

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «КУРШСКАЯ КОСА»

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

Сборник научных статей

Выпуск 4

Издательство
Российского государственного университета им. Иммануила Канта
2006

УДК 502.4(407.26)
ББК 28.088л64(2Рос-4К2г)
П 78

П 78 Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: Сборник научных статей. Вып. 4 / Сост. О.В. Рыльков, И.П. Жуковская. — Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2006. — 211 с.

ISBN 5-88874-733-5

В четвертый выпуск сборника статей по проблемам изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса» вошли статьи, подготовленные по материалам исследований, проводимых на территории парка в период 2003—2005 гг.

Статьи посвящены проблемам и перспективам развития национального парка, а также предоставляют информацию о текущем состоянии научных исследований на его территории. Работы выполнены специалистами научно-исследовательских и образовательных учреждений Калининграда и Санкт-Петербурга.

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

ISBN 5-88874-733-5

© Коллектив авторов, 2006

Р.В. Абрамов

(Атлантическое отделение Института океанологии
им. П.П. Ширшова РАН)

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОСЕНИ 2005 ГОДА В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Резюме: По собственным (музейное судно «Витязь») ежедневным измерениям и принятым (Bracknell) картам рассматривается последовательность процессов осеннего календарного (сентябрь—ноябрь) сезона 2005 г. в регионе и отчасти над северной частью Атлантического океана. Применяемые методы численных оценок подробно излагаются и обсуждаются. Показано, что исследуемый период отличается устойчивым выносом воздуха над Юго-Восточной Балтикой с юго-запада на северо-восток, не наблюдавшимся в течение последних 12 лет.

Resume: By own (museum vessel VITYAZ) daily measurements and received (Bracknell) maps the successivity of processes is scrutinized at the region of Curonian spit and the North Atlantic Ocean partly during autumn calendar (September-November) season of 2005. The used methods of numerical estimating are elucidated and discussed detailed. It is shown that stable transit of air has been existed over the South Eastern Baltic Sea from South West to North East direction during the period of investigation was not observed the last 12 years.

Постановка задачи. Анализу обычно предшествует интуитивное представление, основанное на бессознательном суммировании собранных собственных ощущений и чьих-то высказываний за некоторый отрезок времени. Если мы готовы присвоить полученному результату эпитет «необычного», можно попытаться сравнить это с чем-то вроде эталона, выразив по возможности и то и другое с помощью цифр. Тогда мы как будто меньше заслуживаем упрека в субъективности.

Материал и методика. Сообщение основано на данных лаборатории морской метеорологии АО ИО РАН, полученных с участием автора. Это ежедневные близполуденные (09 UTC¹) измерения с борта музейного судна «Витязь», стоящего у стенки в центре города ниже эстакадного моста (54,7°с. ш., 20,5°в. д.), ежедневные за 00 UTC приземные синоптические карты метеоцентра Bracknell (Великобритания), а также еженедельные и помесечные обобщения указанных данных.

В измерениях «Витязя» используются данные о температуре воздуха (t_a), с синоптических карт снимаются географические координаты и значения давления в центре североатлантических антициклонов и циклонов — $\varphi_N^{\circ}\lambda_N^{\circ}P_N^{\circ}$ и $\varphi_L^{\circ}\lambda_L^{\circ}P_L^{\circ}$ соответственно. Это Азорский антициклон и Исландская депрессия — североатлантические центры действия атмосферы, ЦДА. Такая же процедура прodelывается в отношении локально-определяющих центров Юго-Восточной Балтики.

Основным материалом для анализа служат месячные средние по календарным месяцам. Это сентябрь, октябрь, ноябрь 2005 г. Они сравниваются со средними за предшествующие 11 лет (1994—2004). При описании и обобщении используются усовершенствованные (недавно разработанные) диаграммы циклоничности [1], помесечные оценки интегрального переноса над регионом, вычисленные по данным о локально-определяющих центрах над регионом [2] и оценки переноса над приевропейской Атлантикой, рассчитанные на основе данных о центрах действия. Те и другие описываются идентичными выражениями. Это результирующее направление переноса (выноса) β° и его интенсивность (напряженность) α ньютон/м·м².

$$\beta = \operatorname{atg}(\Delta\lambda_q / \Delta\varphi) \pm 90^{\circ} \text{ (если } \Delta\varphi \leq 0, \text{ берется знак «+»);}$$

$$\alpha = \Delta P / \sqrt{\Delta\varphi^2 + \Delta\lambda_q^2},$$

где $\Delta P = P_N - P_L$, $\Delta\varphi = \varphi_N - \varphi_L$, $\Delta\lambda_q = (\lambda_N - \lambda_L) \cdot \operatorname{Cos}(\varphi_N + \varphi_L)/2$.

¹ Всемирное время; 09 UTC соответствует 12 ч «зимнего московского» времени.

На диаграммах циклоничности в их современном виде представлена календарная последовательность определяющих центров высокого Н, низкого L1, низкого L2 давления и малоградиентных полей m, включая малоградиентное поле вблизи соответствующего центра mc или поле типа седловины md. На рисунке 1 приводится ключ к диаграммам, а в «шапке» диаграмм имеются сведения о фазах Луны, параметрах положения ЦДА и суммах измеренного на «Витязе» за месяц солнечного тепла.

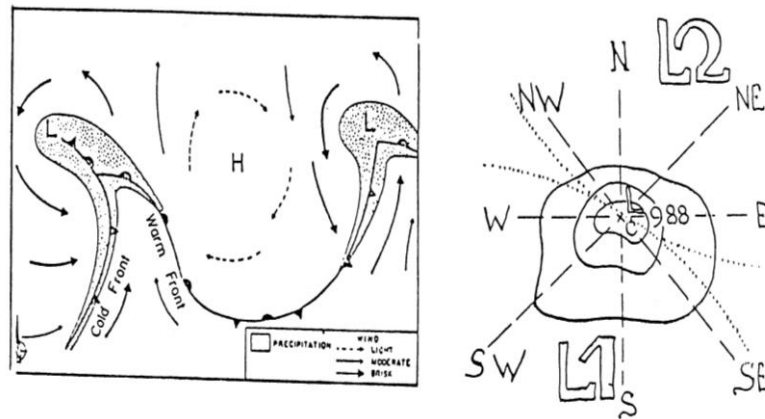


Рис. 1. Ключ к диаграммам циклоничности:
слева — конфигурация систем высокого (Н) и низкого (L) давления по У. Дж. Ричардсону (W.J. Richardson, 1986), с фронтами, осадками и ветрами, типичная для умеренных широт;
справа — условно изображены изобары центра (с) низкого давления (L988). Если мы находимся на западе, юго-западе, юге и юго-востоке от центра (W, SW, S, SE) — это область L1; если на нас влияет северо-западная, северная, северо-восточная или восточная периферия циклона (NW, N, NE, E) — это область L2

Циркуляционный календарь. 29 августа — 4 сентября регион находился в Az-поле с центрами 1025—26, 1028, 1028—

28, 1027, 1029, 1034 гПа, в основном в окрестностях Балтийского моря от нижней Вислы — Южной Швеции до Рижского и Финского заливов (30-го над Тиссой). Температура воздуха $19,4 \pm 0,8^2$. Из трех летних месяцев самым теплым был июль — 21,4; в августе — 18,6, в июне — 16,9 — по близполуденным измерениям на «Витязе».

5—11 сентября — самый теплый ($21,4 \pm 3,0$) семидневный интервал после 11—17 июля, когда в воздухе было $23,2 \pm 3,0$. В первой половине периода Куршская коса находилась на С и СЗ от центров 1027, 23, 22 (Варшава, верховья Днестра, Украинские Карпаты), во второй половине периода — в малоградиентных полях. Оставалось сухо: 64 ± 12 % относительной влажности.

12—18 сентября Куршский регион находился под перемежающимся влиянием Zn 1008 гПа над Ср. Одером, Az-поля, центров 984, 976, 975, 998 (Норвежское море, Карелия, В часть Баренцева моря, Смоленск) и Az 1030 в р-не FASTNET-SOLE³. Атмосферное давление $1013,8 \pm 7,8^4$ четыре раза менялось с межсуточными перепадами более 10 гПа; река Преголя трижды меняла направление течения и остановилась. Температура воды и воздуха по сравнению с предыдущей неделей понизилась на 1 и на 5 и стала, соответственно, 19,1 и 16,0, влажность колебалась от 92 до 57 %. В подсыхающих лужах — рыхлый слой березовых семян.

19—25 сентября регион был в Az-поле: 1030 над Берлином, двухцентровый 1026 к югу, два дня малоградиентных полей, 1030 между Минском и Вильнюсом, 1029 над Смоленском, 1030 над Москвой. Температура воздуха и воды $15,2 \pm 1,0$ и $16,3 \pm 0,3$. Видели цветущий шиповник и анемону.

² Здесь и далее температура воздуха и воды приводится в градусах Цельсия.

³ Номенклатура районов приевропейской части Атлантического океана и Балтийского моря по [3].

⁴ Здесь и далее атмосферное давление приводится в гПа.

