40 и 43 (–8 %) кварталов, находящихся вблизи морского побережья косы. Большую их часть занимает береговая авандюна, и, вероятно, снижение лесистости обусловлено интенсивными эрозионными и абразионными процессами. В 13-м квартале сокращение лесистости на 7 % связано с пожаром в 2014 г., когда выгорели значительные площади сосновых насаждений около пос. Морское. В настоящее время на месте горельника посажены культуры сосны.

Динамика доли развеваемых песков отражает процессы закрепления движущихся песчаных дюн при помощи различных лесохозяйственных мероприятий, а именно: высадка песколюбивых растений-псаммофитов, посадка культур сосны. Значительное уменьшение (–10 %) площадей развеваемых, не покрытых растительностью песков происходит в кварталах приграничной с Литвой территории национального парка (3-й и 5-й кварталы). Небольшое увеличение площади открытых песков наблюдается в 37-м и 73-м кварталах вблизи морского берега в районе авандюны, на которую воздействуют как ветроволновая деятельность моря, так и рекреационная нагрузка, особенно в летний период. В этих кварталах отмечено и небольшое снижение лесистости.

В целом карты динамики дают представление об интенсивности и направленности динамических процессов природного и антропогенного происхождения, влияющих на устойчивость наземных экосистем Куршской косы.

Заключение

Использование мультиспектральных спутниковых данных высокого пространственного разрешения позволили количе-

ственно оценить изменения площадных характеристик растительного покрова Куршской косы за 10-летний период и составить карты динамики основных показателей мониторинга экосистем на территории национального парка. Применение метода Random Forest показало хорошие результаты распознавания основных природных объектов на территории косы — общая оценка достоверности классификации по коэффициенту Каппа около 0,8. Большинство классов лесной растительности распознается с достоверностью более 70 %. Классификация спутниковых данных с разрешением 10 м позволила выявить изменения площадных характеристик в границах квартальной сети с точностью не менее 0,1 га. Участки с высокими значениями динамики показателей в негативном тренде, ведущем к снижению устойчивости природных комплексов Куршской косы, требуют более детального анализа экологического состояния территории и соответственно более подробных материалов съемки. Необходимы дальнейшие комплексные и детальные исследования информативности новых материалов съемки, полученных российской группировкой спутников, для целей картографирования лесной растительности.

Список литературы

1. *Ершов Д.В., Бурцева В.С., Гаврилюк Е.А. и др.* Диагностика современного сукцессионного состояния лесных экосистем Печоро-Илычского заповедника по спутниковым тематическим продуктам // Лесоведение. 2017. № 5. С. 3—15.

2. *Королева Н.В., Тихонова Е.В., Ершов Д.В. и др.* Оценка масштабов зарастания нелесных земель в национальном парке «Смоленское Поозерье» за 25 лет по спутниковым данным Landsat // Лесоведение. 2018. № 2. С. 1—14.

3. *Малышева Н.В., Орлова О.Л., Князева С.В. и др.* Мониторинг лесных экосистем национальных парков с использованием дистанционных методов и ГИС-технологий. Методические подходы и опыт работ // Лесохозяйственная информация. 2002. № 12. С. 19—24.

4. *Национальные* парки России : справочник / под ред. И.В. Чебаковой. М. : Изд-во ЦОДП, 1996.

5. *Шаплыгина Т.В., Волкова И.И.* Геоэкологические аспекты рекреационного природопользования в национальном парке «Куршская коса» // Проблемы природопользования, сохранения биоразнообразия и культурного наследия на особо охраняемых природных территориях России : сб. матер. всерос. науч.-практ. конф. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017. С. 128—134.

6. *Breiman L.* Random forests // Machine Learning. 2001. Vol. 45(1). P. 5—32.

УДК 551.506.8:551.526

М.М. Смирнова
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
О.В. Рыльков
Национальный парк «Куршская коса»

Некоторые гидрологические показатели и динамика «цветений» фитопланктона в литорали Куршского залива в районе музейного комплекса «Куршская коса» в 2015–2017 гг.

Проанализированы данные по температуре и прозрачности воды, а также фенологические изменения в прибрежной части Куршского залива в национальном парке «Куршская коса» на станции наблюдений в районе музейного комплекса в 2015—2017 гг. Определены время наступления и продолжительность гидрологических сезонов.

The data on temperature and transparency of water, as well as phenological changes in the coastal zone of the Curonian Lagoon in the national park «Curonian Spit» at the monitoring station near the museum complex in 2015—2017 are analyzed. The onset time and the duration of the hydrological seasons were determined.

Ключевые слова: Куршский залив, температура воды, гидрологические сезоны, «цветение» воды.

Key words: Curonian Lagoon, water temperature, hydrological seasons, water bloom.

© Смирнова М.М., Рыльков О.В., 2018

Введение

Куршский залив — крупнейшая лагуна Балтийского моря, полузакрытая, мелководная, преимущественно пресноводная, гипертрофная. Побережье залива вдоль Куршской косы имеет высокую рекреационную привлекательность и активно используется населением в туристических целях, для отдыха. Для залива характерно массовое развитие цианобактерий; в 1990—2000-х гг. их средняя биомасса возросла более чем на порядок [1]. В двадцатилетний период исследований (с 1986 г. по 2006 г.) отмечено 11 лет, когда цианобактериальная биомасса летом достигала уровня «гиперцветения» (> 100 г/м^3) [2]. В 1980-х гг. считалось, что «гиперцветения» были обусловлены высокой биогенной нагрузкой, но с начала 1990-х гг. показана также приуроченность «гиперцветений» к годам наибольшего прогрева воды [1]. В 1980-х гг. отмечено три случая «гиперцветений» в Куршском заливе, в 1990-х — четыре, с 2000 по 2007 г. — три [1; 3]. С конца нулевых «гиперцветения» с доминированием потенциально-токсичных видов из родов *Microcystis, Aphanizomenon, Woronichinia, Planktothrix, Anabaena* стали регулярными и более продолжительными [4 — 6].

«Цветения» цианобактерий имеют множество негативных последствий: ухудшается качество воды, изменяются ее гидрохимические свойства, происходят заморы и гибель рыб и гидробионтов, снижается рекреационная привлекательность и повышается опасность для здоровья населения в связи с присутствием в воде токсичных метаболитов цианобактерий.

Исследование цианобактериальных «цветений» в Куршском заливе стало весьма актуальным в связи с многочисленными негативными последствиями и с происходящими погодными изменениями. Цель данной работы — анализ температуры и прозрачности воды и фенологических проявлений «цветений» в 2015—2017 гг. на станции наблюдения.

Материалы и методы

Пост наблюдений водного режима «Музей НП «Куршская коса» находится на западном побережье Куршского залива и представляет собой бетонный пирс в полуоткрытой бухте, частично отгороженной от открытой части залива поясом тростника. Дно бухты илисто-песчаное с остатками растительности. Координаты точки наблюдений 55°02'02,3"N 20°39'15,4"E.

Измерения производили с бетонной опоры пирса один раз в день по рабочим дням, в 9:00. Температуру воды измеряли непосредственно, путем полного погружения термометра в воду на глубину не более 0,5 м на 3—5 минут. Цена деления шкалы термометра 1 ºС, диапазон измерения от –2 до 40 ºС.

Уровень воды мерили мерной рейкой со шкалой 0—220 см. Толщину льда измеряли в период ледостава ледомерной линейкой со шкалой 0—40 см. Наблюдения за прозрачностью воды выполняли с помощью диска Секки диаметром 30 см. Значения температуры воды для определения гидрологических сезонов приняты по работе [7]. При переходе температуры воды через отметку +4 ºС наступает гидрологическая весна, через +15 ºС — гидрологическое лето, при обратном переходе через +15 ºС — гидрологическая осень и при переходе через +4 ºС наступает гидрологическая зима.

Результаты и обсуждение

Температура и прозрачность воды. В 2015 г. биологическая весна наступила довольно рано — в начале марта. В конце мая, при прогреве воды до +15 ºС, началось биологическое лето. К началу июля вода прогрелась до +20 ºС, в середине августа температура воды достигала максимума — +25 ºС. В конце сентября вода охладилась до +15 ºС и наступила биологическая осень, которая не закончилась до конца года (рис. 1, *а*).

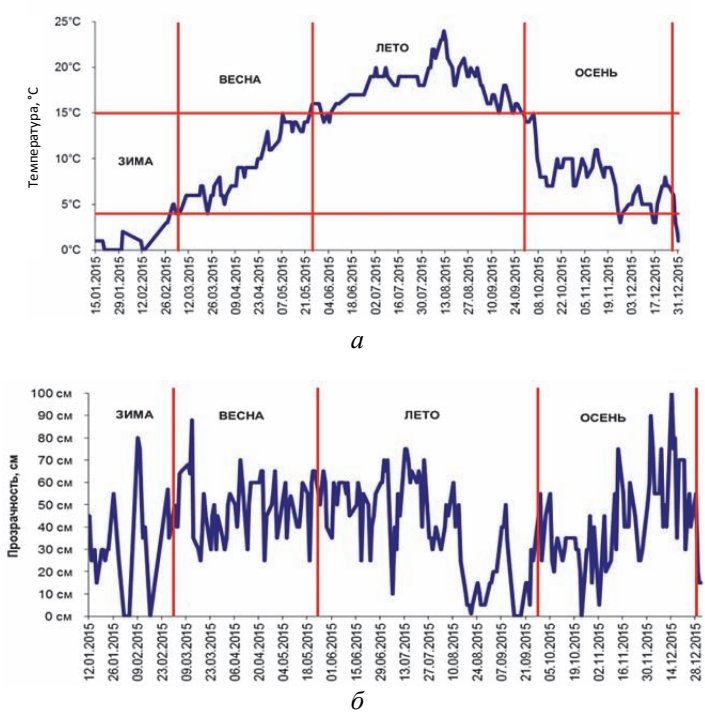


Рис. 1. Температура (*а*) и прозрачность (*б*) воды Куршского залива на станции наблюдения в 2015 г.

Прозрачность воды на протяжении всего периода была низкой: 0,05—0,75 м (среднее 0,3 м) (рис. 1, *б*), что объясняется высокими количественными показателями развития фитопланктона и характерным для залива явлением ветро-волнового взмучивания. Минимальные значения прозрачности (август) совпали с интенсивным цианобактериальным «цветением».

В 2016 г. время наступления и продолжительность биологических сезонов отличались от таковых в 2015 г. (рис. 2, *а*). Биологическая весна наступила почти на месяц раньше, чем в 2015 г. Продолжительность составила три месяца, как и в 2015 г. Биологическое лето оказалось более продолжитель-

ным — почти пять месяцев (четыре месяца в 2015 г.) и началось на две недели раньше. Время наступления биологической осени в 2016 г. и в 2015 г. не отличалось.

Прозрачность в 2016 г. в целом за вегетационный период была выше, чем в 2015 г., и опускалась до 10 см и менее лишь в середине октября (рис. 2, *б*). Нулевой прозрачности в 2016 г. не отмечено, в то время как в 2015 г. массовое развитие фитопланктона приводило к нулевой прозрачности (конец августа).

