

ФГБУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК "КУРШСКАЯ КОСА"»

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ,  
СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ  
И КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ  
ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ РОССИИ

Сборник материалов  
всероссийской научно-практической юбилейной конференции,  
посвященной 30-летию национального парка «Куршская коса»

Издательство  
Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта  
2017

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 природопользования, сохранения биоразнообразия и культурного наследия на особо охраняемых природных территориях России: сборник материалов всероссийской научно-практической юбилейной конференции, посвященной 30-летию национального парка «Куршская коса» / сост. И. П. Жуковская. — Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017. — 136 с.**

ISBN 978-5-9971-0463-4

Представлены материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной 30-летию образования национального парка «Куршская коса». Конференция состоится 2—4 ноября 2017 г. на территории национального парка Куршская коса в пос. Лесной.

Сборник рассчитан на специалистов в области охраны природы и заповедного дела, биологов, географов, экологов, студентов естественнонаучных специальностей.

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

ISBN 978-5-9971-0463-4

© ФГБУ «Национальный парк  
"Куршская коса"», 2017

Сборник «Проблемы природопользования, сохранения биоразнообразия и культурного наследия на особо охраняемых природных территориях России» включает в себя материалы, представленные на всероссийскую научно-практическую конференцию, посвященную 30-летию юбилею образования национального парка «Куршская коса».

Авторы статей — специалисты Даурского, Жигулевского, Воронежского заповедников и национальных парков «Башкирия», «Себежский», «Куршская коса», а также калининградские ученые ИО РАН им. П. П. Ширшова, БФУ им. И. Канта, ЗИН РАН (Санкт-Петербург), проводившие исследования на территории Куршской косы.

В их докладах поднимаются вопросы мониторинга и сохранения птиц, мониторинга и состояния вод прибрежных акваторий, метеорологического мониторинга, ботанические и геологические исследования, аспекты рекреационного природопользования, экологического воспитания и сохранения морского наследия.

*Научный отдел НП «Куршская коса»*

УДК 502.4

**П. В. Аксенова**

*Воронежский государственный природный биосферный заповедник  
им. В.М. Пескова*

**Образовательная среда природных заповедников  
как фактор экологического воспитания:  
принципы организации и характеристики**

Рассмотрены особенности формирования образовательной среды природных заповедников на примере Воронежского заповедника. Проведен анализ ее основных параметров и характеристик.

The article considers peculiarities of formation of the educational environment of the nature reserves on the example of Voronezh reserve the analysis of its main parameters and characteristics.

*Ключевые слова:* образовательная среда, Воронежский заповедник, Бобровый городок, Дом Бобра, Черепахинская тропа.

*Key words:* educational environment, Voronezh nature reserve, environmental education, beaver town, Beaver House, Museum of Nature, Cherepahina trail.

В последнее десятилетие в обществе заметно повысилось внимание к проблеме экологического воспитания и образования. Это во многом объясняется принятием мировой ответственностью стратегии устойчивого развития, согласно которой требуется формирование новой системы ценностей, основанной на биосоциальности человека и его неразрывной связи с природой. На достижение этих целей во многом ориентирована деятельность государственных природных заповедников.

Природные заповедники создают уникальную эколого-образовательную среду, обладающую большими возможностями в экологическом воспитании. Под образовательной сре-

дой природного заповедника подразумеваются средства и условия, которыми он обладает в плане развития личности в направлении формирования экологической культуры, гумано-ценностного отношения к природе и понимания необходимости ее охраны и сбережения для будущих поколений.

Существуют методики, разработанные для анализа отношений, позволяющие оценить эффективность той или иной образовательной среды, в том числе и образовательной среды природного заповедника, путем ее формального абстрактного анализа и описания на основе соответствующих параметров и компонентов [1; 2].

В качестве примера рассмотрим образовательную среду Воронежского заповедника. Как известно, в последние годы Воронежский заповедник вошел в число лидеров по количеству объектов экологического туризма и качеству туристической инфраструктуры. Это не могло не отразиться на качественных характеристиках его образовательной среды.

Какие же характеристики являются основополагающими для такой оценки?

Выделяют «базовые» параметры образовательной среды: *широту, интенсивность, степень осознаваемости, устойчивость*; параметры «второго порядка»: *обобщенность, эмоциональность, доминантность, когерентность, активность, принципиальность*.

Под *широтой образовательной среды*, применительно к природному заповеднику, подразумевается его туристическая инфраструктура, возможность реализации различных направлений эколого-образовательной деятельности, использования многоплановой экологической информации, ознакомления с разнообразным биологическим и экологическим материалом, предоставляемым заповедником (зоологические и ботанические объекты, коллекции, устройство научных лабораторий и т. п.).

Туристическая инфраструктура Воронежского заповедника уникальна тем, что на ограниченной территории посетители

имеют возможность познакомиться с несколькими разноплановыми объектами, позволяющими сформировать целостное представление об истории и современной научной, природоохранной и эколого-просветительской деятельности заповедника. Рекорды посещаемости бьет созданный на базе известного во всем мире экспериментального бобрового питомника Бобровый городок. Он включает в себя три разноплановых объекта: сохранившиеся с начала 30-х гг. шеды для содержания бобров, суперсовременный Бобронариум (аквариум для бобров) и интерактивный музей Дом Бобра, рассчитанный на детскую и молодежную аудиторию (уже ставший лауреатом премии Kids-friendly Business Award за вклад в развитие индустрии детского досуга).

В музее природы классические таксидермические композиции и биогруппы соседствуют с современными мультимедийными элементами, включая видеомэппинг. Интеллектуалы и любители литературы о природе много интересного почерпнут для себя в музее, посвященном В. М. Пескову. Любителей острых ощущений ждет веревочный парк и музей пожаров, поклонников лесных прогулок — экологические тропы. Особой гордостью заповедника стали малый и большой маршруты экологической тропы «Черепяхинская».

Таким образом, посетителям заповедника предоставляется широкая возможность взаимодействовать с различными, разноплановыми туристическими и природными объектами, и чем больше и разнообразнее число таких объектов, тем более насыщенной является образовательная среда заповедника и тем выше такая ее качественная характеристика, как *широта*.

*Интенсивность образовательной среды* заповедника показывает, с какой интенсивностью в эколого-образовательном процессе используются различные формы и методы занятий, применяются активные образовательные формы. К ним относятся разные эколого-просветительские мероприятия, конкурсы, экологические акции и праздники, конференции и семинары. Особая гордость заповедника — проведение ежегод-

ного фестиваля экологического туризма «Тропами доверия». Фестиваль собирает до 5 тыс. гостей, пользуется большой любовью у воронежцев.

*Степень осознаваемости образовательной среды* связана прежде всего со степенью информированности о деятельности заповедника. Повышению осознаваемости образовательной среды способствует символическая насыщенность пространственно-предметного компонента (эмблемы, экологические плакаты и постеры, уличные аншлаги, баннеры и планшеты), проведение масштабных рекламных и пиар-акций, активное распространение информации через СМИ, радио и телевидение, сайт и соцсети.

Показатель *обобщенности образовательной среды* показывает, в какой мере реализуется обмен опытом между заповедником и другими организациями, реализующими экологическое образование.

*Эмоциональность образовательной среды* характеризуется отношениями между сотрудниками заповедника и посетителями, возможностью получать положительные эмоции от общения с природой, живыми объектами охраняемой природной территории.

*Доминантность образовательной среды* характеризует место образовательной среды природного заповедника в системе всей образовательной среды определенной личности.

В плане *когерентности образовательной среды* заповедника можно рассматривать его социальную функцию, которая направлена на разрешение социальных проблем в области охраны природы, профилактики противоправного поведения в природе (нарушение правил поведения на территории заповедника, агрессивное или жестокое поведение по отношению к животным и т. п.).

*Социальная активность образовательной среды* природного заповедника характеризует возможность общения со сверстниками, проявляющими интерес к изучению природы, обогащения общественным опытом, становления экологически грамотной личности.

*Мобильность образовательной среды* характеризуется неформальностью осуществляемого процесса экологического образования, возможностью использования нестандартных методов и приемов деятельности; варьирования рода деятельности в зависимости от конкретной ситуации.

Важнейшая характеристика образовательной среды заповедника — ее *устойчивость*, которая определяется тем, на протяжении какого периода времени заповедник занимается эколого-просветительской деятельностью. Воронежский заповедник осуществляет ее более 90 лет. Таким образом, можно говорить о высокой степени устойчивости образовательной среды Воронежского заповедника.

При анализе педагогических возможностей образовательной среды природного заповедника, в соответствии с трехкомпонентной структурой образовательной среды, можно выделить предметно-пространственный, социальный и психодидактический (технологический) компоненты [1].

Анализ предметно-пространственного компонента образовательной среды природного заповедника выявил следующее:

1. Образовательная среда заповедника состоит из большого количества значимых элементов (музеи, Бобровый городок, дендропарк, вольерный комплекс, экологические тропы и т. п.). Посетители имеют возможность взаимодействовать с различными объектами, и чем больше и разнообразнее число таких объектов, тем интереснее и насыщеннее становится его отношение к миру природы.

2. Элементы предметной среды природного заповедника территориально едины, так как входят в единую структуру заповедника; они находятся в ограниченном пространстве, что включает в себе возможность многофункционального использования и включения их в различные функциональные структуры эколого-образовательного процесса.

3. Гибкость и управляемость образовательной среды подразумевает включение в максимально разнообразную деятель-

ность с применением разных методов и приемов, включающих организацию детских экологических лагерей и практик, возможность индивидуальных и групповых занятий, экскурсии, музейные занятия, ролевые игры, экологический тренинг, участие в волонтерских работах и т. п.

4. Образовательная среда заповедника насыщена «символическими» предметами. Познавательное развитие обеспечивают обустройство объектов экологического туризма, демонстрационные материалы, разноплановые коллекции, лабораторное оборудование, наглядные пособия и т. п.; этическое — использование заповедной символики при издании сувенирной, полиграфической и рекламной продукции.

5. Индивидуализированность (персонализация) среды предполагает включение посетителя заповедника в деятельность, способствующую развитию у него субъектного отношения к природе, проявлению эмпатии, рефлексии, экологической заботы. В этом плане особенно важно, что есть возможность близкого контакта с бобрами — «главными» животными Воронежского заповедника.

6. Аутентичность (сообразность жизненным проявлениям) предполагает при работе с посетителями учитывать их возрастные и индивидуальные особенности: двигательную активность, эмоциональность восприятия мира, степень зрелости психических функций (восприятие, речь, память, мышление). Аутентичность также проявляется в возможности общаться на понятном и доступном посетителю языке и в удобной форме [3].

Развитие социального компонента образовательной среды заповедника во многом определяется удовлетворенностью всех субъектов (посетителей, сотрудников, руководства), складывающимися взаимоотношениями, степенью взаимопонимания, доброжелательной атмосферой и позитивным взаимодействием.

С точки зрения развития психодидактического компонента образовательной среды заповедника можно рассматривать выработку экоцентрического отношения к природе, фор-

мируемого при активном использовании психологических механизмов воздействия — ассоциации, экологической лабилизации, художественной репрезентации, эмпатии, рефлексии, экологической идентификации.

Оценивая содержание образовательной среды природного заповедника, наиболее важной можно считать ее развивающую (творческую) функцию и свойства, способствующие ее формированию:

— гибкость, обозначающую способность образовательных структур заповедника к быстрому перестраиванию, в соответствии с изменяющимися потребностями личности, окружающей среды, общества;

— непрерывность, выражающуюся через взаимодействие и преемственность в деятельности входящих в нее элементов среды заповедника;

— вариативность, предполагающую возможность изменения образовательной среды заповедника в соответствии с потребностями населения в эколого-образовательных услугах;

— открытость, предусматривающую широкое участие и взаимодействие всех субъектов, участвующих в эколого-образовательном процессе;

— установку на совместное деятельное общение всех субъектов эколого-образовательного процесса, осуществляемого в образовательной среде заповедника.

Выделенные характеристики образовательной среды, безусловно, оказываются во многом связанными друг с другом. В то же время каждая из них может иметь свой низкий или высокий показатель независимо от уровня показателей других характеристик.

Такая оценка образовательной среды природного заповедника позволяет производить ее системное описание и, самое главное, дает возможность оценить ее потенциал. Это очень важно для планирования эколого-образовательной деятельности заповедника и выбора путей ее дальнейшего развития.

## Список литературы

1. *Панов В. И.* Психодидактика образовательных систем: (теория и практика). СПб. : Питер, 2007.
2. *Ясвин В. А.* Образовательная среда: от моделирования к проектированию. 2-е изд., испр. и доп. М. : Смысл, 2001.
3. *Аксенова П. В.* Экологическое воспитание ... в образовательной среде природного заповедника : дис. ... канд. пед. наук : Воронеж : [б. и.], 2012.

УДК 591.54:591.521:598.813

**П. Д. Венгеров**

*Воронежский государственный природный биосферный заповедник  
им. В. М. Пескова*

### Мониторинг сроков весеннего прилета и размножения птиц в Воронежском заповеднике

Изучено влияние изменений климата на сроки прилета у 25 видов птиц в Воронежском заповеднике (географические координаты 50°21'—52°02' северной широты и 39°21'—39°47' восточной долготы) за период с 1936 по 2017 г. Достоверные отрицательные линейные тренды дат прилета обнаружены у девяти видов: *Buteo buteo*, *Apus apus*, *Motacilla alba*, *Oriolus oriolus*, *Corvus frugilegus*, *Sylvia atricapilla*, *Phylloscopus collybita*, *Ficedula parva*, *Turdus merula*. У них средние даты весеннего прилета сместились на величину от 2 (*Oriolus oriolus*) до 20 (*Buteo buteo*) дней.

В конце XX и начале XXI в. в отдельные годы наблюдаются аномально высокие весенние температуры. В этих условиях происходит более ранний прилет птиц с мест зимовок.

The effect of climate change on arrival dates of 25 species of birds was studied in the Voronezh Reserve (geographical coordinates: 50°21'—52°02' north latitude and 39°21'—39°47' east longitude) for the period from 1936 to 2017. Significant negative linear trends of arrival dates are found in nine species: *Buteo buteo*, *Apus apus*, *Motacilla alba*, *Oriolus*

*oriolus*, *Corvus frugilegus*, *Sylvia atricapilla*, *Phylloscopus collybita*, *Ficedula parva*, *Turdus merula*. Their average spring arrival dates are shifted by the amount of 2 (*Oriolus oriolus*) to 20 (*Buteo buteo*) days.

It is noted that in some years at the end of the XX—XXI centuries spring air temperatures have been abnormally high. In these conditions birds arrive earlier from their wintering grounds.

*Ключевые слова:* изменения климата, сроки весеннего прилета птиц, сроки и продуктивность размножения птиц.

*Key words:* climate change, terms of spring arrival of birds, timing and productivity of breeding birds.

Наблюдения за весенним прилетом птиц в Воронежском заповеднике ведутся с 1936 г. В разное время в них принимали участие множество сотрудников научного отдела и охраны территории, участие автора — с 1985 г. С 1932 г. здесь функционирует метеостанция, где регистрируют основные погодноклиматические параметры. Установлен достоверный тренд роста температуры воздуха в марте и апреле. Прилет ближних и многих дальних мигрантов тесно связан с состоянием погоды. Коэффициент корреляции между средней температурой марта и датой прилета для разных видов в среднем составляет  $-0,7 \pm 0,03$ ; для апреля он снижается ( $-0,4 \pm 0,03$ ). Достоверные отрицательные линейные тренды дат прилета обнаружены у 9 видов из 25 проанализированных: канюка, черного стрижа, белой трясогузки, обыкновенной иволги, грача, черноголовой славки, пеночки-теньковки, малой мухоловки, черного дрозда. У них средние даты весеннего прилета сместились на величину от 2 до 20 дней [1]. У остальных видов тренды также в основном отрицательные, но статистически недостоверные.

В последние годы все чаще регистрируются новые «рекорды» раннего прилета птиц. Так, в 2016 г. полевые жаворонки впервые прилетели еще во время календарной зимы — 26 февраля (прежняя минимальная дата — 3 марта, средняя многолетняя — 19 марта), первые клинтухи появились 29 февраля (прежняя минимальная дата — 4 марта, средняя многолет-

няя — 28 марта). Черный дрозд и серый журавль также продемонстрировали в 2016 г. наиболее раннюю дату прилета — 10 марта для обоих видов (прежняя минимальная дата для первого из них — 14 марта, средняя многолетняя — 1 апреля; для второго вида соответственно 12 и 26 марта). Брачный крик кукушки впервые услышали 9 апреля, это на 14 дней раньше средней многолетней даты и на 2 дня раньше прежней минимальной даты. Такой же характер прилета показала черная славка, с новым «рекордом» 16 апреля (прежняя минимальная дата — 18 апреля, средняя многолетняя — 30 апреля). При этом следует подчеркнуть, что в большинстве случаев прежние минимальные даты также приходятся на конец прошлого века или на текущее столетие. В это же время некоторые виды перелетных птиц приобрели статус нерегулярно или редко зимующих. Это относится к канюку, певчему дрозду, клинтуху, тростниковой овсянке.

Ряд видов оседлых и перелетных птиц в последнее десятилетие стали размножаться заметно раньше своих обычных сроков, что особенно четко проявляется в годы с аномально высокими весенними температурами. У зяблика и мухоловки-пеструшки откладка яиц начинается раньше на 4—5 дней [2]. Коэффициент корреляции между средней температурой воздуха в начале размножения и датой откладки первого яйца в популяции составляет соответственно минус 0,7 и 0,8 ( $p < 0,01$ ). Период между началом и пиком размножения у зяблика сокращается с 15 до 5 дней, а у мухоловки-пеструшки с 11 до 2 дней. Он также тесно связан с температурой воздуха в начале размножения.

У певчего дрозда откладку первого яйца в популяции в разные годы наблюдали с 13 апреля по 4 мая (диапазон 21 день). Существует довольно четкая связь начала яйцекладки с погодными условиями. Коэффициент корреляции между средней температурой воздуха 2-й декады апреля и датой откладки первого яйца составляет минус 0,8 ( $p < 0,01$ ). Чем выше температура, предшествующая размножению и в его начале, тем раньше начинается откладка яиц [3].

Черноголовые славки стали приступать к откладке яиц в первую декаду мая, при этом начало откладки 6—10 мая наблюдали уже в конце прошлого века, а в период 1—5 мая только в текущем столетии [4]. Впервые это произошло в 2008 г., а затем повторилось в 2012 и 2014 гг. Раннее размножение (в первую пятидневку мая) — явление редкое, но уже 11—15 мая наступает его пик, когда к откладке яиц приступают около 20 % самок. Далее интенсивность яйцекладки поступательно снижается до минимума в конце мая, а в начале июня наблюдается второй, менее выраженный, пик откладки яиц (около 12 % гнезд). Связан ли он со вторым циклом размножения — точно не установлено, но косвенные данные указывают на его наличие.

Материалы по этим видам свидетельствуют, что реакции птиц на повышение весенних температур в начальный период размножения могут проявляться следующим образом. Первое — это более раннее начало строительства гнезд и откладки яиц. Второе, что очень важно, в теплую весну число птиц, гнездящихся рано, быстро нарастает, вскоре формируется пик размножения, в котором участвует основная часть популяции. Ее раннее размножение создает предпосылки, при благоприятных условиях, к увеличению доли птиц, которые после успешного первого выводка приступают ко второму, а иногда и третьему циклам гнездования. Кроме того, появляется дополнительная по времени возможность возобновления кладок после неудачной попытки размножения [3; 5].

Нарастает число «рекордов» и в раннем размножении птиц, на что указывают данные за 2017 г., отличившемся очередной необычайно ранней весной. Сидящую на гнезде ушастую сову наблюдали уже 10 марта, т. е. в нем находилось минимум одно яйцо. Прежняя наиболее ранняя дата регистрации насиживающей птицы для Воронежского заповедника приходится на 15 марта 2002 г. [6], а нормой начала размножения в Черноземье считается первая декада апреля [7].

Пищуху, строящую гнездо, отметили уже 21 марта; 3 апреля птица насиживала кладку, а 2 мая при попытке осмотра

из гнезда выпорхнули и уверенно пролетели до ближних деревьев шесть птенцов. Расчеты показывают, что откладка яиц началась здесь 28 марта. Это примерно на полмесяца раньше нормальных сроков.

Покинувших гнездо трех птенцов чибиса, хорошо бегающих, встретили 27 апреля. Аналогично, по расчетам, получается, что первое яйцо в кладке чибиса появилось в 2017 г. уже в конце марта, тогда как прежние наиболее ранние даты в Черноземье относятся к концу первой декады апреля [8].

У певчего дрозда при высоких весенних температурах происходит существенное увеличение успешности размножения в связи со снижением числа гнезд, разоряемых хищниками [3]. В условиях холодной весны целыми остаются лишь 7,7% апрельских гнезд, а при теплой погоде этот показатель возрастет до 53,3%. Подобная зависимость сохраняется до конца второй декады мая.

Изложенные выше сведения свидетельствуют о значительном влиянии изменений климата на сезонные явления и продуктивность размножения птиц. Их получение стало возможным благодаря длительному мониторингу природных процессов на заповедной территории.

### Список литературы

1. Венгеров П.Д. Сроки весеннего прилета птиц в Воронежском заповеднике на фоне длительных климатических изменений // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Естественные науки. 2015. №3 (200), вып. 30. С. 82—92.

2. Венгеров П.Д. Особенности сроков размножения зяблика (*Fringilla coelebs*) и мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*) в условиях высоких весенних температур // Там же. 2014. №17 (188), вып. 28. С. 76—81.

3. Венгеров П.Д. Влияние роста весенней температуры воздуха на сроки и продуктивность размножения певчего дрозда (*Turdus philomelos* C.L. Brehm) в условиях лесостепи Русской равнины // Экология. 2017. №2. С. 134—140.

4. Венгеров П. Д. Сроки весеннего прилета и размножения черно-головой славки *Sylvia atricapilla* в Воронежском заповеднике: долговременные изменения на фоне роста весенней температуры воздуха // Русский орнитологический журнал. 2015. Т. 24, № 1122. С. 1021—1027.

5. Венгеров П. Д. Влияние изменений климата на сроки прилета и размножения певчего дрозда (*Turdus philomelos*) и зяблика (*Fringilla coelebs*) в Воронежском заповеднике // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131, № 4. С. 416—424.

6. Сапельников С. Ф. Необычно раннее гнездование ушастой совы (*Asio otus*) в Воронежской области и хищничество на ней тетеревятника (*Accipiter gentilis*) // Состояние и проблемы экосистем среднерусской лесостепи. Воронеж, 2004. С. 40—44.

7. Нумеров А. Д., Мирошникова Ю. Ю. Гнездовая экология и спектр питания ушастой совы в Воронежской области // Совы Северной Евразии: экология, пространственное и биотопическое распределение. М., 2009. С. 6—11.

8. Климов С. М., Сарычев В. С., Мельников М. В. И др. Птицы бассейна Верхнего Дона. Неворобьиные. Липецк : Изд-во ЛГПУ, 2004.

УДК 3176

**О. А. Горошко**

*Государственный природный биосферный заповедник «Даурский»  
Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН*

### **Сохранение балобана – опыт решения проблемы гибели птиц на ЛЭП**

Приведены результаты изучения и решения проблемы гибели балобанов (*Falco cherrug*) и других видов птиц на ЛЭП в период 2010—2017 гг. в степной зоне Юго-Восточного Забайкалья в окрестностях заповедника «Даурский»; анализ ситуации; опыт работы с владельцами ЛЭП; результаты решения проблемы. В течение 2012—2017 гг. в окрестностях заповедника владельцами ЛЭП птицезащитными устройствами оборудовано 11 ЛЭП общей протяженностью

около 150 км. В результате смертность птиц на ЛЭП в окрестностях заповедника к 2017 г. снизилась в 16 раз. С 2014 г. наблюдается отчетливый рост численности балобана в заповеднике и его окрестностях; в 2017 г. численность гнездящихся соколов была в 3 раза выше, чем в 2010—2011 гг.

The article includes results of study and solve of the problem of deaths of Saker Falcons (*Falco cherrug*) and other species of birds caused by electrocution on power lines (PL) during 2010—2017 in the steppe zone of South-Eastern Trans-Baikal Region in the vicinity of the Daurisky Nature Reserve: analysis of situation, experience of cooperation with owners of PL, results of solve the problem. During 2012—2017, owners of PL have installed bird protective devices on 11 PL (about 150 km). During 2010—2017, mortality of birds from electrocution reduced in 16 times. Population number of Saker Falcon is increasing since 2014; in 2017 population was in 3 times bigger comparatively with 2010.

*Ключевые слова:* Юго-Восточное Забайкалье, Даурия, заповедник «Даурский», хищные птицы, ЛЭП, балобан, *Falco cherrug*.

*Key words:* South-Eastern Trans-Baikal Region, Dauriya, Daurisky Nature Reserve, predator birds, power lines (PL), Saker Falcon, *Falco cherrug*.

В России проблема гибели птиц от поражения электротоком на воздушных линиях электропередач (ЛЭП) стоит очень остро, однако лишь в немногих регионах уделяется внимание ее изучению и решению. В Забайкальском крае подобные исследования и работы по решению проблемы проведены впервые.

Известно, что от поражения электротоком птицы гибнут в основном от того, что садятся на оснащенные штыревыми изоляторами бетонные опоры напряжением ЛЭП 6—10 кВ. Происходит это потому, что металлические траверсы, на которые крепятся изоляторы, заземлены (они соединены металлическим прутком с железной арматурой столба). На свежих трупах птиц обычно хорошо видны сильные ожоги на подушечках лап, поскольку электрический заряд чаще всего проходит через лапы, когда сидящая на перекладине птица касается про-

ходящего рядом оголенного провода. Деревянные опоры ЛЭП 6—10 кВ обычно не заземлены, поэтому гибель птиц на них случается крайне редко, в основном во время дождя. Наиболее велики масштабы гибели в районах с открытым равнинным ландшафтом, поскольку там из-за отсутствия деревьев и других естественных присад птицы (особенно хищные) часто используют для этих целей опоры ЛЭП.

Работы проведены в Юго-Восточном Забайкалье (юг Забайкальского края) в зоне распространения Даурских степей на базе государственного природного биосферного заповедника «Даурский» в пределах его охранной зоны и ее обширных окрестностей.

В Забайкальском крае исследования проблемы гибели птиц на ЛЭП начаты Даурским заповедником в 2010 г. В этот год был обследован 61 км трех ЛЭП напряжением 6—10 кВ, принадлежащих энергокомпании «Читаэнерго» (филиал ОАО «МРСК Сибири»), в охранной зоне и зоне сотрудничества заповедника (на строго охраняемой территории ядра заповедника ЛЭП нет). «Читаэнерго» — собственник подавляющей части ЛЭП в Забайкальском крае. В 2010 г. были обследованы 491 бетонная опора и 260 деревянных (сюда включены как полностью деревянные опоры, так и деревянные на бетонных пасынках).