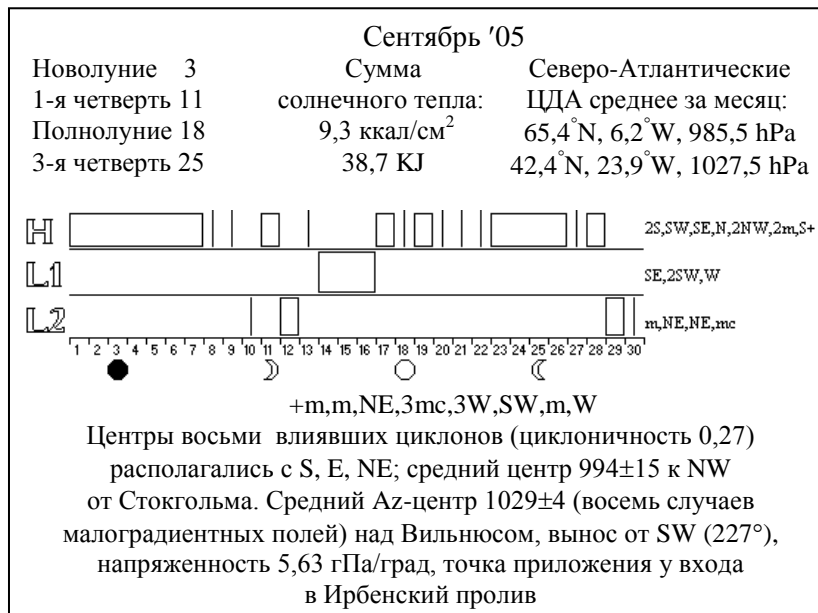


Рис. 2. Наблюдения за сентябрь

26 сентября — 2 октября (рис. 2) восточноевропейский Az 1035—1030 смыкался с Азорским 1028—1041, и на их общем гребне возникали неглубокие (1019 над Сев. Адриатикой 29-го) циклоны, глубокие атлантические центры 966—77—88 шли NE путями. Регион оставался в малоградиентных Az-Zn-полях повышенного давления. Температура воды и воздуха понизилась: 16,0±0,3 и 15,4±2,8. Опадают плоды конского каштана и черного ореха. В сентябре было 8 дней с дождями, сумма 28,5 мм, температура воздуха по близполуденным измерениям 17,6±3,3 (по ежечасным значениям, снятым с лент термографа, 16,2±4,0).

3—9 октября (рис. 3) было ясно и солнечно. Регион пребывал «под антициклональной шапкой». Вначале это было m-поле типа седловины, затем влияющий центр последовательно смещался на восток: 1033 GERMAN BIGHT, 1036 Каттегат, 1034 Вильнюс, 1035 р. Припять, 1037 у Валдайских высот,

1039 над Ярославлем. Высокое атмосферное давление $1030,7 \pm 3,1$ менялось слабо, температура воздуха $14,0 \pm 1,3$ колебалась согласно с давлением. Утром 8-го в р-не дачного поселка Стрельня на траве наблюдали иней.

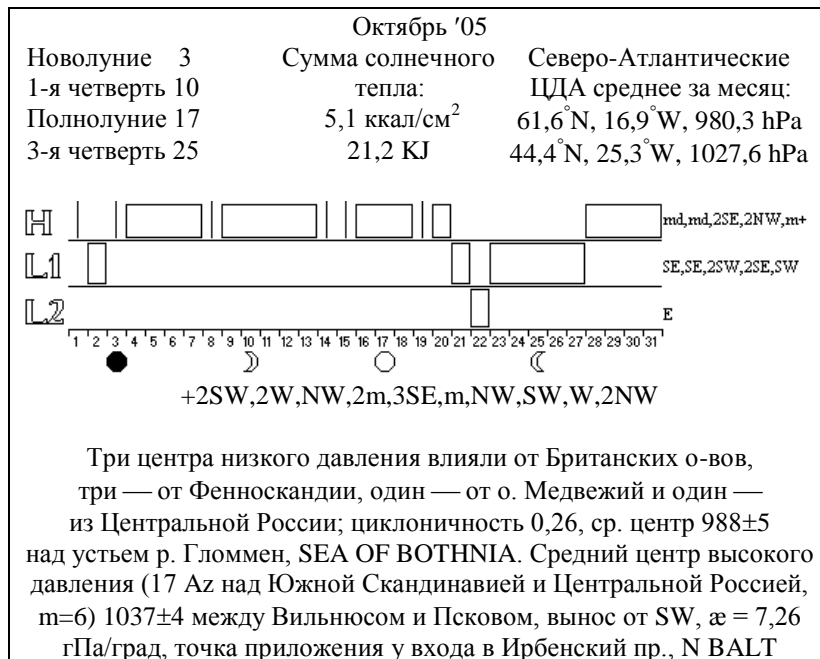


Рис. 4. Наблюдения за октябрь

10—16 октября район Куршской косы продолжал оставаться в Az-полях, но влияние центров 1039 Москва, 1041 Смоленск, 1040 нижняя Ока, 1039 Ярославль — Н. Новгород сменилось 14—15-го малоградиентным полем с ложбиной от Zn 1003—1008, который 15—16-го быстро проследовал на SE; 16-го Az 1041 к СВ от Осло. Ход атмосферного давления описал синусоиду с периодом ~6 сут. Температура воды и воздуха понизилась, ср. 12,2 и 13,2 соответственно. Над Балтийском 14-го пролетали с севера скопления птиц. Появились грачи.

17—23 октября часть периода сохранялись Az-влияния: 1039—34 над Осло, Az-m 1026 над Припятью; 21—23-го циклоны 994, 987, 987 Средняя-Южная Швеция, р-н DOGGER, Южная Финляндия. Температура воздуха стала 10,5. Над Северной Атлантикой 4 дня отсутствовали традиционные центры действия атмосферы — Исландский минимум и Азорский максимум: над Гренландией и Исландией мощный Az, на юге малоградиентное перемежающееся поле, вдоль 3-СЗ берегов Европы — глубокие циклоны. Золотая осень. Листопад.

24—30 октября влияние Zп 992 — Верхняя Пинега, 981 из р-на BAILEY, 983 Осло — Карлстад, 993 оз. Селигер; 4 дня с осадками, сумма 24,3 мм; затем Az 1033 над Финским заливом, 1043 Смоленск — Рязань, 1044 Брянск сопровождалась резкими межсуточными колебаниями; давление $1020,6 \pm 11$, уровень в реке 0 ± 25 см, температура воздуха $6,7 \pm 3,7$, ветер всех четвертей, кроме южной. Три последних утра — иней, днем на безоблачном небе яркое солнце. По близполуденным измерениям средняя температура воздуха за октябрь $10,7 \pm 3,7$; по ежечасным значениям $t_a = 10,0 \pm 3,9$. Средняя скорость измеренного ветра $2,6 \pm 1,8$ м·с⁻¹.

31 октября — 6 ноября регион, по существу, весь период оставался под влиянием мощного Az 1039—1037—1033—1035 над центральной частью ЕТР. Температура воздуха по сравнению с предыдущей неделей повысилась и стала $7,2 \pm 1,0$, разность $t_a - t_w$ в среднем за период стала положительной. Золотая осень и листопад продолжаются.

7—13 ноября Куршская коса находилась в поле повышенного (1026 ± 3 гПа) давления на границе между путями транзитных циклонов от Британии — Исландии (ср. центр 983 ± 12 66°N , 2°E) на северо-восток и располагавшимся над Центральной Европой — центром ЕТР малоподвижным Az 1034 ± 2 , $50 \pm 2^\circ\text{N}$, $27 \pm 11^\circ\text{E}$ (Львов — Киев). Температура воздуха и воды повысилась в среднем до 8,1 и 7,4. Ежедневно отмечались

туманы и дымки, влажность 98 ± 6 %. Сплошные слоистые и высокослоистые облака почти не рассеивались. В кронах городских деревьев стали хорошо видны пучки омылы: листва опала более чем наполовину.

14—20 ноября характер процессов над регионом изменился. С 14-го по 16-е влияли центры 967 — из Норвежского моря, 972 — из ЮЗ Скандинавии, 990 — непосредственно из ЮВБ. Давление упало на 29 гПа (ср. 1008 ± 12), температура воздуха сохранялась 5—6. Во второй половине периода в тылу циклонов 989 над Санкт-Петербургом, 990 — над Беломорском, 1015 — над центральной Балтикой, температура воздуха понизилась до $-0,2$ (ср. $2,9 \pm 2,7^\circ$), и дождь перешел в снег, пять дней с осадками, сумма 11,5 мм. Воздух в среднем значительно (на 4,5) холоднее воды, все время дымки, относительная влажность 94 ± 6 %. Осенний пейзаж уступил место зимнему.