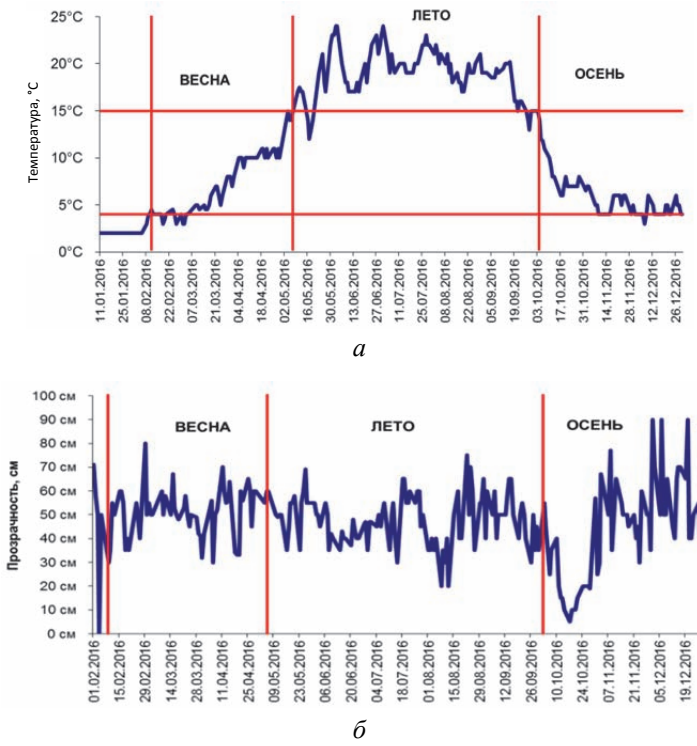


Рис. 2. Температура (*а*) и прозрачность (*б*) воды Куршского залива на станции наблюдения в 2016 г.

В целом 2017 г. похож на 2016 г. (рис. 3, *а*). Биологическая весна в 2017 г. началась в первой декаде марта (как и в 2015 г.)

и продлилась два месяца. Биологическое лето — в середине мая и продлилось четыре месяца (как и в 2016 г.). Биологическая осень в 2017 г. наступила в третьей декаде сентября — на неделю раньше, чем в 2016 г. Летний сезон 2017 г. по продолжительности сопоставим с летним сезоном 2015 г. Но это самое холодное лето из рассматриваемых трех лет. В 2017 г. температура +25 °С не достигалась ни разу.

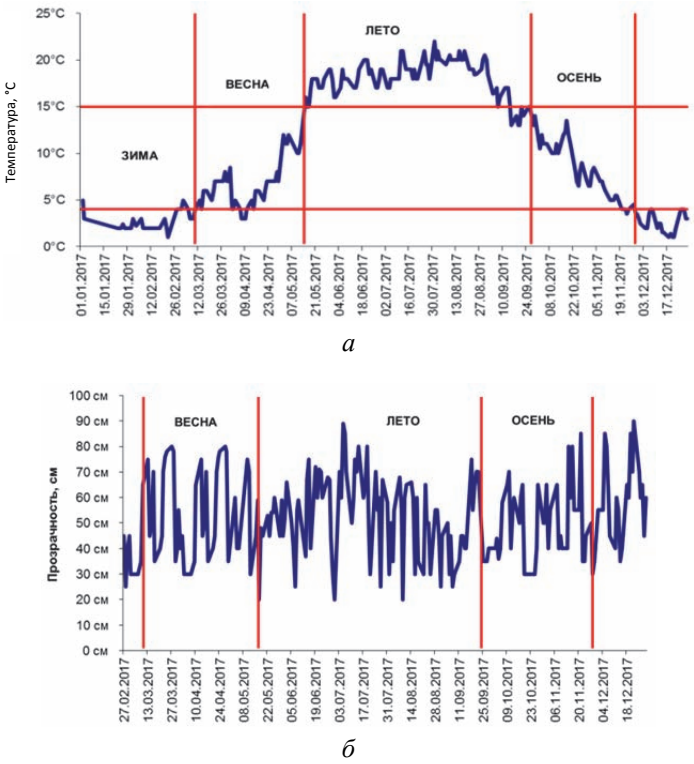


Рис. 3. Температура (*а*) и прозрачность (*б*) воды Куршского залива на станции наблюдения в 2017 г.

Прозрачность воды в 2017 г. (рис. 3, *б*) в целом за вегетационный период была несколько выше, чем в 2015 и 2016 гг. и

опускалась ниже 30 см лишь несколько раз, в то время как в более теплые годы во время цианобактериальных «цветений» прозрачность снижается до 0 см. Среднегодовое значение прозрачности в 2017 г. в точке наблюдений составило 50 см, в 2016 г. — 47 см, а в 2015 г., когда было отмечено несколько цианобактериальных «гиперцветений», — 40 см. Таким образом, температурный режим вегетационного периода 2017 г. обусловил более низкое развитие цианобактерий и отсутствие выраженных «гиперцветений», что подтверждается несколько более высокой, чем в предыдущие годы, прозрачностью воды Куршского залива на станции наблюдения в соответствующие сроки.

Фенологические наблюдения. В 2015 г. отмечена наибольшая частота и продолжительность «цветений» по сравнению с 2016 и 2017 гг. (рис. 4). Мощное «цветение» началось в июле и закончилось в ноябре. Температурный пик (до +25 °С) пришелся на вторую половину лета, когда в фитопланктоне преобладают потенциально-токсичные виды цианобактерий, что обеспечило мощное и продолжительное «цветение».

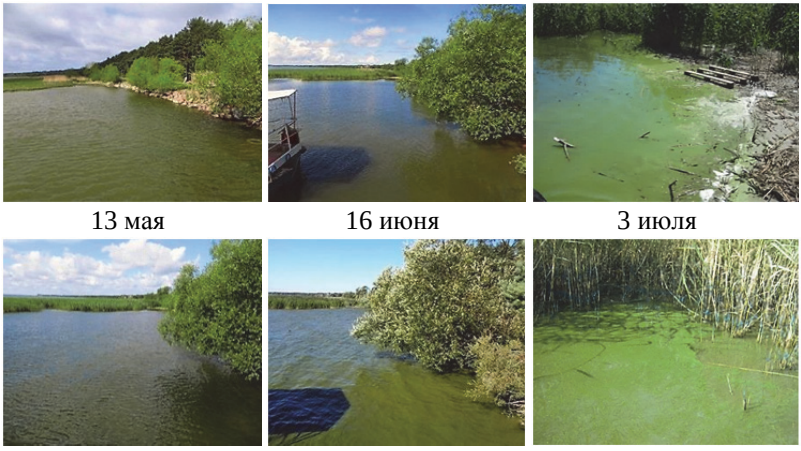


Рис. 4. «Цветение» фитопланктона в литорали Куршского залива, 2015 г.
(окончание см. на с. 122)



15 сентября 5 октября 6 ноября

Рис. 4. Окончание (начало см. на с. 121)

В 2016 г., по сравнению с 2015 г., «цветения» фитопланктона были менее частыми и менее продолжительными. С начала июня зафиксировано изменение цвета воды, вызванное развитием фитопланктона, но в течение летнего сезона «цветения» отмечены не были (рис. 5). В середине сентября в литоральной зоне выявлено «цветение», но непродолжительное. Затем «цветение» отмечено с начала октября и до конца месяца. В начале ноября, несмотря на понижение температуры до +5 °С, снова наблюдалось «цветение», длившееся несколько дней.

В течение летнего биологического сезона 2016 г. количество дней с температурой воды более +20 °С было бóльшим, чем в 2015 г. Но это не привело к увеличению частоты и продолжительности «цветений», так как температурный пик пришелся на первую половину лета, что в сочетании с гидрохимическими условиями не приводит к цианобактериальному «цветению».



17 мая 1 июня 30 июня

Рис. 5. «Цветение» фитопланктона в литорали Куршского залива, 2016 г.
(окончание см. на с. 123)

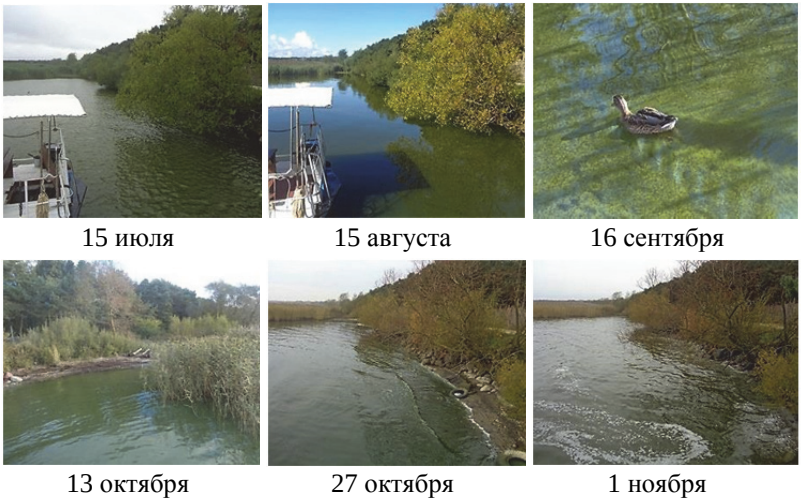


Рис. 5. Окончание (начало см. на с. 122)

В 2017 г. «цветение» фитопланктона визуально не было настолько выраженными, как в предшествующие годы (рис. 6). Со второй декады июня отмечено изменение цвета воды залива, связанное с развитием фитопланктона, продолжавшееся до начала октября. Но в течение летнего и осеннего сезонов визуальные признаки, характерные для «гиперцветений» фитопланктона, не отмечены. Изменение цветности воды в связи с развитием фитопланктона соответствовало биологическому лету: оно началось после установления температуры выше +15 ºС и закончилось при температуре ниже +15 ºС. На протяжении вегетационного периода 2017 г. выраженных цианобактериальных «цветений» не установлено, что обусловлено температурным режимом. В летний сезон 2017 г. количество дней с температурой воды более +20 ºС было небольшим, что привело к более низкому уровню развития цианобактерий. Характерные осенние «цветения» цианобактерий в 2017 г. также отсутствовали.

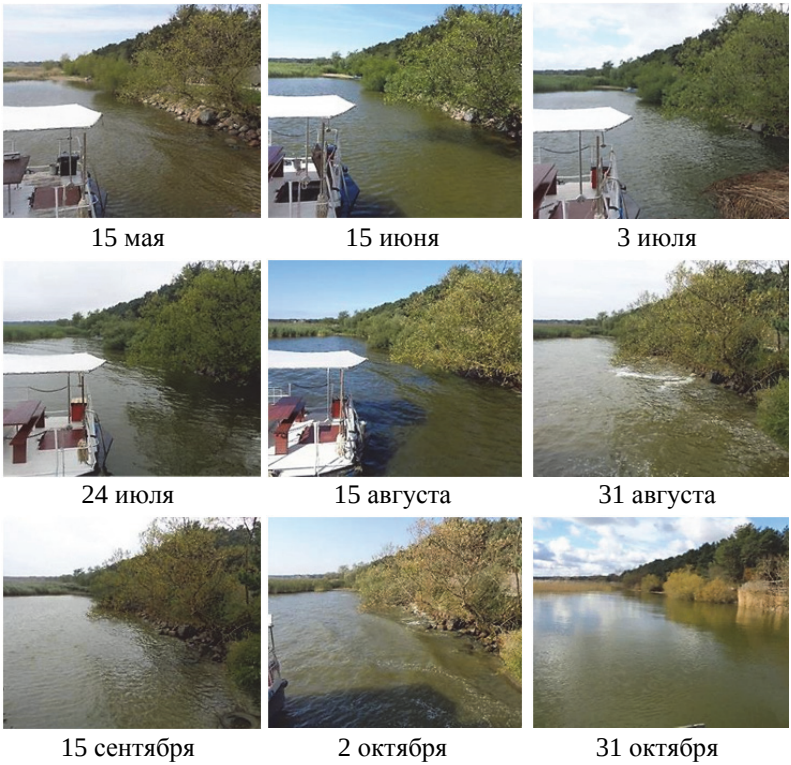


Рис. 6. «Цветение» фитопланктона в литорали Куршского залива, 2017 г.