В условиях низкой травяной растительности и хорошего обзора под ЛЭП, обследование проводилось с открытого окна автомобиля во время его движения вдоль ЛЭП на низкой скорости. При этом около столбов автомобиль обычно останавливался или снижал скорость. При наличии высокой травяной растительности или кустов, препятствующих свободному обзору, проводилось пешее обследование с детальным осмотром окрестностей каждого столба в радиусе 3—6 метров (хищники нередко оттаскивают трупы птиц от столбов).

При первом же обследовании в 2010 г. был выявлен высокий уровень гибели птиц на бетонных опорах (в среднем — 14 погибших птиц на 100 опор), на деревянных и бетонных

пасынках опорах гибель не зарегистрирована [1]. При этом для обычных одностолбовых опор данный показатель гибели был 5 особей на 100 бетонных опор, а для анкерных (усиленных двух- и трехстолбовых) — многократно выше: 67 и 86 особей соответственно. Наиболее высокий уровень гибели (142 птицы на 100 опор) оказался на анкерных бетонных опорах, используемых для усиления прочности ЛЭП, состоящих из обычных деревянных столбов. В ходе исследований в 2010—2017 гг. под некоторыми такими опорами неоднократно находили до 8—9 мертвых птиц одновременно.

Все ЛЭП в Даурии включают кроме одностолбовых опор также анкерные опоры. Метод крепежа проводов на анкерных опорах более сложный, здесь больше заземленных металлических траверс и больше проводов, что значительно увеличивает вероятность поражения птиц электротоком. Еще более опасны опоры рядом с трансформаторами, а также сами трансформаторы. Такие опоры всегда несут особенно сложные нагромождения проводов. Однако, поскольку трансформаторы обычно расположены рядом с животноводческими стоянками и деревнями, хищные птицы на них гибнут не часто.

В 2010 г. в общей сложности найдено 67 трупов и останков птиц (табл.). Среди погибших птиц более половины составили врановые: сорока, черная ворона и ворон. Среди хищных птиц очень часто гибнет мохноногий курганник, амурский кобчик и балобан. Мохноногий курганник занесен в Красную книгу Забайкальского края, балобан — в Красные книги региона и РФ. При этом в зоне сухих степей жертвами становятся в основном курганники и балобаны, а в лесостепной зоне и вдоль крупных рек с пойменной древесно-кустарниковой растительностью — врановые и амурский кобчик. Учитывая редкость и уязвимость балобана, уровень смертности этих птиц на ЛЭП оказался недопустимо велик. Стало понятно, что гибель на ЛЭП — одна из важнейших причин неуклонного сокращения численности этого вида в Забайкальском крае [2]. Балобан — глобально угрожаемый вид, занесенный в Красный список МСОП (IUSN Red List) со статусом "vulnerable" ("уязвимый").

### Гибель птиц на обследованных в 2010 г. ЛЭП

Вид	Всего погибших птиц, ос.	Доля птиц, %
Восточный болотный лунь ( <i>Circus spilonotus</i> )	1	1,49
Мохноногий курганник ( <i>Buteo hemilasius</i> )	10	14,93
Зимняк ( <i>Buteo lagopus</i> )	1	1,49
Балобан ( <i>Falco cherrug</i> )	4	5,97
Чеглок ( <i>Falco subbuteo</i> )	1	1,49
Амурский кобчик ( <i>Falco amurensis</i> )	6	8,96
Обыкновенная пустельга ( <i>Falco tinnunculus</i> )	1	1,49
Филин ( <i>Bubo bubo</i> )	1	1,49
Удод ( <i>Uripa erops</i> )	1	1,49
Серый скворец ( <i>Sturnus cineraceus</i> )	2	2,99
Сорока ( <i>Pica pica</i> )	14	20,9
Грач ( <i>Corvus frugilegus</i> )	1	1,49
Черная ворона ( <i>Corvus corone</i> )	13	19,4
Ворон ( <i>Corvus corax</i> )	11	16,42
<i>Итого</i>	67	100

В конце 2010 г. была проведена встреча с руководством «Читаэнерго». Энергокомпании был передан детальный отчет с приложением карт-схем, полной электронной базы данных в Excel, набором фотографий по всем находкам погибших птиц, расчетом нанесенного ущерба в рублях, рекомендациями и письменным требованием по устранению проблемы.

В 2011 г. «Читаэнерго» закупил птицезащитные устройства (ПЗУ) и в 2012 г. приступил к оборудованию ими ЛЭП, а заповедник продолжил работы по изучению проблемы. На первом этапе была обработана информация владельцев ЛЭП

по размещению ЛЭП, составу и конструкции их опор. Все ЛЭП были классифицированы по составу опор, отражающему их потенциальную опасность для птиц, и нанесены на карту в среде ГИС. На следующем этапе была проведена предварительная классификация ЛЭП по уровню их реальной опасности для птиц. Все ЛЭП были разделены на классы опасности: 1-й — условно не опасные, куда вошли ЛЭП, состоящие только из деревянных опор, 2-й — малоопасные, 3-й — среднеопасные; 4-й — высокоопасные. Для анализа использовалась балльная оценка основных параметров, влияющих на уровень гибели птиц: тип опор, биотоп, обилие редких видов хищных птиц во время гнездования, миграции и зимовки в районе расположения ЛЭП. На последнем этапе проведено полевое обследование ряда ЛЭП для выяснения масштабов гибели птиц и уточнения класса опасности ЛЭП. В общей сложности было обследовано более 20 ЛЭП и их участков общей протяженностью более 200 км. В результате в течение 2010—2012 гг. проведена инвентаризация всех потенциально птицепасных ЛЭП «Читаэнерго» и большинства других владельцев в пределах семи административных районов края на площади более 30 тыс. км<sup>2</sup>.

Поскольку протяженность птицепасных ЛЭП в Юго-Восточном Забайкалье очень велика, а работы по их оснащению ПЗУ сложны и дорогостоящи, то оборудовать все одновременно невозможно — это процесс на многие годы. Поэтому между заповедником и «Читаэнерго» была достигнута договоренность о поэтапном оснащении ЛЭП. С 2012 г. владельцы ЛЭП последовательно оборудуют ЛЭП от наиболее опасных к наименее опасным согласно рекомендациям заповедника. Заповедник в 2012—2017 гг. продолжил обследование новых ЛЭП, а также проверил уже оборудованные ЛЭП для контроля качества установки и дальнейшей эксплуатации ПЗУ.

К 2015 г. в окрестностях заповедника были оснащены все ЛЭП высокого класса опасности; с 2016 г. начато оборудование ЛЭП среднего и низкого класса опасности. К настоящему времени в Даурских степях птицепасными устрой-

ствами оснащены 11 ЛЭП «Читаэнерго», ОАО «Мегафон» и СПК «Рассвет» общей протяженностью около 150 км. В охранной зоне ПЗУ обеспечены не только все представляющие опасность линии, но и отдельные опоры. Теперь установка ПЗУ ведется в окрестных степях на расстоянии до 40 км от границ заповедника. Работы по решению данной проблемы в окрестностях заповедника близятся к завершению. Следующий этап — оборудование птицепасных ЛЭП на остальной территории Даурских степей Забайкалья, для чего в настоящее время ведется активная совместная работа заповедника и Читинской межрайонной природоохранной прокуратуры.

В окрестностях заповедника смертность птиц на ЛЭП в результате оборудования их ПЗУ первоначально (до ремонта ПЗУ) снизилась в 7 раз. В ходе обследования заповедником оснащенных ЛЭП выявлено множество недостатков. После устранения всех или части недостатков к лету 2017 г. смертность птиц уменьшилась в 16 раз.

За период 2010—2017 гг. под опорами ЛЭП найдено более 300 погибших птиц 16 видов. Среди хищников обнаружено 27 особей видов из Красной книги РФ: 15 балобанов, 1 кречет, 2 филина, 1 степной орел и 8 беркутов. В 2010 и 2012 гг. найти мертвого балобана под ЛЭП было гораздо проще, чем увидеть в природе живого: за день поездки по степям этого сокола можно было не встретить ни разу, а за один часа автомобильного маршрута вдоль ЛЭП в той же самой местности можно было найти шесть мертвых. Частота гибели балобанов оказалась не менее чем в 2 раза выше, чем частота гибели сходного по размерам мохноногого курганника. Это связано с особенностями биологии балобанов: они чаще взлетают и садятся на опоры, что повышает риск замыкания распростертыми крыльями. В 2016 и 2017 гг. случаи гибели этих соколов на ЛЭП крайне редки, зато встречи с ними в степи уже не редкость. По данным мониторинга, отчетливый рост численности балобана в заповеднике и его окрестностях наблюдается с 2014 г.; в 2017 г. численность гнездящихся птиц была в 3 раза выше, чем в 2010—2011 гг.

## Список литературы

1. *Горшко О.А.* Гибель птиц на ЛЭП в Даурской степи (Юго-Восточное Забайкалье), Россия // ПERNАТЫЕ хищники и их охрана. 2011. № 21. С. 84—99.

2. *Горшко О.А.* Балобан // Красная книга Забайкальского края. Животные. Новосибирск : Новосибирский издательский дом, 2012. С. 110—111.

УДК 502.753(470.26)

***И. Ю. Губарева***

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

### **О редких и охраняемых видах растений луговых сообществ национального парка «Куршская коса»**

В различных типах луговых фитоценозов, расположенных в центральной части НП «Куршская коса», произрастает три вида редких растений из Красной книги России и четыре из Красной книги Калининградской области. Также выявлено 26 видов из Списка таксонов, не включенных в Красную книгу Калининградской области, но нуждающихся в особом внимании и контроле. Для особого учета и контроля на территории НП «Куршская коса» рекомендовано 16 редких видов растений.

In various types of meadow phytocoenoses located in the central part of the Curonian Spit there are three species of rare plants from the Red Data Book of Russia and four from the Red Book of the Kaliningrad Region. Also there are 26 species from the List of taxa needing special attention and control of the Red Data Book of the Kaliningrad Region. For special accounting and control on the territory of the National Park «Curonian Spit», sixteen rare plant species are recommended.

*Ключевые слова:* Куршская коса, редкие растения, луг.

*Key words:* Curonian Spit, the rare plants, meadow.

Одна из основных стратегических задач национального парка — сохранение биоразнообразия растительного мира. Безусловно, ее решение возможно не только за счет охраны отдельных видов растений, но и при выработке конкретных мероприятий по сохранению фитоценозов в целом.

Луговые сообщества Куршской косы представлены мезофитными и низинными лугами, расположенными по побережью Куршского залива, а также суходольными лугами на высоких частях рельефа и участках по дюнным комплексам.

Объектами исследований послужили редкие и охраняемые растения луговых сообществ, расположенных в центральной части НП «Куршская коса» (НП КК). Данная территория находится на древнем моренном плато, южнее пос. Рыбачий. Участки обследованная соответствуют следующим кварталам участкового лесничества «Золотые дюны»: № 53, 56, 59, 85 (рис. 1, 2). Флористические исследования осуществлялись в течение нескольких полевых сезонов с конца апреля по октябрь (2012, 2015—2017) маршрутным методом, в рамках программы по Госзаданию.



Рис. 1. Участок мезофитного луга на юго-восточной окраине оз. Чайка



Рис. 2. Участок низинного луга у берега Куршского залива

В ходе исследований было установлено, что неоднородность состава и структуры почв, а также микрорельефа не позволяет считать луга на данном участке косы однородными. Геоморфологические и экологические особенности создают условия для формирования здесь различных по структуре и составу луговых сообществ, мозаично и компактно расположенных на одной площади. Таким образом, в пределах рассматриваемой территории можно одновременно выделить несколько участков с хорошо отличимой по видовому составу растительностью. Небольшие водоемы и фрагменты старой дренажной системы регулируют поддержание уровня грунтовых вод и обеспечивают как относительную влажность на мезофитных фрагментах лугов, так и сток осадков с высоких частей микрорельефа. Также следует отметить кратковременную хозяйственную деятельность в недавнем прошлом, в результате которой был частично уничтожен характерный травянистый покров лугов и занесены некоторые новые растения, например плодовые кустарники и сорные травянистые многолетники.

На 7 проложенных нами маршрутах проведено в общей сложности более 20 обследований, в ходе которых велись дневниковые записи; фотофиксация редких растений и мест их обитания; собирался гербарий сопутствующих видов; кроме того, анализировались литературные данные по исследуемой флоре [1—14].

В составленный по итогам многолетних наблюдений список редких растений, найденных в луговых сообществах НП КК, включены:

- 1) редкие виды из Красной книги России (2008) [6];
- 2) редкие виды из Красной книги Калининградской области (2010) [5];
- 3) виды из Списка «требующие внимания» Красной книги Калининградской области (2010) [10];
- 4) виды, требующие особого учета и контроля в условиях НП «Куршская коса».

В последнюю группу включены растения, не вошедшие в Красную книгу Калининградской области, но редко встречающиеся как на ее территории, так и в национальном парке. Их редкость чаще всего связана с малочисленностью ценопопуляций либо с изменением мест произрастания и уязвимостью видов при воздействии естественных или антропогенных факторов (табл.).

Анализируя полученные многолетние данные, можно отметить, что при маршрутных обследованиях удалось установить произрастание 42 редких видов покрытосеменных растений и одного спорового растения, обитающих в луговых фитоценозах НП КК (табл.). Среди них три вида включены в Красную книгу России (2008) [5]: *Dactylorhiza baltica*, *D. Majalis*, *Orchis morio* (рис. 3—5)\* и четыре — в Красную книгу Калининградской области (в том числе *Aira praecox* и *OphioGLOSSUM vulgatum*) [4] (рис. 6, 7).

---

\* Здесь и далее иллюстрации см. в конце статьи.

**Редкие и охраняемые виды растений луговых сообществ  
НП «Куршская коса»**

№ п/п	Вид	Красная книга		Виды из Списка «требующие внимания» Красной книги Калининградской обл. (2010)	Виды, требующие особого учета в условиях НП «Куршская коса»
		России (2008)	Калининградской области (2010)		
<b>Отдел <i>Pteridophyta</i> — Папоротникообразные</b>					
1	<i>Ophioglossum vulgatum</i> L. — Ужовник обыкновенный		1		
<b>Отдел <i>Angiospermae</i> [<i>Magnoliophyta</i>] — Покрытосеменные растения</b>					
1	<i>Aira praecox</i> L. — Аира ран- няя		1		
2	<i>Amoria montana</i> (L.) Sojak [ <i>Tri- folium montanum</i> L.] — Амория горная				+
3	<i>Asparagus officinalis</i> L. — Спаржа аптечная			+	
4	<i>Briza media</i> L. — Трясунка средняя				+
5	<i>Campanula glomerata</i> L. — Ко- локольчик сборный				+
6	<i>Catabrosa aquatica</i> (L.) Beauv. — Поручейница водяная			+	
7	<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC. — Боярышник сглаженный			+	

Продолжение табл.

№ п/п	Вид	Красная книга		Виды из Списка «требующие внимания» Красной книги Калининградской обл. (2010)	Виды, требующие особого учета в условиях НП «Куршская коса»
		России (2008)	Калининградской области (2010)		
8	* <i>Dactylorhiza baltica</i> (Klinge) Orlova [ <i>Dactylorhiza latifolia</i> subsp. <i>baltica</i> (Klinge) Soo] — <b>Пальчатокоренник балтийский</b> (длиннолистный)	3б		+	
?	* <i>D. hebridensis</i> (Wilmott) Aver. — <b>П. гибридный</b>			+	
9	* <i>D. incarnata</i> (L.) Soo. — <b>П. мясокрасный</b>			+	
?	* <i>D. maculata</i> (L.) Sob — <b>П. Пятнистый</b>			+	
10	* <i>D. majalis</i> (Reichenb.) P. F. Hunt et Summerh. — <b>П. майский</b>	3б, г	1		
11	<i>Dianthus delthoides</i> L. — <b>Гвоздика травянка</b>				+
12	<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck. [ <i>E. polystachion</i> L.] — <b>Пушица многоцветковая, или узколистная</b>				+
13	<i>Fragaria viridis</i> (Duchesne) Weston — <b>Земляника зеленая</b>			+	
14	<i>Galium intermedium</i> Schult. — <b>Подмаренник промежуточный</b>			+	

## Продолжение табл.

№ п/п	Вид	Красная книга		Виды из Списка «требующие внимания» Красной книги Калининградской обл. (2010)	Виды, требующие особого учета в условиях НП «Куршская коса»
		России (2008)	Калининградской области (2010)		
15	<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench — <b>Цмин песчаный</b>				+
16	<i>Hierochloë odorata</i> (L.) Beauv. — <b>Зубровка душистая</b>			+	
17	<i>Hippophaë rhamnoides</i> L. — <b>Облепиха крушиновая</b>			+	
18	<i>Juncus balticus</i> Willd. — <b>Ситник балтийский</b>				+
19	<i>Lathus palustris</i> L. — <b>Чина болотная</b>			+	
20	* <i>Listera ovata</i> (L.) R. Br. — <b>Тайник овальный</b>			+	
21	<i>Menyanthes trifoliata</i> L. — <b>Вахта трехлистная</b>				+
22	<i>Nardus stricta</i> L. — <b>Белоус торчащий</b>				+
23	* <i>Orchis morio</i> L. — <b>Ятрышник дремлик</b>	1	1		
24	<i>Pimpinella major</i> (L.) Huds. — <b>Бедренец большой</b>			+	
25	<i>Plantago dubia</i> L. — <b>Подорожник сомнительный</b>			+	
26	* <i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich. — <b>Любка двулистная</b>			+	

Продолжение табл.

№ п/п	Вид	Красная книга		
		России (2008)	Калининградской области (2010)	Виды из Списка «требующие внимания» Красной книги Калининградской обл. (2010) Виды, требующие особого учета в условиях НП «Куршская коса»
27	<i>Poa remota</i> Forsell. — Мятлик расставленный			+
28	<i>Polygala vulgaris</i> L. — Истод обыкновенный			+
29	<i>Prunus spinosa</i> L. — Слива колючая (Тёрн)			+
30	<i>Ranunculus bulbosus</i> L. — Лютик луковичный			+
31	<i>R. lingua</i> L. — Л. длиннолистный			+
32	<i>R. polyanthemos</i> L. — Л. многоцветковый			+
33	<i>Sarothamnus scorarius</i> (L.) Koch. — Жарновец метельчатый			+
34	<i>Saxifraga ranulate</i> L. — Камнеломка зернистая			+
35	<i>Sedum sexangulare</i> L. — Очиток шестирядный			+
36	<i>Sieglingia decumbens</i> (L.) Bernh — Зиглингия лежачая			+
37	<i>Selinum carvifolia</i> (L.) L. — Гирча тминолистная			+

Окончание табл.

№ п/п	Вид	Красная книга		Виды из Списка «требующие внимания» Красной книги Калининградской обл. (2010)	Виды, требующие особого учета в условиях НП «Куршская коса»
		России (2008)	Калининградской области (2010)		
38	<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trevis. [ <i>Betonica officinalis</i> L.] — <b>Чистец лекарственный</b> (Буквица лекарственная)				+
39	<i>Succisa pratensis</i> Moench — <b>Сивец луговой</b>				+
40	<i>Verbascum densiflorum</i> Bertol. — <b>Коровяк густоцветковый</b>			+	
41	<i>Vicia lathyroides</i> L. — <b>Горошек чиновидный</b>			+	
42	<i>Viola maritima</i> (Schweigg. ex Clausen) Tzvel. — <b>Фиалка приморская</b>			+	
43	<i>V. palustris</i> L. — <b>Ф. болотная</b>				+
	<i>Итого</i>	3	4	26	16

Примечания: \* виды, внесенные в Приложение II к международной конвенции СИТЕС.

Цифрами указаны категории статуса видов в Красных книгах: 1 — вид, находящийся под угрозой исчезновения; 3б и 3г — редкий вид.

Все эти растения встречаются в луговых сообществах Куршской косы достаточно редко, за исключением *O. morio*. Однако популяция этой орхидеи, одной из самых многочисленных на территории НП КК, с каждым годом сокращается. В качестве причин следует назвать естественные природные факторы: поедание молодых побегов и клубней кабанями; нарушение дернины копытными животными в зимний и весенний период; закустаривание луга и зарастание высокотравьем. Также снижение численности популяции происходит из-за прекращения хозяйственной деятельности на лугах. Ранее было замечено, что умеренный выпас домашних животных и заготовка сена не оказывали существенного негативного воздействия на растения и в то же время позволяли сдерживать активное развитие кустарников на лугах. Прямое негативное влияние человека было связано с попытками переноса растений в сады (выкопка клубней) и сбором цветущих растений на букеты до семеношения [2]. Что касается других орхидных, то уменьшение их численности связано со схожими факторами, а также с тем, что количество экземпляров видов изначально было невелико, ценопопуляции старовозрастны и диффузно распределены по всей площади исследуемых лугов.

Число видов редких растений, включенных в Приложение к Красной книге Калининградской области (Список таксонов, нуждающихся в особом внимании и контроле), составило 26 [4]. Среди них характерные для косы представители сухих, мелко-травных лугов, такие как *Viola maritima*, *Vicia lathyroides*, *Sedum sexangulare*, и более увлажненных мест: *Saxifraga granulata*, *D. Incarnata*, *Listera ovata*, *Platanthera bifolia* и др. (рис. 8—13).

Список растений, состояние которых вызывает на косе некоторые опасения, представлен 16 видами (табл., рис. 14—25). Это уязвимые по разным причинам виды, которые для территории косы отмечены только в луговых фитоценозах. Так же, как и другие редкие растения, их можно подразделить на груп-

пы по отношению к влаге и соответственно к разным типам лугов. Так, *Dianthus delthoides*, *Helichrysum arenarium*, *Ranunculus bulbosus*, *Nardus stricta* поселяются на сухих открытых возвышенных частях рельефа, а *Menyanthes trifoliata*, *Eriophorum angustifolium*, *Ranunculus lingua*, *Viola palustris* и *Selinum carvifolia* предпочитают места в сильно увлажненных понижениях. *Juncus balticus* и *Stachys officinalis* способны расти как на открытых пространствах со средним увлажнением, так и на пониженных участках лугов с высокой влажностью.

В целом оценка состояния редких видов растений исследуемых луговых сообществ может быть охарактеризована как удовлетворительная. Однако два вида орхидных к 2017 г. в выявленных ранее местах обитаний обнаружены не были (*D. hebridensis*, *D. incarnata*). Можно предположить, что отсутствие видов в последний год наблюдений связано не только с негативными факторами, но и с их биологическими особенностями. Поиск других ценопопуляций этих растений будет продолжен в дальнейшем.

Многолетние наблюдения за редкими видами растений луговых фитоценозов Куршской косы позволили выделить следующие основные факторов угрозы их существования:

— непрофильное использование луговых сообществ (отсутствует рациональное сенокошение, что приводит к изменению видового состава растений, закустариванию);

— постепенное привнесение сорных видов за счет интенсивной антропогенной нагрузки на луговые фитоценозы, особенно в местах, прилегающих к озеру Чайка;

— ежегодное интенсивное нарушение дернины копытными животными, ведущее к потере части луговых видов;

— поедание клубней орхидных и корневищ многолетников, в том числе редких.

Считаем, что для сохранения редких луговых видов необходимо:

— возобновить регламентированное сенокошение луга и решить проблему его закустаривания;

- оградить территорию произрастания особо ценных видов от негативного воздействия копытных животных;
- не допускать обустройства мест зимних подкормок копытных животных вблизи обитания редких луговых видов;
- ввести контроль посещения территории обитания редких растений неорганизованными туристическими группами;
- проводить разъяснительную работу с населением о сохранении популяций ценных и редких видов растений.

### Список литературы

1. *Губарева И. Ю.* Редкие и охраняемые растения национального парка «Куршская коса» // Труды XIII съезда Русского ботанического общества. Т. 3. — Тольятти: Изд-во «Кассандра». 2013. С. 14—15. URL: <http://www.tgl.ru/news/item/1071-v-tolyatti-nachal-rabotu-xiii-sezd-russkogo-botanicheskogo-obschestva/>
2. *Губарева И. Ю.* Редкие и охраняемые виды флоры национального парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017.
3. *Губарева И. Ю.* Ботанические объекты // Особо ценные природные и культурные объекты национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. / сост. О.В. Рьльков, И.П. Жуковская. Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2009. С. 9—36.
4. *Губарева И. Ю., Соколов А. А.* Список таксонов, не включенных в Красную книгу Калининградской области, нуждающихся в особом внимании и контроле. Растения // Красная книга Калининградской области / под ред. В.П. Дедкова, Г.В. Гришанова. Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010. С. 307—311.
5. *Красная книга* Калининградской области / под ред. В.П. Дедкова, Г.В. Гришанова. Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010.
6. *Красная книга* Российской Федерации (растения и грибы). М. : Министерство природных ресурсов и экологии РФ и Росприроднадзор, 2008. 762 с.
7. *Ниценко А. А.* Материалы к изучению растительного покрова Куршской косы // Бот. журнал. 1970. Т. 55, №4. С. 481—499.
8. *Охраняемые растения и растительные сообщества* Калининградской области / под ред. В.П. Дедкова ; Калинингр. ун-т. Калининград, 1990.

9. *Победимова Е.Г.* Состав флоры Калининградской области, ее распространение и хозяйственное значение // Тр. Бот. ин-та АН СССР. 1955. Сер. 3, вып. 10. С. 225—329.

10. *Соколов А.А.* Редкие сосудистые растения Калининградской области и их охрана : автореф. ... дис. канд. биол. наук. Калининград, 1999.

11. *Abromeit J., Neuhoff W., Steffen H. et al.* Flora von Ost- und Westpreussen. Bd. 1—3. Berlin, 1889—1940.

12. *Atlas Florae Europaeae.* Distribution of vascular plants in Europe. Vol. 13. *Rosaceae (Spiraea to Fragaria, excl. Rubus)* / ed. by A. Kurto et al. ; Regional collab. V. Dedkov, I. Yu. Gubareva, O. V. Schabarova et al. — Helsinki : the Committee of Mapping the Flora of Europe and Societas Biologica Fennica Vanamo, 2004.

13. *Christian Dolnik* Ein Beitrag zur Erfassung der botanischen Artenvielfalt unter besonderer Berücksichtigung der Flechten und Moose am Beispiel des Nationalparks Kurische Nehrung (Russland) / Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg (A.G. Floristik ... 1922). Herausgegeben von K. Dierßen. Heft 62. Kiel, 2003.

14. *Gubareva I. Yu.* Legumes of Kaliningrad region // Yakovlev G. P., Sytin A. K., Roskov Yu. R. Legumes of Northern Eurasia: A check-list. Kew: Royal Botanic Gardens, 1996.

15. *Red Data Book of the Baltic Region* / eds. T. Ingelög, R. Andersson, M. Tjernberg. Pt. 1. List of threatened vascular plants and vertebrates. Riga — Uppsala, 1993.