21—27 ноября в середине периода атмосферное давление (ср. $1015,8 \pm 16,0$) упало за двое суток на 35 гПа, температура воздуха от 2,0 до $-0,2$ и далее до $-0,8$ (ср. $0,6 \pm 1,0^\circ$). Резкие изменения произошли при переходе от Az 1039 над Южной Балтикой к Az 1036 над Средним Днестром, после чего Zn-влияния 981—978 GERMAN BIGHT и 997 между Прагой и Краковом (первые два дня малоградиентные Zn- и Az-поля). Листопад почти закончился, остались листья на дубах и некоторых кустарниках.

28—30 ноября сохранялись циклонические влияния: 991 из SE BALTIC, 982 SEA OF BOTNIA, 982 из ЮВ части Норвежского моря. Дул умеренный (4—6 м/с) ветер от юго-запада, температура воздуха 1,5—0,5, давление повышалось: 991—1006 гПа. Средняя по близполуденным измерениям скорость ветра в ноябре $2,7 \pm 1,7$ м/с, температура воздуха $4,3 \pm 3,7$. По ежечасным значениям средняя $t_a = 4,4 \pm 3,9$ (рис. 4).

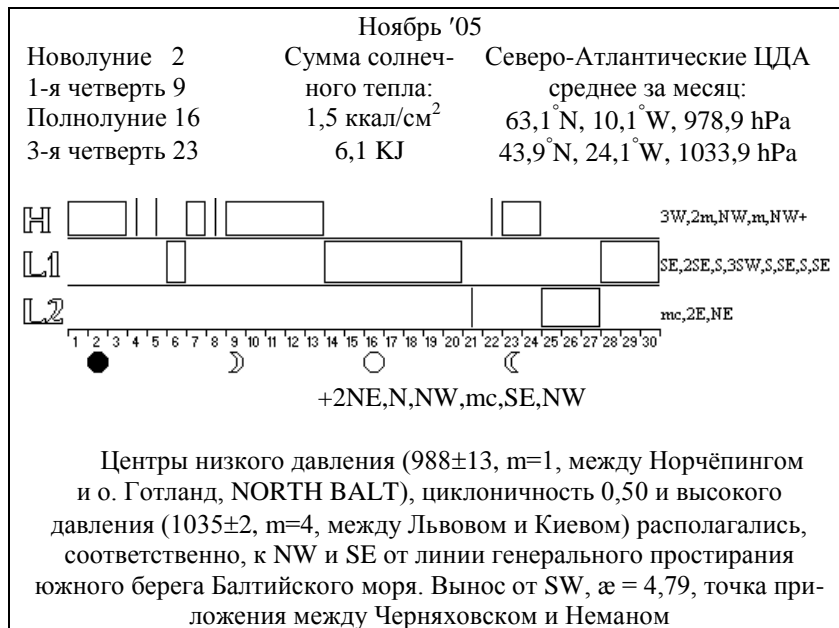


Рис. 4. Наблюдения за ноябрь

Сезонная и годовая температура региона. Наиболее теплый сентябрь (16,5) был в 1999 г., наиболее теплые октябрь (12,0) и ноябрь (6,9) — в 2000 г., в итоге этот год отличался самой теплой (10,5) за последние 11 лет осенью, к которой приближается осень 2005 г. — 10,2. Холодная осень (6,7) отмечена в 1998 г., средняя температура ноября оказалась ниже нуля: -1,9.

Ход температуры воздуха в осенние месяцы 2005 г. отличался одинаковыми значениями отрицательного приращения от сентября к октябрю и далее от октября к ноябрю: три точки лежат на одной прямой, помимо 2005 г. такой простой ход отмечался в 1997 и 1998 гг., а также в среднем за десятилетие 1995—2004 гг. (рис. 5).

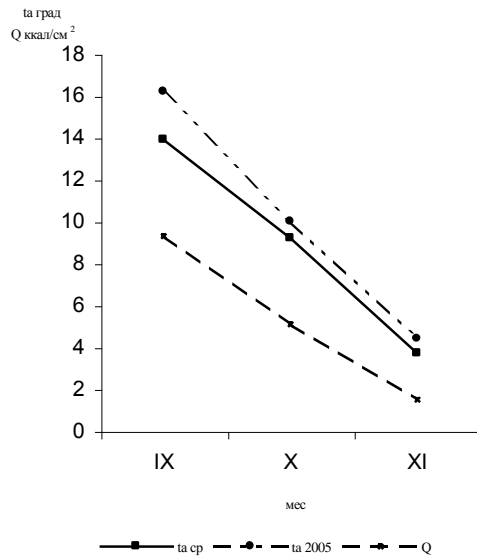


Рис. 5. Температура воздуха t_a (°C) и суммарная солнечная радиация Q (Ккал/см²) осенью (IX-X-XI) 2005 г. и температура воздуха за десятилетие 1995—2004 гг. Измерения музейного судна «Витязь» (54,7°N, 20,5°E)

Искажающие циркуляционные флуктуации взаимно погашаются, остается влияние основного фактора, которым является суммарная солнечная радиация, последовательные месячные суммы за IX, X, XI составляют 38,7; 21,2; 6,1 Кдж (9,3; 5,1; 1,5 Ккал/см²). Управляющим воздействием является высота Солнца. Значения полуденной высоты Солнца на 15-е число месяца образуют линейную последовательность: 57,7°; 46,2°; 36,7°. Другими словами, ход температуры воздуха в регионе в осенние месяцы 2005 г. управлялся «чистым» климатическим факто-

ром: географической широтой места. Примечательно, что региональная средняя осенняя температура: $t_a = 1/3 (IX+X+XI) = 8,9$ — весьма близка к средней годовой 8,7 («Витязь», Вислинский залив) и 8,6 — (биостанция в Рыбачьем, Куршский залив).

Циркуляционные особенности региона осенью 2005 г. Из 91 дня календарной осени 21 день приходится на малоградиентные поля. На спектрах диаграмм циклоничности они изображены отдельными линиями. В основном (18) это поля повышенного давления с циркуляцией по часовой стрелке, т. е. антициклональные. В сентябре их 8, в октябре 6, в ноябре 4. Всех случаев антициклональных полей 60, т. е. на них приходится 2/3 сезона. Случаев полей Zn-т немного: 2 в сентябре, 1 в но-

ябре; всего циклонических полей 8 в сентябре, 8 в октябре и 15 в ноябре. Это отражается в значениях коэффициента циклоничности K_z : 0,27—0,26; 0,50. В целом по осеннему сезону 2005 г. $K_z = 0,34$. Переमेжаемость полей противоположного знака была в целом невысокой и происходила в течение месяца 5 (IX, XI) — 4 (X) раза, что отражалось в диаграммах циклоничности.

Наибольший измеренный ветер не превышал так называемого свежего по шкале Бофорта: 250°, 7,1 м/с (от ЗЮЗ, 15 сентября), 270°, 8,4 м/с (от З 25 октября), 240°, 6,5 м/с (от ЗЮЗ 15 ноября). Это отразилось в средних по модулю значениях: $2,4 \pm 1,4$ м/с (IX), $2,6 \pm 1,8$ м/с (X), $2,7 \pm 1,7$ м/с (XI) — и в слабой устойчивости результирующего направления ветра, несколько увеличившейся к концу сезона: 28°, 0,35 (IX), 54°, 0,16 (X), 19°, 0,58 (XI). Отметим, что направление результирующего ветра (куда дует) — неизменно 1-го квадранта: на ССВ, СВ, ССВ, т. е. от юго-юго-запада и юго-запада. Он дул в передних частях немногочисленных циклонов, находившихся в общем на северо-западе и по перифериям антициклонов с центрами в центре ЕТР, на юго-востоке.

Изменения в течение сезона происходили. Средний центр локальных Az находился в сентябре на континентальной границе региона ЮВБ у Вильнюса, Zп-центр был на юге Скандинавии у Стокгольма, виртуальный центр приложения располагался у входа в Ирбенский пролив, Центральная Балтика. В октябре эта система незначительно смещается на северо-восток, точка приложения по-прежнему вблизи Ирбенского пролива, напряженность выноса по сравнению с сентябрем возрастает наполовину. В ноябре напряженность выноса возвращается к сентябрьским значениям, а точка приложения смещается на юг почти по меридиану и оказывается на восточной границе региона. В целом вынос приурочен к центральной части акватории, к ее восточному берегу, и сохраняет поразительное постоянство направления: строго на северо-восток, $\pm 5^\circ$.

Параметры переноса над северной частью приевропейской Атлантики определяются локализацией и интенсивностью североатлантических ЦДА. Центр Азорского Az располагается

вблизи своего номинального положения, к северо-востоку от Азорских о-вов. Центр Исландского Zп также находится вблизи своего среднего положения (осенью оба центра действия смещаются на северо-восток). Центр приложения приближается к Британским островам. Напряженность выноса над Атлантикой стабильнее, чем над Балтикой, и численно меньше: 1,66; 2,64; 2,63 против 5,63; 7,26; 4,79 нм^{-3} . В отличие от локального Балтийского, Северо-Атлантический перенос имеет южную составляющую (рис. 6).