В работах 1950-х и 1970-х гг. отмечается, что «цветение» воды летом в Куршском заливе вызывают цианобактерии и оно продолжается до конца вегетационного периода, но осенью численность фитопланктона снижается [8; 9]. В современный период интенсивность осенних «цветений» не уменьшается. За рассмотренный период переход температур через 5 °С и 15 °С происходил в разные сроки и в большинстве случаев отличался от определенных ранее средних дат [10]. Так, в [11] показано, что гидрологическая весна начинается во второй половине апреля, гидрологическое лето — в июле. Согласно [10], пере-

ход температуры воды через 5 °С в среднем происходит 13 апреля и 10 ноября. Переход температуры воды через 15 °С в среднем происходит 30 мая и 14 сентября. В 2015 и 2017 гг. переход температуры воды через 5 °С весной произошел в первой половине марта, в 2016 г. — во второй половине марта. Осенью — в середине октября в 2017 г. и в 2015—2016 гг. — полноценный переход не состоялся: начиная с октября температура воды то понижалась, то повышалась. Переход температуры воды через 15 °С в 2015 и 2017 гг. происходил в одни сроки: в третьей декаде мая и в конце сентября. В 2016 г. летний сезон был более продолжительным и переход температуры воды через 15 °С произошел в первой декаде мая и в начале октября. В результате наблюдений в 2015—2017 гг. выявлено, что переход температуры воды через 5 °С весной происходит на месяц-полтора раньше средних значений. Переход через 15 °С весной происходит незначительно раньше (в 2016 г. на три недели раньше), осенью — на две-три недели позже.

Заключение

Самые мощные и продолжительные «цветения» за последние три года наблюдений зафиксированы в 2015 г. Температурный пик (до +25 °С) пришелся на вторую половину лета, когда в фитопланктоне преобладают потенциально-токсичные виды цианобактерий, что обеспечило мощное и длительное «цветение», продолжавшееся до конца осени. В 2016 г. отмечено меньше «цветений», так как температурный пик пришелся на первую половину лета, что в сочетании с гидрохимическими условиями не приводит к цианобактериальному «цветению», но характерные осенние «цветения» также наблюдались. В 2017 г. выраженных «цветений» не выявлено, поскольку это самое холодное лето из рассматриваемых трех лет: температура +25 °С в 2017 г. не достигалась ни разу, количество дней с температурой воды более +20 °С было небольшим, что и стало причиной более низкого уровня развития цианобактерий.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы ИО РАН № 0149-2018-0035.

Список литературы

1. *Александров С.В., Дмитриева О.А.* Первичная продукция и показатели фитопланктона как критерии эвтрофирования Куршского залива Балтийского моря // Водные ресурсы. 2006. Т. 33, №1. С. 104—110.

2. *Александров С.В.* Влияние климатических изменений на уровень эвтрофирования Куршского залива // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. 2010. Вып. 1. С. 49—57.

3. *Olenina I.* Long-term changes in the Kursiu Marios lagoon: Eutrophication and phytoplancton response // Ecologija. 1998. №1. P. 56—65.

4. *Ежова Е.Е., Ланге Е.К., Русских Я.В. и др.* Вредоносные цветения микроводорослей в Куршском заливе Балтийского моря в 2008—2011 гг. Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2012. С. 81—95.

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

6. *Ezhova E., Lange E., Russkikh Y. et al.* Dynamics of toxic HABs in the Curonian Lagoon, Baltic Sea during 2010—2013 / Book of abstracts. ICES Annual Science Conference (ASC) 15—19 September 2014. — H26 [1 электрон. оптдиск (CD-ROM)].

7. *Крылова О.И.* Функционирование планктона и бентоса Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря в связи с их экологическими различиями : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1984.

8. *Уселите С.* Фитопланктон залива Куршю Марес, его сезонная динамика // Куршю Марес: итоги комплексного исследования. Вильнюс, 1959. С. 139—168.

9. *Уселите С.* Биологический режим. Фитопланктон // Биогеохимия Куршского залива. Вильнюс : Изд-во АН ЛитССР, 1983. С. 28—33.

10. *Гидрометеорологические* условия шельфовой зоны морей СССР / под ред. Ф.С. Теризиева // Т. 1 : Балтийское море, вып. 3 : Куршский и Вислинский заливы. Л. : Гидрометеоиздат, 1985.

11. *Юревичюс Р.* Гидрохимическая характеристика залива Куршю марес // Куршю Марес: итоги комплексного исследования. Вильнюс, 1959. С. 69—108.

УДК 551.510.42(261.24)

Ж.И. Стонт, Д.А. Чурин, М.О. Ульянова
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

Влияние метеопараметров на изменчивость уровня моря в Куршском заливе в 2017 г.

В декабре 2016 г. был установлен измерительный комплекс (мареограф) Log_aLevel в районе променада музея национального парка «Куршская коса». Представлены первые результаты отклика уровня водной поверхности на метеорологические условия (атмосферное давление, направление и скорость ветра). Открытие нового поста непосредственно на побережье Куршской косы позволяет в оперативном режиме исследовать изменения уровня.

In December 2016 the Log_aLevel sea level measuring system was installed in the area of the promenade of the Museum of the National Park «Curonian Spit». The first results of the response of the water surface level to meteorological conditions (atmospheric pressure, direction and wind speed) are presented. A new hydrometeopost directly on the coast of the Curonian Spit allows operatively investigate the sea level changes.

Ключевые слова: уровень моря, Куршский залив, Балтийское море, метеорологические параметры.

Key words: sea level, Curonian Lagoon, The Baltic Sea, meteorological parameters.

Введение

Изменчивость уровня воды может быть одним из важных параметров изменения климата. Причинами изменчивости являются изменения в атмосферной циркуляции, усиление переносов воздушных масс, повышение температуры воздуха, а

© Стонт Ж.И., Чурин Д.А., Ульянова М.О., 2018

также увеличение количества атмосферных осадков и речной сток. Повышение уровня моря, регистрируемое в последние десятилетия XX в., напрямую связано с проблемами разрушения берегов, подтоплением земель и нарушением экологического баланса. Эти проблемы особенно актуальны для прибрежной зоны национального парка «Куршская коса». Повышение уровня в районе косы, с учетом ее низкого положения над уровнем моря, может привести к катастрофическим последствиям. Наблюдения за уровнем в данном районе позволит оперативно принимать решения по устойчивому развитию национального парка «Куршская коса» на долгосрочный период.

Информация об уровне воды необходима для решения ряда задач народного хозяйства, таких как: прибрежное строительство, берегозащитные работы, безопасность прибрежных населенных пунктов, судоходство и охрана окружающей среды.

Наблюдения за уровнем южной части Куршского залива проводились Калининградским ЦГМС на постах в районе поселков Головкино (до 1985 г.), Лесной (до 1980 г.) и Заливино (Морской гидрологический пост 2-го разряда «Открытое»). В пос. Заливино данные получают при помощи водомерной рейки с дискретностью 6 часов, что не дает возможности проводить детальные исследования.

Таким образом, до 2016 г. в российской части Куршского залива измерялся уровень воды с дискретностью, позволяющей получать результаты на современном научном уровне. В декабре 2016 г. средствами Атлантического отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Балтийского федерального университета им. И. Канта и национального парка «Куршская коса» были организованы регулярные автоматические наблюдения за уровнем и волнением залива в районе музейного комплекса Куршской косы. В работе представлен анализ динамики уровня моря в 2017 г. и его связь с гидрометеорологическими параметрами.

Цель настоящей работы состоит в исследовании влияния метеорологических факторов на изменение уровня в районе нового поста на территории Куршской косы.

Материалы и методы

Измерительный комплекс (мареограф) Log_aLevel был установлен в районе променада музея национального парка «Куршская коса» 1 декабря 2016 г. (рис. 1). Оборудование предназначено для автономного высокоточного измерения волнения и уровня воды при помощи ультразвукового датчика. Прибор производит пять измерений в секунду, что позволяет судить не только об изменчивости уровня, но и о характере волнения. Полученная информация записывается на внутреннюю память прибора. Ультразвуковой датчик уровня устанавливается над максимальным уровнем воды и измеряет расстояние от места установки до водной поверхности, которое свидетельствует о повышении (уменьшение дистанции) и понижении (увеличение дистанции) уровня воды, а также дает возможность оценить высоту волнения. В настоящей работе данные были усреднены для интервала 1 час. Наблюдения за уровнем проводились и в зимний период, для чего прорубалась прорубь вокруг датчика.



Рис. 1. Расположение уровнемера и гидрометеорологической станции

Метеорологические условия в районе установки мареографа получены с автоматической метеостанции, расположенной в 200 м от уровнемера на заливной части Куршской косы.

В работе сопоставляются ежечасные наблюдения за уровнем воды, скорости и направления ветра, а также атмосферного давления за 2017 г. (январь-декабрь). Ежечасные наблюдения за уровнем воды, атмосферным давлением и характеристиками ветра использовались для расчета линейных корреляционных связей [1].

Результаты и обсуждение

На суточные изменения уровня в первую очередь влияет краткосрочное изменение атмосферных процессов, в среднемесячном масштабе ключевую роль играют сезонные изменения гидрологических и гидрометеорологических условий. На межгодовой уровень изменчивости могут оказывать влияния такие факторы, как изменение климата, геологические и эвстатические процессы. Астрономические факторы могут проявляться как в виде суточных колебаниях уровня, так и в межгодовом масштабе изменчивости.

На *годовом интервале* рассмотрена изменчивость уровня воды, скорость ветра и атмосферное давление (рис. 2).

Внутригодовая изменчивость уровня залива в районе музейного комплекса от минимальных значений в мае до максимума в ноябре составляет 710 мм. Уровень понижался от января к февралю, затем рос до апреля (весеннее половодье) и понизился до годового минимума в мае (рис. 2). Аналогичный ход наблюдается в Вислинском заливе (устье р. Преголи) [2]. С июня начинается рост уровня, достигающий максимума в июле. В августе — незначительное понижение и затем рост до максимальных значений в ноябре-декабре. В среднем за 2017 г. минимальные уровни воды характерны для февраля и мая. Максимальные уровни наблюдаются в ноябре и декабре.

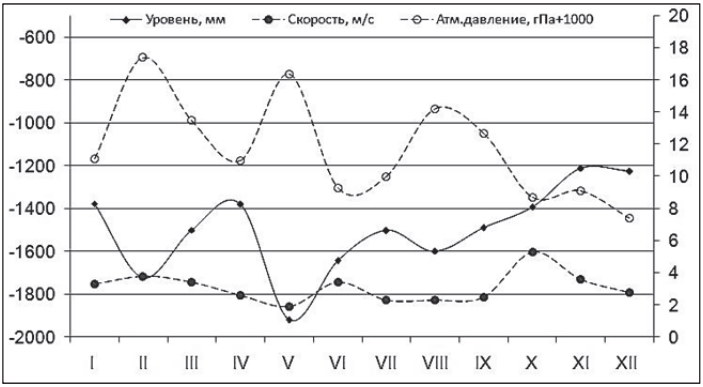


Рис. 2. Внутригодовая изменчивость уровня воды, скорости ветра и атмосферного давления (январь-декабрь 2017 г.). Значения уровня приведены в мм — это расстояние от прибора до поверхности воды

Рассматривая среднечасовую дисперсию уровня, усредненную по месяцам, можно сделать вывод о том, что наибольшая изменчивость (разброс значений) уровня характерна для февраля и октября, минимальная отмечается в июле и августе. Наибольший среднесуточный рост уровня за рассматриваемый период наблюдался 28 декабря 2016 г. — 36 см, максимальное падение уровня отмечалось 22 апреля 2017 г. — 28 см.