**Редкие виды растений луговых сообществ Куршской косы,  
занесенные в Красную книгу России (2008)  
и Красную книгу Калининградской области (2010)**



Рис. 3. *Dactylorhiza baltica*  
(Klinge) Orlova —  
**Пальчатокоренник  
балтийский**



Рис. 4. *D. majalis* (Reichenb.)  
P.F. Hunt et Summerh. —  
**П. майский**  
(фото А. Жуковского)



Рис. 5. *Orchis morio* L. — **Ятрышник дремлик**

**Редкие виды растений луговых сообществ Куршской косы,  
занесенные в Красную книгу Калининградской области (2010)**



Рис. 6. *Ophioglossum vulgatum* L. — Ужовник обыкновенный



Рис. 7. *Aira praecox* L. — Аира ранняя (фото А. Ковальчука)

**Редкие виды растений луговых сообществ Куршской косы,  
занесенные в Список требующих внимания Красной книги  
Калининградской области (2010)**



Рис. 8. *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo. — Пальчатокоренник мясокрасный



Рис. 9. *Hierochloë odorata* (L.) Beauv. — Зубровка душистая



Рис. 10. *Listera ovata* (L.) R.Br. —  
Тайник овальный



Рис. 11. *Pimpinella major* (L.)  
Huds. — Бедренец большой



Рис. 12. *Platanthera bifolia* (L.)  
Rich. — Любка двулистная



Рис. 13. *Sarothamnus  
scoparius* (L.) Koch. —  
Жарновец метельчатый



Рис. 14. *Saxifraga ranulate* L. —  
Камнеломка зернистая



Рис. 15. *Sedum sexangulare* L. —  
Очиток шестирядный



Рис. 16. *Verbascum densiflorum*  
Bertol. — Коровяк  
густоцветковый



Рис. 17. *Vicia lathyroides* L. —  
Горошек чинovidный

**Редкие виды растений луговых сообществ Куршской косы,  
требующие особого внимания и контроля на территории  
национального парка «Куршская коса»**



Рис. 18. *Amorion montana* (L.)  
Sojak — Амория горная



Рис. 19. *Briza media* L. —  
Трясунка средняя



Рис. 20. *Campanula*  
*glomerata* L. — Колокольчик  
сборный



Рис. 21. *Juncus balticus*  
Willd. — Ситник балтийский



Рис. 22. *Polygala vulgaris* L. —  
Истод обыкновенный



Рис. 23. *Stachys officinalis* (L.)  
Trevis. — Чистец  
лекарственный



Рис. 24. *Succisa pratensis*  
Moench — Сивец луговой



Рис. 25. *Viola palustris* L. —  
Фиалка болотная

УДК 597, 574.58

**А. В. Гуцин, Ю. Ю. Полунина**

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН*

### **О необходимости проведения гидробиологического мониторинга литорали Балтийского моря Куршской косы**

Гидробиологические исследования литорали Куршской косы Балтийского моря показали, что в зоне литорали<sup>1</sup> в летний сезон концентрируется молодь рыб, которая использует эту зону для нагула, чему способствует скопление мелких форм зоопланктона. Но проведенные работы фрагментарны и мало учитывают различные экологические факторы (гидрологические, загрязнение и т.д.), что требует гидробиологического мониторинга.

Hydro-biological investigations of the littoral of the Curonian Spit of the Baltic Sea showed that fish young concentrate in summer season in the zone of the littoral using this zone for nourishing because the concentration of small forms of zooplankton serve for it. But the fulfilled works are fragmental and don't fully consider different ecologic factors (hydrological, pollution, etc.) that require hydro-biological monitoring.

*Ключевые слова:* Балтийское море, Куршская коса, литораль, гидробиологический мониторинг.

*Key words:* Baltic Sea, Curonian Spit, littoral, hydro-biological monitoring.

### **Введение**

Литораль представляет собой зону контакта трех сред — моря, атмосферы и суши и служит местом концентрации мно-

---

<sup>1</sup> Термин «литораль» в понимании авторов для Балтийского приливного моря — это зона, находящаяся под воздействия ветрового сгона и нагона вод, сейш, прибойной волны и располагающаяся между урезом воды и последним прибрежным баром.

гих организмов, находящихся тут оптимальные условия существования. При хорошей изученности вод Балтийского моря зона литорали осталась без должного внимания. Морская литораль Куршской косы привлекает молодь рыб, находящихся здесь оптимальные условия кормления. Батиметрическое распределение зоопланктона выявило максимум численности на изобате 5 м. На литорали нерестится песчанка, бычки. Литораль находится под сильным антропогенным воздействием, что определяет необходимость гидробиологического мониторинга.

### Материал и методика

Материалом послужили ловы мальковым пляжным неводом в июле-августе на литорали Куршской косы Балтийского моря в районе поселков Лесной и Морское (1997 г. — 12 ловов и 2015 г. — 2 лова). Невод заводился на 15—20 м от берега на глубину до 1,5 м и выбирался на берег. Пробы мезозоопланктона отбирали на изобатах 5, 10, 15 м вдоль Самбийского полуострова, Куршской и Вислинской кос в 2001—2003 и в 2007 гг. в мае-сентябре сетями Джеди ( $\varnothing = 20$  и 36 см, ячея сети 100 мкм) на 20 станциях. Всего обработано около 50 проб [1], расчет биомасс проводили согласно [2; 3].

### Результаты

#### *Условия среды на литорали Куршской косы.*

На литорали находится 2—3 песчаных бара, располагающихся на расстоянии 20—40, 60—150, 200—350 м параллельно берегу и хорошо видимых на спутниковых фотографиях. Бары тянутся вдоль побережья Куршской косы, образуя между ними «каналы» с глубинами между барами 0,5—1,5; 2,0—4,0; 4,5—6,0 м (рис. 1). При ветрах западных и северо-западных румбов между барами в «каналах» возникают течения северо-восточного направления, следующие вдоль Куршской косы.

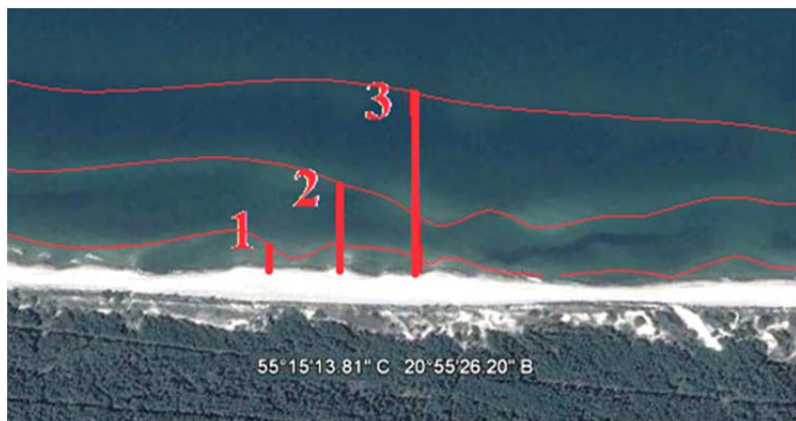


Рис. 1. Спутниковый снимок расположения постоянных баров в Балтийском море у Куршской косы

Особенностью литорали является существование у самого берега временных микробаров с глубинами 0,5 — 0,8 м. Один или два таких микробара располагаются между берегом и первым, видимым со спутника баром. Воды литорали, отделенные барамы от вод мористой части, быстро прогреваются, и температура воды летом на литорали выше на 1,5—2,5 °С. Отмечается летнее понижение солености в прибрежной части [4].

#### ***Зоопланктон прибрежной зоны моря Куршской косы.***

Прибрежный зоопланктон был представлен 30 видами и таксономическими группами: Rotatoria — 9, Cladocera — 13, Copepoda — 8 видов, меропланктон — личинами Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda и науплиями Cirripedia. Фауна планктонных ракообразных стабильна в период вегетационного сезона, но число видов коловраток и кладоцер снижается со второй половины лета. Разнообразие меропланктона во второй половине лета возрастает. Основу планктонного сообщества составляли мелкоразмерные особи зоопланктона: коловратки, науплии и копеподиты Copepoda, мелкая кладоцера *Bosmina*

*longirostris*, в некоторые периоды личинки *Bivalvia* и *Cirripedia* [5]. Общая численность зоопланктона вдоль Куршской косы изменялась от 5 до 20 тыс. экз./м<sup>3</sup>.

Батиметрическое распределение зоопланктона показало максимум численности на изобате 5 м. Глубже общая численность зоопланктона снижалась. Структурные отличия зоопланктона прибрежной и открытой зоны моря обусловлены различиями соленосных и биотопических условий. У берега было выше разнообразие коловраток, из кладоцер отмечены дафнии и *Cercopagis pengoi*, не обнаруженные в открытой части моря. В группе веслоногих ракообразных преобладали науплиальные и копеподтные стадии *Acartia bifilosa* и *Temora longicornis*. Доля коловраток и меропланктона в общей численности зоопланктона в прибрежной зоне значительно выше, чем в открытой части (26,4 и 15,4% — в прибрежье; 8,6 и 5% — в открытой части). Общая численность зоопланктона в прибрежной зоне составила 45,5 тыс. экз./м<sup>3</sup>, что почти в 4 раза выше, чем в открытом море [6].

Таким образом, в прибрежной зоне моря вдоль Калининградского побережья (в том числе Куршской косы) на глубинах 5—30 м преобладают мелкоразмерные особи: коловратки, ювенильные стадии веслоногих ракообразных, мелкая кладоцера *Eubosmina maritima* и планктонные личинки бентосных животных.

### ***Ихтиофауна прибрежной зоны моря Куршской косы.***

В водах южной части Балтийского моря обитает около 45—55 видов рыб [7; 8]. Важнейшие промысловые виды: треска *Gadus morhua*, балтийская сельдь (салака) *Clupea harengus membras*, шпрот (килька) — *Sprattus sprattus*, камбала речная *Platichthys flesus*, камбала-тюрбо *Psetta maximus*.

Ихтиофауна литорали (глубины 0—2 м) в летний период складывается из молоди рыб морского комплекса: речной камбалы, камбалы-тюрбо, балтийской сельди-салаки, шпрота, песчанки, корюшки (*Osmerus eperlanus*), трески. Молодь трески и шпрота встречается редко. Постоянные обитатели литорали — мелкие рыбы: трехиглая колюшка *Gasterosteus acule-*

*atus*, морская игла *Syngnathus typhle* и бычки *Pomatoschistus microps*, *P. minutus*, *Gobius niger* и азово-черноморский вселенец — бычок-кругляк *Neogobius melanostomus*.

Прибрежная зона с глубинами 2—10 м имеет важное значение для воспроизводства камбалы-тюрбо, преднерестовые особи которой заходят в теплую прибрежную воду, где половые продукты дозревают. Сам нерест камбалы-тюрбо проходит в открытой части моря. Ее личинки, прошедшие стадию метаморфоза, концентрируются в зоне литорали и нагуливаются до октября. Здесь же скапливается молодь речной камбалы. Бычки используют прибрежную зону для воспроизводства и нагула молоди в апреле-августе [9]. В июле-августе в зоне заплеска литорали происходит нерест песчанки, которая закапывает икру в песок. Выклюнувшиеся личинки песчанки нагуливаются в прибрежной зоне [10].

Ловы мальковым неводом на литорали Куршской косы в летний период показали, что здесь доминируют молодь песчанки, корюшки, речной камбалы, камбалы-тюрбо. Реже встречается молодь шпрота, трески (рис. 2).

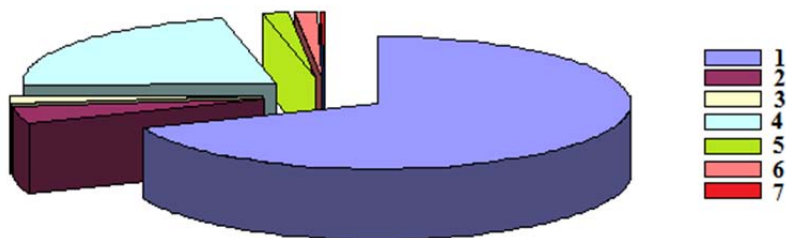


Рис. 2. Соотношение видов молоди рыб (% по численности) на литорали Балтийского моря Куршской косы в летний сезон:  
 1 — песчанка; 2 — речная камбала; 3 — колюшка трехиглая;  
 4 — корюшка; 5 — камбала-тюрбо; 6 — шпрот; 7 — треска

Питание личинок и молоди перечисленных видов зависит от мелкого зоопланктона, численность которого повышена в

прибрежной зоне [6]. Другим фактором, привлекающим молодь в зону литорали, служит небольшое количество рыб-хищников на мелководье.

Таким образом, роль литоральной зоны для ихтиоценоза южной части Балтийского моря заключается в воспроизводстве и нагуле молоди ряда видов рыб.

### Заключение

Существует экологическая специфика литоральной зоны Куршской косы, отличающая ее от вод остальной прибрежной части. Распределение и численность молоди рыб в зоне литорали могут быть индикатором численности пополнения запасов ряда промысловых рыб.

Для уточнения роли зоны литорали в экосистеме южной части Балтийского моря требуется проведение мониторинга. Мониторинг должен включать изучение гидрологических (динамика течений на литорали: температура, соленость вод по сезонам), гидробиологических (состав и распределение планктона, ихтиофауны и т. д.) процессов.

Необходим анализ динамики антропогенного воздействия на прибрежную зону моря, включающий такие показатели, как частота и интенсивность посещения пляжа жителями и гостями НП «Куршская коса»; уровень загрязнения вод биогенами, тяжелыми металлами, ИЗВ — индекс загрязненности вод, количество микропластика.

### Список литературы

1. *Методические* рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л. : Гос. НИИ озерного и речного рыбного х-ва, 1984.
2. *Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. Mesozooplankton biomass assessment.* 1985. The Baltic marine biologists. Publication No.10. Working Group 14. Ed. by L. Hernroth.
3. *Балушкина Е.В., Винберг Г.Г.* Зависимость между массой и длиной тела у планктонных ракообразных // *Общие основы изучения водных экосистем.* Л. : Наука, 1979. С. 169—172.

4. *Географический атлас Калининградской области* / отв. ред. В. В. Орленок ; Изд-во КГУ, ЦНИТ. Калининград, 2002.

5. *Полунина Ю.Ю., Матвий С.Г.* Зоопланктон в прибрежных водах Калининградского взморья (Балтийское море) // Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна (проект подпрограммы «Исследование природы Мирового океана» федеральной целевой программы «Мировой океан»). Апатиты : Кольский научный центр РАН, 2007. Вып. 2. С. 460—469.

6. *Matviy S., Polunina Ju.* Features of in-shore and off-shore Baltic zooplankton as a consequence of several environmental factors // BSSC 2009, Abstract book. Tallin, 2009. P. 17—23.

7. *Gushin A. V.* Status of investigation of the coastal zone of the Baltic sea near Kaliningrad District area // The Ecology of Baltic Terrestrial, Coastal and Offshore Areas — Protection and Management. Proceedings of the Conference. Part 1. Gdansk, 1993. P. 217—221.

8. *Winkler et al.* Checklist and status of fish species in the Baltic Sea — ICES CM 2000/Mini, 11. 2000. P. 1—15.

9. *Verbickas J.* Lietuvos zuvys. Ekologijos institutas. Vilnius, 2005.

10. *Гущин А. В.* Биолого-экологическая характеристика прибрежной части Балтийского моря в районе Куршской косы // Труды конференции по экологии национального парка «Куршская коса». Калининград, 1995. С. 4—7.

УДК 574.52:59.084:574.64

**Е. Е. Ежова<sup>1</sup>, М. М. Смирнова<sup>1,2</sup>, Н. М. Романь<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

<sup>2</sup>Балтийский федеральный университет им. И. Канта

**Токсичность природных вод куршского залива  
в период цианобактериальных «цветений»  
для беспозвоночных и позвоночных организмов**

Экспериментальным путем доказана токсичность прибрежных вод Куршского залива в национальном парке «Куршская коса» в период цианобактериальных «цветений» для беспозвоночных и впервые — для позвоночных организмов. Описан характер воздействия

токсичной воды Куршского залива на модельные организмы: *Daphnia magna*, *Lymnaea stagnalis*, *Poecilia reticulata*. Выполнено сравнение и обобщение результатов экотоксикологических экспериментов на беспозвоночных и позвоночных организмах.

The toxicity of the coastal waters of the Curonian Lagoon in the National Park «Curonian Spit» during cyanobacterial «blooms» for invertebrate and for the first time — for vertebrate organisms is experimentally proved. The impact of toxic water on model organisms: *Daphnia magna*, *Lymnaea stagnalis*, *Poecilia reticulata* is described. The results of ecotoxicological experiments are compared and generalized.

*Ключевые слова:* цианобактериальная токсичность, микроцистины, *Daphnia magna*, *Lymnaea stagnalis*, *Poecillia reticulata*, Куршский залив.

*Key words:* cyanobacterial toxicity, microcystins, *Daphnia magna*, *Lymnaea stagnalis*, *Poecillia reticulata*, Curonian Lagoon.

## Введение

Куршский залив Балтийского моря — полужакрытый мелководный бассейн эвтрофно-гипертрофного статуса, одна из крупнейших лагун Балтийского моря. В 2000-х гг. экстремальные «цветения» с доминированием потенциально-токсичных видов из родов *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Woronichinia*, *Planktothrix*, *Anabaena*, *Nodularia* стали регулярными и более продолжительными [1; 2].

«Цветения» фитопланктона наносят вред экосистеме водоема вследствие изменения гидрохимических параметров, вторичного загрязнения органическим веществом и дефицита кислорода, приводящего к гибели рыб и других гидробионтов. Отмечаются изменения в биоте Куршского залива в связи с токсическими цианобактериальными «цветениями». Так, выявлен рост заболеваемости в летний период, морфопатологические и гистологические изменения у леща [3]. Отмечено повышенное содержание мертвых особей и различные патологии на видовом и популяционном уровне в зоопланктоне [4; 5].

Высказано предположение о снижении биопродуктивности водоема, вызванном цианобактериальными «цветениями» [1]. Наблюдения за многочисленными фактами массовой гибели рыб, моллюсков, хирономид, а также гибели рыбацких птиц позволили предположить по физиологическим и поведенческим признакам токсикологическую причину массовой смертности гидробионтов во многих случаях [6].

Присутствие цианотоксинов в российской акватории залива было неоднократно доказано. Аналитическими методами и с помощью иммуноферментного экспресс-анализа в российской части Куршского залива с 2010 г. ежегодно регистрируется присутствие цианобактериальных гепатотоксинов из группы микроцистинов и ферментативно-активных анабенопептинов [7; 8]. Измеренные концентрации суммарных микроцистинов в южной и центральной частях акватории значительно превышают таковые в северной (литовской) части акватории [9], что объясняется природными особенностями водоема. Суммарное содержание внутриклеточных микроцистинов может достигать 4719 мкг/г сухого веса, экстрацеллюлярных — 290,5 мкг/л [7]. За период наблюдений с 2010 г. в пробах воды определено 13 форм микроцистинов, 3 формы анабенопептинов и аэрогеноза [6 — 8; 10].

Один из наиболее токсичных конгенов микроцистина — микроцистин-LR — является мощным ингибитором эукариотического белка серин-треонин фосфатазы 1 и 2A *in vitro* и *in vivo*. Белковые фосфатазы играют важную регуляторную роль в поддержании клеточного гомеостаза. В результате ингибирования белковых фосфатаз происходит сдвиг баланса в сторону повышения фосфорилирования белков-мишеней, таких как белки-супрессоры опухолевого роста. Это является одной из возможных причин клеточной трансформации и развитие опухолей в результате воздействия микроцистинов [11]. Механизм действия микроцистинов на клеточном уровне универсален для всех эукариотических организмов — как для беспозвоночных, так и позвоночных.

Ранее нами было выявлено острое летальное воздействие природной воды Куршского залива, содержащей микроцистины, на планктонного рачка *Daphnia magna* Straus (Crustacea, Cladocera) и кладки легочного моллюска *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae) [12; 13]. Воздействие воды Куршского залива, отобранной в период токсичных цветений, на позвоночных животных до сих пор не тестировалось. Задача настоящей работы: описать характер воздействия воды залива, содержащей природную смесь микроцистинов, на модельный вид рыб *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) (Pisces, Cyprinodontiformes) и сравнить с результатами, полученными ранее на беспозвоночных.

### Материалы и методы

Для проведения экспериментов отбирали воду во время осенних цианобактериальных «цветений» (3.10.2014 г. и 17.10.2016 г.). Иммунохроматографическими экспресс-тестами Microcystin Strip Test (Abraxis Ltd.) было подтверждено присутствие суммарных микроцистинов в количестве >10 мкг/л. Опыты проводили с фильтратом воды залива и его разведениями. В качестве модельных организмов использовали *D. magna*, *L. stagnalis*, *P. reticulata*. Эксперимент проводили в трех повторностях с одноразмерными особями из лабораторных культур АО ИО РАН. Опыты сопровождался контролем (чистая вода), также в трех повторностях. Перед началом эксперимента фильтрат природной воды аэрировали в течение нескольких часов. В остром опыте с дафниями и гуппи аэрации и специальных мер для подавления микрофлоры не проводили, поскольку неоднократно показано, что кислородное снабжение для мелких организмов в тонком слое воды с большой площадью поверхности достаточно за счет диффузии газов, а развитием микрофлоры во временных промежутках до 1 суток можно пренебречь [14].

## Результаты и обсуждение

В ходе проведения экспериментов в контрольных группах не отмечено каких-либо нарушений двигательной активности, поведения и смертности.

В неразведенной воде все дафнии погибли через 3 часа (рис. 1).  $LT_{50}$  (время достижения 50%-ной смертности) составило менее 2 часов. В разведениях 1:1 и 1:4 все особи были мертвы через 21 час. В разведении 1:10 все особи оставались живыми на протяжении 4 часов от начала эксперимента; в 21—24 часа доля живых оставалась на уровне 60%. В ходе эксперимента отмечалось постепенное снижение плавательной активности (по доле активно плавающих особей), зависящее от степени разведения опытной среды. Чем выше была концентрация токсинов в опытной среде, тем быстрее падало число активно подвижных дафний (см. более подробно [13]).

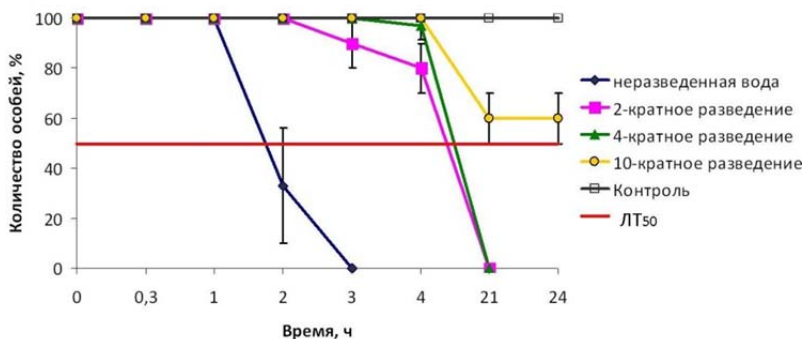


Рис. 1. Выживаемость *Daphnia magna* в разных разведениях природной воды от 03.10.2014 г.

В эксперименте с рыбами наблюдаемый эффект был выражен более остро (рис. 2):

- в неразведенной природной воде в первые 20 минут 76 % особей погибли, гибель всех особей в неразведенной воде произошла в течение первого часа опыта;
- в 4-кратном разведении в течение первых 20 минут все особи сохраняли подвижность, но двигались беспокойно и только у поверхности, рыбы пытались выпрыгнуть из чашек, в течение первого часа погибли 33 % особей, гибель всех особей в 4-кратном разведении произошла через 5 часов;
- в 10-кратном разведении все особи сохранили жизнеспособность и подвижность в течение всего острого эксперимента и были живы через сутки после опыта. Движения совершались только у поверхности в течение первых 5 часов, затем рыбы стали опускаться и на дно чашки, плавать во всей толще воды. Примерно к этому же времени произошла некоторая нормализация числа дыхательных движений у экспериментальных особей, которая в начале эксперимента была вдвое выше, чем в контроле (рис. 3);
- в контрольной группе все особи в каждой из двух повторностей выжили и не имели никаких нарушений движения или поведения.

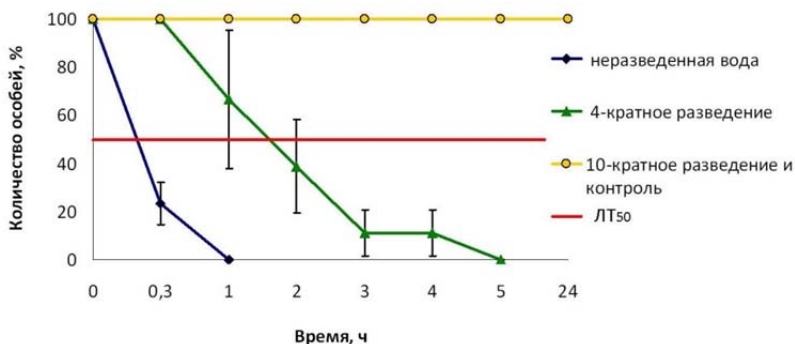


Рис. 2. Выживаемость *Poecilia reticulata* в разных разведениях природной воды от 17.10.2016 г.

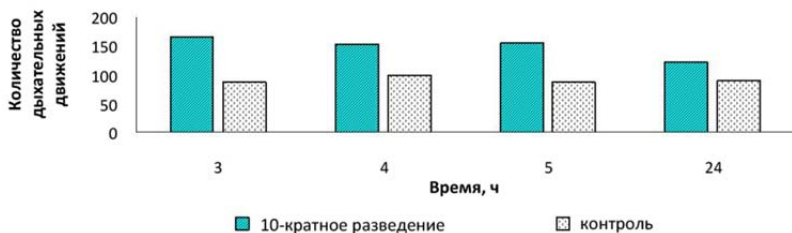


Рис. 3. Частота дыхательных движений *Poecilia reticulata* в опытной (10-кратное разведение) и контрольной группах

Таким образом, в неразведенной воде все группы погибли уже через 1 час от начала опыта. ЛТ<sub>50</sub> составило менее 20 минут. В разведении 1:4 все особи погибли через 5 часов, ЛТ<sub>50</sub> составило менее 2 часов. Как и в эксперименте с дафниями, экспериментальная среда от неразведенной до четырехкратного разбавления вызывала 100 %-ную летальность опытных животных. Эмбриогенез прудовика *L. stagnalis* также полностью блокировался природной водой в разведении до четырехкратного. Однако в несколько раз меньшее время наступления 50 и 100 %-ной смертности у рыб в неразведенной природной воде свидетельствует о большей изначальной токсичности природной воды во время октябрьского цветения 2016 г. (опыт с рыбами) по сравнению с октябрьским цветением 2014 г. (опыт с дафниями).

Десятикратное разведение природной воды позволило выжить к концу опыта более чем половине дафний и всем рыбам. Физиологические показатели группы (частота дыхательных движений, плавательная активность, поведение) почти нормализовались к концу первых суток воздействия. Это дает возможность заключить следующее:

Характерные природные концентрации микроцистинов в позднеосенний период в литорали Куршского залива слишком велики для выживания планктонных беспозвоночных, молоди моллюсков и молоди рыб, лишь при разбавлении в 10 раз эти

организмы имеют шанс выжить. Таким образом, ситуации осенних штормовых нагонов или сильных дождей, вероятно, будут способствовать меньшей смертности гидробионтов залива в период кризиса цианобактериального цветения. Результаты опыта также позволяют констатировать, что рыбы — гидробионты более высокого уровня организации — могут успешнее противостоять воздействию данного токсиканта, чем беспозвоночные.