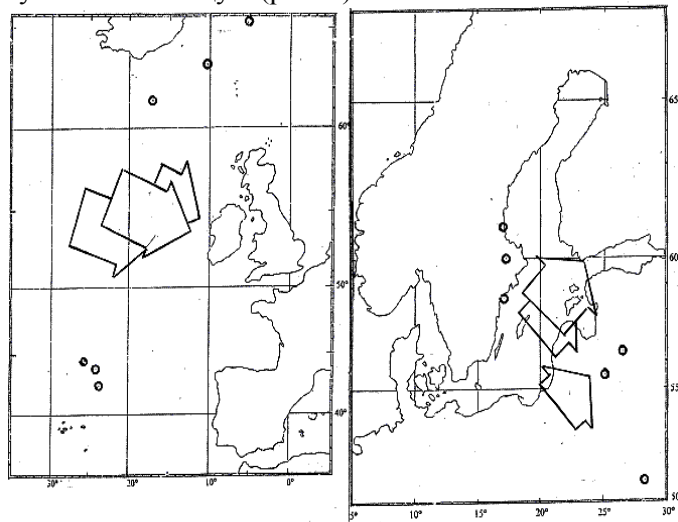


Рис. 6. Направленность β и напряженность α осеннего выноса в 2005 г.: IX, X. Над Атлантикой с углублением осени стрелка выноса смещается на юго-запад, а в ноябре возвращается на северо-восток.

Над Юго-Восточной Балтикой от сентября к октябрю и затем к ноябрю смещение происходит в обратной последовательности: на северо-восток, затем на юго-запад. Направление выноса β в обоих случаях практически сохраняется, над Атлантикой 114, 106, 113°, над ЮВБ 47, 43, 49°

Едва ли аналогичная устойчивость в течение сезона ($110 \pm 5^\circ$) является первопричиной отмеченной выше локальной устойчивости. Получается (считая надбалтийский поток частью Северо-Атлантического), что дочерняя балтийская ветвь

осенью 2005 г. отклоняется от материнского атлантического потока на величину $\sim\pi/3$.

Сравнение данных осеннего сезона 2005 г. со средними данными этого же сезона за предшествующие 11 лет (1994—2004) [2] обнаруживает сходство общей картины наряду с некоторыми особенностями. Сохраняются южная составляющая в атлантическом потоке с запада на восток и северная составляющая в его балтийской ветви. Параметры атлантического потока β и α остаются стабильными: $103^\circ, 2,56$; $107^\circ, 2,41$; $98^\circ, 2,71$, однако виртуальный центр приложения отступает от Британских островов на запад в океан и опускается к югу. О внутрисезонном изменении его локализации судить трудно (рис. 7).

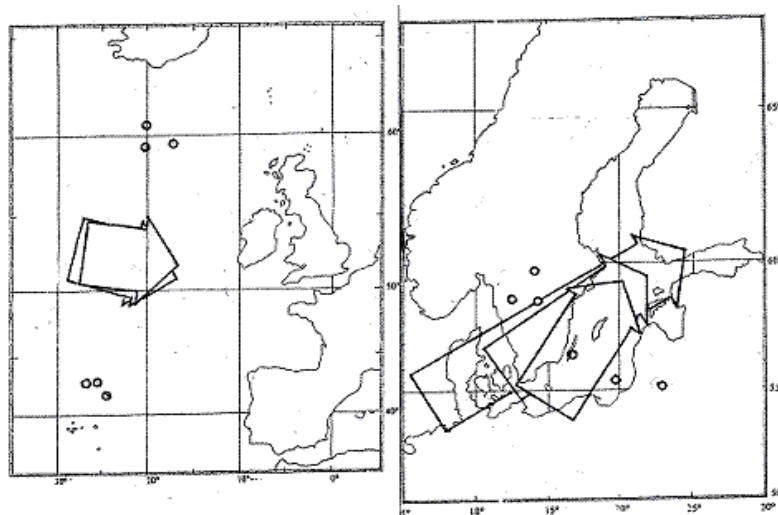


Рис. 7. Направленность и напряженность среднего за 1994—2004 гг. осеннего (IX, X, XI) выноса над Северной Атлантикой (слева) и над Юго-Восточной Балтикой (справа) показаны стрелками; кружочки обозначают среднее положение центров высокого (группируются к югу) и низкого (группируются к северу) давления; стрелки перпендикулярны линии, соединяющей центры, и расположены в естественной последовательности: сентябрю на обеих схемах соответствует нижняя стрелка, которая над Балтикой неинформативно длинна в силу «чрезмерного» сближения осредненных центров

Параметры среднего за 11 лет балтийского переноса в течение осеннего сезона неустойчивы: 56° , 8,64; 54° , 5,02; 33° , 4,27 — в сентябре напряженность выноса вдвое больше, чем в ноябре, сентябрьское значение «выскакивает». В то же время нельзя не заметить последовательный разворот потока от сентября к ноябрю с увеличением северной составляющей. В целом при сохранении генерального направления вдоль акватории моря вынос «прижимается» к западному берегу. В среднем выводе разность азимутов атлантического и балтийского потоков уменьшается и становится 55° (в 2005 г. было 65°).

Остается неясность по поводу большего значения напряженности выноса над Балтикой, чем над Атлантикой. Формально $\alpha = \Delta p / \Delta S$, однако очевидно, что в системе Азорский максимум — Исландский минимум между параллелями 40° и 60° с. ш. в движении участвует значительно бóльшая масса, чем над Балтийским морем в его локальной системе центров на предпочтительных параллелях 55° и 60° . Кроме того, предельному случаю сближения Az- и Zп-центров (в результате осреднения) формально соответствует стремящаяся к бесконечности напряженность выноса, тогда как никакого выноса не происходит: давление вблизи данной точки колеблется, что означает перемежаемость восходящих и нисходящих истоков.

Последовательность направлений интегрального выноса над Балтийским морем в осенние сезоны отдельных лет и за год в целом взаимного соответствия не обнаруживает. За год в целом, кроме 1995 г., интегральный вынос всюду от SW⁵. В отдельные годы, если не считать 2005 г., нет осеннего сезона, где бы три месяца подряд происходил вынос от SW. Эта особенность уже упоминалась, но не акцентировалась. Более того, на интервале 1994—2005 гг. не обнаруживается одинаковых сочетаний⁶. Локализация центра приложения в отдельных рай-

⁵ В Атлантике на интервале 1995—2004 гг., кроме 1999 и 2000 гг. (WNW), всюду W.

⁶ Число A различных сочетаний с повторением из k элементов по r определяется как $(k+r-1)!/r!(k-1)!$, в нашем случае $f_k^r = 120$.

онах Балтийского моря по годам указывает на его миграцию из центральной части моря в район проливов и возвращение через южную часть моря в Центральную Балтику через 6—7 лет.

Начало осеннего (IX) сезона вдвое разнообразнее его окончания (XI); сентябрь, по-видимому, «задающий» месяц, однако для описания циркуляционных особенностей более информативна формулировка типа «наиболее теплому году соответствует осень SW·S·S с центром приложения THE BELTS&SOUND, наиболее холодному году соответствует осень NE·W·W + SE BALТ».

PS. Циркуляционная картина над Северным полушарием в сентябре-ноябре 2005 г., особенно над крайним севером России, характеризовалась в целом более низкой (500-мб) поверхностью и более низким давлением на уровне моря. Над океанами более сильный западный перенос сместился в высокие широты. Над восточной частью Атлантического бассейна субтропический гребень был необычно силен, а высота средней тропосферы и давление на уровне моря были выше нормы. Эта картина в целом типична скорее для лета, чем для осени [5].

Список литературы

1. *Абрамов Р.В., Стонт Ж.И.* «Витязь» и «Балтийская коса». Погода и экологическая обстановка 1997—2002 гг. Данные лаборатории морской метеорологии АО ИО РАН / Отв. ред. Е.В. Краснов. Калининград: Изд-во КГУ, 2004.
2. *«Витязь»-2004:* Гидрометеорологические наблюдения / Атлантическое отделение Ин-та океанологии РАН; Музей Мирового океана. Калининград, 2005.
3. *Admiralty List of Radio Signals.* Vol. 3. 1994/95. Taunton — Somerset / 390 pp (W4, W5).
4. *«Витязь»-1999:* Гидрометеорологические наблюдения / Атлантическое отделение Ин-та океанологии РАН; Музей Мирового океана. Калининград, 2000.
5. *Wagner A.J.* Mean circulation Highlights and Climate anomalies September through December 2005 // *Mariners Weather Log.* Vol. 50. № 1. Apr. 2006. P. 69—71.

Р.В. Абрамов, О.А. Гуцин, Ж.И. Стонт
(Атлантическое отделение Института океанологии
им. П.П. Ширшова РАН)

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗНОМАСШТАБНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕРЯЕМОГО ВЕТРА В НОВЫХ УСЛОВИЯХ

Резюме: Данные о ветре на Куршской косе относятся к достаточно давним: 1928—1938 гг. (Клайпедский бриз), однако до последнего времени точек измерения ветра на морском берегу не было. Ситуация изменилась в декабре 2003 г., когда на нефтедобывающей платформе, известной как Д-6 и расположенной в 12 морских милях от центра Куршской косы, появилась автоматическая метеорологическая станция. Описывается и исследуется «южный» циклон 9 августа 2005 г. на интервале 17—19 ч местного времени по измерениям скорости и направления ветра каждые 30 с. Рассматриваются три различных масштаба: шторм, шквал, порыв, длящиеся, соответственно, в течение часов, минут, секунд (≥ 30 с). Высказывается предположение, что порывы, в отличие от шквалов, не всегда связаны с мощными кучевыми облаками и имеют иную физическую природу.