Внутригодовой ход уровня отражает гидрометеорологический режим Куршского залива. Высокий уровень в марте-апреле соответствует половодью, низкий уровень в мае — отражение ослабления зонального переноса, усиления меридионального и как результат уменьшение количества выпадающих осадков. Постепенное повышение уровня к ноябрю-декабрю свидетельствует об увеличении сумм осадков, особенно в осенне-зимний период 2017 г., когда в октябре-ноябре выпало осадков в 1,5—2,0 раза больше нормы [3]. Кроме того, в сентябре-октябре наблюдалась повышенная циклоническая активность и связанная с ней штормовая активность.

Рассчитанные коэффициенты корреляции показали высокую (по Чеддоку) отрицательную связь (k = –0,79) между среднемесячными значениями уровня и атмосферного давления (рис. 3). Хорошо видно, что высокому атмосферному давлению (что свидетельствует о преобладающем влиянии антициклонов на формирование погоды в регионе) соответствует низкий уровень, и наоборот. Такой явной связи между ветром (модуль скорости) и уровнем не наблюдается (k = 0,31, слабая связь).

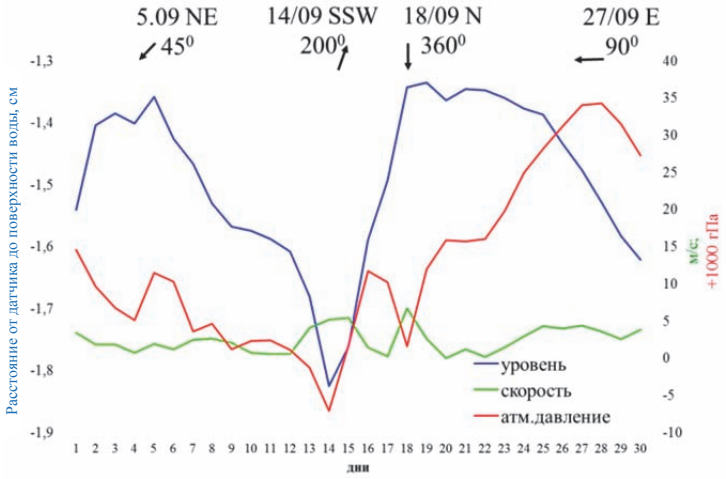


Рис. 3. Среднесуточные значения уровня, модуля скорости ветра и атмосферного давления в сентябре 2017 г. Черными стрелками показано направление ветра в характерные периоды

Суточная изменчивость уровня определяется краткосрочным (синоптическим) влиянием метеорологических факторов. Проследим влияние отдельных синоптических ситуаций на изменчивость уровня. Для анализа использовались карты приземного анализа Британского центра Бракнелл [4]. Рассмотрим наиболее интересные периоды.

Сентябрь 2017 г.

Погодные условия сентября 2017 г. формировались под переменным влиянием атмосферных вихрей разного знака. Атлантические циклоны чередовались с гребнями высокого давления.

Фронтальные разделы, связанные с атлантическим циклоном SEBASTIAN 985 гПа, смещающимся по северу Европы, 14 сентября вызвали усиление юго-юго-западного ветра до 8,5 м/с, в порывах 15 м/с (8 б, очень крепкий ветер). Циклон, смещающийся с Карпат через территорию Беларуси на Прибалтику, и связанные с ним активные атмосферные фронты 18 сентября вызвали усиление северного ветра до 13 м/с, в порывах 22 м/с (рис. 3).

Юго-западный ветер 14 сентября вызвал сгон воды от места установки мареографа: видно, что низкому атмосферному давлению соответствует низкий уровень (рис. 3); 18 сентября при низком атмосферном давлении уровень, наоборот, повышенный. Здесь главную роль играет направление ветра: юго-западный — сгонный ветер — понижает уровень, а северный — нагонный — повышает.

С 21 сентября распространилось влияние обширного скандинавского антициклона, смещающегося с севера на центральные регионы европейской части России. На юго-западной периферии этого антициклона ветер зашел к восточным румбам и устойчиво дул силой 3—4 балла. Высокое атмосферное давление вызвало понижение уровня. Восточный слабый ветер не оказал заметного влияния.

Октябрь 2017 г.

В октябре преобладающее влияние на погоду Юго-Восточной Балтики оказывали активные атлантические циклоны. Рассмотрим два случая.

При прохождении атмосферных фронтов (9—10 октября), связанных со скандинавским глубоким циклоном, смещающимся на северо-восток, ветер западных румбов усиливался до штормового и заходил к северу. Наблюдалось падение атмосферного давления и одновременный рост уровня (рис. 4,

9—10 октября). Через два дня в акваторию пришел новый атлантический циклон: 12—13 октября штормовой ветер от юго-запада зашел к западу, скорость ветра составила более 10 м/с. Отмечено низкое атмосферное давление и падение уровня (рис. 4, 12—13 октября).

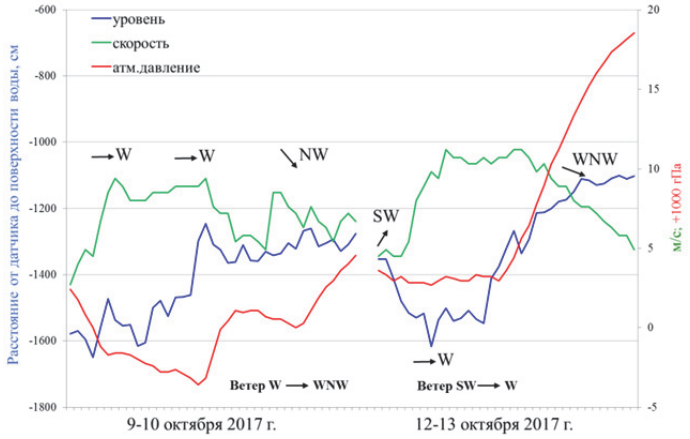


Рис. 4. Ежечасный ход уровня и метеорологических параметров в октябре 2017 г.

Затем на регион распространилось влияние антициклонов, сначала с центром над Балканами, затем над Скандинавией. Ветер зашел к восточным румбам и ослабел; атмосферное давление и уровень стали быстро расти.

Выводы

На примере двух осенних месяцев (сентябрь-октябрь) 2017 г. было установлено, что при штормовых ветрах, имеющих *северную* составляющую, наблюдается нагон воды в залив и подъем уровня. Ветры с южной составляющей вызывают понижение уровня в районе музейного комплекса. При ветрах восточных румбов атмосферное давление и уровень изменяются синхронно.

Таким образом, главную роль играет направление ветра: юго-западный — сгонный ветер — понижает уровень, а северный — нагонный — повышает. Высокому атмосферному соответствует низкий уровень, и наоборот. Такой явной связи между скоростью ветра и уровнем не наблюдается.

Авторы благодарят врио начальника научного отдела ФГБУ НП «Куршская коса» Олега Васильевича Рылькова за помощь в организации наблюдений.

Список литературы

1. *Балинова В.С.* Статистика в вопросах и ответах : учеб. пособие. М. : ТК. Велби : Проспект, 2004.

2. *Навроцкая С.Е., Чубаренко Б.В.* О повышении среднегодовых и сезонных значений уровня воды в устьевой части реки Преголи (Балтийское море) по данным 1996—2015 гг. // Изв. РГО. 2017. Т. 149, вып. 2. С. 16—29.

3. *Данные* о суммах осадков : [сайт «Расписание погоды»]. URL: http://www.rp5.ru (дата обращения: 15.05.2018).

4. *Карты* приземного анализа Британского центра Бракнелл: [сайт]. URL: http://www.metoffice.com (дата обращения: 25.05.2018).

УДК 504

А.О. Рылькова
Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Оценка температуры поверхности земли на территории национального парка «Куршская коса» по данным спутника Landsat 8

Исследованы особенности нагрева подстилающей поверхности Куршской косы по показателю температуры поверхности земли. Полученные результаты позволили выявить превышение показателей температуры на террито-

© Рылькова А.О., 2018

риях лишенных растительности. Отмечены различия в нагреве поверхностей под лесными массивами в зависимости от листового индекса.

The research of the features of heating the underlying surface on the Curonian Spit by the land surface temperature was carried out. Received results allowed to detect excess of temperature index on the areas free of vegetation. Differences in the heating of surfaces under forest tracts depending on the leaf-area index were noted.

Ключевые слова: температура поверхности земли, подстилающая поверхность, покрытие поверхности земли, тепловое загрязнение, окружающая среда, листовой индекс.

Key words: land surface temperature, underlying surface, land cover, thermal pollution, environment, leaf area index.

Введение

Физическое загрязнение окружающей среды — шумовое, вибрационное, световое, электромагнитное, а также тепловое — усиливается с ростом урбанизации и развитием промышленности. В XXI в. особое внимание уделяется изучению проблемы теплового загрязнения, которое является причиной возникновения тепловых островов. Последствия такого загрязнения приводят к негативному изменению окружающей среды — важному показателю качества жизни населения.

Энергетический баланс и температура поверхности земли (LST) зависят от покрытия поверхности земли (land cover), основные характеристики которого — структура, текстура, показатель альбедо, влажность. Например, в городской среде преобладает непроницаемая подстилающая поверхность, которая сильно нагревается и формирует так называемый остров тепла. Относительно прохладными территориями остаются парки, скверы, водоемы. По степени дифференциации нагрева под-

стилающей поверхности с городской средой может сравниться Куршская коса. Песчаные пляжи, дюнные гряды, населенные пункты, леса, луга, море и залив нагреваются по-разному и имеют различную температуру поверхности.

Температура поверхности земли тесно связана с поверхностным энергетическим и водным балансом в локальном и глобальном масштабах. Этот экологический показатель широко используется в исследованиях, включая изучение изменения климата, эвапотранспирации и круговорота воды, мониторинг растительного покрова, исследование микроклимата урбосреды.

Для анализа температуры поверхности с помощью данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) проводят оценку следующих экологических показателей:

— *Процент растительного покрова*. Часто оценивается по показателю FVC (Fractional Vegetation Cover) и по вегетационному индексу NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Растительность не только очищает и обогащает воздух кислородом, но и регулирует теплообмен и микроклимат за счет эффективного поглощения солнечной радиации.

— *Процент водных поверхностей*. Наличие водных поверхностей также отражается на микроклимате, поэтому нередко рассчитывают отношение площади поверхности воды к площади всего изучаемого региона (показатель Water Density) [11].

Экологические показатели представляют собой количественные и пространственно-непрерывные описания экологических условий исследуемых территорий, также применяются в направлении устойчивого развития [6].

Информация, полученная посредством дистанционного зондирования, дает более полную картину исследуемой территории только в сочетании с полевыми данными. Не менее важно учитывать и климатологические аспекты. Возникновение тепловых островов необходимо рассматривать в связи с метеорологическими параметрами, такими как облачность и скорость ветра [10], или обобщенными погодными режимами [8], так как

тепловые острова наиболее ярко выражены при спокойной, сухой и ясной погоде. С другой стороны, температура поверхности снижается в циклонических условиях (ветреное, влажное, пасмурное время суток), а также при горизонтальной адвекции. Таким образом, остров тепла вытесняется (сдвигается) преобладающим ветровыми потоками [9]. Энергетический баланс конкретной территории может быть подвержен воздействию не только преобладающего ветра, но и циркуляции, возникающей при разности температур [7].