### Заключение

Октябрьские цветения цианобактерий в литорали Куршского залива в фазу кризиса остротоксичны для беспозвоночных и позвоночных животных. Отмечено сходное действие микроцистинов на беспозвоночных и рыб, несмотря на то, что индивидуальная масса модельного вида рыб — *Poecilia reticulata* на несколько порядков выше массы планктонного рачка *Daphnia magna*. Это свидетельствует о том, что характерные природные осенние концентрации микроцистинов в Куршском заливе так велики, что могут вызывать гибель не только микроскопических организмов — планктонных рачков и личинок бентосных беспозвоночных, но также и позвоночных (рыб), а значит, могут существенно влиять на структуру населения водоема. Более низкие концентрации токсинов в природной воде позволяют более крупным и высокоорганизованным животным избежать гибели и адаптироваться к действию токсиканта.

*Работа выполнена при поддержке гранта Коалиции Чистая Балтика (ССВ) «Баренц-Балтийская Программа: Природа и Человек» и госбюджетной темы ИО РАН № 0149-2014-0055.*

### Список литературы

1. Александров С.В. Влияние климатических изменений на уровень эвтрофирования Куршского залива // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. 2010. Вып. 1. С. 49—57.
2. Ланге Е.К. Фитопланктонный комплекс российской части Куршского залива (2001—2007 г. // Известия КГТУ. Калининград : КГТУ, 2013. №28. С. 87—94.

3. Чукалова Н.Н. Экологические факторы, обуславливающие эпизоотическое состояние леща (*ABRAMIS BRAMA L.*) в Куршском заливе Балтийского моря : автореф. ... дис. канд. биол. наук. Калининград, 2008.

4. Семенова А.С. Изменение показателей зоопланктона Куршского залива в период «гиперцветения» сине-зеленых водорослей // Вода: химия и экология. 2009. №9. С. 2—6.

5. Семенова А.С. Индикаторная роль зоопланктона в оценке экологического состояния Куршского залива : автореф. ... дис. канд. биол. наук. Борок, 2010.

6. 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» : сб. науч. ст. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2012. Вып. 8. С. 53—63.

7. 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 [элект. носитель].

8. Šulčius S., Pilkaitytė R., Mazur-Marzec H. et al. Increased risk of exposure to microcystins in the scum of the filamentous cyanobacterium *Aphanizomenon flos-aquae* accumulated on the western shoreline of the Curonian Lagoon // Marine Pollution Bulletin. 2015. Vol. 99, Iss. 1—2. P. 264—270.

9. Paldaviciene A., Mazur-Marzec H., Razinkovas-Baziukas A. Toxic cyanobacteria blooms in the Lithuanian part of the Curonian Lagoon // Oceanologia. 2009. №51. P. 203—216.

10. Ежова Е.Е., Русских Я.В., Мазур-Маржец Х. и др. Осенние цветения цианобактерий в Куршском заливе Балтийского моря: особенности, причины и экологические последствия // II Международная конференция «Актуальные проблемы планктонологии» : тез. докл. Калининград : Изд-во КГТУ, 2015. С. 112—113.

11. Chorus I., Bartram J. Toxic Cyanobacteria in Water: a Guide to Public Health Significance, Monitoring and Management // World Health Organization. London: Für WHO durch E & FN Spon / Chapman & Hall, 1999.

12. Ежова Е.Е., Молчанова Н.С., Полунина Ю.Ю. О токсичности прибрежных вод Куршского залива в период осеннего «гиперцветения» 2013 года для *Daphnia magna* Straus (Crustacea, Cladocera) // 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, 2014. Вып. 10. С. 127—139.

13. Ежова Е.Е., Смирнова М.М. Токсичность природных вод Куршского залива в период массового развития цианобактерий для *Daphnia magna* Straus (Crustacea, Cladocera) и эмбрионов *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Gastropoda) // Там же. 2016. Вып. 12. С. 118—127.

14. Каплин В.Г. Основы экотоксикологии. М. : Колосс, 2006.

УДК 551.5

**О.А. Ефимова, В.В. Мацковский**

**Ю.П. Краснобаев, Т.П. Краснобаева**

*Жигулевский государственный природный биосферный заповедник  
им. И.И. Спрыгина*

### **Влияние погодных условий на рост сосны обыкновенной, произрастающей в Жигулевских горах**

Используя образцы для дендрохронологического анализа сосны обыкновенной, собранные в августе 2015 г. в Жигулевском заповеднике, метеорологические данные метеопоста «Бахилова Поляна» и метеостанции «Сосновый Солонец», установлено, что для полноценного роста древесины сосны в вегетационный период необходимы продолжительные осадки, количество осадков выше средних многолетних значений и умеренные температуры.

Using samples for dendrochronological analysis of the Scotch pine collected in August 2015 in the Zhiguli Reserve and meteorological data of the meteorological post «Bakhilova Polyana» and the meteorological station «Sosnovy Solonets», it was established that for the full growth of the pine wood in the growing season, prolonged precipitation, the amount of precipitation higher than average long-term values and moderate temperatures are required.

*Ключевые слова:* Жигулевский заповедник, сосна обыкновенная, осадки, температура воздуха, дефицит влажности.

*Key words:* Zhiguli Reserve, *Pinus sylvestris*, precipitation, temperature of air, humidity deficit.

Погодные условия воздействуют на рост деревьев, и в частности на формирование годичных слоев сосны. Тепло, осадки, влажность и другие метеорологические элементы оказывают как прямое, так и косвенное влияние на прирост древесины. Благодаря тому что в Жигулевском заповеднике уже более 40 лет проводятся метеорологические наблюдения, имеется возможность проанализировать взаимосвязь роста колец с изменением климата. Наблюдения проводятся в двух пунктах: Бахилова Поляна (высота 65 м над уровнем моря) и в Сосновом Солонце (201 м над уровнем моря).

На каждые 100 м высоты количество осадков в среднем увеличивается: за теплый период года (апрель-октябрь) на 35 мм, за холодный (ноябрь-март) на 12 мм и за май-июнь на 10 мм. Влияние местных особенностей, кроме того, сказывается в том, что участки, расположенные к западу от возвышенностей, а также долины, открытые к западу, получают большее количество осадков по сравнению с участками, расположенными к востоку от возвышенностей.

Изменчивость погодных условий происходит как от года к году, так и в течение года, охватывая все сезоны года. Таким образом, необходимо рассмотреть влияние как весенних-летних сезонов, так и зимних условий погоды.

Образцы для дендрохронологического анализа на двух пробных площадях: Попова и Стрельная горы. Деревья выбирались отдельно стоящие, без видимых механических повреждений и следов воздействия насекомых. При этом отбирались образцы из самых старых деревьев.

## **Осадки**

Зимние осадки служат резервом для будущего вегетационного периода, особенно если в дальнейшем вегетационный период будет достаточно сухим. Длина ряда наблюдений количества осадков на метеорологическом посту Бахилова Поляна составляет 41 год (с 1974 по 2014 г.), по метеостанции Сосновый Солонец 88 лет (с 1927 по 2014 г.).

В целом статистическая связь прослеживается (рис. 1, 2). Однако в отдельные годы зависимость от зимних осадков незначительна, а с 2005 г. количество зимних осадков в наименьшей степени оказывало влияние на прирост древесины, чем погодные условия в последующие вегетационные периоды (температура воздуха, продолжительность осадков и испаряемость).

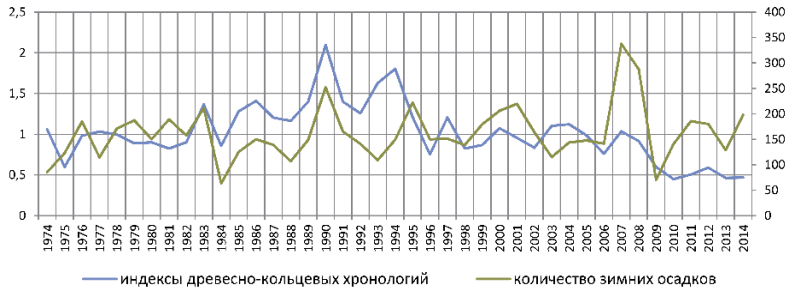


Рис. 1. Количество осадков (мм) с декабря по март и индексы древесно-кольцевых хронологий ширины колец сосны (Бахилова Поляна)



Рис. 2. Количество осадков (мм) с декабря по март и индексы древесно-кольцевых хронологий ширины колец сосны (Сосновый Солонец)

Осадки, полученные деревьями в вегетационный период, особенно важны. Для выявления наибольшего влияния на рост

колец осадки в вегетационный период были разбиты на два периода: начальный (с апреля по июнь) и завершающий (с июля по сентябрь). Как видно из приведенных ниже графиков (рис. 3, 4), наибольшая взаимосвязь прослеживается именно в начальной стадии вегетационного периода. Аномально жаркая погода, наблюдавшаяся в 2010 г., по всей видимости, привела к тому, что возвратный период к нормальному приросту древесины продлился несколько лет и, вероятно, еще продолжается.

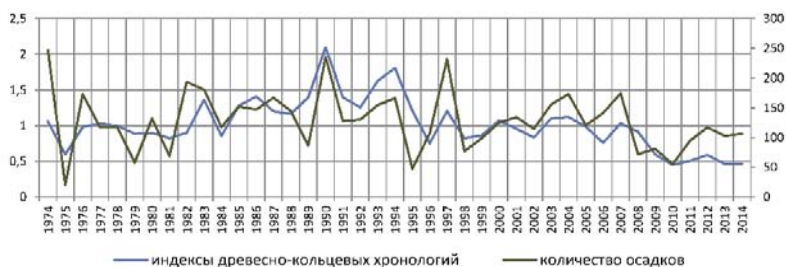


Рис. 3. Количество осадков (мм) с апреля по июнь и индексы древесно-кольцевых хронологий ширины колец сосны (Бахилова Поляна).



Рис. 4. Количество осадков (мм) с апреля по июнь и индексы древесно-кольцевых хронологий ширины колец сосны (Сосновый Солонец)

Проанализировав возможное влияние сезонных колебаний осадков на ширину колец сосны, можно заключить, что больше всего сказывается количество осадков с апреля по июнь. Их изменение в зимний период и во второй половине вегетационного периода оказывает второстепенное влияние на прирост древесины.

Исходя из полученных индексов древесно-кольцевых хронологий ширины колец сосны, можно сделать вывод, что наиболее оптимальные погодные условия для прироста древесины оказались в 1990 г. Максимального значения, полученного за весь ряд дендроклиматического анализа изменчивости ширины годовых колец сосны, индекс достиг в 1990 г. — 2,095. В вегетационный период этого года сумма осадков достигла 155% от нормы, а температура воздуха оказалась ниже средних многолетних значений на 1,7°C. Количество осадков в мае на метеорологическом посту Бахилова Поляна составило 109,5 мм, что вплоть до 2015 г. остается максимальным значением для мая. Сумма активных температур составила 2185,8°C, что на 354° меньше средних многолетних значений [3].

### **Температура воздуха**

Первостепенное значение для любой фенологической фазы развития дерева и древостоя в целом, а также для различных функций (фотосинтез, транспирация и т. д.) имеет сумма активных температур воздуха и число дней в году со средней суточной температурой  $>10^{\circ}\text{C}$  (вегетационный период), которые определяют продуктивность леса. Очень высокие и очень низкие значения температуры одинаково отрицательно влияют на выживаемость древесных пород. Для выявления зависимости между индексами древесно-кольцевых хронологий ширины колец сосны и температурой воздуха были использованы данные метеопоста Бахилова Поляна. За каждый год суммировались средние суточные температуры воздуха более  $10^{\circ}\text{C}$  после устойчивого перехода через данный предел (рис. 5).

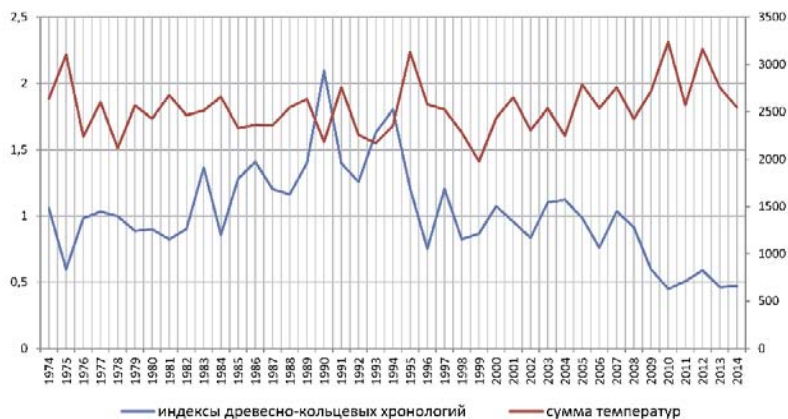


Рис. 5. Сумма средних суточных температур и индексы древесно-кольцевых хронологий ширины колец сосны (Бахилова Поляна)

Самые сильные отрицательные связи установлены при сумме температур  $2500^{\circ}\text{C}$  и более. Вероятно, что для полноценного роста колец предел  $2500^{\circ}\text{C}$  является критическим. При длительном воздействии данных температур, как в период начиная с 2005 г., рост колец сильно замедляется, практически до полной остановки. Погодные условия становятся непригодными для полноценного развития сосны. Несомненно, в данный период сказывался как недостаток влаги, так и испарение. Можно считать, что для полноценного роста колец наиболее оптимальными значениями являются суммы активных температур до  $2500^{\circ}\text{C}$ , конечно же, при наличии достаточных осадках.

### Дефицит влажности

Немаловажное значение для жизни растений имеет соотношение тепла и влаги как комплексный показатель климати-

ческих условий, необходимых для нормальной жизнедеятельности растений. При рассмотрении процессов испарения в качестве показателя используется дефицит влажности воздуха (с ним тесно связаны транспирация и урожайность растений), который положен в основу комплексного показателя увлажнения (рис. 6).

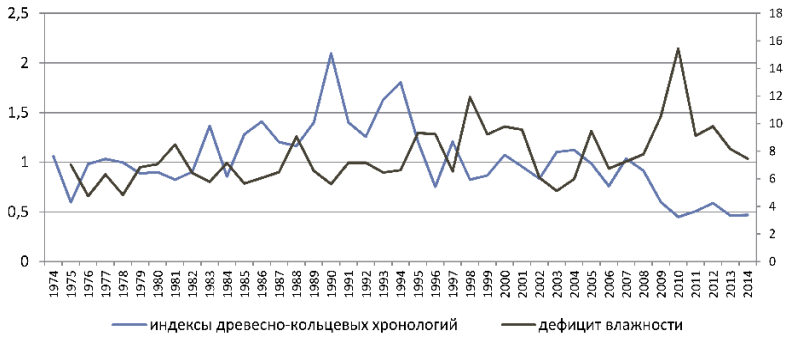


Рис. 6. Взаимосвязь между индексами и дефицитом влажности

Таким образом, для полноценного роста в вегетационный период древесины сосны нужны продолжительные осадки, количество осадков выше средних многолетних значений и умеренные температуры.

В прошлом столетии, исходя из показателей индексов и имеющих взаимосвязей с погодными условиями, климат был довольно изменчив. Отмечались резкие колебания от благоприятных условий погоды к неблагоприятным.

Период 2005—2015 гг. является наиболее продолжительным по постепенному уменьшению индексов древесно-кольцевых хронологий ширины колец сосны и непрерывному ухудшению погодных условий: повышение температуры воздуха на фоне уменьшения количества осадков.

## Список литературы

1. *Энциклопедия* климатических ресурсов Российской Федерации. СПб. : Гидрометиздат, 2005.
2. *Мелехов И. С.* Лесоведение. М. : Лесная промышленность, 1980.
3. *Летопись* природы Жигулевского заповедника, 1990.
4. *Агроклиматические ресурсы* Куйбышевской области. М. : Гидрометиздат, 1968.

УДК 551.4

***И. П. Жуковская***

*Национальный парк «Куршская коса»*

***Г. С. Харин***

*Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН*

### **Грубообломочный каменный материал на пляжах и подводных склонах Куршской косы (распространение, состав, источники, значение)**

Исследованы состав, закономерности образования и размещения грубообломочного каменного материала на пляжах Куршской косы. Определены источники и способы его поступления, связанные с поставкой ледниками горных пород из Скандинавии и дна Балтийского моря.

In the article one can find analyses of rudaceous rock material, on the beach zone and under water coastal area of Kurshkaja Kosa. Sources and origin of the material deposition, which are linked to glacial rock deposits from Scandinavia and bottom of the Baltic Sea.

*Ключевые слова:* Куршская коса, пляж, грубообломочный каменный материал.

*Key words:* Curonian Spit, beach, Rudaceous rock material.

На морском побережье Калининградской области часто встречаются скопления грубообломочного каменного материала. Особенно хорошо они заметны на пляжах Куршской косы, где образуют различной ширины полосы, начиная от уреза воды и до берегового склона (рис. 1).



Рис. 1. Седьмой километр Куршской косы, пляж полностью сложен каменным грубообломочным материалом

Каменистые пляжи иногда тянутся несколько километров, сменяясь песчаными пляжами, содержащими небольшое количество мелких камней (рис. 2).



Рис. 2. Сороковой километр Куршской косы, песчаный пляж с небольшим количеством галечного материала

По распределению грубообломочного каменного материала (галька, валуны) на пляжах Куршской косы можно выделить следующие участки:

**0—4-й км** — участок, где в урзе воды всегда встречаются полоса валунов, гальки шириной от 0,2 до 1,0 м. Его состав характеризуется:

— преобладанием осадочных пород до 50%; это серые песчаники, кремнистые породы, в песчаниках часто попадаются губки, мшанки, белемниты;

— 10—25% — розовые граниты рапакиви, гранодиориты, гнейсы;

— до 15% — различные редко встречающиеся породы — габбро, порфириты, пироксениты, диабазы, базальты.

**4—8-й км** — участок, где валунами и галькой в течение трех сезонов года, кроме летнего, сложен пляж. В летнее время участок заносится песком, с началом штормовой погоды снова открываются;

— 30—45% — песчаники серые, красные, с включениями мшанок;

— 30—50% — розовые граниты рапакиви, гранодиориты;

— 5—10% — кремнистые осадочные породы, порфиры, габбро.

**8—14-й км** — участок с преобладанием каменного материала в урзе воды и отдельных валунов, выброшенных во время осенне-зимних штормов, расположенных у подножья авандюны. Их состав:

— песчаники серые и красные (до 45%);

— граниты и гранодиориты, гнейсы (до 50%);

— породы, редко встречающиеся (до 5%) среди каменного материала побережья: габбро, диабазы, базальты.

**14—35-й км** — участки с отдельными (до 10 штук на метр) скоплениями гальки, расположенными в одном метре от уреза воды.

**35—49-й км** — участок представлен только песками. В летнее время встречается мелкая галька в урезе. По составу это серые песчаники.

Количество грубообломочного каменного материала (ГКМ) вдоль морского пляжа Куршской косы уменьшается по направлению от г. Зеленоградска к пос. Морское. И оно (количество) прямо зависит от глубины залегания моренного фундамента косы (рис. 3).

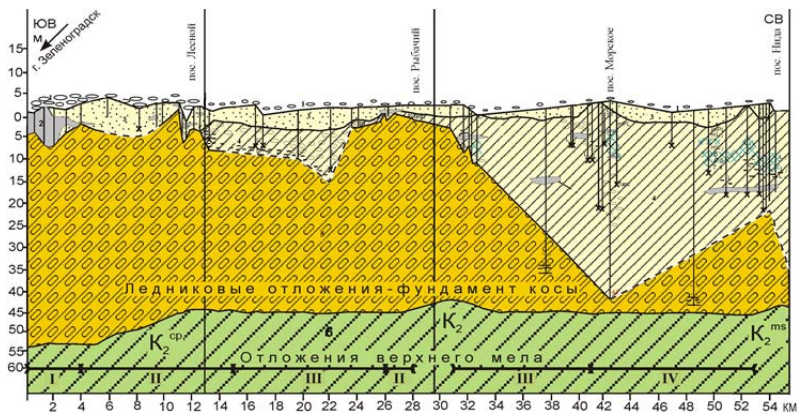


Рис. 3. Геолого-литологический разрез вдоль осевой части Куршской косы от г. Зеленоградска до пос. Нида:

- 1—4 — современные (голоценовые) отложения Куршской косы:  
 1 — грубообломочный каменный материал;  
 2 — торфа и сапропели; 2 — разнородные пески;  
 4 — речные и делювиальные пески, илы с линзами торфа и сапропеля;  
 5 — плотные ледниковые и межледниковые отложения (валунные суглинки, глины, пески); 6 — отложения верхнего мела (известковые пески, мел, мергели). 0 на вертикальной шкале — уровень Балтийского моря

Намечается, что чем ближе к дневной поверхности находится фундамент, тем больше на пляжах косы количество ГКМ. Характерно, что в речной долине-врезах на косе при бурении выявлены мощные (до 20 м) толщи ГКМ, которые сформировались при размыве реками моренных отложений. На пляжах косы залежи ГКМ в основном образовались при штормовых размывах непосредственно моренного фундамента; частично, видимо, они являются реликтами долинных залежей ГКМ. Но в целом ГКМ пляжей Куршской косы являются реликтом моренных отложений.

Как известно [1; 4], современное положение Куршской косы оформлялось около 5 тыс. лет назад при трансгрессии Лигурийского моря за счет скопления осадков вдольберегового потока наносов вдоль цепочки моренных островов и затопленных моренных гряд, расположенных восточнее Самбийского полуострова.

Значение моренных островов, банок, гряд и других ледниковых образований состояло также в том, что в силу своей устойчивости они задерживали миграцию косы при колебаниях уровня моря, а при штормовых размывах поставляли осадочный материал для роста пляжей косы. Об этом свидетельствуют возникающие на пляжах косы гранатовые и рудные россыпи [2].

Ряд исследователей отрицают экзарирующую и транспортирующую роль ледников в переносе и переотложении каменного материала, полагая, что конечно-моренные пояса образуются над зонами глубинных разломов и являются тектоническими брекчиями местных пород фундамента [5].

Рассмотрев состав ГКМ, считаем, что грубообломочный каменный материал морен оставался на месте как реликт и сформировал разнообразный каменный материал с возрастом от докембрия (1 млрд лет) до палеогена (66 млн лет) (рис. 4 и 5, табл.).

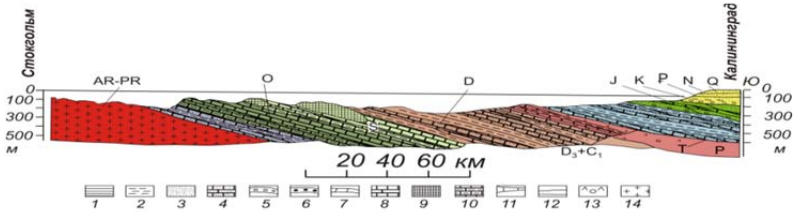


Рис. 4. Геологический разрез по линии Стокгольм — Калининград:

- 1 — глины и аргиллиты; 2 — алевриты и алевролиты; 3 — пески;
- 4 — песчаники; 5 — галечники и конгломераты; 6 — желваки и гальки фосфоритов; 7 — мергели; 8 — известняки; 9 — массивы рифовых известняков; 10 — глинистые известняки; 11 — доломиты;
- 12 — доломитистые известняки; 13 — гипсы и ангидриты; 14 — граниты, гнейсы, гранитогнейсы, кристаллические сланцы.

Буквенные обозначения возраста: AR+PR — архей-протерозой, С — кембрий, О — ордовик, D — девон, S — силур, D3+C1 — поздний девон — ранний карбон, P — пермь, T — триас, J — юра, K — мел, P — палеоген, N — неоген, Q — четвертичный

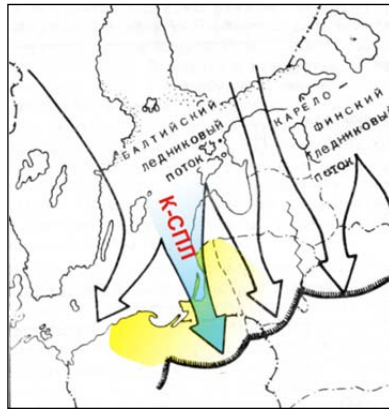


Рис. 5. Направления и пути движения ледниковых потоков и лопастей во время бранденбургской стадии последнего оледенения, по [3].

К-СПЛ — Калининградско-Северо-Польская ледниковая лопасть, ось которой выделена голубым цветом, вызвала значительные гляциодислокации на территории Северной Польши и Калининградской области

### Минеральный и петрографический составы гравийной смеси Куйбышевского месторождения и характер ее устойчивости к воздействию водной среды и вибрационным нагрузкам

Минералогические и петрографические компоненты	Количество изученных галек	% содержания в пробе	Характеристика устойчивости к внешним воздействиям
Кварциты, кварц, яшмы	93	17	Очень устойчивые к нагрузкам, вибрации и агрессивной (водной) среде
Граниты, диориты, диабазы	164	30	Достаточно устойчивы к нагрузкам, менее — к вибрациям и водной среде
Песчаники, алевролиты	34	6,3	Среднеустойчивы к нагрузкам
Известняки, доломит, мел, мелоподобные обломки	248	45,4	Слабоустойчивы к нагрузкам, разлагаются в кислой водной среде
Фосфориты кремнистые	7	1,3	Устойчивы к нагрузкам, разлагаются в кислой водной среде

#### Выводы:

1) грубообломочный каменный материал Куршской косы и Калининградской области сформировался в результате нескольких (не менее шести) ледниковых циклов седиментации, при надвигании ледников Скандинавии на Европу [2];

2) образовались протяженные конечно-моренные гряды и ложбины выпаживания;

3) таяние ледникового покрова и повышение уровня океана привели к возникновению Балтийского моря, которое унаследовало формы рельефа, созданные при движении ледниковых масс со Скандинавии на Европу;

4) ледниковые отложения послужили главным объектом седиментогенеза Балтийского моря;

5) наличие на дне Балтийского моря устойчивых моренных гряд, бронированных грубообломочным каменным материалом, способствовало образованию цепочки моренных островов;

6) осадки вдольбереговых потоков наносов, задерживаемые островами, соединили их и образовали косы, в том числе и Куршскую косу;

7) продолжение эпохи потепления климата на Земле приведет к повышению уровня океана (до 1,5—2 м в конце этого столетия). Уже при повышении уровня на 0,5 м начнется размыв Куршской и Балтийской кос;

8) на месте Куршской косы появятся острова, сложенные грубообломочным каменным материалом и моренами;

9) для защиты кос и берегов Балтики возникает необходимость строительства дамб-плотин через древние и возникающие новые проливы.