Resume: Some data Curonian spit winds about are so much ancient as 1928—38 (Klaipeda breeze) but measuring points until recent are not disposed on sea shore. Situation became different in Dec 2003 when automatic meteorological station was established aboard oil-platform known as D-6, 12 s.m. from Curonian spit center. “South” cyclon of 9 Aug 2005 is described and investigated on 17—19^h LCT interval by velocity and direction wind measurements every 30 seconds. The three wind scales are examined namely storm, squall, rush that lasting by hours, minutes and seconds ($\leq(\geq 30 \text{ c}30^s)$) respectively. Different vorticity nature of rushes from squalls that being connected with Cumulus congestus not always is suggested.

Измерения ветра на Куршской косе ведутся несколько десятилетий; имеются сведения об исследованиях бризов на станции Клайпеда-морская в 1928—1938 гг. [1]; в настоящее время они выполняются по крайней мере в четырех точках: Клайпеда, Нида, Рыбачий, Музей национального парка

«Куршская коса» на 14-м км Зеленоградского шоссе. С точки зрения природных условий Куршская коса — единый объект; данные измерений, в принципе, доступны и за тот или иной промежуток времени анализируются и публикуются [2; 3]. Перечисленные пункты измерений находятся в большем (Рыбачий, Нида) или меньшем (14-й км, Клайпеда) удалении от моря.

Формально на морском берегу находятся пункты Таран, Донское, Балтийск. Но, во-первых, это уже не Куршская коса; кроме того, измерения ветра вблизи оконечностей суши (мысов) обладают весьма небольшим радиусом репрезентативности. Они имеют и меряют собственный ветер, что, между прочим, относится и к Клайпеде, расположенной вблизи конца Куршской косы. О том, какой ветер дует в море возле косы, было известно лишь от случая к случаю из судовых наблюдений. В последнее время некоторые из них публикуются в отчетах музейного «Витязя» (см. список литературы).

Наконец, совсем недавно рядом с центральной частью Куршской косы на расстоянии от нее 12 морских миль появилась стационарная точка регулярных измерений ветра. Роль этого факта в повседневной жизни косы и особенно его значение для ее будущего трудно переоценить (мы продолжаем рассматривать Куршскую косу как неповторимый по своим уникальным природным условиям, а также по уязвимости вненациональный объект). Названная точка измерений расположена на платформе, известной под названием Д-6¹. В ноябре 2003 г. на платформе были начаты непрерывные измерения ветра², региональный ветровой режим 2004 г. обсуждался в [4]; новые данные вписались в общую картину удовлетворительно.

¹ МЛСП Д-6, морская ледостойкая платформа; предназначена для добыwania нефти, является также начальным пунктом ее транспортировки по трубопроводу, уложенному на дно моря [5].

² Автоматическая г/м станция МиниКРАМС-4 с анемометром и флюгером расположена на высоте 27 м, приведение к стандартному уровню 10 м выполняется по известной формуле (из предположения о логарифмическом профиле ветра): $V_h = V_{10} \cdot [0,233 + 0,656 \log_{10}(h+4,75)]$ [см. 6].

Этот, по существу предварительный, вывод подтверждается результатами измерений 2005 г. Розы ветров 2004 и 2005 гг. (рис. 1) не вполне одинаковы, но постоянство главных черт сохраняется. Они обе симметричны относительно оси W — E (в 2004 г. симметричность выражена строже), на обеих розах не вызывает сомнений преобладание ветров от W за счет уменьшения ветров от E. Диаграмма направленности ветров в 2005 г. ближе к круговой, чем в 2004 г. При этом наиболее существенно возросла повторяемость южного и восточного направлений.

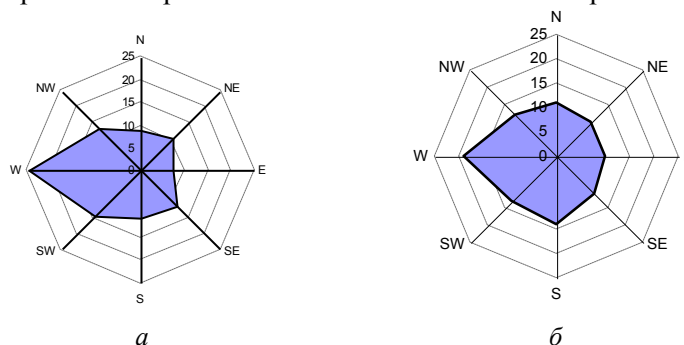


Рис. 1. Повторяемость (%) направлений ветров (откуда дует) на платформе Д-6: *a* — 2004 г., *б* — 2005 г. (сила ветра на этих «розах ветров» не учитывается)

Безотносительная к силе ветра роза недостаточно полно отображает возможное воздействие дующего ветра на различные объекты: поверхность моря и судна; на берегу это массы песка, стволы и кроны деревьев, инженерные сооружения. Названное воздействие пропорционально так называемой живой силе $m \cdot V^2$.

По данным [7] рассмотрим повторяемость силы ветра в Ниде за 1947—1975 гг. (осреднение сделано по срединным месяцам сезонов). Повторяемость ветра до 2 м/с составляет 7 %. Максимальная повторяемость (47 %) приходится на градацию 2—5 м/с, на следующую градацию 6—9 м/с — 35 %. То есть > 80 % всех ветров можно отнести к легким — свежим ветрам. Повторяемость скорости 10—13 м/с такая же, как и

0—2 м/с. Крайне редко отмечаются ветра больше 20 м/с: 21—24 м/с — 0,06 % и 25—28 м/с — всего 0,03 %.

Сравним это с полученными данными АГМС, установленной на Д-6. На рисунке 2 представлен график повторяемости силы ветра по градациям шкалы Бофорта в 2004 и 2005 гг. Максимальная повторяемость смещается в сторону более сильных ветров 5—6 баллов (свежие и сильные), причем в 2004 г. этих ветров было около 20 % каждой градации. В 2005 г. преобладали ветры 4—5—6 баллов (~ 20 % каждого).

Повторяемость штормовых ветров (более 18 м/с) такая же, как и тихих (до 2 м/с) ~ 4 %. Градации «сильный шторм» и «жестокий шторм» отмечаются в ~1 % случаев, причем в 2004 г. повторяемость несколько больше, чем в 2005 г., и больше, чем в Ниде, по данным [7], что объясняется положением Нида на берегу залива и расположением платформы Д-6 в открытом море.

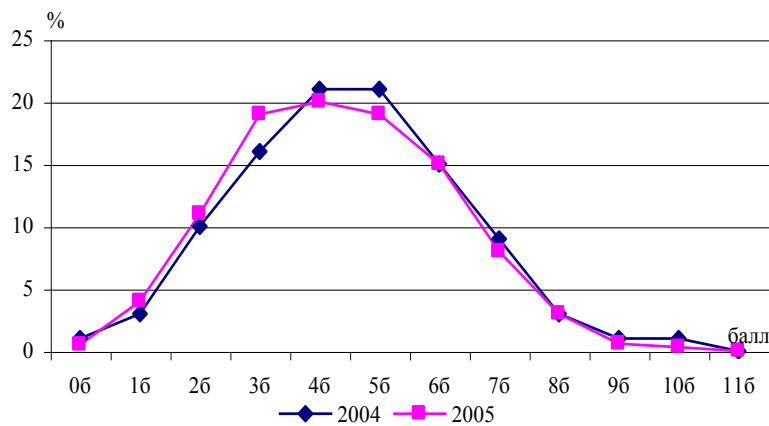


Рис. 2. Повторяемость силы ветра по градациям шкалы Бофорта, 2004—2005 гг. — по данным АГМС, установленной на МЛСП Д-6

Непрерывные круглосуточные с дискретностью 0,5 мин и сравнительно небольшой (~0,2 м/с) погрешностью измерения ветра на открытой ветрам всех направлений платформе можно

использовать для анализа структуры воздушного потока при его чрезвычайных усилениях. Такая ситуация сложилась в августе 2005 г.

Циклон, вызвавший усиление ветра над Юго-Восточной Балтикой 9—11 августа 2005 г., относится к категории «южный». Обычно эти циклоны характерны для второй половины зимы и начала весны. Они формируются над югом ЕТР и южными морями и составляют 8 % всех случаев [8].