Методика

Для оценки температуры поверхности был выбран снимок Landsat 8, исследование проводилось с помощью Semi-automatic classification plugin for QGIS (плагин полуавтоматической классификации). Использовались классификация land cover, алгоритм максимального правдоподобия. В результате классификации выделены макроклассы. Классификация необходима для определения коэффициентов излучения поверхности, которые применяются затем для расчета температуры поверхности земли. Далее, каждому классу земной поверхности был присвоен коэффициент излучения (для урбанизированных территорий — 0,94, для растительности и водных поверхностей — 0,98).

Температуры подстилающей поверхности Куршской косы (российской части — территории национального парка «Куршская коса») получены по данным теплового инфракрасного канала Landsat 8 (рис. 1). Снимок Куршской косы сделан спутником 3 июля 2015 г. в 10 часов утра, при ясной погоде. Температурные параметры, полученные на основе этого снимка, соответствуют результатам инструментальных наземных измерений на 14-м км Куршской косы (визит-центр национального парка: в 10 утра температура воздуха составляла +23 ºС, температура морской воды у берега — +19 ºС и воды в заливе — +20 ºС [4].

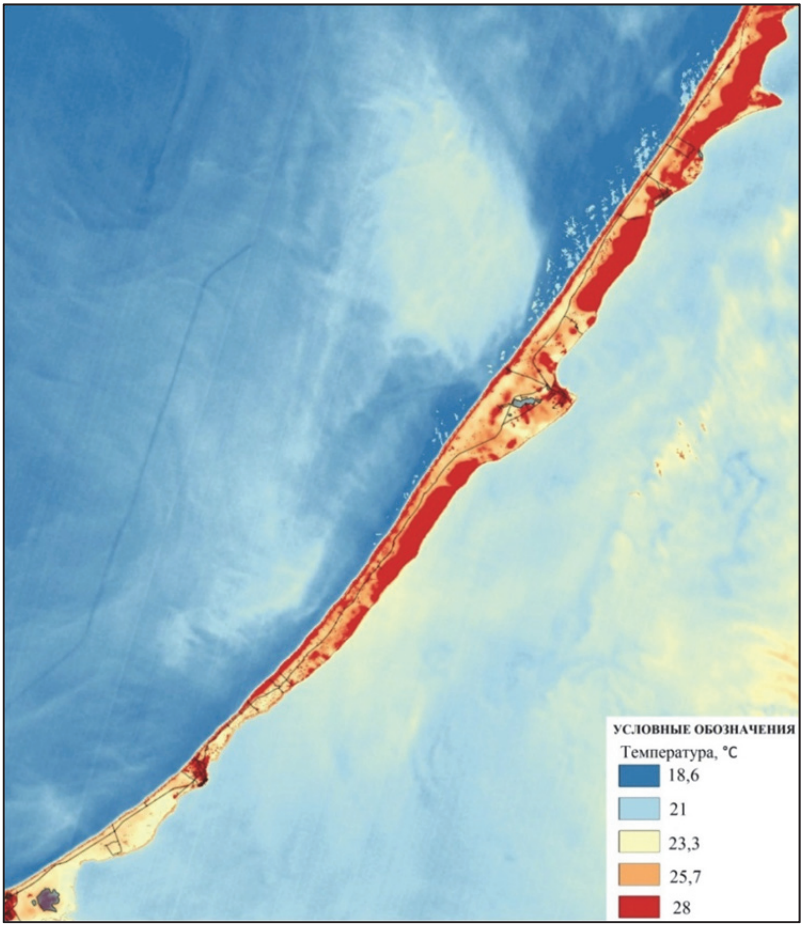


Рис. 1. Температуры подстилающей поверхности Куршской косы

Наибольший нагрев подстилающей поверхности Куршской косы наблюдается на открытых белых песках высокой дюнной гряды. Эти земли лишились своего растительного покрова в результате хозяйственной деятельности человека в историческое время [4]. Наименьшим нагревом отличается поверхность

косы, покрытая ольховым и старовозрастным лесом (Королевский бор). На такой поверхности температура приближена к температуре воздуха. Значения температур различных типов поверхности на Куршской косе представлены в таблице.

Температуры типов поверхности

Тип поверхности	Температуры поверхностей, °С
Ольховые и старовозрастные леса; сосновые культуры (40—80 лет)	23—25,7
Луг (пос. Рыбачий)	26
Залив	21—26
Море	18—21
Внутренние водоемы	23—26
Песчаные пляжи и дюнные гряды	28
Населенные пункты	28

Амплитуда температур подстилающей поверхности в районе косы составляет +9 °С. На момент съемки самые холодные участки моря имели температуру ≈ +18 °С. Сильнее всего (до +28 °С) нагрелись участки, полностью лишенные растительности (застройка, искусственные покрытия (дороги), белые дюны и пляжи).

По-разному нагреваются и участки, покрытые растительностью: чем выше растительность, тем температура поверхности меньше. Перегрев земли под деревьями можно оценить по листовому индексу (leaf-area index — LAI), при большем показателе которого солнечный свет весь перехватывается зеленой массой и почва не нагревается [5].

Наибольший такой эффект наблюдается от Зеленоградска до пос. Лесной (Королевский бор, Нерейский лес). На этом участке температура земной поверхности +23 °С. Это относительно широкий (до 1,5 км) участок смешанного высокоствольного леса, который к тому же с двух сторон ограничен про-

хладной водной поверхностью. Более узкие (до 0,7 км) участки сосновых культур за пос. Лесной прогреваются лучше (до +26 °С), поскольку они гораздо ниже и не имеют выраженного подлеска (то есть у них меньший индекс листовой поверхности). Необходимо учитывать, что эти участки расположены между быстро нагревающимися поверхностями защитного вала-авандюны со стороны моря и вала гряды высоких дюн со стороны залива.

Температура нагрева открытых песков (на момент замера +28 °С) сопоставима с температурой нагрева поверхности верхового болота Свиное (вблизи Зеленоградска). Эффект перегрева поверхности болота солнечными лучами обусловлен наличием низкого растительного покрова — с низким LAI, а также закрытостью ландшафта лесом. Перегрев поверхности торфяного болота резко увеличивает риски возгорания торфа и быстрое развитие подземных (торфяных) пожаров.

Выводы

По результатам проведенного исследования на основе ДДЗ и ГИС-технологий земные поверхности антропогенного происхождения, лишенные растительного покрова (дороги и застройка, песчаные поверхности), по сравнению с растительным покровом нагреваются сильнее и представляют собой выраженные острова тепла в летнее время.

Максимум температур (перегрев) искусственных покрытий, морского пляжа и дюнных гряд на момент получения спутником данных (03.07.2015 10:00) равен +28 °С, в то время как минимум приходится на водные поверхности и территории, покрытые лесом (с высоким индексом LAI), +18—23 °С). Таким образом, нагрев искусственных поверхностей уже в утреннее время выше на 5 °С, что существенно влияет на формирование микроклимата, бризовой циркуляции, гидрологического цикла, эвапотранспирацию растений и другие процессы.

Список литературы

1. *Тронин А.А., Шилин Б.В.* Мониторинг шлейфов городских очистных сооружений Санкт-Петербурга аэрокосмической тепловой съемкой. СПб., 2008

2. Flatbush Gardener. Urban Gardening with Native Plants. URL: http://flatbushgardener.blogspot.ru/2006/08/news-august-1-2006-nasa-earth.html

3. *Национальный* парк «Куршская коса». История песчаной катастрофы. URL: http://www.park-kosa.ru/cn_o_parke/istoriya/?ELEMENT_ID= 255

4. *Национальный* парк «Куршская коса». Календарь природы. URL: http://www.park-kosa.ru/cn_kalendar-prirody/images/2015-07-03.jpg

5. *Beadle C.L.* Growth Analysis. Photosynthesis and production in a changing Environment: A Field and Laboratory Manual. Chapman and Hall, London, 1993 P. 36—46.

6. *Behling R., Bochow M., Förster S. et al.* Automated GIS-based derivation of urban ecological indicators using hyperspectral remote sensing and height information. 2015.

7. *Haeger-Eugensson M., Holmer B.* Advection caused by the urban heat island circulation as a regulating factor on the nocturnal urban heat island. Int J Climatol, 1999. N 19. P. 975—988.

8. *Morris C., Simmonds I.* Associations between varying magnitudes of the urban heat island and the synoptic climatology in Melbourne, Australia. Int J Climatol, 2000. N 20. P. 1931—1954

9. *Oke T.R.* The heat island of the urban boundary layer: characteristics, causes and effects // Cermak JE, Davenport AG, Plate EJ, Viegas DX (eds) Wind Climate in Cities. NATO ASI Series E: Applied Sciences — Vol. 277. Boston : Kluwer Academic Publishers, 1995. P. 81—108.

10. *Runnalls K.E., Oke T.R.* Dynamics and controls of the near-surface heat island of Vancouver, British Columbia. Physical Geography, 2000. N 21. P. 283—304.

11. *Wang Hao, Ning Xiaogang, Zhu Weiwei et al.* Comprehesive evaluation of urban sprawl on ecological environment using multi-source data: a case study of Beijing. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2016. Vol. XLI-B8.

УДК 551.5

О.В. Рыльков[1], Д.А. Чурин[2], М.О. Ульянова[2], К.А. Иванюков[1]
[1]*Национальный парк «Куршская коса»*
[2]*Институт океанологии им. П.П. Ширшова, РАН*

Изучение ледового режима Куршского залива в районе визит-центра национального парка «Куршская коса» по данным прямых измерений и модельным расчетам

Рассмотрены результаты наблюдения за ледяным покровом в зимний сезон 2014—2015 гг. Приведен ход изменения толщины льда Куршского залива и его концентрации, полученные в результате прямых измерений в районе музея национального парка «Куршская коса» и рассчитанные с использованием гидрофизической модели реанализа для Балтийского региона NEMO-Nordic и HBM.

The results of observations of the ice cover in the winter season 2014—2015 are considered. The course of the change in the ice thickness of the Curonian Lagoon and its concentration, obtained as a result of direct measurements in the area of the museum of the NP «Curonian Spit» and calculated using the hydrophysical model of reanalysis for the Baltic region NEMO-Nordic, is given.

Ключевые слова: Куршская коса, Куршский залив, лед, модельные расчеты.

Key words: Curonian Spit, Curonian Lagoon, ice, model calculations.

Введение

Наблюдения за ледовым покровом проводятся в течение всего ледового периода на видимом из точки измерения пространстве. Данные о ледовом режиме могут быть востребованы для обеспечения безопасности судоходства, строительства и передвижения населения. Важную роль ледовые условия иг-

© Рыльков О.В., Чурин Д.А., Ульянова М.О., Иванюков К.А., 2018

рают при ведении любительского или промышленного рыболовства. Наличие ледяного покрова приводит к отсутствию ветрового перемешивания, что в свою очередь влияет на более быстрое осадконакопление в заливе [1]. Заторы льда могут способствовать катастрофическому поднятию уровня воды в заливе и прилегающих реках.

Все перечисленное выше требует проведения регулярных наблюдений за ледовыми явлениями. Наиболее точные — контактные измерения, когда наблюдения проводятся при помощи бурения скважины (лунки). Данный метод позволяет оценить толщину льда с точностью до нескольких миллиметров. Однако существует и ряд ограничений, например высокая трудоемкость бурения и ежедневное поддержание лунки, ограниченный охват района мониторинга, отсутствие возможности оценки толщины льда в том случае, если наблюдателю опасно выходить на тонкий лед, и другие. Эффективны спутниковые методы мониторинга [2], однако и у них есть ряд ограничений, в частности негативное влияние облачности.