### Список литературы

1. *Блажчишин А.И.* Палеогеография и эволюция позднечетвертичного осадконакопления в Балтийском море. Калининград : Янтарный сказ, 1998.

2. *Жуковская И.П., Харин Г.С. и др.* Формирование рудоносных гранатовых песков на пляжах Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. С. 177—190.

3. *Гарвидас Р.И.* Динамика неоплейстоценового ледника на территории Литвы и Калининградской области // Вопросы геологии и палеогеографии четвертичного периода Литвы. Вильнюс, 1967. С. 161—180.

4. *Харин Г.С.* Геология Куршской косы. Калининград : Янтарный сказ, 2008. С. 101—122.

5. Чувардинский В. Г. О происхождении конечно-моренных поясов на Восточно-Европейской платформе // Известия географического общества. 2011. № 6. С. 30—36.

УДК 502.72 (470.25): 581.9

**Г. Ю. Конечная**

*Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
Национальный парк «Себежский»*

### **Ботанические исследования в национальном парке «Себежский»**

Национальный парк «Себежский» создан в 1996 г. Ботанические исследования проводятся на его территории с 1997 г. Сейчас список флоры сосудистых растений насчитывает 896 видов. На территории национального парка закартировано распространение 210 видов растений. Составляются описания состояния и численности этих видов в каждом местонахождении.

Sebezhsy National Park was established in 1996, botanical researches are carried out on its territory with 1997. Now the list of vascular plant flora has 896 species. It was maked maps of distribution of 210 species of plants on the territory of the National Park. Compiled descriptions of the condition and number of these species in each location.

*Ключевые слова:* национальный парк «Себежский», сосудистые растения.

*Key words:* National Park «Sebezhsy», vascular plants.

Национальный парк «Себежский» (НП) создан в 1996 г., а с 1997 г. было начато исследование флоры этой особо охраняемой природной территории. Был составлен первый список флоры сосудистых растений и началось картирование редких видов на территории НП.

Состав флоры сосудистых растений с тех пор постоянно уточняется. Каждый год приносит новые флористические находки. Опубликованный в 2008 г. список флоры содержал 849 видов [1], а после полевого сезона 2017 г. он насчитывает уже 896 видов.

В 2017 г. было найдено пять новых видов: *Polypodium vulgare* L., *Juncus stygius* L., *Colchicum autumnale* L., *Salix phylicifolia* L. и *Vinca minor* L. Кроме того, к списку флоры НП добавились еще два вида, которые были выявлены при просмотре специалистами наших сборов предыдущих лет. Это *Allium carinatum* L. (определил А.П. Серегин) и *Euphrasia micranta* Reichenb. (определила Г.Л. Гусарова). Оба эти вида оказались новыми не только для территории НП, но и всей России.

Наиболее важными за последние годы стали находки двух видов водных растений, занесенных в Красную книгу Российской Федерации [2]. В 2015 г. в одном из озер обнаружен *Sagittaria flexilis* Willd., а в 2016 г. — *Isoetes lacustris* L.

Ежегодно дополняются новыми местонахождениями и карты распространения редких видов на территории НП. Картируются все виды растений, охраняемые в Псковской области и граничащие с НП Белоруссии и Латвии, а, кроме того, многие виды не повсеместные на территории НП. Сейчас карты распространения в НП составлены для 213 видов.

С 2010 г. начато составление описаний для всех местонахождений картируемых видов. На каждый пункт заполняется бланк, в котором указано название вида, географическая привязка, координаты, биотоп, численность особей или площадь, занятая видом, состояние вида, другие картируемые виды, произрастающие рядом, дата и составители описания.

Поскольку описания начали делать не одновременно с картированием, то не для всех точек, имеющихся на картах, к настоящему времени составлены описания. Но эта работа продолжается. В ней принимают участие не только сотрудники НП, но и студенты кафедры ботаники Санкт-Петербургского государственного университета, проходящие практику на территории НП.

При повторном посещении отмеченного на карте пункта проводится учет численности и отмечается состояние вида на данный момент.

В результате мы имеем актуальную информацию о распространении и численности охраняемых видов на территории НП и прослеживаем их динамику. Особенно это важно для ви-



вестен в НП из трех пунктов, причем в двух из них, вероятно, уже исчез, а в третьем находится в хорошем состоянии и численность его выросла с 30 особей в 2010 г., до 116 в 2016 г.

Сокращают численность виды, произрастающие на лугах и опушках, вследствие зарастания их лесом при отсутствии выпаса и сенокосения. К таким видам относятся шпажник черепитчатый (*Gladiolus imbricatus* L.), горошек кашубский (*Vicia cassubica* L.), золототысячник обыкновенный (*Centaureum erythraea* Rafin.), которые за время наблюдений исчезли в нескольких пунктах в НП, а в других — сократили свою численность. Есть виды, полностью исчезнувшие в НП по этой же причине: плаун заливный (*Lycopodiella inundata* (L.) Holub) и поллопестник зеленый (*Coeloglossum viride* (L.) Hartm.).

### Список литературы

1. Конечная Г.Ю. Сосудистые растения национального парка «Себежский» // Псковские особо охраняемые природные территории федерального значения. Псков, 2008. Вып. 3.
2. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М. : Товарищество научных изданий КМК, 2008.
3. Конечная Г.Ю. Альдрованда пузырчатая *Aldrovanda vesiculosa* L. — новый вид национального парка «Себежский» и Псковской области // Природа Псковского края. 2003. Вып. 15. С. 40.
4. Красная книга Псковской области. Псков: [б. и.], 2015.

УДК 502.4

**Р. Ю. Муллагулов, Э. Р. Муллагулова**  
*Национальный парк «Башкирия»*

### Об особенностях семенного размножения редких видов растений флоры национального парка «Башкирия»

Приводятся результаты изучения особенностей семенного размножения (всхожесть семян, энергия прорастания семян) редких видов флоры национального парка «Башкирия» — хризантемы Завад-

ского *Chrysanthemum zawadskii* Herbach и головчатки уральской *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. Исследования проводились в целях восстановления малочисленных популяций этих краснокнижных видов растений, встречающихся в крайне ограниченном количестве как на территории национального парка, так и Республики Башкортостан в целом.

The article presents the results of studying the features of seed propagation (seed germination, energy of germination of seeds) rare flora of the national Park «Bashkiria» — *Chrysanthemum zawadskii* Herbach and *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. The studies were carried out for the recovery of small populations of these endangered species of plants found in extremely limited quantities, as in the national Park and of the Republic of Bashkortostan in General.

*Ключевые слова:* исчезающие растения, восстановление малочисленных популяций, Южный Урал.

*Key words:* endangered plants, restoration of small populations, the South Urals.

В настоящее время наиболее острой остается проблема сохранения биоразнообразия как важнейшего неисчерпаемого ресурса планеты и важнейшего фактора стабилизации биосферных круговоротов [1]. Пристальное внимание уделяется организации охраны растительного разнообразия, главным образом сохранению редких видов растений.

Утверждение о том, что генетическое разнообразие видов выступает в качестве одного из важных параметров, определяющих продолжительное существование как современных особей, составляющих ценопопуляцию, так и их потомства [2], сохранение механизмов адаптации к антропогенным и природным факторам [3], на сегодняшний день не вызывает сомнений. Особенно это положение актуально для малочисленных и изолированных популяций редких и исчезающих видов растений, наиболее чувствительных к антропогенным воздействиям и климатическим изменениям. Последние десятилетия характеризуются существенным увеличением исследований,

направленных на изучение механизмов предотвращения снижения генетического разнообразия объектов, приводятся конкретные предложения по расстановке приоритетов в повышении природоохранной и экономической эффективности проводимых мероприятий и т. д. [2; 4]. В то же время научные исследования, направленные на восстановление численности наиболее уязвимых популяций, практически единичны. В связи с этим нами принята долгосрочная программа по восстановлению малочисленных популяций большинства редких видов флоры национального парка.

На начальном этапе работы в качестве объектов исследований выбраны два краснокнижных вида — хризантема Завадского *Chrysanthemum zawadskii* Herbich и головчатка уральская *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult [5].

Хризантема Завадского — восточноевропейско-сибирско-азиатский вид с широким дизъюнктивным ареалом. По экологии и биологии является мезоксерофитным кальцефильным видом. Встречается в остепненных разреженных сосново-березовых лесах, на опушках и лесных полянах сухих разреженных таежных лесов, на каменистых известняковых склонах. Размножение семенное и вегетативное [5]. Перспективный вид для введения в культуру [6].

На территории Республики Башкортостан вид сохранился в пяти пунктах малочисленными популяциями в Башкирском Предуралье (Уфимское плато) и на Южном Урале (меридиональное течение реки Белой). Большая часть популяций (более 2 тысяч растений в 7 местообитаниях) была затоплена при заполнении Юмагузинского водохранилища. Лимитирующими факторами являются уничтожение местообитаний, рекреация, сбор на букеты. К природным лимитирующим факторам следует отнести дизъюнктивный ареал, узкую экологическую амплитуду, низкую конкурентоспособность [5].

Изученные ценопопуляции, находящиеся на территории национального парка «Башкирия», считаются уязвимыми из-за малочисленности, сохранились в малодоступных местах на

каменистых склонах, на значительном расстоянии друг от друга. Сбор семян производился в полевой сезон 2016 г. по результатам определения жизненности ценопопуляций вида.

При определении жизненности ценопопуляций вида применен виталитетный подход, опирающийся на предположение о равнозначности во всех исследуемых ценопопуляциях тех признаков, которые характеризуют жизненность особи. Предпочтением этому подходу послужили выводы многих ученых о большем репродуктивном потенциале более крупных особей по сравнению с более мелкими, роль которых заключается преимущественно в участии в биогеоценоотическом круговороте веществ, вытеснении особей других видов путем межвидовой конкуренции и удержании территории [1; 2; 5; 9]. Метод определения жизненности основан на разделении особей во всей совокупности исследованных ценопопуляций на некоторое количество рангов или классов виталитета на основании их дифференциации по одному или по каждому из нескольких морфологических признаков с последующим вычислением среднего балла для каждой ценопопуляции и их ранжированием в ряд по уровню жизненности.

Оценка виталитетного состояния особей проводилась по комплексу морфометрических параметров видов. Таковыми для генеративных групп являются показатели, характеризующие ассимиляционную поверхность и репродуктивное усилие растений, — высота побега, число побегов в куртине, количество и диаметр соцветий, параметры язычковых цветков. Коэффициент виталитета  $IVC$  конкретной ценопопуляции вычислен методом средневзвешенного на основе  $N$  морфологических признаков [4], рекомендованный для широкого применения даже при условии неполного охвата исследованиями экологического ареала вида [2]:

$$IVC = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{X_i},$$

где  $x_i$  — среднее значение  $i$ -го признака в ценопопуляции, а  $X_i$  — среднее значение  $i$ -го признака для всех ценопопуляций.

Результаты исследования виталитета ценопопуляций хризантемы Завадского с использованием коэффициента виталитета IVC приведены в таблице 1. Наибольшее значение индекса соответствует наилучшим условиям реализации ростовых потенциалов, а наименьшее — худшим условиям. Относительно невысокие индексы виталитета для изученных ценопопуляций вида характеризуют высокую уязвимость их состояния.

Таблица 1

**Средние значения морфологических признаков  
и индекс виталитета (IVC) в ценопопуляциях  
хризантемы Завадского**

Ценопопуляция	Признаки							IVC
	Количество побегов	Длина побегов	Количество соцветий	Диаметр соцветий	Длина лепестка	Ширина лепестка	Количество язычковых цветков	
1	4	20,67	2,63	8,89	13,70	3,40	15,84	0,91
2	4,75	33,54	2,49	10,06	16,35	3,70	18,90	1,07
3	5,05	23,83	2,61	9,88	15,77	3,95	16,22	1,01
Среднее	4,6	26,01	2,58	9,61	15,27	3,68	16,98	—

Оценка виталитетного типа ценопопуляций проведена нами с использованием критерия  $Q$ , предложенного Ю.А. Злобиным [7]. Им выделяются три типа ценопопуляций, соответствующие следующим условиям: 1)  $Q=1/2(a+b) > c$  (цветущие ценопопуляции); 2)  $Q=1/2(a+b) = c$  (равновесные ценопопуляции); 3)  $Q=1/2(a+b) < c$  (депрессивные ценопопуляции). Ценопопуляции 1 и 2 оценены как депрессивные, а ценопопуляция 3 — как равновесная (табл. 2).

Таблица 2

**Распределение особей в трех ценопопуляциях  
по классам виталитета и виталитетный тип ценопопуляций  
хризантемы Завадского**

ЦП	Класс виталитета особей	Признаки							Среднее по семи признакам	Виталитетный тип ценопопуляции
		Количество побегов	Длина побегов	Количество соцветий	Диаметр соцветий	Длина лепестка	Ширина лепестка	Количество язычковых цветков		
1	a	1	1	2	1	2	0	4	1,57	Депрессивная
	b	4	3	2	4	5	5	1	3,43	
	c	16	17	17	16	14	16	16	16,0	
2	a	1	3	1	1	1	0	2	1,28	Депрессивная
	b	2	0	0	1	1	2	1	1,0	
	c	18	18	20	19	19	19	18	18,72	
3	a	7	6	5	3	6	3	5	5,0	Равновесная
	b	5	8	9	8	8	12	10	8,57	
	c	9	7	7	10	7	6	6	7,43	

Оценивая состояние ценопопуляций *Chrysanthemum zawadskii* на территории национального парка, можно заключить, что они находятся в депрессивном состоянии. Виталитетная структура ценопопуляций может быть оценена как неудовлетворительная.

Для мероприятий по восстановлению численности ценопопуляций были использованы семена, собранные в ценопопуляции, определенной нами как равновесная. Результаты лабораторных исследований параметров семенного размножения показали высокую всхожесть семян — 74 %, энергия прорастания составила 72 %.

Головчатка уральская — субэндемик степной зоны Восточной Европы, распространенный в каменистых степях и зарослях степных кустарников на юге Восточной Европы, севере Кавказа, юго-западе Западной Сибири. Предпочитает карбонатные породы. На территории Республики Башкортостан вид находится вблизи восточной границы ареала, известен более чем в 30 пунктах, встреченные популяции находятся в удовлетворительном состоянии [5].

Исследованные ценопопуляции головчатки уральской на территории национального парка находятся в составе петрофитной степной растительности. Сбор семян проводился в сентябре 2016 г. Результаты лабораторных исследований параметров семенного размножения показали довольно высокую всхожесть семян — 90 %, энергия прорастания составила 86 %.

Семена растений были посеяны в марте 2017 г. в рассадочные ящики. Массовое появление всходов отмечено на 5-й (для хризантемы Завадского) и 8-й (для головчатки уральской) день. Полученный растительный материал использован для высадки в естественные местообитания вида для пополнения имеющихся популяций, а также вокруг территории административного корпуса национального парка в постоянные демонстрационные экспозиции для посетителей.

### Список литературы

1. Миркин Б.М. Экология в Башкортостане: состояние, проблемы, перспективы // Вестник Академии наук РБ. 2007. Т. 12, №3. С. 49—55.
2. Быструшкин А.Г. К вопросу об оценке жизнеспособности ценопопуляций: сравнение методов на примере *Rubus idaeus* L // Вестник ЧелГУ. 2007. № 6. С.108—116.
3. Мелехова О.П. Сохранение биоразнообразия в промышленных и урбанизированных районах // Сохранение и восстановление биоразнообразия. М. : Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002.
4. Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М. К оценке виталитета ценопопуляций *Rhodiola iredelica* Boriss. по размерному спектру // Ученые записки НТГСПА. Нижний Тагил, 2004. С. 80—85.

5. *Красная книга Республики Башкортостан* : в 2 т. Т. 1: Растения и грибы /под ред. д-ра биол. наук, проф. Б.М. Миркина. 2-е изд., доп. и перераб. Уфа : Медиапринт, 2011.

6. *Недолужко А.И., Дудкин Р.В., Недолужко А.В.* Генетические ресурсы дикорастущих представителей рода *Chrysanthemum* L. в связи с введением в культуру и селекцию // Бюллетень ГБС. 2013. Т. 199, №1. С. 10—18.

7. *Злобин Ю.А.* Принципы и методы ценологических популяций растений. Казань : Казанский ун-т, 1989.

8. *Любарский Е. Л., Полуянова В. И.* Структура ценопопуляций вегетативно подвижных растений. Казань : Казанский ун-т, 1984.

9. *Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии).* М. : Наука, 1988.

УДК 551.465.4(261.24)

**С.Е. Навроцкая, Ж.И. Стонт**

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН*

**О межгодовых колебаниях  
гидрометеорологических характеристик  
у побережья Калининградской области в 1975–2015 годах**

Рассматривается изменчивость гидрометеорологических характеристик, таких как температура приземного воздуха, атмосферное давление, ветер и количество выпавших осадков по данным метеостанции 26702 (УМКК), Калининград, а также температура воды и уровень в р. Преголя, измеренных в точке стояния музейного судна «Витязь» за последние 40 лет, показаны трендовые приращения.

The variability of hydrometeorological characteristics, such as surface air temperature, atmospheric pressure, wind and the amount of precipitation according to meteorological station 26702 (UMKK), Kaliningrad, as well as water temperature and level in the Pregolya River measured at the point of standing of the museum ship «Vityaz» are considered. Trending increase over the past 40 years have been obtained.

*Ключевые слова:* изменение климата, гидрометеорологические характеристики, линейные тренды.

*Key words:* climate change, hydrometeorological characteristics, linear trends.

На основе данных наблюдений в последние десятилетия возникает все больше доказательств того, что изменение климата вносит основной вклад в увеличение числа экстремальных явлений (сильные осадки и засухи, повышение уровня в прибрежных районах). В связи с этим для Калининградской области актуальными являются проблемы адаптации к изменяющимся климатическим условиям, усилившимся в конце XX в. Определить тенденции и темпы изменений гидрометеорологических параметров в нашем регионе, их периодичность и взаимосвязь позволяют наблюдениям с 1975 по 2010 г.: метеоданные в Калининграде (аэропорт Девау) — метеостанция 26702 (УМКК), 54°42' с. ш., 20°37' в. д., высота над уровнем моря 21 м [1]; наблюдения над уровнем воды на гидропосту Калининград (Рыбачий) в устье р. Преголи, впадающей в Калининградский залив (российская часть Вислинского залива) [2; 3], а также уровни за 1996—2015 гг., измеренные на реке в точке стояния музейного судна (МС) «Витязь» в центре Калининграда [4]. Межгодовая динамика изменений гидрометеорологических элементов анализировалась с помощью метода линейной регрессии (табл. 1).

**Температура воздуха** (среднегодовая, максимальная и минимальная) в целом за период 1975—2010 гг. характеризуется положительными линейными трендами 0,01—0,05°С/год и ростом на 0,04—1,8°С соответственно. В изменениях среднегодовой температуры воздуха за этот период проявились значительные межгодовые колебания: абсолютный минимум (–5,6°С, снижение на 22,7% от нормы) в 1987 г. и абсолютный максимум (9,3°С, повышение на 29% от нормы) в 1990 и 2000 гг.

**Температура поверхности воды** за рассматриваемый период в соответствии с положительным линейным трендом

$0,04^{\circ}\text{C}\cdot\text{год}^{-1}$  увеличилась на  $1,4^{\circ}\text{C}$ . Этот рост в 3—4 раза превышает рост средней глобальной температуры поверхности в океане за последние десятилетия ( $0,01^{\circ}\text{C}\cdot\text{год}^{-1}$ ), но вполне совпадает с темпами роста у литовского побережья в 1977—2002 гг. в пунктах Нида ( $0,05^{\circ}\text{C}\cdot\text{год}^{-1}$  в Куршском заливе и  $0,03^{\circ}\text{C}\cdot\text{год}^{-1}$  в море) и Клайпеда ( $0,04^{\circ}\text{C}\cdot\text{год}^{-1}$  в море).

Таблица 1

**Линейные тренды и приращения (в соответствии с трендом) средних годовых и экстремальных гидрометеорологических характеристик в Калининграде с 1975 по 2010 г.**

Годы	Элемент	Характеристика	Приращение за период	Годовой тренд	R <sup>2</sup>
1975—2010	Температура воздуха, °С	Средняя	1,4	0,04	0,16
		Максимальная	1,8	0,05	0,25
		Минимальная	0,4	0,01	0,02
	Температура воды, °С	Средняя	1,4	0,04	0,40
	Осадки, мм	—	94	2,6	0,03
	Уровень, см БС	Средний	15	0,42	0,31
Максимальный		−4	−0,10	0,00	
Минимальный		17	0,47	0,12	
Скорость ветра, м·с <sup>−1</sup>	Средняя	0,4	0,01	0,08	
	Максимальная	5,0	0,14	0,08	
1981—2010	Атм. давление, гПа	Среднее	−0,4	−0,01	0,01
	Количество дней со скоростью ветра $\geq 10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$	N	21	0,7	0,06

Примечание: R<sup>2</sup> — коэффициент, определяющий линейную регрессию.

**Атмосферное давление**, приведенное к уровню моря, близко к нормальному. Изменение среднегодовых величин в целом за весь период характеризуется ничтожно малым отрицательным линейным трендом ( $-0,014$  гПа·год<sup>-1</sup>).

**В межгодовом ходе сумм осадков** прослеживается положительный линейный тренд ( $2,6$  мм·год<sup>-1</sup>), определивший увеличение годовой суммы к концу периода почти на 94 мм. Максимальный рост осадков происходит в летний сезон, что связано с возрастанием интенсивности и частоты выпадения ливневых дождей — наиболее вероятной причины катастрофических изменений в береговой зоне, подтопления отдельных участков, повреждения посевов.

**Ветер** — один из важнейших метеорологических элементов, определяющих сгонно-нагонный режим уровня в устье р. Преголи: при преобладающих ветрах западных румбов наблюдаются высокие уровни, при восточных — низкие. Подпор уровня при западных ветрах может оказаться опасным и даже катастрофическим для Калининграда. Межгодовые колебания средней скорости ветра в 1975—2010 гг. характеризовались положительным линейным трендом  $0,01$  м·с<sup>-1</sup>/год. Но наибольшее влияние на разрушительные процессы в прибрежных районах оказывают сильные ветры (скорость  $\geq 10$  м·с<sup>-1</sup>). В целом за период тенденция изменения максимальной скорости была положительной ( $0,14$  м·с<sup>-1</sup>/год), при этом количество дней с сильными ветрами (N) также увеличилось за 1981—2010 гг. на 21 день ( $0,7$  дн/год).

**Уровень залива**, по данным за 1975—2010 гг., демонстрирует поступательный характер с чередующимися периодами подъема и спада. Расчет трендов для средних, максимальных и минимальных уровней показал, что ход среднего и минимального уровней характеризуется положительной тенденцией (тренды  $4,2$  и  $4,7$  мм·год<sup>-1</sup>), а максимального — небольшой отрицательной (тренд  $-1,0$  мм·год<sup>-1</sup>) [5].

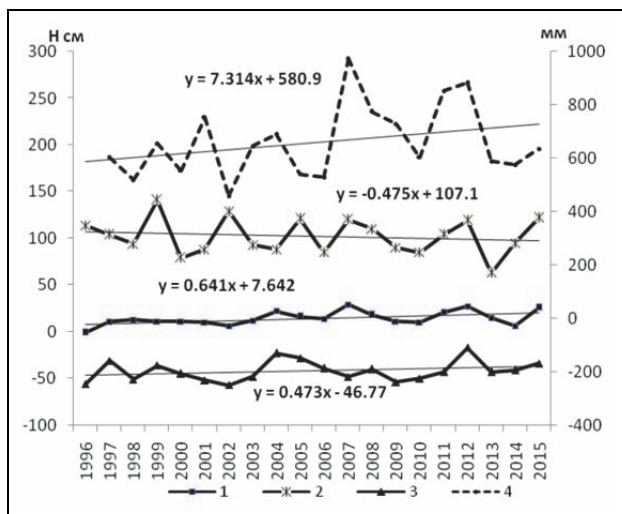


Рис. Межгодовая динамика среднегодовых (1), измеренных максимальных (2) и минимальных (3) годовых уровней (левая ось), а также годовых сумм осадков (4) (правая ось) по наблюдениям МС «Витязь» в 1996—2015 гг. Показаны линейные тренды и их количественные характеристики

Рассмотрение межгодовых колебаний уровня в устье Преголи по ежесуточным измерениям на МС «Витязь» за 1996—2015 гг. позволило установить, что эти колебания в целом за рассматриваемый период подтверждают выявленные ранее тенденции (рис.) [6]. Для хода среднего годового уровня тренд составил  $6,4 \text{ мм}\cdot\text{год}^{-1}$ , или  $12,8 \text{ см}\cdot\text{период}^{-1}$ . Наиболее согласованным с ходом средних уровней выглядит ход минимальных годовых уровней ( $4,7 \text{ мм}\cdot\text{год}^{-1}$ , или  $9,5 \text{ см}\cdot\text{период}^{-1}$ ). Для максимальных годовых уровней получен отрицательный тренд ( $-4,8 \text{ мм}\cdot\text{год}^{-1}$ , или  $-9,5 \text{ см}\cdot\text{период}^{-1}$ ), что может свидетельствовать о некотором ослаблении ветрового воздействия в последние годы, связанного с региональной атмосферной циркуляцией, и увеличением роли осадков на водосборном бассейне. Расчет временных трендов для календарных сезонов (табл. 2) показал более быстрый рост зимнего уровня по сравнению с други-

ми сезонами, что может быть связано с участвовавшими случаями малоснежных зим или укорочением периода отрицательных температур за счет более поздней даты его наступления.

Таблица 2

**Линейные тренды для сезонных и годового значения уровня ( $tr$ , мм·год<sup>-1</sup>) р. Преголя для периода 1996—2015 гг. по данным измерений на МС «Витязь»**

Период	XII—II	III—V	VI—VIII	IX—XII	I—XII
$tr$	10,7	4,9	4,8	5,0	<b>6,4</b>
$R^2$	0,11	0,10	0,12	0,05	<b>0,25</b>
P	92	90	92	82	<b>98</b>

*Примечание:*  $R^2$  — коэффициент детерминации, P — обеспеченность по критерию Стьюдента (%).

### Выводы

В течение рассматриваемого периода (1975—2015 гг.) изменения гидрометеорологических условий в Калининградском заливе имели основном положительную динамику: за 1975—2010 гг. температура воздуха и воды повысилась на 1,4°C, осадки — на 94 мм, средняя скорость ветра — на 0,4 м·с<sup>-1</sup>, максимальная скорость ветра — на 5,0 м·с<sup>-1</sup>, средний уровень воды — на 15 см. По данным 20-летнего периода (1996—2015 гг.) ежесуточных наблюдений установлен рост среднегодового уровня со скоростью 6,4 мм·год<sup>-1</sup> (12,8 см·период<sup>-1</sup>) и неоднозначность вклада в этот рост экстремальных уровней (положительного тренда минимального уровня, отрицательного тренда максимального уровня); наиболее значительный рост уровня происходит в зимний сезон.