Формирование этого циклона происходило в следующих условиях: 8 августа над северо-восточной частью Атлантики и Британскими островами располагался меридионально вытянутый антициклон с локальным центром 1024³ над Северной Англией (58°N 7°W). Над Скандинавией (1003), ЕТР (1001), Украиной (1004), Южной Европой (1003), Балканами (1009) находилась многоцентровая депрессия. 9 августа над Белоруссией произошло быстрое формирование и развитие активного «южного» циклона 994 53°N 28°E. Центр циклона смещался на северо-запад со скоростью 15—20 км/ч. Юго-Восточная Балтика оказалась под влиянием сначала его СЗ, а затем ЮЗ периферии (рис. 3). 10 августа циклон, вышедший на море, углубился до 985, и уже медленно его центр продолжал смещаться на север со скоростью 5—10 км/ч. В тылу циклонического вихря господствовали ветры западных румбов силой до 10 б, по данным «Витязя» [9], выпало более половины месячной нормы осадков [10].

Попросту говоря, на платформу обрушилась буря. По-русски буря означает ненастье с сильным разрушительным ветром [11], однако в научной литературе чаще употребляется для этого понятия синоним *шторм* (от гол. *Storm*) — достаточно длительный, очень сильный ветер — свыше 9 баллов по шкале Бофорта и скоростью более 20 м/с, который обычно бывает при прохождении циклона; он сопровождается сильным волнением на море и разрушениями на суше («ненастье» Ожегова в определениях Хромова [12] и СЭС [13] почему-то оказалось опущенным).

³ Здесь и далее значения атмосферного давления даны в гПа.

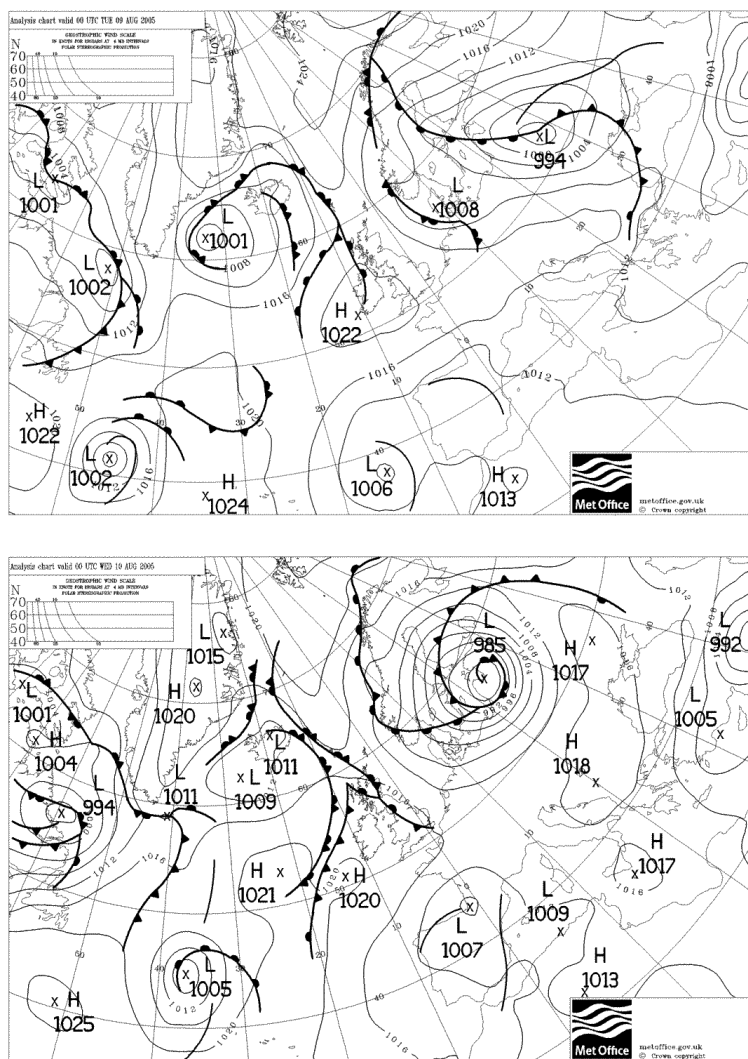


Рис. 3. Синоптическая ситуация с выходом «южного» циклона на ЮВБ (9—10 августа 2005 г.)

На рисунке 4 приведена последовательность и основные статистики максимальных векторов ветра и составляющих на параллель (zonale, U) и меридиан (meridionale, V) в период с 17 до 19 часов 9 августа.

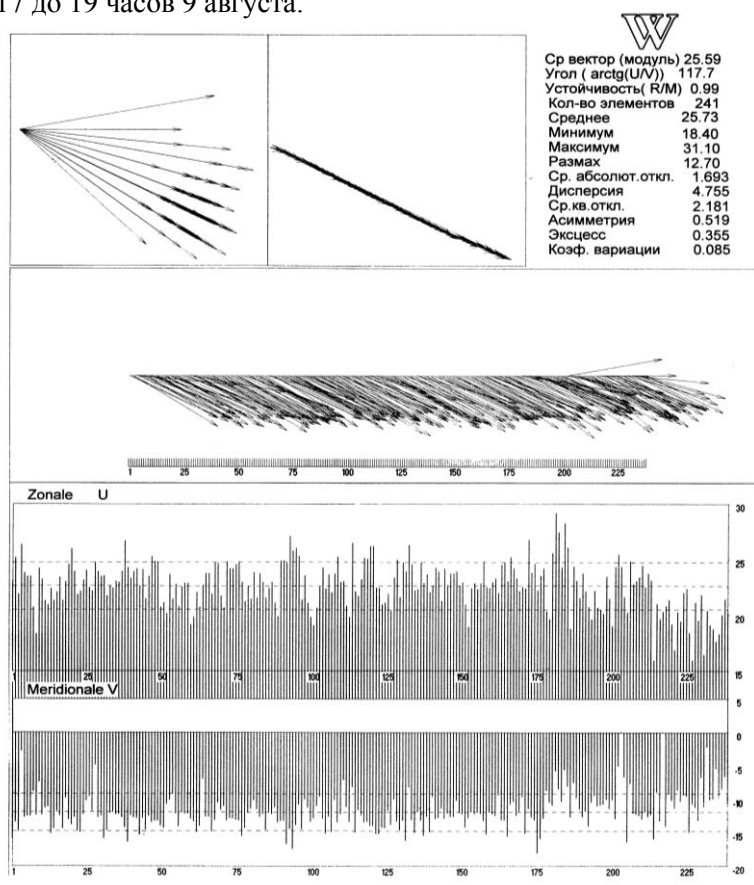


Рис. 4. Структура шторма 9 августа 2005 г. по измерениям на платформе Д-6. Максимальные значения измеренного ветра на двухчасовом интервале 17—19 ч: роза, жезл, гребёнка. В розе векторы исходят из одной точки; жезл образован последовательностью векторов одного за другим; на гребенке векторы разнесены по оси абсцисс

Дискретность измерений 30 с. Лучи-лепестки розы фиксируют поворот ветра; ветер отходит от направления 118° к направлению $57—58^\circ$. В метеорологическом прочтении это означает поворот ветра против часовой стрелки от запада-северо-запада до запада-юго-запада, что согласуется с перемещением штормового центра с востока на запад при прохождении циклонического вихря севернее точки измерения.

Внимательное рассмотрение структуры штормового ветра 9 августа 2005 г. (рис. 4; там же приводится его статистическое описание) обнаруживает ряд интересных подробностей.

В ходе составляющих на меридиан (V) и особенно на параллель (U) отчетливо заметны шквалы — кратковременные (1—3,5 мин) «всплески», средняя длительность которых ~ 2,2 мин, а также порывы, когда на интервале 0,5 мин (о меньших интервалах судить нет возможности) скорость ветра возрастает на 2,5 м/с и более (см. ведомость порывов — табл. 1).

Таблица 1

Ведомость порывов ($\Delta W \geq 2,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$)

12,5-минутный интервал	№ точки на рис. 4	ΔW	$\Delta\alpha$	${}^{1/25}\Sigma_{25}W$	$\Delta \bar{W}$
I	10	3,2	-7	26,0±1,6	3,1±0,3
	14	3,3	+6		
	20	2,8	+5		
II	39	3,1	0°	26,9±1,4	-
III	54	2,9	-5	25,5±1,6	3,2±0,9
	56	2,5	+5		
	63	2,7	0°		
	66	3,2	+11		
IV	73	4,7	0°	26,7±2,1	3,4±1,2
	84	2,5	0°		
V	91	4,2	-6	26,2±2,0	3,2±0,5
	105	3,0	+5		
VI	110	2,8	+5	26,6±1,3	3,0±0,2
	115	3,8	-17		
	130	2,9	+5		
	138	2,7	0°		
	143	2,9	+5		
	146	3,3	0°		

Окончание табл. 1

12,5-минутный интервал	№ точки на рис. 4	ΔW	$\Delta\alpha$	${}^{1/25}\Sigma_{25}W$	$\Delta\bar{W}$
VII	155	2,5	-6	26,2±1,4	3,0±0,8
	165	3,9	+5		
	173	2,5	+11		
VIII	176	2,9	0°	25,6±2,4	3,3±1,3
	182	5,6	-5		
	189	2,9	-17		
	192	2,5	0°		
	200	2,7	-5		
IX	203	6,1	0°	24,3±2,2	4,8±1,4
	207	3,4	+22		
	220	4,8	+34		
X	230	4,7	-6	21,9±	-
		3,4± 0,95			

Примечание: Римские цифры означают номер 12,5-минутного интервала, содержащего 25 измерений; последний — неполный (16); $\Delta\alpha$ — изменение направления (знак «+» означает возрастание угла); ${}^{1/25}\Sigma_{25}W$ — средняя величина максимальной скорости на данном интервале, $\Delta\bar{W}$ — средняя величина порыва на интервале.