На сегодняшний день широкие возможности для проведения мониторинговых работ предоставляет моделирование. Причем современные математические модели корректируются данными натурных измерений и могут включать в себя такую информацию, как: данные дистанционного зондирования Земли (спутниковые), стационарных метеостанций, контактные наблюдения и др. Эти модели получили название «ассимиляционные».

Использование подобных моделей в качестве исходной информации о ледовых условиях Куршского залива позволит существенно расширить охват акватории залива для ледового мониторинга в сравнении с прямыми измерениями.

Однако ввиду ограниченности самих модельных расчетов не всегда их данные могут точно отображать фактические условия. Поэтому оценка качества модельных расчетов и прямых наблюдений даст возможность установить востребованность этих данных непосредственно для Куршского залива. В случае, если данные моделирования корректно опишут фак-

тическую изменчивость ледовых условий, это позволит существенно расширить район мониторинга вдоль побережья национального парка «Куршская коса».

Материалы и методы

В работе приводятся результаты наблюдений за ледовыми условиями, предпринятых в зимний сезон 2014—2015 гг., проводившихся ежедневно в течение всего ледового периода на видимом из точки измерения пространстве, с момента возможности безопасного выхода на лед. Измерения велись при хорошей видимости в 11:00 часов по местному времени (рис. 1).

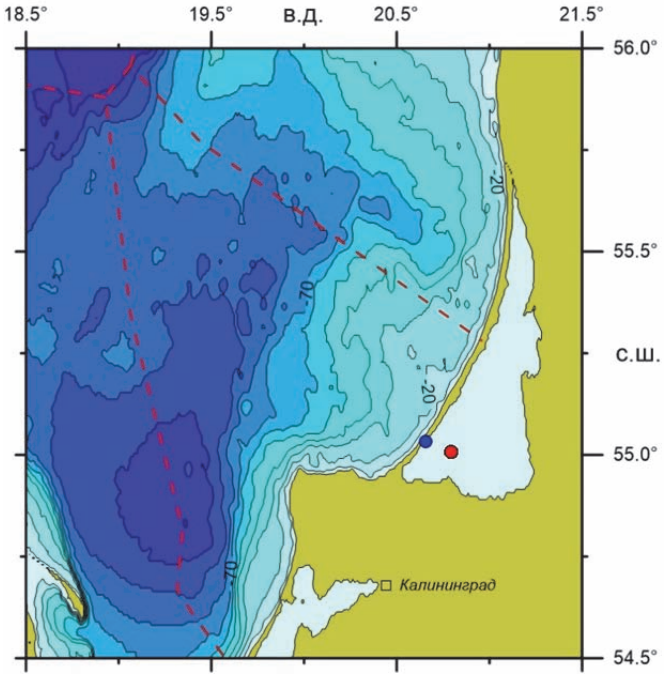


Рис. 1. Район проведения наблюдений.
Синяя точка — место бурения лунки,
красная — точка с данными расчетных значений модели НВМ

Для бурения лунки использовался бур типа ГР-7. Отсчет общей толщины льда производился при помощи металлической ледомерной рейки с упорным рычагом на нижнем конце для совмещения нуля рейки с нижней границей льда. Измерения выполнялись у пирса музея национального парка «Куршская коса» в точке с координатами 55,033358 с. ш.; 20,654672 в. д.

Для описания метеорологических условий использовалась информация автоматической метеостанции, установленной в непосредственной близости от точки бурения лунки.

Данные модельных расчетов получены по материалам сервиса Copernicus Marine environment monitoring service (Copernicus) [4]. Применялись мультипараметрические модели реанализа NEMO-Nordic [5] и HIROMB-BOOS-Model (HBM) [6].

Модель NEMO-Nordic содержит данные за период 1993—2016 гг. с пространственным разрешением 4 км. Модели HBM, представленные на ресурсе Copernicus, имеют пространственное разрешение 2 км и период наблюдений с мая 2016 г. по настоящее время. Координаты точки с данными модели составляют 55,008327 с. ш., 20,791668 в. д.

Результаты и обсуждение

Зима 2014—2015 гг.

Образование ледового покрова на Куршском заливе в сезон 2014—2015 гг. началось 29 ноября, на следующий день после установления ясной морозной погоды (до –6 °С). Оно происходило при умеренном юго-восточном (прижимном) ветре, поэтому формирующиеся при слабом морозе льдинки ветер относил к берегу, набивая белые валы по берегам и бухтам (рис. 2, см. 30.11.2014). К 01.12.2014 появился припай до 1 км. На следующий день лед у пирса имел толщину 7 см, чистой воды с берега не было видно.

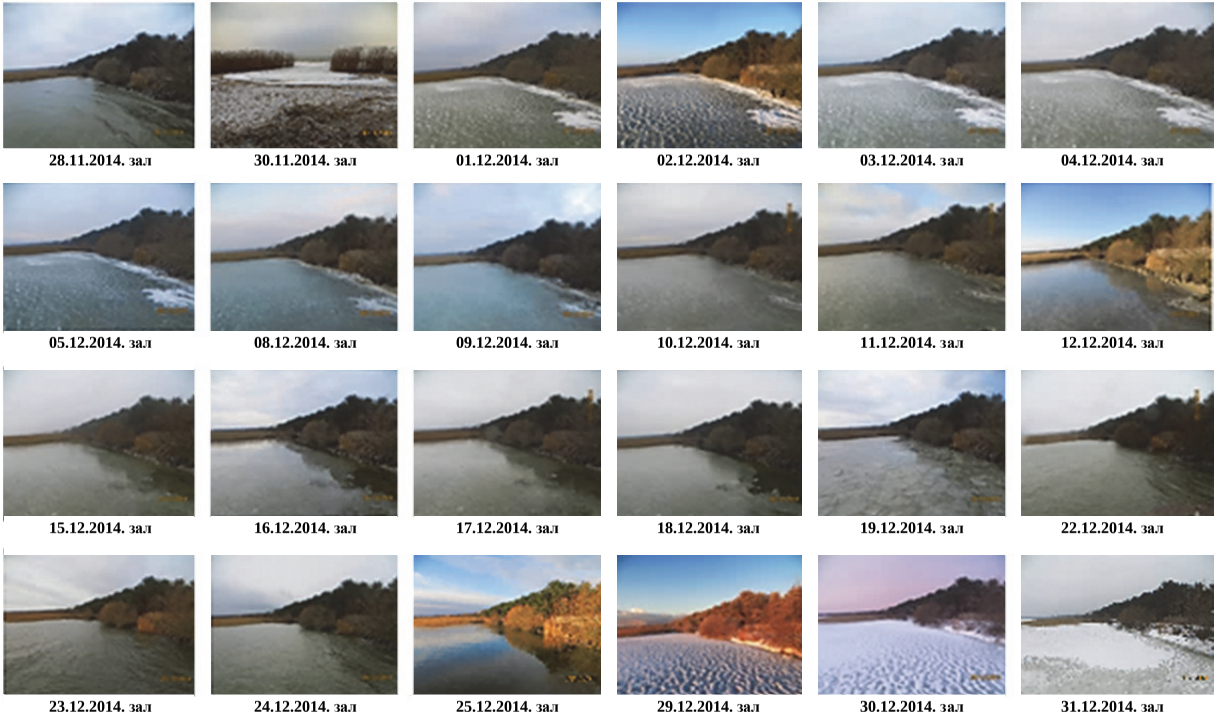


Рис. 2. Первый и второй декабрьский ледоставы. Зима 2014—2015 гг.

С 12.12.2014 г. началась оттепель, пошли дожди, образовались туманы, температура поднималась до +5…+7 °С; 15.12.2014 г. — лед потемнел. На следующий день после дождя на льду появилась вода. Крепкий (18 м/с) юго-западный ветер разметал тонкий ледовый покров; 19 декабря у берега наблюдался только битый лед. На следующий день залив был чист.

С установлением морозных погод 26.12.2014 г. начался второй период ледостава (рис. 3, 4). Первые забереги на заливе оформились 28 декабря (после ночного мороза до –6 °С). Толщина льда (29 декабря) — 2 см, 30 декабря лед у пирса вырос до 4 см. На этом процесс льдообразования закончился. Очередной шторм (31 декабря) принес оттепель (до +5 °С), начал протаивать снег, на льду появилась вода. Шторм 02.01.2015 г. (до 24 м/с, западный) очистил залив. На следующий день лед (окатанные льдинки) оставался только по бухтам в поясе тростника.

Пятого января температура понизилась до –5 °С, и начался новый процесс образования льда, который продолжался три дня; 10 января прошел шторм «Феликс» (до 26 м/с), и ледовая обстановка вернулась к состоянию 3 января; 13 января залив полностью очистился ото льда.

Пасмурные погоды с переходом через ноль установились 19 января. Периодически выпадал снег. Заморозки позволяли сохраняться образующейся снежуре. С их окончанием 9 февраля залив быстро очистился.

Через неделю подобный процесс льдообразования продолжился и проходил с 14 по 25 февраля. Он продвинулся только до этапа образования шуги в прибрежной части. Образующуюся шугу ветер разносил по бухтам, где по ночам она схватывалась заморозками. С 27 февраля ледовых явлений не наблюдалось.

В качестве исходных данных для сопоставления толщины льда в сезоне 2014—2015 гг., полученных по инструментальным измерениям и модельным расчетам, применялся реанализ NEMO-Nordic. Однако первичная обработка показала, что в модели отсутствуют данные о толщине льда за рассматриваемый период для Куршского залива.



Рис. 3. Ледяная обстановка в районе точки мониторинга (31.12.2014—16.01.2015)

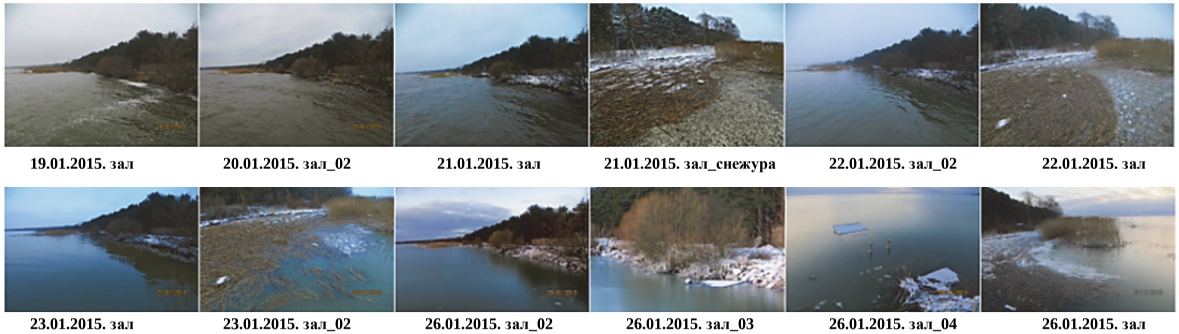


Рис. 4. Ледяная обстановка в районе точки мониторинга (19.01.2015—26.01.2015)

Зима 2017—2018 гг.

Для сравнения использовались данные о состоянии ледяного покрова, полученные в сезон 2017—2018 гг., и расчеты модели НВМ, которая уже показывала высокую схожесть при сопоставлении с измерениями уровня Куршского залива [3].

По результатам инструментальных наблюдений зимний сезон 2017—2018 гг. был достаточно теплым, и образование припая началось лишь 15 января 2018 г.