### Список литературы

1. *Метеорологические данные*. URL: <http://www.tutiempo.net/en/Climate/>
2. *Экстремальные значения уровня у побережья и в устьях рек Балтийского моря*. Л. : Гидрометеиздат, 1982.

3. *Атлас «Климат морей России и ключевых районов Мирового океана»* / Балтийское море. Обнинск. 2007. URL: <http://data/oceaninfo.ru/atlas/Balt/5-1.htm>

4. *«Витязь» 1996—2015: Гидрометеорологические наблюдения* / Атлантическое отделение Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН ; Музей Мирового океана. 2015. Вып. 1—21.

5. *Навроцкая С. Е., Стонт Ж. И.* Оценка результатов гидрометеорологического мониторинга у побережья Калининградской области в 1975—2010 гг. // Мониторинг окружающей среды : сб. материалов II Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 25—27 сент. 2013 г. : в 2 ч./ Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. Брест : БрГУ, 2013. Ч. 1. С. 188—190.

6. *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. // Известия РГО. 2017. Т. 149, вып. 1. С. 16—30.

УДК 911.53

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

### **Куршская коса в аспекте морского наследия**

Представлены результаты работы по систематизации объектов и элементов ландшафта, обладающих признаками морского наследия в соответствии с Конвенцией об охране всемирного природного и культурного наследия (1972 г.). Авторами выделено, структурировано и описано природное, природно-культурное и культурное морское наследие Куршской косы как единого объекта всемирного наследия.

Presents the results of the systematization the properties, objects and elements of the landscape having maritime heritage features (in accordance with Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage). The authors identified, structured and described the natural, nature-cultural and cultural maritime heritage of the Curonian Spit as a World Heritage site.

*Ключевые слова:* природное, природно-культурное и культурное морское наследие, Куршская коса.

*Key words:* the natural, nature-cultural and cultural maritime heritage of the Curonian Spit.

Куршская коса (Kurische Nehrung, Kuršių Nerija), включенная в список всемирного наследия ЮНЕСКО как культурный ландшафт, исходя из своего географического положения по всем критериям [8] является и морским наследием. История формирования и развития косы неразрывно связана с освоением акватории Балтийского моря. Тем не менее осознание ценности Куршской косы как морского наследия пришло сравнительно недавно.

Емкий термин «морское наследие» введен в связи с необходимостью изучения и сохранения исторической деятельности государств при освоении водных пространств и прибрежных областей. Он возник как раздел «Всемирного наследия» и охватывает весь спектр объектов природного и культурно-духовного наследия [6].

В настоящее время главная цель деятельности по сохранению морского наследия сосредоточена на этапе инвентаризации и определении первоочередных мер по сохранению объектов, уникальных в своем роде. Последнее определяется принципами исторического и экологического подходов [3; 5].

### **Природное морское наследие**

Куршская коса является главной частью экологического каркаса [7], в который помимо нее входят Самбийский клифф и прилегающие к нему акватории, Куршский залив и дельта Немана. Выдающиеся свойства косы — ее уникальный размер и общая пространственная структура ландшафтов, обеспечивающая высокий уровень видового биоразнообразия.

Куршская коса представляет собой крупнейшую в мире песчаную пересыпь. Ее длина — 98 км. В надводной части поперечный профиль косы имеет ширину от 0,4 (13 км) до 3,8 км (53 км). Естественной ее границей считается подводный склон,

на котором развиваются эффективные придонные течения, переносящие песчаные отложения. С морской стороны — это 20-метровая изобата (полоса шельфа до 2—3 км), со стороны лагуны — 2-метровый фарватер (полоса 100—200 м). Таким образом, ширина Куршской косы вместе с подводным основанием колеблется от 3 км (в самом узком месте) до 14 км (в самом широком месте).

### **Приморские ландшафты**

Мозаичность, контрастность и видовое богатство ландшафтов связано с выраженной расчлененностью рельефа, характерными элементами которого являются: пляжи (морской и лагунный), защитный пляжевый дюнный вал-авандюна, приморская и лагунная дефляционно-аккумулятивная равнина — пальве, гряда прибрежных валообразных дюн, система древних параболических дюн (Юодкранте). В продольном профиле выделяется не менее 11 ландшафтных участков, различных по строению, развитию и активности рельефообразующих процессов [2].

На Куршской косе сосредоточены миграционные пути более 240 видов перелетных птиц. Среди них те, которые находятся под угрозой исчезновения: скопа, малый подорлик, орлан-белохвост, сапсан, коростель, кулик-сорока, большой кроншнеп, европейский средний дятел, чернозобая гагара, галстучник, мохноногий сыч, пеганка, полевой конёк, угод.

Прибрежный участок морской акватории косы — это место миграции значительного числа видов водных и околоводных птиц. Миграционный поток здесь весьма концентрирован и в значительной мере локализован в прибрежной части на расстоянии до 300—500 м от берега. Наибольшей плотности населения достигают морянка и обыкновенный турпан [1].

### **Морские ландшафты**

В морской части на шельфе вдоль Куршской косы встречаются все виды ландшафтов, характерных для южной Бал-

тики: полого-наклонные аккумулятивные равнины, абразионные равнины с валунно-галечной отмосткой, ложбины гравийно-галечных отложений, песчаные валы. Преобладают песчаные и песчано-галечные равнины. Район Рыбачинского моренного острова (рис. 1) представлен галечниками с многочисленными мидиевыми друзами и популяцией речной камбалы, основной рацион которой — мидии. К прибрежной зоне также приурочена наибольшая концентрация зоопланктона, которым интенсивно питается шпрот, корюшка и сельдь. Здесь же проходит и ежегодная миграция молоди салаки. Прибрежная морская ихтиофауна косы представлена 25 видами рыб. Морской шельф Куршской косы входит в нагульную область балтийской популяции тюленя обыкновенного, балтийского серого тюленя [4].



Рис. 1. Моренный остров Рыбачий

Не менее разнообразны прибрежные мелководные ландшафты лагуны: песчаные, илистые, моренные, тростниково-камышовые [9]. Наиболее продуктивными являются участки, представленные прибрежным тростниковым или камышовым поясом, с участием кувшинки, кубышки, телореза, ряски (1—

18-й км, поселки Рыбачий, Нида, Прейла, Первелка, Юодкранте). Ихтиофауна лагуны включает 49 видов морских и пресноводных рыб.

## Культурно-природное морское наследие

### *Берегозащитные сооружения*

Пляжевый защитный дюнный вал — авандюна. Это природно-антропогенное сооружение более 95 км длиной и требующее постоянных восстановительных работ. Обеспечивает защиту населенных пунктов, дороги и леса от подтопления морскими водами и засыпания пляжевыми песками. Создание защитного вала начато в 1803 г., а завершено к концу XIX в. (рис. 2).



Рис. 2. Защитный пляжевый дюнный вал

Полный спектр береговых укрепительных объектов: бунные гребенки (1 — 6-й км) (рис. 3) каменные наброски (1-й км, пос. Лесной), подпорные стенки набережных (в поселках Лесной, Нида, Перейла, Первалка, Юодкранте, Смильтине), волногасители (пос. Лесной), молы (поселки Нида, Смильтине), намывные прибрежные территории (в поселках Морское, Рыбачий, Лесной).



Рис. 3. Сохранившиеся немецкие буны: 5—6-й км Куршской косы

### ***Берегозащитные лесные насаждения***

Обширные участки лесных культур сосны (в поселках Рыбачий, Морское, Нида, Прейла, Первалка, Юодкранте, Смильтине). Эти посадки финансировались мемельским купечеством и прусским правительством, которое приняло решение (1864 г.) о проведении работ по сохранению населенных пунктов Курше Нерунг, старого почтового тракта и Мемельской гавани. Их создание связано с именем Франца Эфы — королевского дюнного инспектора. Благодаря его усилиям Куршская коса стала обрести свой облик и славу культурного ландшафта.

### **Культурное морское наследие**

Культурная компонента морского наследия Куршской косы начала формироваться в XIX в. и является национальным достоянием германцев, балтов и славян. Среди памятников морского культурного наследия следует выделить следующие основные группы:

#### ***Объекты инфраструктуры водного транспорта и навигации***

Порты и гавани (Зеленоградск, Лесной, Рыбачий, Нида — Nidos uostas, Первалка, Юодкранте, Смильтине).

Пирсы и причалы (поселки Рыбачий, Нида, Прейла, Первалка, Юодкранте) (рис. 4).

Маяки (поселки Лесной, Рыбачий, Нида (Urbo kalno švyturys) (рис. 5), Первалка (маяк Жиргу — Arkliu švyturys), Юодкранте).

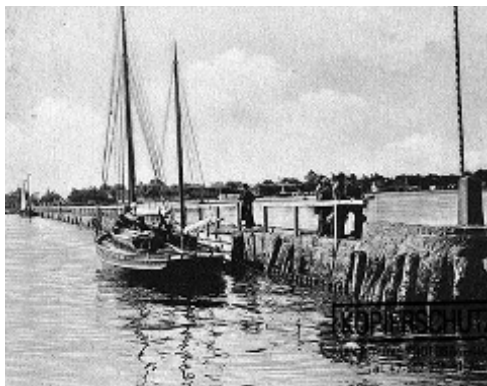


Рис. 4. Пирс пос. Росситтен  
(Рыбачий). 1923 г.



Рис. 5. Маяк Рыбачий,  
распологавшийся до 1945 г.  
на берегу Куршского залива

### ***Объекты фортификационных сооружений береговой обороны***

#### *Форт Конгалис (Nehrungs fort).*

Инфраструктура батарей немецкой береговой артиллерии (Memel-Sud и Raule-Pillkorpen), входивших в систему обороны Мемеля (Смильтине, Юодкранте, Морское 1939—1945 гг.). Особенность этой системы береговых укреплений состояла в том, что она позволяла перекрывать огнем артиллерии нескольких батарей большой участок морского побережья за счет дугообразного изгиба Куршской косы.

Корректировочно-наблюдательные вышки советской системы береговой обороны находятся на 2-м и 6-м км косы, недалеко от Зеленоградска. Использовались в 1947—1955 гг.

#### *Литовский морской музей (Lietuvos juru muziejus)*

В музее представлены: экспозиция судов-ветеранов, реплика курены, этнографическая деревня — музей-усадьба рыбака, экспозиции исторической мореходной и военной темати-

ки, аквариумы с обитателями балтийского и тропических морей, в открытых резервуарах — балтийские серые тюлени, сивучи, пеликаны [10].

### *Объекты традиционной архитектуры*

Характер исторической застройки определился занятием местных жителей — рыбной ловлей и приморской рекреацией. Основным строительным материалом рыбаков были дерево, глина и тростник, но с развитием туризма в начале XX в. застройщикам потребовались камень, кирпич и черепица. Под влиянием туристической моды формировалось локальное курортное пространство. Оно заполнялось зданиями новой типологии (курхаузами, ресторанами, купальнями) с множеством малых архитектурных форм.

Стилистически архитектура Куршской косы представляет собой органичную часть застройки балтийского взморья. Поэтому здесь закономерны фахверк, красный кирпич, комбинации каркасных конструкций. Характерна стилизация гостиниц под рыбацкие усадьбы с местными этнографическими элементами: усадьба рыбака (Нида, 1900 г.), район трех вилл (1881—1883 гг., Юодкранте), Курхауз (Смильтине, 1900 г.) (рис. 6).



Рис. 6. Усадьба рыбака в пос. Морском (Pillkoppen)

### *Морская деятельность и связанные объекты*

Куршская коса получила свое название от куршининков (kursenieki) — колонистов Курляндии, которые стали прибывать в этот регион в начале XIV в. и к XIX в. и образовали здесь обособленную этническую общину. Рыбаки куршининки проводили на куринах большую часть жизни и были опытными мореходами. Их отличительными чертами стали: плоскодонка — курена, флюгер — вымпел (украшения мачт), лежак (украшения коньков крыши), погребальные кресты (Nehrugkreuz), ловля ворон, флюндеры (камбала копченая на сосновых шишках), характерные топонимы и оронимы (купст, пальве) [11].

### *Достопримечательные места*

Северная оконечность Куршской косы дважды в истории была местом сражений: 19—24 июня 1757 г. в осаде прусского порта-крепости Мемеля участвовали отряд пехоты под командованием генерала В. В. Фермора и морской отряд капитана 2-го ранга В. И. Ляпунова, в составе линейного корабля, нескольких фрегатов и судов поддержки; 29 января 1945 г. в десантной операции по захвату плацдарма на косе Курише-Нерунг принимал участие десантно-штурмовой батальон 13-го стрелкового полка 32-й стрелковой дивизии. По результатам этой операции звание Герой Советского Союза получили семь человек.

Южная корневая часть Куршской косы является местом исторического пролива Брокист, которым она в IX в. отделялась от Самбийского п-ва. На берегу пролива находилось торгово-ремесленное поселение Кауп. Со стороны датских викингов Кауп испытывал острую торговую конкуренцию и был уничтожен в 1016 г., в ходе Самбийской кампании датского короля Канута Великого.

Коралленберг — приморское поселение эпохи викингов (X—XI вв., 29-й км).

## Список литературы

1. *Гришанов Г.В.* Динамика численности морских уток — морянки и турпана — в акватории Балтийского моря у побережья Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2014. Вып. № 10. С. 36—39.

2. *Козлов И.И.* Ландшафты // Особо ценные природные и культурные объекты национального парка «Куршская коса». Калининград, 2009. С. 75—83.

3. *Кренке Н.А., Низовцев В.А., Онищенко М.В. и др.* Ландшафтно-исторический подход к функциональному зонированию природно-исторических территорий // История изучения, использования и охраны природных ресурсов Москвы и Московского региона. М. : Янус-К, 1997. С. 99—103.

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

5. *Марченко Н.А., Низовцев В.А., Онищенко М.В.* Создание и применение ландшафтно-исторических геоинформационных систем территорий историко-культурного назначения // Экологические проблемы сохранения исторического и культурного наследия. М., 2001. С. 79—99.

6. *Мозговой С.А.* Морское наследие: сущность, содержание, структура // Морской сборник. 2013. №9. С. 31—40.

7. *Николаев В.А.* Ландшафтоведение. М.: Изд-во МГУ, 2000.

8. *Филин П.А., Фоломеева-Вдовина С.Б.* Морское наследие — национальное достояние // Морское наследие. 2012. № 1. С. 8—9.

9. *Элertas Д.* Литовский морской музей — уникальный объект военного и морского наследия // Оборонительные сооружения Европы и Восточной Пруссии: изучение, вопросы консервации, реставрации и возможности использования : материалы третьей междунар. конф. Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2008.

10. *Povilanskas R., Taminskas J.* Morphological and lithological characteristics of the lagoon shore in the Kursiu Nerja national park, Klaipeda: EUCC Baltijos biuras (Research report, in Lithuanian).

11. История Куршской косы. [http://litva-tour.eu/kurshskaya\\_kosa/history/83.html](http://litva-tour.eu/kurshskaya_kosa/history/83.html).

УДК 579.68

**М. М. Смирнова**

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН*

**Осенний бактериопланктон прибрежной части Куршского залива  
в районе музейного комплекса  
национального парка «Куршская коса»**

Исследован количественный и качественный состав микрофлоры воды прибрежной части Куршского залива на территории национального парка «Куршская коса» в осенние сезоны 2013, 2014 и 2016 гг.

The quantitative and qualitative structure of coastal bacterioplankton of the Curonian Lagoon in the National Park «Curonian Spit» in the autumn seasons of 2013, 2014 and 2016 are investigated.

*Ключевые слова:* бактериопланктон, микрофлора, Куршский залив.

*Key words:* bacterioplankton, microflora, Curonian Lagoon.

**Введение**

Опубликованных сведений о результатах современных микробиологических исследований в южной (российской) части Куршского залива крайне недостаточно. Некоторые данные по санитарно-микробиологическим исследованиям приводятся в работах, направленных на изучение загрязнения и оценку качества воды в весенне-летний период [8 — 14].

В связи с участвовавшими осенними цианобактериальными «цветениями» в Куршском заливе актуальны микробиологические исследования в этот период года. Известно, что бактериальная численность связана с количеством фитопланктона [1]. С 2013 г. проводятся работы по изучению бактериопланктона прибрежной части Куршского залива в осенний сезон года [2; 3].

Целью данной работы было изучение количественного и качественного состава микрофлоры воды прибрежной части Куршского залива на территории национального парка «Куршская коса» в осенний сезон года (во время осеннего «цветения» фитопланктона и после его отмирания) в 2013, 2014 и 2016 гг.

### **Материалы и методы**

Материалом для микробиологического исследования послужили пробы воды прибрежной части Куршского залива, отобранные на постоянной мониторинговой станции АО ИО РАН №404 в районе музейного комплекса НП «Куршская коса» (55 02.030 N, 20 39.180 E). Пробы отбирали с поверхностного горизонта. Пробоотбор проводили в 2013 г. во время «цветения» фитопланктона (06.10.2013); в 2014 г. — во время «цветения» фитопланктона (3.10.2014) и после завершения «цветения» фитопланктона (22.10.2014); в 2016 г. — после завершения «цветения» фитопланктона (17.11.2016).

Отбор проб и посев проводили стандартными методами, принятыми в водной микробиологии [4—6]. При исследовании воды применяли метод 10-кратных серийных разведений с последующим высевом суспензии на селективные питательные среды и среды общего назначения. Идентификацию бактерий проводили по «Определителю бактерий Берджи» [7]. Из микрофлоры воды залива было выделено и идентифицировано 428 штаммов бактерий.

### **Результаты и обсуждение**

В ходе проведения исследований определяли общее микробное число воды (ОМЧ) (общее количество сапрофитных бактерий), относительное содержание аэробных и анаэробных бактерий, содержание бактерий группы кишечной палочки (БГКП); в 2016 г. также выявляли бактериальную численность при 22 °С (табл.).

**Количественные показатели бактериопланктона  
прибрежной части Куршского залива, ст. 404,  
в осенний период 2013, 2014, 2016 гг.**

Дата пробоотбора	ОМЧ, КОЕ/мл		Доля анаэробных бактерий, %		БГКП, КОЕ/мл
	Рост при 22 °С	Рост при 37 °С	Рост при 22 °С	Рост при 37 °С	Рост при 37 °С
Октябрь 2013	—	$1,1 \times 10^4$	—	—	0
Октябрь 2014*	—	$1 \times 10^5$	—	56	$2,5 \times 10^4$
Октябрь 2014**	—	$4,1 \times 10^5$	—	80	$1 \times 10^2$
Ноябрь 2016	$2,7 \times 10^3$	$3,7 \times 10^3$	93	42	0

*Примечание:* \* — во время «цветения» фитопланктона; \*\* — после завершения «цветения» фитопланктона.

В 2013 г. ОМЧ составляло  $1,1 \times 10^4$  колониеобразующих единиц в 1 мл воды (КОЕ/мл). Осенью 2014 г. во время «цветения» фитопланктона ОМЧ было  $1 \times 10^5$  КОЕ/мл. Около 56 % штаммов выросли под агаром, т.е. в анаэробных условиях. После «цветения» фитопланктона ОМЧ увеличилось до  $4,1 \times 10^5$  КОЕ/мл, содержание анаэробов — до 80%. В 2016 г. ОМЧ составляло  $2,7 \times 10^3$  КОЕ/мл (рост при 22 °С) и  $3,7 \times 10^3$  КОЕ/мл (рост при 37 °С). Доля анаэробных бактерий — 93 % (рост при 22 °С) и 42 % (рост при 37 °С).

В 2013 г. БГКП в исследуемой воде обнаружены не были. Количество БГКП осенью 2014 г. во время «цветения» фитопланктона составляло  $2,5 \times 10^4$  КОЕ/мл, после завершения «цветения» фитопланктона количество БГКП снизилось до  $1 \times 10^2$  КОЕ/мл. В 2016 году БГКП не обнаружены.

В 2013 г. из микрофлоры воды Куршского залива было выделено пять видов бактерий, относящихся к четырем родам: *Staphylococcus* (67 %), *Aeromonas* (13 %), *Pseudomonas* (13 %) и *Bacillus* — (7 %) (рис. 1, а). Доминировали кокки (67 %), меньшую долю составляли палочковидные бактерии (33 %).

Из воды, отобранной во время «цветения» 2014 г., были выделены бактерии родов *Staphylococcus* (48%), *Aeromonas* (24%), *Pseudomonas* (14%), *Bacillus* (5%) и бактерии семейства *Enterobacteriaceae* (9%) (рис. 1, б). После завершения «цветения» фитопланктона количественное соотношение родов бактерий в микрофлоре изменилось: *Staphylococcus* (10%), *Aeromonas* (26%), *Pseudomonas* (18%), *Bacillus* (45%) и бактерии семейства *Enterobacteriaceae* (1%) (рис. 1, в). Во время «цветения» фитопланктона на долю кокковых бактерий приходилось 48% общей численности, после «цветения» доминировали палочковидные бактерии — 90%.

В 2016 г. из микрофлоры воды залива были выделены представители пяти родов: *Staphylococcus* (49%), *Micrococcus* (21%), *Bacillus* (10%), *Aeromonas* (8%), *Pseudomonas* (9%) и семейства *Enterobacteriaceae* (3%); доминировали кокки (70%) (рис. 1, г).

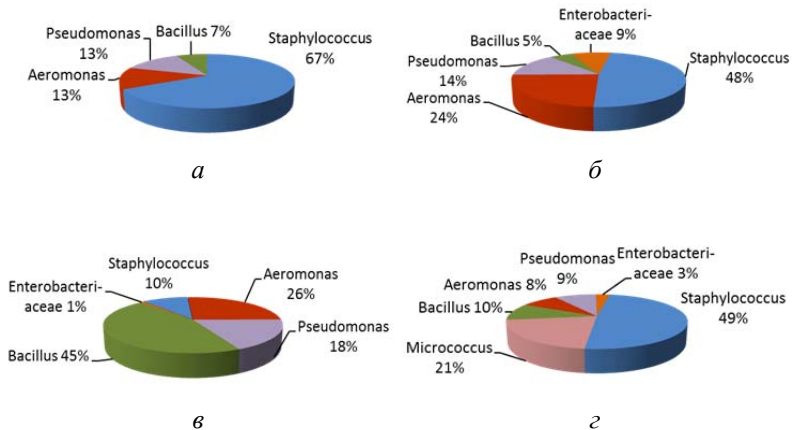


Рис. 1. Состав бактериопланктона прибрежной части Куршского залива, ст. 404:

а — октябрь 2013 г.; б — октябрь 2014 г., во время «цветения» фитопланктона; в — октябрь 2014 г., после «цветения» фитопланктона; г — ноябрь 2016 г.

Бактериальная численность за период наблюдений варьировала от  $2,7 \times 10^3$  до  $4,1 \times 10^5$  КОЕ/мл, достигая высоких значений, несмотря на осенний сезон года. Минимальная численность отмечена в ноябре 2016 г., что обусловлено более низкой температурой воды во время отбора проб, по сравнению с предыдущими годами. Максимальная численность бактерий выявлена в октябре 2014 г., сразу после завершения «цветения» фитопланктона. Присутствие в воде большого количества органического вещества в этот период вызвало увеличение общей бактериальной численности и снижение содержания кокковых форм бактерий с 48 до 10 %.

Содержание анаэробных бактерий достигало максимальных значений после отмирания «цветений» фитопланктона, что связано с дефицитом кислорода, израсходованного на окисление большого количества органического вещества, поступающего в воду.

Для выявления соотношения автохтонной и аллохтонной микрофлоры воды Куршского залива в 2016 г. посеы проводили в двух повторностях и инкубировали при 22°C и при 37°C. Полученные численные показатели бактериального роста при 22 и 37°C показали преобладание аллохтонной микрофлоры, что свидетельствует о загрязнении водоема.

Санитарно-показательные БГКП за период наблюдений обнаружены только в октябре 2014 г. Присутствие БГКП в количестве  $2,5 \times 10^4$  КОЕ/мл превышает допустимые значения для рекреационного водопользования поверхностных водоемов (5 КОЕ/мл) [5] в 5 тыс. раз и свидетельствует о неблагополучном санитарном состоянии водоема. Сокращение численности этих бактерий к концу месяца может быть обусловлено понижением температуры воды. Отсутствие БГКП в ноябре 2016 г. также может быть связано с понижением температуры воды и уменьшением рекреационной нагрузки на водоем.

Из бактериопланктона прибрежной части Куршского залива на станции наблюдений в осенний период выделены бактерии, относящиеся к пяти родам: *Staphylococcus*, *Micrococ-*

*cus*, *Bacillus*, *Aeromonas*, *Pseudomonas* и семейству Enterobacteriaceae. Представители этих родов — типичные обитатели поверхностных водоемов и активно участвуют в утилизации органического вещества. Семейство Enterobacteriaceae в основном включает в себя представителей кишечной микрофлоры (в том числе БГКП), а также возбудителей болезней. Присутствие в воде бактерий семейства Enterobacteriaceae свидетельствует о загрязнении и неблагоприятном санитарном состоянии водоема. За период наблюдений отмечена высокая численность кокковых бактерий, что, согласно литературным данным, характерно для микрофлоры донных осадков Куршского залива [1]. Преимущественно невысокая численность бацилл характерна для водоемов эвтрофного статуса.

### Заключение

За период наблюдений бактериальная численность изменялась от  $2,7 \times 10^3$  до  $4,1 \times 10^5$  КОЕ/мл. Минимальная численность отмечена в ноябре 2016 г., что обусловлено в первую очередь более низкой температурой воды в период наблюдений. Максимальная бактериальная численность установлена в октябре 2014 г., сразу после завершения «цветения» фитопланктона. Высокое содержание анаэробов после отмирания микроводорослей связано с недостатком кислорода, израсходованного на окисление большого количества органического вещества. Численные показатели бактериального роста при 22 и 37 °С свидетельствуют о преобладании аллохтонной микрофлоры. БГКП выявлены только в октябре 2014 г. Из бактериопланктона литорали Куршского залива на станции наблюдений в осенний период выделены представители пяти родов: *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Aeromonas*, *Pseudomonas* и семейства Enterobacteriaceae. Преобладание кокковых форм бактерий характерно для Куршского залива (по литературным данным). Невысокое содержание спорных бацилл — для эвтрофных водоемов.