С.П. Хромов различает шквалы генетически: фронтальные и внутримассовые; в обоих случаях это вихрь с горизонтальной осью в проходящем мощном кучево-дождевом облаке и под ним (Сб, «ненастье»), в течение короткого промежутка времени скорость ветра превышает 25—30 м/с, меняется направление ветра. Из данных таблицы следует, что во время рассматриваемого шторма средняя максимальная скорость ветра на 12,5-минутных последовательных интервалах достигает названной величины (кроме интервалов IX и X). Кроме того, в это же время были зафиксированы порывы, когда скорость за 30 с и менее возрастала на величину, в 10 раз превышающую точность измерений, причем в 2/3 случаев происходило изменение направления ветра на величину от -17° до +34° угловых градусов. В 9 случаях из 30 направление ветра при резком возрастании его скорости оставалось прежним. По-

следнее наводит на мысль, что отождествление шквала и порыва едва ли физически обосновано. Порывы имеют, по-видимому, иную природу и не всегда связаны с проходящими облаками.

Приведенные данные представляют собой автограф прошедшего атмосферного возмущения. Это достаточно протокольная запись сильного шторма вблизи центра Куршской косы. С другой стороны, хотелось бы думать, что введение в научный оборот новых данных представляет интерес для изучения разномасштабных характеристик ветра над морем.

Список литературы

1. *Справочник* по климату СССР. Вып. 6: Литовская ССР и Калининградская обл. РСФСР. Ч. 3: Ветер. Л.: Гидрометеиздат, 1966. С. 10.
2. *Войтенкова А.М.* Температурно-ветровой режим Куршской косы по измерениям во время полевого сезона на орнитологическом стационаре Фрингилла // Экологические проблемы Калининградской области и Балтийского региона: Сб. науч. тр. / Ред. В.В. Орленок. Калининград: Изд-во КГУ, 2002. С. 106—110.
3. *Klimato elementų kintamumas Lietuvos teritorijoje / Geografijos institutas; Red. V. Matukonienė.* Vilnius, 1998.
4. *Стонт Ж.И.* К вопросу о местном ветре // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: Сб. науч. ст. Вып. 3 / Сост. О.В. Рыльков, И.П. Болдырева. Калининград: Изд-во КГУ, 2005. С. 192—210.
5. *Обзор* результатов мониторинга морского нефтяного месторождения «Кравцовское» (Д-6). Калининград: Изд-во ООО «ЛУ-КОЙЛ-Калининградморнефть», 2005.
6. *Руководство* по метеорологическим приборам и методам наблюдений. — Изд. 5-е / ВМО. Женева, 1983.
7. *Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР.* Т. 1: Балтийское море. Вып. 3: Куршский и Вислинский заливы. Л.: Гидрометеиздат, 1985.
8. *Гидрометеорологический режим Вислинского залива /* Под ред. Н. Лазаренко и А. Маевского. Л., 1971.
9. *Витязь '2005:* Гидрометеорологические наблюдения / Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Атлантическое отделение; Музей Мирового океана. Калининград, 2006.
10. *Протопопова М.Л.* Режим осадков г. Калининграда (период 1946—1985 гг.): Дипломная работа. Калининград, 1994.

11. *Ожегов С.И.* Словарь русского языка. Изд. 18-е. М., 1986.
12. *Хромов С.П., Мамонтова Л.И.* Метеорологический словарь. Л., 1974. С. 359, 546, 547.
13. *Советский энциклопедический словарь.* М., 1987. С. 1530.

В.И. Алексеев

(Калининградский государственный технический университет)

МАТЕРИАЛЫ ПО ФАУНЕ КСИЛО- И МИЦЕТОБИОНТНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (*COLEOPTERA*) КУРШСКОЙ КОСЫ

Резюме: В статье дан видовой список ксилобионтных и мицетобионтных жесткокрылых, найденных на территории Куршской косы в 1996—2005 гг. В настоящее время список этой группы включает 98 видов из 32 семейств. В собранном материале преобладают представители семейств: Cerambycidae (20 видов), Staphylinidae (11), Curculionidae (11), Elateridae (9), Buprestidae (5 видов). Видовой состав семейств жуков сформировался на протяжении последних 240 лет; на исследуемой территории связь с жуками широколиственных деревьев отсутствует. Обсуждаются возможные причины относительно низкого разнообразия видового состава исследуемой группы.

Resume: A check-list of xylophage and mycetophage beetles' species found on the territory of Curonian Spit in years 1996—2005 is provided in the paper. At present the list of this ecological group includes 98 species from 32 families. In collected material predominate the representatives of families Cerambycidae (20 species), Staphylinidae (11), Curculionidae (11), Elateridae (9) and Buprestidae (5 species). The species composition of the xylophage Coleoptera was formed in the course of last 240 years; the relict and connected with broadleaf trees beetles are completely absent at the investigated area. The possible reasons of comparatively low species diversity of investigated beetles group are discussed.

Введение

Ксилобионты и близкая группа древесных мицетобионтов — специфичный для лесных биотопов компонент энтомофауны, познание которого имеет важное значение для эколо-

гического мониторинга, контролируемого человеком лесовозобновления и охраны биоразнообразия. Экологическая группировка жуков, связанных в своем развитии с древесиной на различных стадиях ее разрушения и с ксилотрофными грибами, в Калининградской области и на территории Куршской косы ранее специально не изучалась. Наиболее широко распространенные и массовые виды ксилобионтов косы упомянуты в работах автора [1; 2], несколько экономически важных видов отмечено в [3; 4]. Относительно большая площадь древесной растительности на полуострове и сравнительная молодость лесного покрова территории (в XVII—XVIII вв. леса на Куршской косе были практически полностью уничтожены) придают дополнительный интерес к исследованиям этой группы организмов.

Согласно общей экологической классификации насекомых Яхонтова [5] ксилобионты (ксилофилы) — это организмы, обитающие в отмершей древесине. К ксилобионтам *sensu lato* (т. е. заселяющим все ткани древесного ствола, включая кору, флоэму и ксилему) принадлежат разные трофические группы: хищники, ксилофаги (питающиеся древесиной, наиболее многочисленными среди них сапроксильные организмы или сапроксилофаги, т. е. поедающие отмершую древесину), мицетофаги (или фунгофаги, т. е. питающиеся различными грибами, в том числе дереворазрушающими). Граница между мицетофагами и ксилофагами условна — большинство ксилофагов усваивают не растительные ткани как таковые, а продукты разложения их бактериями и грибами (часто эндосимбионтами кишечника) или переваривают самих симбионтов. Также не всегда возможно разделить сапроксилофагов и фитофагов (поедающих живые растительные ткани, в том числе древесину ослабленных и больных деревьев). Значительное количество жесткокрылых, населяющих древесину — миксофаги (у Никитского [6] используется специальный термин «сапромицетофаги»), неизбирательно потребляющие собственно древесину, кору, гифы и споры грибов. Исходным пищевым субстратом некоторых специализированных мицетофагов, возможно, также являлась пронизанная сапротрофными макромицетами гниющая древесина [7].

По степени трофической приуроченности ксилобионты могут быть облигатными и факультативными по отношению к древесине в целом (некоторые *Tenebrionidae* могут обитать как в гниющих стволах, так и в *Piptoporus betulinus*, спектр питания личинок сапроксильных *Scarabaeidae* включает различные растительные остатки) и к виду кормового растения. Среди ксилофагов могут быть строгие монофаги, олигофаги и полифаги. Связь с древесиной может существовать только на личиночной стадии или на протяжении всего жизненного цикла. Фауна древесных остатков сильно разнится от степени и типа разложения: дерево по мере разрушения проходит через ряд последовательных сукцессионных стадий с характерными для каждой видовыми комплексами. Различные группы могут выделяться в соответствии с населяемым ярусом (дендробионты — обитатели древесного, геобионты — наземного яруса; виды, питающиеся в стволовой части, на комле, в ветвях) или с заселяемыми тканями растения (виды-подкорники, лубоеды, или камбиофаги, и т. д.). Состав населения зависит и от того, лежит ствол или остается в вертикальном состоянии, от микроклимата окружающего биотопа (прежде всего от температуры и влажности). Некоторые виды, не являющиеся истинными ксилобионтами, встречаются в трухлявой древесине и под корой лежащих стволов во время зимовки (*Carabidae*, *Coccinellidae*, *Scirtidae*, *Silphidae*).