Модельные расчеты (рис. 5) показывают, что ледяной покров Куршского залива в начале образования припая имел наибольшую мощность в прибрежной части Куршской косы (до 20 см). В центральной части залива толщина льда не превышала 7 см. В дальнейшем толщина льда продолжала увеличиваться, и к 20 января большая часть залива была покрыта льдом мощностью более 10 см. Однако с 23 января температура воздуха повышается до плюсовых отметок, что приводит к постепенному уменьшению ледяного покрова вплоть до его отсутствия в районе музейного комплекса к 1 февраля.

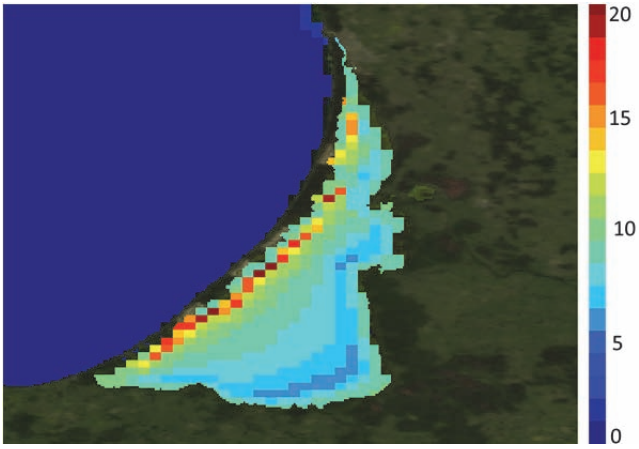


Рис. 5. Толщина ледяного покрова (см) в Куршском заливе на 15.01.2015

Однако уже к 4 февраля, в связи с изменением направления ветра с западного на северное и вторжением арктических воздушных масс, толщина ледяного покрова вновь возрастает до 10 см. Понижение температуры воздуха до –9,1 °С к 3 марта приводит к росту ледяного покрова Куршского залива до 20—25 см.

Начавшееся потепление и переход температуры воздуха в положительную зону к 21 марта приводит к постепенному уменьшению толщины льда. Резкое падение толщины отмечается с 21 марта, когда температура воздуха повышается до 7 °С. К 26 марта ледяной покров практически исчезает, регистрируются отдельные дрейфующие льдины.

Сопоставление данных модели и инструментальных наблюдений приведено на рисунке 6.

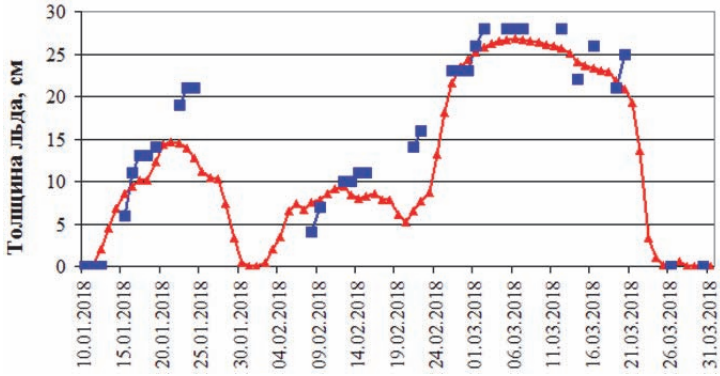


Рис. 6. Сопоставление толщины льда
по данным инструментальных наблюдений (синие квадраты)
и модельных расчетов (красные треугольники)

Анализируя представленные данные, можно сделать вывод, что модель хорошо описывает изменчивость толщины льда. Коэффициент корреляции между рядами составляет 0,93.

Модель точно показывает сроки образования и разрушения припая; занижает толщину льда в среднем на 2 см, или на 8 % от фактически измеренных значений.

В то же время диапазон отклонений в отдельные дни может существенно изменяться, достигая 8 см по модулю, или 52 %. Одним из существенных недостатков является использование модельных расчетов на некотором удалении от инструментальных наблюдений. И несмотря на очень высокую связь и малую ошибку, это не позволяет судить о ее качестве непосредственно в точке наблюдений.

Заключение

При отсутствии ветра, в ясную морозную погоду (–7 °С и ниже) залив сковывается льдом в течение ночи. Первоначально на поверхности воды образуются пятна сало и тонкой ледяной корки. При дальнейшем охлаждении сало смерзается и утолщается за счет нарастания льда снизу, и вдоль берегов возникают полосы из тонкого прозрачного льда — забереги. По мере возрастания теплоотдачи забереги растут. В результате дальнейшего их продвижения открытая поверхность воды сокращается и залив постепенно покрывается ледяной коркой.

В случае медленного похолодания без ветра процесс замерзания растягивается или прерывается, как в описываемый зимний сезон 2014—2015 гг.

В ветреную морозную погоду залив интенсивно охлаждается, температура воды выравнивается по глубине. Замерзание воды залива может начаться только после установления обратной стратификации, когда температура всей массы воды станет меньше 4 °С, а температура верхних слоев понизится до 0 °С.

Ветер обеспечивает перемешивание слоев, способствуя переохлаждению воды по всей толще и быстрому отводу в атмосферу теплоты кристаллизации. При сильном ветре и низкой температуре воздуха по достижении точки замерзания ледооб-

разование начинается сразу во всей охладившейся толще. Но ветер разрушает ледяную корку, образуя шугу, которая прибивается к берегу.

Несмотря на указанные в работе ограничения модельных расчетов, полученные результаты показывают очень высокую схожесть данных моделирования и непосредственно измеренных. Это позволяет перейти от точечных наблюдений к мониторингу на всей акватории Куршского залива. Данные модели HBM могут быть рекомендованы для любительского судоходства и судов, ведущих промышленное рыболовство, а также для рыбаков-любителей, которые зачастую выходят на лед с риском для жизни. Проведение инструментальных измерений целесообразно продолжать для более качественной оценки работы модели в дальнейшем и детального описания «особых» ситуаций, в которых модель дает максимальные ошибки.

Список литературы

1. *Кравцов В.А., Емельянов Е.М.* Особенности зимней седиментационной обстановки в Куршском заливе Балтийского моря // Океанология. 2016. Т. 56, №2. С. 242—257.

2. *Кузьмина Е.В.* Возможности использования спутниковых радиолокационных изображений для мониторинга морской среды в районе Куршской косы. Нефть и окружающая среда Калининградской области. М. ; Калининград : Янтарный сказ, 2008. С. 483—519.

3. *Чурин Д.А., Рыльков О.В.* Изменчивость уровня Куршского залива в районе музея НП «Куршская коса» по данным автономного мареографа и модельным расчетам : сб. матер. всерос. науч.-практ. юбилейной конф., посвящ. 30-летию национального парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017. С. 120—127.

4. *Copernicus* Marine environment monitoring service [Сайт] URL: http://marine. copernicus. eu (дата обращения: 26 мая 2018).

5. *Pemberton P., Löptien U., Hordoir R. et al.* Sea — ice evaluation of NEMO — Nordic 1.0: a NEMO — LIM3.6 — based ocean — sea — ice model setup for the North Sea and Baltic Sea, Geosci. Model Dev., 10, 3105—3123, https://doi. org/10.5194/gmd-10-3105-2017, 2017.

6. *Poulsen J.W., Berg P.* Thread scaling with HBM. DMI Technical Report. 2013. No. 12—20.

УДК 551.4

Г. С. Харин, Д. В. Ерошенко
Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН
И. П. Жуковская
Национальный парк «Куршская коса»

Возникновение переуглубленных долин и их значение для геологии Балтики

На основе материалов геологической съемки дна Балтийского моря (в частности, непрерывного сейсмического профилирования), картографического бурения, публикаций и фондовых отчетов рассмотрены гляциотектонические дислокации, развитые в юго-восточной части Балтийского моря. Приведены доказательства большого влияния ледниковых врезов (долин, трогов) на формирование Центральной котловины Балтики, в том числе и Куршской косы, на подготовку терригенного материала для седиментогенеза в Балтийском море.

Basing on the data of geological survey of the bottom of the Baltic Sea (incidentally, by continuous seismic profiling too), cartographic drilling, publications and topical reports the article gives review of the glacial-tectonic dislocations developed in the south-eastern part of the Baltic Sea. The article contains proofs of significant influence of glacial invalleys on the formation of the Central basin of the Baltic, on accumulation of terrigenous material for sedimentogenesis in the Baltic Sea including the Curonian Spit.

Ключевые слова: Балтийское море, Куршская коса, ледниковые врезы.

Key words: Baltic Sea, Curonian Spit, glacial valleys.

Введение

При геологической съемке дна Балтийского моря в 1970—1990 гг. с помощью непрерывного сейсмического профилирования (НСП) в верхней части четвертичного осадочного чехла

© Харин Г.С., Ерошенко Д.В., Жуковская И.П., 2018

было выявлено большое количество разнообразных нарушений (рис. 1): локальные врезы, складки, зоны дробления, надвиги [1]. Значимость этих нарушений для геологии Балтики до сих пор еще не оценена в полной мере. В статье рассматриваются широко развитые в Балтике локальные врезы, которые представлены большей частью ледниковыми долинами (трогами). По данным буровых скважин, глубина этих долин достигает сотни метров ниже уровня современного Балтийского моря, т. е. они являются переуглубленными относительно базиса эрозии не только современного, но и древнего и, следовательно, не могли возникнуть при эрозии дна долин реками и водными потоками. Ранее, в 2013 г., нами было показано, что перечисленные выше нарушения четвертичного осадочного чехла являются гляциодислокациями и связаны с воздействием ледников на осадочный чехол при их сползании со Скандинавских гор на Балтийские и Прибалтийские низменные области [2].

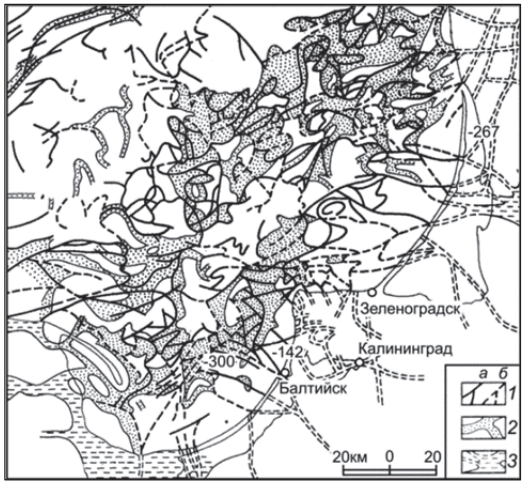


Рис. 1. Схема распространения поверхностных нарушений в Юго-Восточной Балтике по данным НСП по [1].
1 — локальные врезы: *а* — без отражающих границ внутри, *б* — с отражающими границами; 2 — зоны дробления; 3 — ледниковые и речные прадолины на суше, –267, –142, –300 — переуглубленные долины по данным бурения (ниже уровня моря, м)

Возникшие при этом тектонические нарушения значительно ослабили устойчивость геологических формаций Калининградского морского побережья. Цель данной работы: рассмотрение материалов по ледниковым долинам (трогам); выяснение их отличия от речных долин; их происхождение и распространение по акватории Балтийского моря и на прилегающей к Балтике суше и влияние на формирование котловин, геологию и седиментогенез Балтийского моря.