## Список литературы

1. Баранаскене А., Янкиявичюс К. Бактериопланктон и Колиндекс // Биогеохимия Куршского залива. Вильнюс : Изд-во АН ЛитССР, 1983. С. 23—28.
2. Смирнова М.М. Бактериальная микрофлора, сопутствовавшая осеннему «цветению» фитопланктона в 2013 году в прибрежной части Куршского залива в НП «Куршская коса» // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2014. Вып. 10. С. 44—52.
3. Смирнова М.М. Бактериальная микрофлора, сопутствовавшая осеннему «цветению» фитопланктона в 2014 году в прибрежной части Куршского залива в НП «Куршская коса» // Там же. 2015. Вып. 11. С. 23—30.
4. МУК 4.2.1884-04 «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов». URL: [rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=4955](http://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=4955).
5. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». URL: [www.gostrf.com/normadata/1/4294848/4294848185.pdf](http://www.gostrf.com/normadata/1/4294848/4294848185.pdf).
6. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования / под ред. М. О. Биргера. М. : Медицина, 1982. 464 с.
7. *Определитель* бактерий Берджи / под ред. Дж. Хоулта. М. : Мир, 1997. Т. 1.
8. Чупахина Г.Н., Вешко И.А. Санитарно-эпидемиологическое исследование воды Балтийского моря и Куршского залива в районе г. Зеленоградска // XXVII научная конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников, аспирантов и студентов / Калинингр. гос. ун-т. Калининград, 1996. Ч. 1. С. 50.
9. Штукова З.А. Многолетние исследования бактериального загрязнения вод Куршского залива и юго-восточной части Балтийского моря // Тезисы докладов 8 съезда Гидробиологического общества РАН. Калининград, 2001. Т. 1. С. 210—211.
10. Кунигелис А.С., Чупахина Г.Н., Андреев娜 Е.Н. и др. Оценка качества воды прибрежной зоны Куршского залива и Балтийского моря в районе Зеленоградска // Теоретические и прикладные аспекты биоэкологии : юбилейный сб. науч. тр. Калининград : Изд-во КГУ, 2003. С. 150—156.

11. *Авдеева Е.В.* Влияние микробного пейзажа воды на формирование микрофлоры рыбы в естественных и искусственных водоемах / Е.В. Авдеева, О.В. Казимирченко, М.Ю. Котлярчук // IX съезд Гидробиологического общества РАН (г. Тольятти, 18—22 сент.): сб. тез. докл. Тольятти, 2006. С. 3 .

12. *Stukova Z.* Sanitary water conditions in the curonian lagoon and the Baltic coastal area of Lithuania // *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*. 2006. N 2. P 11—16.

13. *Чукалова Н.Н.* Экологические факторы, обуславливающие эпизоотическое состояние леща (*Abramis brama* L.) в Куршском заливе Балтийского моря : дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 2008.

14. *Цыбалева 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.

УДК 598.2/9-154.343

**Л. В. Соколов**

*Биологическая станция «Рыбачий» Зоологического института РАН*

### **Долговременный мониторинг балтийских популяций птиц на Куршской косе**

На Куршской косе Балтийского моря сотрудниками Биологической станции «Рыбачий» с 1957 г. по настоящее время ведется мониторинг сроков весенней и осенней миграции, времени гнездования и послегнездовой дисперсии, динамики численности гнездовых и транзитных популяций птиц с помощью больших ловушек «Рыбачинского» типа. Данные мониторинга показывают, что существуют долговременные колебания сроков миграции и гнездования птиц, а также численности их гнездовых и пролетных популяций в Балтийском регионе. Эти колебания в первую очередь связаны с изменениями климата, которые происходят в настоящее время на нашей планете.

Since 1957, Biological Station Rybachy performs long-term monitoring of timing of spring and autumn migrations, timing of breeding and

postfledging movements, dynamics of numbers of breeding and transient bird populations by standardized trapping in Rybachy-type funnel traps on the Courish Spit on Baltic coast. The results of monitoring strongly suggest that take place the long-term fluctuations of the timing migrations and numbers of local and transient populations. Current climate warming leads to earlier spring arrival and breeding in the Baltic bird populations, which in its turn enhances breeding performance and leads to production of more young and thus to populations growth. Long-term monitoring of bird populations by Rybachy-type stationary traps is a powerful tool of studying the impact of climate on avian phenology and numbers.

*Ключевые слова:* птицы, популяции, мониторинг, миграции, гнездование, динамика численности, климат.

*Key words:* birds, populations, monitoring, migrations, breeding, dynamics of numbers, climate.

В настоящее время биота Земли испытывает колоссальное воздействие со стороны таких мощных факторов, как климат и современная цивилизация. Каждый год на нашей планете исчезают десятки видов животных и растений, заметно сокращается биологическое разнообразие. Птицы являются прекрасными индикаторами любых изменений и нередко более чувствительны к колебаниям климата и антропогенным воздействиям, чем иные представители животного мира. Длительный мониторинг за биологическими объектами позволяет получить чрезвычайно важную информацию о влиянии климата и человека на биосферу [1; 2].

Многолетние исследования сроков развития птиц, динамики их численности, изменения образа жизни, расселения в новые районы стали сейчас наиболее приоритетными научными направлениями. Такого рода биологический мониторинг вот уже 60 лет (начиная с 1957 г.) ведется сотрудниками Биологической станции «Рыбачий» Зоологического института РАН на Куршской косе Балтийского моря, через которую весной и осенью мигрируют миллионы птиц. В результате в настоящее время в распоряжении биостанции имеется огромный по объему (около 3 млн окольцованных особей) банк данных кольце-

вания, который в значительной мере обработан и проанализирован [3]. Материал собирался на территории полевого стационара «Фрингилла» Биологической станции «Рыбачий» в период с 1957 по 2015 г. Анализировались данные отлова птиц большими ловушками «Рыбачинского» типа, ежегодно функционирующими с конца марта по конец октября [4]. Одни ловушки ориентированы своим входом на северо-восток, другие на юго-запад.

### **Изменение климата в Балтийском регионе**

На протяжении последних 60 лет климат в Балтийском регионе заметно менялся, если судить по колебаниям среднемесячной температуры воздуха [5]. Наиболее теплые зимы и весны наблюдались в последние два десятилетия XX в. и частично в 1960-е гг. Наиболее низкая температура воздуха в апреле, когда идет массовая миграция птиц в изучаемом регионе, приходилась на 1970-е гг. В первое десятилетие XXI в. наметилась тенденция к похолоданию в зимний и весенний периоды в Балтийском регионе. Температура июня, когда происходит массовое гнездование птиц на Куршской косе, не имела какого-либо выраженного тренда на протяжении всего периода исследования.

### **Долговременная динамика сроков миграции и гнездования птиц в Балтийском регионе**

Сроки прилета птиц на Куршскую косу существенно менялись на протяжении периода исследования как у ближних мигрантов — перепелятника (*Accipiter nisus*), большой синицы (*Parus major*) и зяблика (*Fringilla coelebs*), зимующих в Европе, так и дальних — кукушки (*Cuculus canorus*), мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*) и веснички (*Phylloscopus trochilus*), зимующих в Африке [5]. Наиболее рано прилетали птицы в последние два десятилетия прошлого века и в начале нынешнего. С 2005 г. у ряда видов наметилась тенденция к

более позднему прилету птиц в наш регион. Значимые отрицательные тренды в сроках весенней миграции выявлены у всех изученных видов, кроме кукушки.

Сроки гнездования птиц на косе, если судить по первым датам поимки и медианной дате отлова молодых птиц в большие ловушки в послегнездовой период, тоже заметно менялись на протяжении периода исследования — как у ближних, так и дальних мигрантов. Наиболее ранние сроки гнездования наблюдались в последние два десятилетия прошлого и начале нынешнего века, а у открытогнездящихся — зяблика и веснички, в отличие от дуплогнездников — большой синицы и мухоловки-пеструшки, еще и в последние пять лет. Значимые отрицательные тренды в сроках отлова молодых птиц в послегнездовой период выявлены у всех изученных видов, кроме кукушки [5].

Сроки осеннего пролета через Куршскую косу у ближних и дальних мигрантов также менялись на протяжении всего периода исследования, но не так существенно, как весной. Не было выявлено значимого тренда в сроках осеннего пролета через косу как у ближних, так у дальних мигрантов, за исключением мухоловки-пеструшки [5].

### **Связь сроков миграции и гнездования птиц с температурным режимом**

Сроки прилета как ближних, так и дальних мигрантов в Балтийский регион были значимо связаны с весенней температурой воздуха. В теплые ранние весны птицы прилетали в район исследования в среднем на две-три недели раньше, нежели в поздние и холодные весны [5].

Сроки гнездования у всех изученных видов, кроме кукушки, также оказались значимо связанными с температурным режимом весны: в ранние теплые весны птицы гнездились и соответственно попадались молодыми в большие ловушки в более ранние календарные сроки, чем в поздние холодные весны. Для четырех видов выявлена достоверная положитель-

ная связь между сроками прилета птиц в район исследования и их гнездованием: чем раньше прилетали птицы, тем раньше они приступали к гнездованию [5].

Сроки осенней миграции были значимо связаны с температурным режимом весны у перепелятника и видов-дуплогнезdnиков: чем выше была температура воздуха весной, тем раньше наблюдался осенний пролет этих видов в нашем районе исследования. С осенним температурным режимом значимая связь была обнаружена только у перепелятника, медианная дата поимок молодых ястребов осенью достоверно связана со средней температурой сентября [5].

### **Долговременная динамика численности локальных и транзитных популяций**

Численность популяций птиц, гнездящихся на Куршской косе, существенно колебалась за время исследования. В одни периоды она заметно возрастала, в другие сильно падала. У ближних мигрантов наибольшая численность популяций имела место в 60-е и 80-е гг. прошлого века, а также в первое десятилетие нынешнего столетия. У дальних мигрантов высокая численность популяций наблюдалась в те же периоды. Значимые тренды динамики численности гнездовых популяций выявлены только у зяблика и мухоловки-пеструшки [6].

Численность пролетных популяций осенью в целом имела сходную динамику с локальными популяциями Куршской косы. У зяблика и кукушки установлены значимые отрицательные тренды осенней численности, у большой синицы — положительный тренд [6].

### **Связь численности популяций с температурным режимом**

Численность местных популяций у всех изученных видов, за исключением кукушки, была значимо связана с весенней локальной температурой воздуха. В годы с теплой и ранней весной численность местных популяций существенно увели-

чивалась за счет появления большого количества молодых особей после успешного размножения. Интересно, что температурный режим в июне, когда происходит массовое вылупление птенцов, не оказывал заметного влияния на численность молодых птиц в послегнездовой период [6].

Численность транзитных популяций осенью у четырех видов также была значимо позитивно связана с весенним температурным режимом в Балтийском регионе. С июньской температурой такой связи обнаружено не было. С осенними температурами воздуха также не было выявлено какой-либо значимой связи [6].

### Заключение

Потепление климата в северном полушарии в зимний и весенний периоды ведет к более раннему прилету птиц в гнездовой район не только у видов, зимующих в Европе, но и в Африке. Похолодание, наоборот, задерживает прилет птиц на 15—30 дней. Изменение климата может приводить не только к флуктуациям сроков прилета птиц в гнездовой район, но и к срокам отлета их с зимовок — как европейских, так и африканских [7]. Климат в меньшей степени влияет на сроки осенней миграции; они в первую очередь зависят от времени гнездования популяции. Ранний прилет, как правило, приводит к более раннему гнездованию птиц на Куршской косе, что в свою очередь способствует более успешному размножению и росту численности гнездовых и транзитных популяций за счет молодых особей. Благодаря долговременному мониторингу птиц с помощью больших ловушек удалось оценить не только состояние популяций у ряда видов в Балтийском регионе, но и выявить влияние современного изменения климата на годовой цикл и динамику численности птиц. В настоящее время на Биологической станции «Рыбачий» для экологического мониторинга за состоянием балтийских популяций птиц применяются не только традиционные методы кольцевания птиц, но и успешно используются современные высокоточные техноло-

гии слежения за птицами с помощью спутниковых передатчиков и геолокаторов, которые позволяют существенно расширить наши знания о биологии птиц [8]. Все это чрезвычайно важно для сохранения биологического разнообразия как на Куршской косе, так и во всем Балтийском регионе.

**Благодарности.** Автор благодарен всем сотрудникам Биологической станции «Рыбачий» и волонтерам, которые принимали участие в отлове и кольцевании птиц в разные периоды времени. Работа частично поддержана грантами РФФИ (№ 16-04-00761, 16-04-01773) и выполнена при участии Зоологического института РАН (гостема, регистрационный номер АААА-А16-116123010004-1).

### Список литературы

1. Соколов Л.В. Климат в жизни растений и животных. СПб. : Тесса, 2010.
2. Møller A. P., Fiedler W., Berthold P. Effects of Climate Change on Birds. Oxford: University Press, 2010.
3. Соколов Л.В., Шаповал А.П. Орнитологические исследования на Куршской косе // Природа Калининградской области. Ключевые природные комплексы. Калининград : Исток, 2014. С. 110—125.
4. Payevsky V.A. Rybachy-type trap Busse Bird Station Manual. Gdańsk University, Gdańsk, 2000. P. 20—24.
5. Соколов Л.В., Марковец М.Ю., Шаповал А.П. Долговременный мониторинг гнездовых и пролетных популяций птиц на Куршской косе Балтийского моря // Труды ЗИН РАН. 2017. Т. 321, № 1. С. 72—88.
6. Соколов Л.В., Марковец М.Ю., Шаповал А.П. Влияние климата на долговременную динамику численности птиц в Балтийском регионе. Динамика численности птиц в наземных ландшафтах. М. : КМК, 2017. С. 25—33.
7. Соколов Л.В., Цвей А.Л. Механизмы контроля сроков весенней миграции у птиц // Зоологический журнал. 2016. Т. 95, № 11. С. 1362—1376.
8. Соколов Л.В. Современная телеметрия: новые возможности в орнитологии // Там же. 2011. Т. 90, № 7. С. 861—882.

УДК 551.524(261.24)

**Ж. И. Стонт**

*Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН*

**О. А. Гуцин**

*Балтийский федеральный университет им. И. Канта*

### **Некоторые итоги метеорологического мониторинга на территории национального парка «Куршская коса»**

Анализируется изменчивость гидрометеорологических параметров Юго-Восточной Балтики, которые подвержены вариациям. Выявлены внутри- и межгодовые особенности. Говорить об устойчивом тренде на коротком временном промежутке некорректно, так как уровень ошибок измерений сравним с трендом.

Рассматриваются примеры использования отдельных гидрометеорологических параметров для построения численных моделей основных гидродинамических процессов. Характеристики ветра используются для численного моделирования переноса примесей в атмосфере. На примере изменчивости температуры воды в заливе моделируется конвективная циркуляция, обусловленная различной скоростью прогрева (охлаждения) мелководных и глубоководных зон бассейна (явление термобара). Предполагается в дальнейшем сравнить результаты моделирования с экспериментальными данными.

Variability of hydrometeorological parameters of Southeast Baltic is analyzed. Annual- and interannual features are revealed. To speak about a steady trend on a short time interval incorrectly since a level of mistakes of measurements we shall compare to a trend.

Examples of use of separate hydrometeorological parameters for construction of numerical models of the basic hydrodynamical processes are considered. Characteristics of a wind are used for numerical modelling carry of impurity in an atmosphere. The circulation caused in the various speed of warming up (cooling) of shallow and deep-water zones of pool (the phenomenon of the thermal bar) on an example of variability of temperature of water in a gulf is simulated. Processes of carry and wave influence for an estimation of efficiency of protection of coast from destructions are modelled. It is supposed to analyse in the further influence of parameters on circulation and to compare results to experimental data.

*Ключевые слова:* мониторинг, гидрометеорологические параметры, тренд, статистическое моделирование, численное моделирование.

*Key words:* monitoring, hydrometeorological parameters, trend, statistical modeling, numerical modeling.

## Введение

Одним из важных параметров мониторинга окружающей среды являются изменчивость температуры воды и воздуха, а также ветровых условий. Такие наблюдения сравнительно легко реализуются и интерпретируются. В работе обобщены некоторые результаты наблюдений, проводимых в последние годы в открытой части моря, где исключено влияние суши. Гидрометеорологические наблюдения в этой части Юго-Восточной Балтики в последние годы практически не проводятся. Район исследования лежит вне путей активного судоходства, т.е. попутных наблюдений транспортные и рыболовные суда не производят. Научные экспедиции не организуются.

## Методы и используемые данные

Для анализа изменчивости гидрометеорологических параметров использовались данные производственного экологического мониторинга Кравцовского месторождения (D-6), который с 2004 г. проводит ООО «ЛУКОЙЛ-КМН». Морская ледостойкая стационарная платформа МЛСП (D-6) расположена приблизительно в 20 км от берега (рис). На МЛСП (D-6), на высоте 27 м над уровнем моря, установлена автоматическая гидроме-

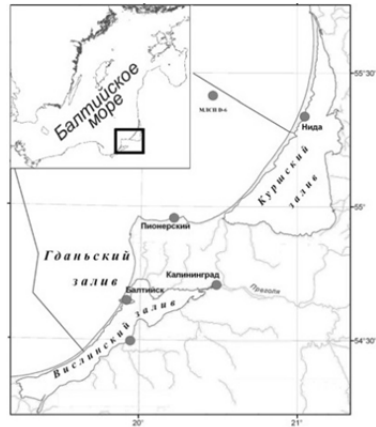


Рис. Карта побережья Юго-Восточной Балтики

теорологическая станция (АГМС) «Миникрамс-4», которая ведет непрерывные измерения. В работе анализировались ежечасные данные по температуре воздуха, которые представляют собой непрерывный ряд длительностью более 10 лет. Кроме того, использовались данные наблюдений музейного судна «Витязь» (1995—2016 гг.) и Биостанции ЗИН РАН (1995—2016 гг.) на берегу залива (пос. Рыбачий).

## **Результаты и обсуждение**

### **1. Статистическое моделирование**

С целью анализа изменчивости и дальнейшего анализа данных была разработана система хранения файлов наблюдений за последнее время по нескольким пунктам измерений («Витязь», Биостанция ЗИН РАН, МЛСП D-6). При организации системы предусматривалась первичная фильтрация данных для устранения сбоев и пропусков, сглаживание данных для уменьшения случайных помех, интерполяция пропусков и приведение данных к равномерному шагу по времени для возможности проведения спектрального анализа выявления скрытых периодичностей.

Межгодовая изменчивость температуры исследована с помощью дисперсионного, гармонического и спектрального анализа [1—3]. Для расчета долговременных трендов была использована линейная аппроксимация временных рядов методом наименьших квадратов. Оценка значимости коэффициентов линейной зависимости, а также достоверности полученных результатов осуществлялась с помощью *t*-критерия Стьюдента [4]. Предусматривалась возможность выборки по сезонам и месяцам для изучения изменчивости параметров линейной модели. Дополнительно проводилась сплайновая интерполяция данных для получения рядов с равномерным временным шагом и последующим выявлением долгопериодных колебаний. Статистики по сезонам и общий тренд (весь ряд) неаддитивны.

### *Температура воды в Куршском заливе*

Температурный режим водоема зависит от климата района местоположения. Средняя месячная температура в прибрежной части, где проводятся измерения, колеблется от 0° до 24°C. Наиболее низкая температура держится с декабря по март, когда значительная часть залива покрыта льдом, в отдельные годы лед держится не больше 1,5 месяцев (2002). Около 270 дней длится период, когда залив чист ото льда. После освобождения залива ото льда прогрев воды идет быстро. Самая высокая температура бывает в июле-августе, когда наблюдаются максимальные температуры воздуха (2006 г. — 24,0°; 2010 г. — 24,1°C). В эти годы отмечен и абсолютный максимум ~ 28,0 °С. В 2005 г. абсолютный максимум составил 28,5°C в июле. В сентябре начинается медленное понижение температуры поверхностного слоя воды, и к концу ноября — середине декабря наблюдается ледостав.

Внутригодовой и межгодовой ход температуры воды в заливе повторяет ход температуры воздуха. Зимой средняя температура воздуха ниже, летом выше средняя температура воды. Запаздывание фазы температуры воды в водоеме по отношению к температуре воздуха составляют интервал около одних суток [5].

### *Температура воздуха*

На основе ежечасных наблюдений, получаемых в рамках экологического мониторинга с морской ледостойкой стационарной платформы (МЛСП D-6), расположенной примерно в 20 км от берега, исследуется изменчивость метеорологических условий за последнее десятилетие.

За этот отрезок времени отмечены следующие изменения в характеристиках:

— средняя годовая температура воздуха для российского сектора Юго-Восточной Балтики выше, чем в середине прошлого столетия: 8,7 и 7,4°C соответственно;

— минимум в годовом ходе сместился на февраль (-1,1°C), что связано с изменчивостью циркуляционных условий и сви-

детельствует о том, что климат Юго-Восточной Балтики стал более морским. Одна из причин выявленной изменчивости температуры воздуха — связь с циркуляционными условиями: прямая заметная ( $r = 0,63$  при  $P = 95\%$ ) для зональной (W) формы циркуляции и обратная заметная ( $r = -0,62$  при  $P = 95\%$ ) для восточной (E);

— обнаруженные колебания с периодом 6—7 лет в рядах температуры воздуха для береговых станций также наиболее заметны и на спектрах изменчивости индекса Северо-Атлантического колебания;

— изменение температуры воздуха подвержено вариациям. На десятилетнем промежутке говорить об устойчивой тенденции роста или падения температуры некорректно, так как уровень ошибок измерений температуры сравним с трендом.

### ***Ветровые условия***

Для открытой части Юго-Восточной Балтики результирующий перенос сохраняет свое направление (с юго-запада на северо-восток). Модуль скорости ветра не изменился и составляет  $6,4 \pm 3,1$  м/с. Расчет трендов для максимальной скорости ветра показал незначительное уменьшение — тренд  $-0,03$  м·с<sup>-1</sup>/год для скоростей  $\geq 15$  м/ (при  $t$ -критерии Стьюдента 3,745). Произошли изменения в структуре основных направлений: количество преобладающих юго-западных ветров уменьшилось, также уменьшилось количество северо-восточных, южных и западных ветров. Увеличилась повторяемость ветров северных румбов, особенно северо-западных.

## **2. Построение численных моделей основных гидродинамических процессов**

### ***К вопросу о тепловой конвекции в прибрежных водах Куршского залива***

Весной при нагревании береговой части водоема выше  $+4^\circ\text{C}$  и осенью в период охлаждения ниже  $+4^\circ\text{C}$  формируется

*термобар.* Моделируется конвективная циркуляция, обусловленная различной скоростью прогрева (охлаждения) мелководных и глубоководных зон бассейна (явление термобара). Термобар формируется весной при нагревании береговой части водоема  $\geq +4^{\circ}\text{C}$  и осенью в период охлаждения  $\leq +4^{\circ}\text{C}$ . Условия возникновения термобара и циркуляция вод зависит от специфики прогрева над подводными склонами с разными уклонами.

По результатам численного моделирования было получено, что увеличение угла склона ( $60^{\circ}$ ) способствовало более отдаленному расположению термобара от берега по сравнению с вариантом  $30^{\circ}$ . Термобар разделяет две зоны с разными характеристиками воды, которые определяют пространственные различия планктонных сообществ. Таким образом, термобар влияет на экосистемы крупных озер.

### ***О циркуляции, связанной с неоднородным напряжением трения ветра***

Особенности пространственной неоднородности поля ветра могут стать причиной появления разнородной циркуляции в заливе. Рассмотрена задача гидродинамики в рамках теории двумерного приближения «мелкого моря» для Куршского залива. Результаты численного моделирования при соответствующем задании поперечной неоднородности поля ветра дают подтверждение приведенных схем циркуляции: циклонической, антициклонической и смешанной. Локальные неоднородности ветра могут быть вызваны неоднородностью подстилающей поверхности (открытая поверхность, камыши, деревья, дюны). Можно предположить, что локальные циркуляции ответственны за аномалии поведения/распределения биохимических характеристик в заливе. Модель требует верификации на более репрезентативных данных ветра в регионе, увеличения пунктов наблюдений и учета дополнительных параметров.

***Процессы разрушения берегов  
(вдольбереговой перенос и волновое воздействие  
на вертикальные стенки и бунные сооружения)***

Практика защиты берегов от размыва насчитывает несколько столетий. Первоначально создавались разнообразные продольные берегозащитные сооружения пассивного типа — волноотбойные свайные стенки, дамбы, каменные бермы, хворостяные заборы [6]. Как показала практика, сооружения жесткой и вертикальной конструкции вызывают волноотбойную силу и приводят к исчезновению относительно широких пляжей в курортных городах и поселках области [7].

В последнее время возобновились работы по восстановлению поперечных защитных сооружений (бун), прообразом которых выступают портовые молы. На песчаных берегах Восточной Пруссии первые буны были сооружены в 1874 г. в корневой части Куршской косы, а их массовое строительство пришлось на начало XX в. [8; 9].

Для моделирования взаимодействия вертикальных продольных стен (габионов) с волной рассматривалось решение одномерного волнового уравнения. Демонстрировалось возникновение обратного движения в области вертикальной стенки с возможным выносом донного материала.

Последующий перенос моделировался рассмотрением гидродинамических уравнений в рамках теории «мелкого моря» с заданием вдольберегового потока. В данной двухмерной модели дополнительно рассматривались прибрежные препятствия, которые могут считаться аналогом бунных сооружений. Исследовались варианты решения свободного обтекания системы бун и варианты расчета циркуляции с дополнительным возмущением в локальных межбунных подобластях.

Моделирование взаимодействия бун с волновым фронтом проводилось в двумерной области. Считалось, что на пути входящего волнового возмущения под произвольным углом

располагались буны, и ставилась задача проследить изменение интенсивности колебания в процессе прохождения заграждений. Задача решалась методом конечных элементов. Параметрами модели были размеры и расположение бун относительно фронта волн. Показано, что эффективность волногашения зависит от фактора дополнительного трения, которое может быть обеспечено подсыпкой материала между бун.

### Список литературы

1. *Рожков В.А.* Методы статистической гидрометеорологии // Географические и геоэкологические аспекты развития природы и общества / ред. Н.В. Каледин (и др.). СПб., 2008. С. 121—132.

2. *Козубская Г.И., Коняев К.В.* Адаптивный спектральный анализ случайных процессов и полей // Физика атмосферы и океана. 1977. Т. 13, №1. С. 61—71.

3. *Брукс К., Карузерс Н.* Применение статистических методов в метеорологии. Л. : Гидрометеоиздат, 1963.

4. *Fisher R.A., Yates F.* Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research. Edinburg: Oliver and Boyd, 1975.

5. *Москаленко Л.В., Голенко Н.Н., Стонт Ж.И.* О характерных временах запаздывания фаз колебаний температуры воды и воздуха в точках на побережье Балтийского и Черного морей // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» : сб. науч. ст. Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта. 2008. Вып. 6. С. 176—179.

6. *Зенкович В.П.* Из зарубежного опыта морской берегозащиты // Природные основы берегозащиты. М. : Наука, 1987. С. 149—153.

7. *Рябкова О.И., Левченков А.В.* Изучение побережья Самбийского полуострова: вклад немецких, советских и российских ученых // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2016. №3. С. 44—70.

8. *Басс О.В.* Воздействие техногенных факторов на морфолито-динамические процессы прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики : дис. ... канд. геогр. наук. Калининград, 2006.

9. *Кнапс Р.Я.* О способах укрепления песчаных берегов // Тр. ВНИИ трансп. стр-ва. 1966. Вып. 40. С. 58—91.