Материалы и методы

Наиболее эффективный метод выявления как ледниковых, так и речных долин в четвертичных осадках — непрерывное сейсмическое профилирование. При помощи этого метода Н. И. Свиридов в 1965—1975 гг. обследовал почти всю акваторию Балтики и обнаружил большое количество поверхностных нарушений в четвертичных осадках [1]. На рисунке 1 приведена составленная им схема распространения этих нарушений в наиболее изученной Юго-Восточной Балтике. Ледниковые долины однозначно он не смог выделить и включил их в состав локальных врезов. Многие из этих врезов продолжаются на прилегающей суше в Калининградской области и Литве под названием «ледниковые и речные долины». Здесь они изучены при помощи бурения и геокартирования. Ледниковые долины отличаются от речных долин большей глубиной проникновения в осадочный чехол. По нашим данным [2], на их дне вскрыты отложения юры, а на стенках этих долин представлен полный разрез осадочного чехла (рис. 2).

Изученность ледниковых долин слабая, имеется лишь несколько (около 3—4) скважин, в которых представлен полный разрез осадочного чехла. Наибольшая мощность этого разреза (более 300 м) имеется в польском секторе Юго-Восточной Балтики.

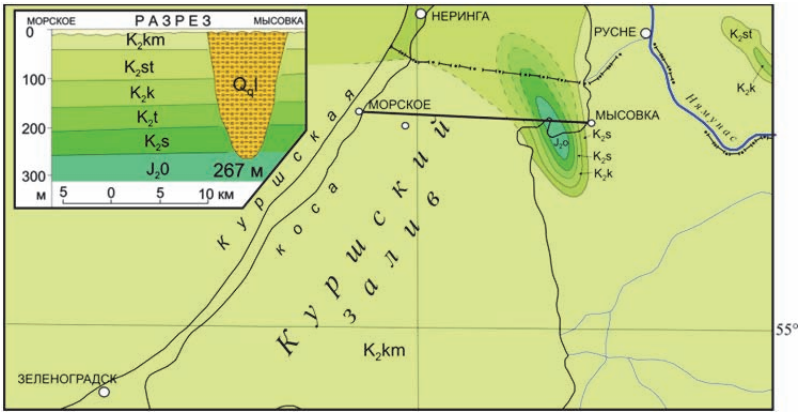


Рис. 2. Геологическая карта Куршского залива и геологический разрез от пос. Морское до пос. Мысовка по [2]. Четвертичные отложения сняты. В районе пос. Мысовка видно, что углубление (–267 м), выпаханное ледником до юрских отложений (J_2O). Вскрыты следующие отложения мела (K_2): K_2s — сеномана, K_2t — турона верхнего, K_2k — коньяка, K_2st — сантона, K_2km — кампан

Обсуждения и выводы

На схеме распределения ледниковых врезов (и долин) (рис. 1) видно, что они как бы контролируются Самбийским выступом, который стал препятствием на пути движения ледника. Балтийский ледниковый поток перед этим выступом делится на три лопасти (рис. 3)

Две из них идут западнее выступа, одно — восточнее. Эти лопасти в результате столкновения с Самбийским выступом получили наклон, некоторые их фрагменты (возможно, реже) — вертикальное положение, но они продолжили движение по инерции. Это послужило причиной глубокого выпахивания и образования переуглубленных ледниковых долин, более глубоких, чем был базис эрозии для речных долин. Выпаханный

материал из врезок и котловин попадал на поверхность дна, по которому двигался ледник. Материал истирался и переносился вместе со льдом и водными потоками в ледниковые долины и врезки, которые имели значение при образовании котловины Балтийского моря, а также как основные поставщики осадочного материала для донных морен. Морены заполняли ледниковые долины и врезы, в дальнейшем сыграли важную роль при формировании озерных и морских осадков Балтики.

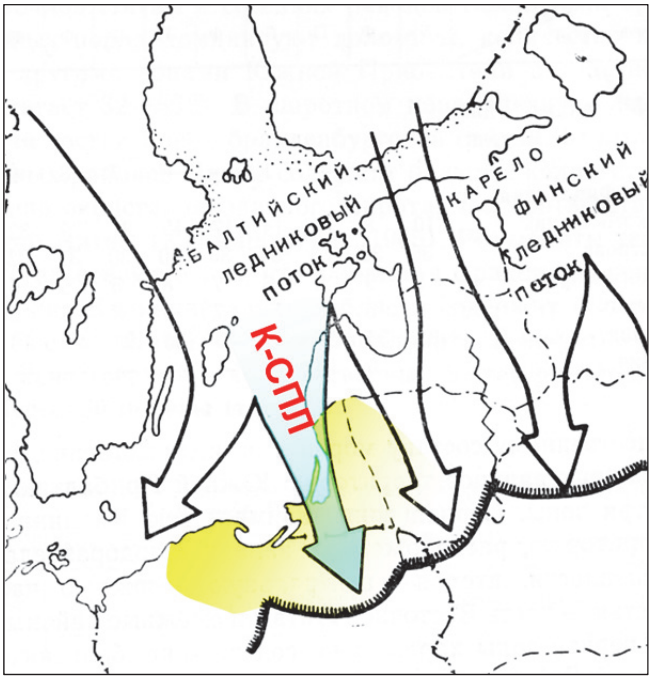


Рис. 3. Направления и пути движения ледниковых потоков и лопастей во время бранденбургской стадии последнего оледенения, по [2].
К-СПЛ — Калининградско-Северопольская ледниковая лопасть, ось которой выделена синим цветом, вызвала значительные гляциодислокации на территории Северной Польши и Калининградской области

Объем выпаханной ледниками Центральной котловины Балтийского моря, подсчитанный нами, равен 8,7 тыс. км^3, а объем ледниковых отложений в Калининградской области, Литве и Северной Польше — 8,6 тыс. км^3 [3].

Эти данные позволяют нам утверждать, что Центральная котловина Балтийского моря — это наложенная структура (а не унаследованная, как полагают многие исследователи Балтики), возникшая в результате экзарации ледником существовавшей здесь равнинной территории.

Список литературы

1. *Свиридов Н. И.* Природа нарушений в верхней части осадочного чехла Балтийского моря // Советская геология. М. : Недра, 1984. № 6. С. 72—78.

2. *Харин Г. С., Ерошенко Д. В.* Гляциотектонические дислокации и их влияние на устойчивость Калининградского морского побережья и Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2013. С. 171—187.

3. *Машевская Л. А., Харин Г. С., Ерошенко Д. В. и др.* Экзарационное происхождение котловин Центральной Балтики и роль ледникового материала в формировании полезных ископаемых Калининградской области // Там же. 2015. С. 92—105.

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1

ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

Губарева И.Ю. Видовое разнообразие семейств из порядков *Dipsacales* и *Gentianales* национального парка «Куршская коса» 6

Губарева И.Ю. Конспект семейства *Solanaceae* Juss. — Пасленовые национального парка «Куршская коса» 26

Раздел 2

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

Гущин А.В., Лысанский И.Н. Случай массового появления сибирского осетра (*Acipenser baerii*) в Куршском заливе 34

Иванюков К.А. Опыт использования фотоловушек при изучении норных млекопитающих национального парка «Куршская коса» 40

Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю., Авдеева Е.В. Характеристика зоопланктона западного побережья Куршской косы в районах антропогенного воздействия 49

Шаповал А.П. Результаты одиннадцатилетнего мониторинга стрекоз (Insecta, Odonata) на Куршской косе Балтийского моря 58

Раздел 3

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ, КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

Герб М.А., Ланге Е.К., Ежова Е.Е., Маркиянова М.Ф., Володина А.А., Родионова Н.В., Смирнова М.М. Характеристика состояния биоты литоральной зоны Куршского залива в национальном парке «Куршская коса» в 2017 году 72

Губарева Д.Е., Ульянова М.О. Гранулометрический состав поверхностных песков дюнных массивов Куршской косы 98

Князева С.В., Никитина А.Д., Эйдлина С.П., Тихонова Е.В., Гаврилюк Е.А., Королева Н.В. Картографирование и анализ динамики растительного покрова территории национального парка «Куршская коса» по разновременным спутниковым данным 104

Смирнова М.М., Рыльков О.В. Некоторые гидрологические показатели и динамика «цветений» фитопланктона в литорали Куршского залива в районе музейного комплекса «Куршская коса» в 2015—2017 гг. 115

Стонт Ж.И., Чурин Д.А., Ульянова М.О. Влияние метеопараметров на изменчивость уровня моря в Куршском заливе в 2017 г. 127

Рылькова А.О. Оценка температуры поверхности земли на территории национального парка «Куршская коса» по данным спутника Landsat 8 135

Рыльков О.В., Чурин Д.А., Ульянова М.О., Иванюков К.А. Изучение ледового режима Куршского залива в районе визит-центра национального парка «Куршская коса» по данным прямых измерений и модельным расчетам..... 143

Харин Г.С., Ерошенко Д.В., Жуковская И.П. Возникновение переуглубленных долин и их значение для геологии Балтики 154

CONTENTS

Chapter 1

FLORISTIC RESEARCH

Gubareva I. Species variety of families from order of *Dipsacales* and *Gentianales* of the National Park «Kurshkaya kosa» 6

Gubareva I. Species variety of famili *Solanacea* Juss. Of the National Park «Kurshkaya kosa» 26

Chapter 2

FAUNISTIC RESEARCH

Gushchin A.V., Lysanskiy I.N. The case of mass appearance of siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt) in the Curonian Lagoon of the Baltic sea 34

Ivaniukov K.A. Experience of using camera traps in the study of burrowing mammals of the National Park «Curonian spit» 40

Tsibaliova G.A., Kuzmin S.U., Avdeeva E.V. Characteristics of zooplankton on the western coast of the Curonian Spit in areas of anthropogenic impact 49

Shapoval A.P. Results of the 11 years monitoring of the Dragonflies (Insecta: Odonata) in the Courish Spit in the Baltic Sea 58

Chapter 3

CLIMAT, GEOLOGY AND LANDSCAPES RESEARCH

Gerb M., Lange E., Ezova E., Markiyanova M., Volodina A., Rodionova N., Smirnova M. Characteristic of littoral biota of the Curonian Lagoon in the National Park «Kurshskaya kosa» in 2017 .. 72

Gubareva D., Ulyanova M. Surfase sands grain-size composition of the dunes of Curonian Spit 98

Knyazeva S.V., Nikitina A.D., Eydlina S.P., Tikhonova E.V., Gavrilyuk E.A., Koroleva N.V. Mapping and the analysis of vegetation cover dynamics of Curonian Spit national park on the base of multitemporal satellite images 104

Smirnova M.M., Rylkow O.V. Hydrological indicators and algal blooms trends on intertidal zone of the Curonian Lagoon where the visit-center National park is located 115

Stont Zh.I., Churin D.A., Ulyanova M.O. Influence of meteoparameters on variability of sea level in the Curonian Lagoon in 2017..... 127

Rylkowa A.O. Estimation of the earth`s surface temperature on the Curonian Spit according to Landsat 8 135

Rylkow O.V., Churin D.A., Ulyanova M.O., Ivaniukov K.A. The study of the ice regime of the Curonian Lagoon in the area of the visit center of the np «Curonian Spit» according to direct measurements and model calculations 143

Kharin G.S., Eroshenko D.V., Zhukovskaya I.P. The rise of u-shape valleys and their importance for of the Baltic geology..... 154

Научное издание

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

Сборник научных статей

Выпуск 14

Составитель
Жуковская Ирина Петровна

Редактор *Н. Н. Мартынюк*. Корректор *Н. Н. Генина*
Верстка *Л. В. Миловидовой*

Подписано в печать 29.10.2018 г.
Формат 60×90 $^{1}/_{16}$. Усл. печ. л. 10,3
Тираж 100 экз. Заказ 232

Издательство Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта
236022, г. Калининград, ул. Гайдара, 6