УДК 551.461

**Д. А. Чурин**

*Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН*

**О. В. Рыльков**

*Национальный парк «Куршская коса»*

**Изменчивость уровня Куршского залива  
в районе музея НП «Куршская коса»  
по данным автономного мареографа и модельным расчетам**

Представлены результаты установки и использования нового автоматического самописца уровня и волнения на берегу Куршского залива. Описано устройство и технические параметры установленного мареографа, а также приведены первые результаты изучения уровня Куршского залива в районе музея НП «Куршская коса». Показано, что значительный отклик уровня залива на изменение приземного ветра происходит через сутки, при скорости ветра более 5 м/с. Повышению уровня способствуют нагонные ветра северо-восточного направления, а понижению — сгонные юго-западные ветра. Сопоставление уровня по данным самописца и модельным расчетам показало высокую связь этих параметров. Совместное использование модельных расчетов и натуральных наблюдений позволит существенно расширить представления об изменчивости уровня Куршского залива в районе национального парка.

The article presents the results of installation and use of a new automatic level recorder and waves on the shore of the Curonian Lagoon. The device and technical parameters of the installed tide gauge are described, as well as the first results of studying the level of the Curonian Lagoon in the area of the museum of the NP «Curonian Spit». It is shown that a significant response of the level of the bay to the change in the surface wind occurs in a day, at a wind speed of more than 5 m/s. The rise of the level is promoted by the winds of the northeastern direction, and the decrease by the south-west winds. Comparison of the level from the data of the recorder and model calculations showed a high correlation of these parameters. The joint use of model calculations and field observations will significantly expand the notion of variability in the level of the Curonian Lagoon in the area of the national park.

*Ключевые слова:* Куршская коса, Куршский залив, мареограф, Log\_aLevel, модельные расчеты.

*Key words:* Curonian Spit, Curonian Lagoon, tide gauge, Log\_aLevel, model.

Наблюдения за колебаниями уровня моря необходимы для решения ряда задач и особенно важны при оценке потенциально опасных природных явлений, таких как наводнения, строительстве сооружений, расположенных на побережье. Среди явлений, вызывающих изменение уровня воды, встречаются такие, как: приливные процессы [8], сгонно-нагонные колебания уровня, вызванные ветровыми факторами, сейши и т. д.

Наблюдения за колебаниями уровня в открытом море имеют большое значение при гидрографических исследованиях. Например, с их помощью осуществляется привязка данных промера глубин к определенной уровенной поверхности. Это особенно важно в мелководных районах, где колебания уровня могут быть сопоставимы с измеренными глубинами. Установлено, что высокий уровень моря может увеличивать интенсивность штормовых нагонов [1; 2]. Проблема размыва берега актуальна для территории национального парка «Куршская коса», входящего в список Всемирного наследия ЮНЕСКО.

По оценкам Межправительственной группы экспертов по изменению климата [3; 7], рост уровня Мирового океана по данным мареографов в XX в. составил 1—2 мм/год. С 1993 г. скорость роста уровня увеличилась до 3,1 (2,4—3,8) мм/год [6]. По оценкам [6], рост уровня с 1901 по 2010 г. составил в среднем 0,19 м. Уровень Мирового океана изменяется в разных его районах неоднородно. Абсолютный уровень Балтийского моря растет на 1,3—1,8 мм/год [4].

Благодаря развитию методов спутниковой альтиметрии рост уровня Балтики за последние десятилетия, по данным спутниковых зондирований, составляет около 3,3 мм/год [5]. Средний восходящий тренд уровня в Куршском заливе на гидропосту в г. Клайпеда составил 4,2 мм/год за 1993—2003 гг. [9].

Помимо методов дистанционного зондирования земли, в настоящее время активно развивается математическое моделирование. Некоторые адаптированные гидрофизические модели для балтийского региона распространяются сервисом «Copernicus — Marine environment monitoring service» (<http://marine.copernicus.eu>). Одна из них — HIROMB-BOOS-Model (НВМ). Эта модель помимо Балтийского моря включает в себя и Куршский залив. Она предоставляет такие данные, как: температура воды, соленость, течения, толщина и сплоченность льда, а также высоту уровня моря. Данные доступны в часовом разрешении для узлов регулярной сетки координат. В настоящей работе предпринята попытка сравнения данных об уровне Куршского залива в районе НП «Куршская коса» по данным мареографа и модельным расчетам.

В Куршском заливе основные гидропосты расположены в литовском секторе (Нида, Юодкранте, Клайпеда, Венте).

Установка нового автоматического самописца уровня и волнения на берегу Куршского залива (рис. 1) позволит выявить временные и пространственные особенности колебаний

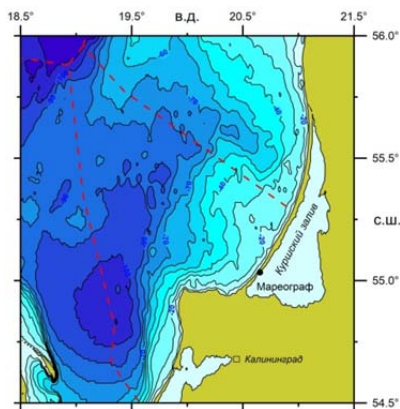


Рис. 1. Расположение уровнемера (черная точка)

уровня, а главное, расширит представления о тенденциях его многолетних изменений. Совместно с функционирующей в музее НП «Куршская коса» автоматической гидрометеостанцией возможно будет получить комплексное представление о гидрометеорологической обстановке в регионе. Применение модельных расчетов может способствовать расширению временного и пространственного охвата данных об уровне в районе Куршской косы.

Измерительный комплекс (мареограф) Log\_aLevel был установлен в районе променада в музее национального парка «Куршская коса» 1 декабря 2016 г. (рис. 2). Оборудование предназначено для автономного высокоточного измерения волнения и уровня воды при помощи ультразвукового датчика. Прибор может работать в различных режимах записи данных (от 1 измерения в сутки до ежесекундного сканирования уровня). Полученная информация записывается на внутреннюю память прибора.



Рис. 2. Наблюдения за уровнем в зимних условиях  
Фото О. В. Рылькова

Ультразвуковой датчик уровня устанавливается над максимальным уровнем воды и измеряет расстояние от места установки до водной поверхности. Изменение этого расстояния свидетельствует о повышении (уменьшение дистанции) и понижении (увеличение дистанции) уровня воды, а также позволяет оценить высоту волнения.

В настоящее время все гидропосты России привязаны к Балтийской системе высот. Однако измерения установленного

автоматического самописца уровня и параллельные наблюдения, выполняемые водомерной рейкой в районе променада сотрудниками парка, проводятся «относительно себя», без привязки к единой системе высот. Для сопоставления данных уровнемера Log\_aLevel с другими гидропостами необходимо провести привязку места установки прибора к Балтийской системе высот.

Прибор настроен на получение данных с максимальным разрешением — 5 измерений в секунду (Гц). При последующей обработке измерений полученные данные усредняются в среднечасовые и среднесуточные значения уровня.

Всего за период с 1 по 31 декабря 2016 г. получено 18 среднесуточных оценок уровня воды в Куршском заливе по данным автономного измерителя Log\_aLevel. Одновременно в этой же точке сотрудниками научного отдела ФГБУ «Национальный парк «Куршская коса» измерялся уровень при помощи водомерной рейки и оценивалась метеорологическая обстановка по данным автоматической станции, расположенной в районе музея.

Среднесуточная дистанция от самописца до поверхности воды за весь период составила 135 см; размах колебаний от 65 (подъем уровня) до 121 см (падение уровня). Максимальный среднесуточный перепад уровня за рассматриваемый промежуток времени составил 40 см.

Моментальные (не усредненные) наблюдения уровня показывают более существенный диапазон изменчивости уровня от 96 до 185 см.

Ввиду того что водомерная рейка измеряет высоту от дна до поверхности воды, а самописец высоту от места установки до поверхности воды, встает задача перехода к единой системе отсчета. Для этого данные самописца были приведены к данным водомерной рейки, т.е. произведен пересчет в высоту водного столба.

Анализируя графики изменчивости уровня, стоит отметить, что в среднем повышение или понижение уровня отме-

чается через сутки после изменения скорости и направления ветра. Наибольшая изменчивость уровня отмечается при достижении скорости ветра более 5 м/с. Например, увеличение среднесуточной скорости ветра с 2,9 (4 декабря) до 7,5 м/с (5 декабря) способствовало росту уровня на 15 см.

Наибольший рост уровня отмечался с 26 по 28 декабря, когда высота водного столба увеличилась на 56 см. В этот период наблюдалось усиление ветра западных румбов (западный, северо-западный) до 12 м/с. В среднем межсуточное колебание уровня составляет 8,5 см. Средняя высота водного столба в декабре достигла 93 см, в январе — 96 см.

Анализ связи уровня и направления ветра показал, что повышению уровня способствуют нагонные ветра северо-восточного направления, а понижению — сгонные юго-западные ветра.

В то же время стоит отметить, что на основе месячных наблюдений за изменчивостью уровня воды и ветром в среднем не установлена значимая связь между этими параметрами и необходимы дальнейшие исследования.

Особенность измерения волнения заключается в том, что пирс находится в достаточно узкой бухте и с обеих сторон ограничен камышами, вследствие чего амплитуда подходящих волн в значительной степени угасает.

В целом за рассматриваемый период амплитуда волнения у пирса, по данным самописца уровня Log\_aLevel, не превышала 15 см, частота колебаний между гребнями составляет 1—2 секунды.

Волнение с наибольшими амплитудами отмечалось 8 декабря. В это время наблюдался сильный ветер западных румбов со среднечасовыми скоростями до 10,7 м/с (в порывах до 21 м/с). Однако волнение было достаточно слабым, и его амплитуда не превышала 13 см.

Для сопоставления данных об уровне по данным мареографа и модельным расчетам был выбран ближайший географический узел из базы НВМ (55.025 с.ш., 20.6806 в.д.) к

уровнемерному посту. Для анализа использован временной ряд с 14:00 01.12.2016 по 10:00 22.06.2017. Результаты сопоставления среднечасовых данных приведены на рисунке 3.

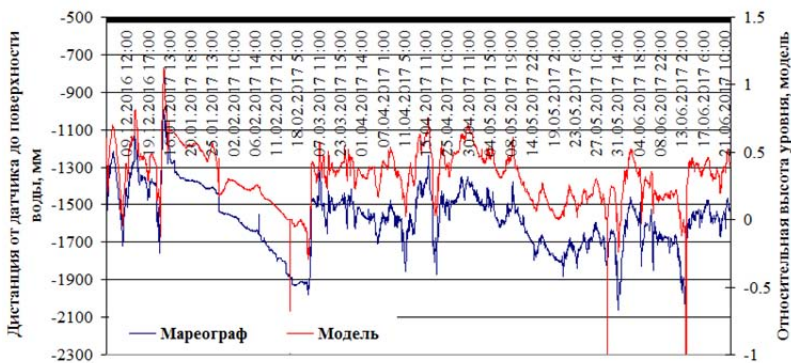


Рис. 3. Сопоставление уровня залива по данным мареографа (синяя линия) и модели НВМ

Анализируя полученный график, можно сделать вывод о том, что модель достаточно детально описывает среднечасовую изменчивость уровня. Коэффициент линейной корреляции Спирмена составляет 0,74, что говорит о высокой связи исследуемых параметров.

### Заключение

Автоматические данные по изменению уровня в российском секторе Куршского залива получены впервые. Учитывая, что за последние 25 лет значительно уменьшился объем информации с метеостанций и постов Гидрометслужбы, измерения вблизи береговой линии с разной точностью и временным разрешением позволит выявить временные и пространственные особенности колебаний уровня, а главное, определения тенденции многолетних изменений.

Полученная высокая связь изменчивости уровня по данным уровнемера и модельным расчетам позволит расширить район мониторинга вдоль побережья Куршской косы, а также изучить ретроспективные данные изменчивости уровня.

### Список литературы

1. *Tebaldi C.* Modelling sea level rise impacts on storm surges along US coasts. *Environ / C. Tebaldi, B. Strauss and C. Zervas // Res. Lett.* 7 (2012) 014032 (11pp) doi:10.1088/1748—9326/7/1/014032
2. *Bobykina V.P.* Winter Storm Activity in 2011—2012 and Its Consequences for the Southeastern Baltic Coast / V.P. Bobykina and Zh.I. Stont // *Water Resources.* 2015. Vol. 42, No. 3. P. 371—377.
3. IPCC, 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis.* Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
4. BACC II Author Team. *Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin,* Springer International, Cham, Switzerland, 2015.
5. Stramska M. Recent multiyear trends in the Baltic Sea level / M. Stramska, N. Chudziak // *Oceanologia.* 2013. 55(2). P. 319—337.
6. IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Synthesis Report.* Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
7. IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report.* Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
8. *Медведев И.П.* Приливные колебания в Балтийском море / И.П. Медведев, А.Б. Рабинович, Е.А. Куликов // *Океанология.* 2013. Т. 53, №5. С. 596—609.
9. *Навроцкая С.Е.* Тенденции изменения уровня моря в лагунах Юго-восточной Балтики / С.Е. Навроцкая, Б.В. Чубаренко // *Океанология.* 2013. Т. 53, №1. С. 13—23.

УДК 502.45, 502.57

**Т. В. Шаплыгина, И. И. Волкова**

*Балтийский федеральный университет им. И. Канта*

### **Геоэкологические аспекты рекреационного природопользования в национальном парке «Куршская коса»**

Рассмотрены особенности рекреационного природопользования в национальном парке «Куршская коса». Представлены результаты многолетних комплексных исследований авторов по оценке геоэкологического состояния природных комплексов Куршской косы, имеющего важное значение при определении возможностей ее рекреационного использования.

Features of recreational nature management in the national park «Curonian Spit» are considered. The results of long-term integrated studies of authors on the assessment of the geoecological state of the Curonian Spit natural complexes are presented, which are of great importance in determining the possibilities for its recreational use.

*Ключевые слова:* Куршская коса, рекреационное природопользование, природно-антропогенная дигрессия, устойчивость, уязвимость.

*Key words:* Curonian Spit, recreational nature management, natural-anthropogenic digression, sustainability, vulnerability.

Ландшафты Куршской косы, сформировавшиеся и функционирующие в контактной зоне суша-море, относят к эоловому прибрежно-морскому типу [1]. Специфика природных условий территории, ее природоохранный статус диктуют особенности как форм рекреационного природопользования, так и их геоэкологических последствий. Это прежде всего высокая степень динамичности природных комплексов, значительная роль рельефа и растительного покрова в их стабилизации, важность антропогенного фактора в восстановлении и поддержании функционального состояния природных комплексов (бежегозащитные, фитомелиоративные мероприятия и др.).

Возможности развития рекреационного природопользования на Куршской косе тесно связаны с природно-рекреационным потенциалом территории. В качестве наиболее значимых его элементов можно отметить:

— полиресурсность (интерес представляет не только многообразие ресурсов, но их сочетания, а также потенциальная доступность ко всем ресурсам);

— высокая рекреационная привлекательность (природные комплексы береговой зоны относятся к категории наиболее привлекательных в рекреационном отношении: краевые эффекты (лес-море, открытые дюнные пески — залив и т. д.), фокусные точки — высокие участки высоких дюн и т. д.);

— возможности (использование рекреационных ресурсов в течение всего года; реализация различных видов рекреационных занятий; использование разных сочетаний рекреационных ресурсов; реализация образовательной деятельности, например, в области экологического туризма) и т. д.);

— потенциально более высокий уровень конфликтности между природоохранным и иными (в том числе рекреационным) направлениями природопользования.

Качество рекреационных ресурсов в прибрежной зоне в значительной мере определяется геоэкологическими условиями территории. Трансформация природных комплексов Куршской косы происходит под воздействием как природных, так и антропогенных факторов (рис.).

Для Куршской косы присуща высокая динамичность природных процессов, имеющих сезонные и годовые колебания. Динамика береговой зоны косы определяется преимущественно ветро-волновой деятельностью и характеризуется чередованием участков размыва и аккумуляции [2]. Эоловые процессы способствуют формированию и развитию аккумулятивных структур косы. Для пониженных участков и призаливных территорий характерно проявление процессов подтопления и заболачивания. Высокая лесистость территории косы предопределяет важную роль в экологическом состоянии лесных природных комплексов фитопатологического фактора.

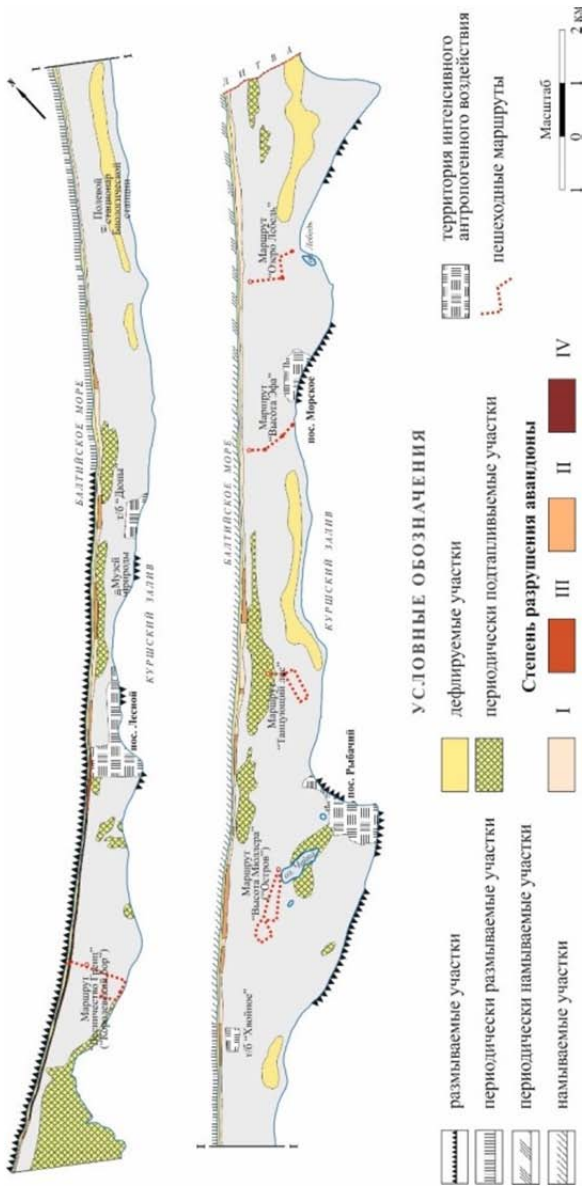


Рис. Схема распределения природных и антропогенных факторов воздействия на природные комплексы Куршской косы

Антропогенный фактор играет двоякую роль в формировании и функционировании природных комплексов косы. Деятельность человека на косе, с одной стороны, носит позитивный характер и выражается в поддержании функционального состояния природных комплексов (ликвидация котловин выдувания, стабилизация отдельных участков аванюны и слабо закрепленных дюнных массивов, проведение лесомелиоративных мероприятий и др.), а с другой — способствует их деградации в результате рекреационного и хозяйственного использования.

Природные и антропогенные воздействия на природные комплексы Куршской косы характеризуются широкой амплитудой значений, в ряде случаев превышающих пределы естественных изменений как отдельных компонентов, так и всего природного комплекса в целом. Отмечающиеся в последние десятилетия активизация ветро-волновой деятельности, возрастание рекреационной активности, загрязнение акватории и побережья Балтийского моря и Куршского залива и др., способствуют деградации природных комплексов, влияют на ход естественных процессов, обостряют противоречия в системе «человек — природа».

При определении возможностей рекреационного природопользования объектов с высокой природной уязвимостью, таких как Куршская коса, важное значение имеют комплексные оценки геоэкологического состояния природных комплексов, уровня их трансформации, способности противостоять меняющимся условиям, потенциала самовосстановления и др.

В результате комплексных исследований, проводимых авторами в национальном парке «Куршская коса» на протяжении последних 20 лет, на основе разработанных оригинальных методик, учитывающих специфику эолового прибрежно-морского типа ландшафта, определены устойчивость и дигрессия природных комплексов косы, выполнена их пространственная дифференциация по данным показателям, что нашло отражение в серии картографических материалов [3—4]. Ме-

тодики позволяют не только оценивать текущее состояние природных комплексов, но и отражают их возможные геоэкологические изменения.

В настоящее время основная часть природных комплексов Куршской косы (около 70 %) относится к категории слабоустойчивых, неустойчивых и сильно неустойчивых, что связано с их структурными особенностями. Это в значительной мере определяет глубину и скорость возможных изменений под действием различных факторов.

Для основной части Куршской косы характерна очень слабая и слабая степень нарушенности природных комплексов (55 и 38 % соответственно), что во многом обусловлено природоохранным статусом территории и регламентированием природопользования в рамках специально отведенных зон.

Рекреационное природопользование на Куршской косе начало развиваться в XIX — начале XX в. В этот период на косе формируется достаточно разнообразная и хорошо развитая для того времени рекреационная инфраструктура. Развитие рекреационной направленности природопользования на косе, сопровождавшееся развитием соответствующей инфраструктуры, продолжалось и после Второй мировой войны.

В настоящее время основная часть территории Куршской косы входит в состав национального парка «Куршская коса», включенного в 2000 г. в Список всемирного наследия ЮНЕСКО. Одним из важных направлений его деятельности является создание условий для регулируемого туризма и отдыха людей. К основным видам рекреационных занятий относятся: загорание и купание, любительское рыболовство, сбор грибов и ягод, экскурсии. Рекреационная деятельность на косе осуществляется в рамках зоны рекреационного назначения.

В национальном парке «Куршская коса» сформировалась хорошо развитая туристско-рекреационная инфраструктура. На его территории расположены объекты размещения, где посетители могут остановиться на длительный срок (базы отдыха, гостиницы, места размещения в частном секторе). Визит-центр «Музейный комплекс» предоставляет своим посетите-

лям необходимую информацию о достопримечательностях, интересных маршрутах, транспорте, местах общественного питания, а также предлагает проведение экскурсий [5]. В его состав входят два основных здания и музей под открытым небом, на территории которого расположены деревня времен эпохи викингов «Древняя Самбия», дендрарий культурных растений, причал с катером, интерактивный комплекс, детский городок и коллекция деревянных скульптур. Для знакомства с природными особенностями Куршской косы на территории национального парка оборудованы пешеходные маршруты: «Королевский бор», «Фрингила», «Высота Мюллера», «Танцующий лес», «Высота Эфа», «Озеро Лебедь» [5]. Снизить уровень воздействия отдыхающих на прилегающие территории позволило оборудование пешеходных маршрутов специальными деревянными настилами. Бесплатные электронные аудиогиды с функцией gps для смартфонов позволяют туристам получать всю необходимую информацию при посещении пешеходных маршрутов.

С целью оптимизации рекреационного природопользования на Куршской косе актуальна модернизация зон рекреационного назначения национального парка с повышением степени их комфортности, включая строительство новых объектов для размещения отдыхающих, организацию современного сервиса и снижение нагрузок на сопредельные с ними территории. Одной из важнейших мер, позволяющих контролировать все аспекты рекреационного природопользования на Куршской косе, является проведение систематического эколого-рекреационного мониторинга, а также регулирование рекреационных потоков. Наряду с контролем интенсивности и направленности рекреационных потоков, состояния рекреационных объектов, информационной составляющей рекреационной деятельности и др., важным представляются геоэкологические аспекты рекреационного мониторинга, так как деструктивные процессы в природных комплексах не только снижают качество рекреационных ресурсов, но и природную ценность объекта.

### Список литературы

1. *Басаликас А. Б.* Ландшафты Литвы. Вильнюс, 1977.
2. *Куршская коса.* Культурный ландшафт / В. И. Кулаков [и др.]. Калининград : Янтарный сказ, 2008.
3. *Шаплыгина Т. В., Волкова И. И.* Природная и антропогенная трансформация ландшафтов и рельефа Куршской и Вислинской кос // Геоморфология. 2013. № 1. С. 95—103.
4. *Шаплыгина Т. В., Волкова И. И.* Современные природно-антропогенные предпосылки трансформации эоловых прибрежно-морских природных комплексов // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2013. № 1. С. 39—46.
5. *Федеральное государственное учреждение «Национальный парк «Куршская коса»* URL: <http://www.park-kosa.ru/>.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Аксенова П. В.</i> Образовательная среда природных заповедников как фактор экологического воспитания: принципы организации и характеристики .....	4
<i>Венгеров П. Д.</i> Мониторинг сроков весеннего прилета и размножения птиц в Воронежском заповеднике .....	11
<i>Горошко О. А.</i> Сохранение балобана — опыт решения проблемы гибели птиц на ЛЭП .....	16
<i>Губарева И. Ю.</i> О редких и охраняемых видах растений луговых сообществ национального парка «Куршская коса» .....	23
<i>Гущин А. В., Полунина Ю. Ю.</i> О необходимости проведения гидробиологического мониторинга литорали балтийского моря Куршской косы .....	42
<i>Ежова Е. Е., Смирнова М. М., Романь Н. М.</i> Токсичность природных вод Куршского залива в период цианобактериальных «цветений» для беспозвоночных и позвоночных организмов.....	48
<i>Ефимова О. А., Мацковский В. В., Краснобаев Ю. П., Краснобаева Т. П.</i> Влияние погодных условий на рост сосны обыкновенной, произрастающей в Жигулевских горах .....	57
<i>Жуковская И. П., Харин Г. С.</i> Грубообломочный каменный материал на пляжах и подводных склонах Куршской косы (распространение, состав, источники, значение).....	64
<i>Конечная Г. Ю.</i> Ботанические исследования в национальном парке «Себежский» .....	72
<i>Муллагулов Р. Ю., Муллагулова Э. Р.</i> Об особенностях семенного размножения редких видов растений флоры национального парка «Башкирия».....	75
<i>Навроцкая С. Е., Стонт Ж. И.</i> О межгодовых колебаниях гидрометеорологических характеристик у побережья Калининградской области в 1975—2015 годах .....	82
<i>Рыльков О. В., Майорова Ю. А., Жуковская И. П., Калина А. А.</i> Куршская коса в аспекте морского наследия .....	88

<i>Смирнова М. М.</i> Осенний бактериопланктон прибрежной части Куршского залива в районе музейного комплекса национального парка «Куршская коса».....	98
<i>Соколов Л. В.</i> Долговременный мониторинг балтийских популяций птиц на Куршской косе.....	105
<i>Стонт Ж. И., Гуцин О. А.</i> Некоторые итоги метеорологического мониторинга на территории национального парка «Куршская коса» .....	112
<i>Чурин Д. А., Рыльков О. В.</i> Изменчивость уровня Куршского залива в районе музея НП «Куршская коса» по данным автономного мареографа и модельным расчетам.....	120
<i>Шаплыгина Т. В., Волкова И. И.</i> Геоэкологические аспекты рекреационного природопользования в национальном парке «Куршская коса».....	128

*Научное издание*

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ,  
СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ  
И КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ  
ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ РОССИИ

Сборник материалов  
всероссийской научно-практической юбилейной конференции,  
посвященной 30-летию национального парка «Куршская коса»

Составитель  
**Жуковская** Ирина Петровна

Редактор *Н. Н. Мартынюк*. Корректор *Н. Н. Генина*  
Верстка *Л. В. Миловидовой*

Подписано в печать 9.10.2017 г.  
Формат 60×90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. печ. л. 8,6  
Тираж 100 экз. Заказ 222

Издательство Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта  
236022, г. Калининград, ул. Гайдара, 6