Материалы и методы

Сборы имаго и личинок жесткокрылых осуществлялись регулярно в различных древесных ценозах на российской (южной) части п-ова Куршская коса (от пос. Морское до г. Зеленоградска) в период 1996—2005 гг. (преимущественно в мае — августе). Лов жесткокрылых проводился в основном вручную, с помощью пинцета и садового ножа. Возле комлевой части старых деревьев, под упавшими стволами устанавливались ловушки Барбера. Имаго ряда видов (часть *Cerambycidae*, *Dorcatoma*) было получено в лабораторных условиях из

личинок последних возрастов, собранных в природе из древесных грибов, из-под коры и в древесной трухе. Кошение сачком дало значительное количество материала по жукам, питающимся на растительности (в том числе цветах) во взрослой стадии, и по наиболее многочисленным из расселяющихся в поисках нового кормового субстрата для откладки яиц. Труха и старые древесные грибы собирались в полиэтиленовые пакеты и разбирались или просеивались на белой бумаге в лаборатории.

Собранный материал определялся по стандартным определительным таблицам [8; 9]. Современные названия жесткокрылых и система надвидового ранга приводятся по новейшей фаунистической сводке жесткокрылых [10]. Все колеоптерологические данные по нашему региону до 1945 г. цитируются согласно монографии немецких авторов [11]. Географическое распространение видов семейства *Cerambycidae* уточнено по [12]. Большая часть материалов, послуживших основой написания статьи, находится в коллекции автора, часть передана на кафедру ИПГ Калининградского государственного технического университета. Правильность определения некоторых видов (часть мелких *Staphylinidae*, *Lathridiidae*, *Cryptophagidae*) нуждается в подтверждении, поэтому в данную работу эти материалы не были включены.

Результаты и обсуждения

В ходе работы составлен видовой список ксило- и мицетобионтных жесткокрылых Куршской косы. В приводимом ниже списке видов после видового названия приводятся данные по трофическим связям личинок и имаго, а также словесная характеристика встречаемости жука на Куршской косе (иногда для сравнения — в целом по Калининградской области). В квадратные скобки заключены синонимичные названия родов и видов, устаревшие, но встречающиеся в научной литературе. Цифрами отмечены месяцы лета имаго, в случае однократного нахождения приводится год и место поимки.

АННОТИРОВАННЫЙ СПИСОК ВИДОВ COLEOPTERA
ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ ГРИБОВ КУРШСКОЙ КОСЫ
(ПО СОСТОЯНИЮ НА 2005 г.)

Подотряд Adepnaga

Семейство *Carabidae* Latreille, 1802

1. *Dromius quadrimaculatus* (Linnaeus, 1758) — под корой сосны, хищник мелких ксилофагов. Редко. 04—06.

Подотряд Polyphaga

Семейство *Leiodidae* Fleming, 1821

2. *Liadopria serricornis* (Gyllenhal, 1813) — питается древесными миксомицетами *Lamproderma arcyronema* и *Lycogala exiguum* [6]. Редко. 06—07.

3. *Agathidium nigripenne* (Fabricius, 1792) — под корой. Редко. 06—07.

Семейство *Staphylinidae* Latreille, 1802

4. *Olophrum assimile* (Paykull, 1800) — под корой, в древесной трухе, в подстилке, на древесных грибах. Нередко. 03—05.

5. *Bolitobius cingulatus* (Mannerheim, 1830) — на древесных грибах. 06.

6. *Tachinus basalis* Erichson, 1840 — в различных разлагающихся растительных остатках, в том числе в грибах и на вытекающем древесном соке. 03—05.

7. *Tachinus signatus* Gravenhorst, 1802 [= *rufipes* Linnaeus, 1758] — в различных разлагающихся растительных остатках и на березовом соке. 04.

8. *Tachinus proximus* Kraatz, 1855 — в различных разлагающихся растительных остатках, в том числе в грибах и под корой. 04—06.

9. *Lathrobium impressum* Heer, 1841 [= *filiforme* Gravenhorst, 1806] — на березовых пнях, под листовым опадом. 05—06.

10. *Othius laeviusculus* Stephens, 1832 — под корой лежащего ствола березы. 06.

11. *Zyras limbatus* (Paykull, 1789) — трухлявая древесина. Мирмекофил *Lasius* [6].

12. *Oxyporus rufus* (Linnaeus, 1758) — на различных грибах, в том числе древесных. Повсюду в лесах и парках, нечасто. 07—09.

13. *Scaphisoma agaricinum* (Linnaeus, 1758) — на трутовиках. Нередко. 05—07.

14. *Scaphisoma boleti* (Panzer, 1753) — жуки на древесных грибах (по [6] преимущественно на *Clavicornia ruxidata*). 06.

Семейство *Histeridae* Gyllenhal, 1808

15. *Acritus nigricornis* (Hoffmann, 1803) — в древесной трухе, под корой, в полосе приборья Балтийского моря. 06.

16. *Paromalus parallelepipedus* (Herbst, 1792) — под корой хвойных в ходах короедов. Нечасто. 04—06.

Семейство *Lucanidae* Latreille, 1806

17. *Sinodendron cylindricum* (Linnaeus, 1758) — личинки в старых трухлявых лиственных деревьях. СВ окраина г. Зеленоградска и в полосе приборья. 06—07.

Семейство *Scarabaeidae* Latreille, 1802

18. *Cetonia aurata* (Linnaeus, 1758) — личинки в древесной трухе, гниющих опилках лиственных пород. Жуки — на цветах. 05—06, 08.

19. *Potosia cuprea* (Fabricius, 1775) — личинки в муравейниках *Formica rufa*, редко в древесине. Жуки — на цветах. 06—07.

20. *Trichius fasciatus* (Linnaeus, 1758) — личинки развиваются в стволах и пнях березы (белые гнили), имаго — антофаги. 06—07.

21. *Valgus hemipterus* (Linnaeus, 1758) — личинки в лиственных пнях (белые гнили), жуки на почве (по-видимому, не питаются). В области редок. На Куршской косе — единственная находка у пос. Preila (07.2002 г.), но достаточно вероятно, что вид обитает и южнее, на российской территории.

Семейство *Elateridae* Leach, 1815

22. *Denticollis linearis* (Linnaeus, 1758) — личинки в стволах, пнях, колодах различных хвойных и лиственных пород. Повсюду нередко. 05—06.

23. *Cardiophorus ruficollis* (Linnaeus, 1758) — личинки в сосновых пнях. Нередко. 05—06, 08.

24. *Dicronychus* [= *Cardiophorus*] *cinereus* (Herbst, 1784) — на хвойных, чаще сосне. Нечасто. 05—06.

25. *Ampedus* [= *Elater*] *erythrogonus* (Mueller, 1821) — старые лежащие стволы хвойных (бурые гнили) [6]. Нередко. 05—06.

26. *Ampedus* [= *Elater*] *pomonae* (Stephens, 1830) — лежащие стволы (белые и бурые гнили) хвойных и берез во влажных местах [6]. Нередок в окрестностях болота Свиное. 05—08.

27. *Ampedus* [= *Elater*] *sanguinolentus* (Schrank, 1776) — личинки в поваленных стволах лиственных деревьев (преимущественно береза, бурые гнили). Нередко. 05—07.

28. *Melanotus villosus* (Geoffroy, 1785) [= *rufipes* (Herbst, 1784)] — личинки в гнилой древесине различных деревьев (липа, дуб, ель, сосна). Повсюду нередко. 04—06.

29. *Prosternon tessellatum* (Linnaeus, 1758) — личинки в гнилых сосновых пнях. Обычен. 05—07.

30. *Agrypnus* [= *Lacon*] *murinus* (Linnaeus, 1758) — нередко. 05—07.

Семейство *Eucnemidae* Eschscholtz, 1829

31. *Microrhagus* [= *Dirhagus*] *lepidus* Rosenhauer, 1847 [= *lindbergi* (Palm, 1958)] — редкий вид, развивающийся, по видимому, в осине и березе. 06.

Семейство *Throscidae* Laporte de Castelnau, 1840

32. *Aulonothroscus* [= *Throscus*] *brevicollis* (Bonvouloir, 1859) — нечастый вид, жуки — на растительности, личинки — в древесине. 06—08.

Семейство *Buprestidae* Leach, 1815

33. *Anthaxia quadripunctata* (Linnaeus, 1758) — нередкий вид, личинки — на тонких упавших ветвях хвойных, жуки — на цветах (преимущественно сложноцветные). Обычно. 06—07.

34. *Trachys minutus* (Linnaeus, 1758) — обычный вид, на тонких побегах ивовых кустов. 05—07.

35. *Melanophila* [= *Phaenops*] *cyanea* (Fabricius, 1775) — на 2005 г Куршская коса — единственное место обитания вида в области. 06—07. 2003—2005 гг. (пос. Морское). На валежнике

Pinus silvestris и сухостое *Pinus mugo*. Нередко, указывается [4] как вредящий. В [11] указана находка в Jodkranté.

36. *Vuprestis* [= *Ancylocheria*] *octoguttata* Linnaeus, 1758 — единственная находка в области (Н.И. Сахнов — 06.1989, 23-й км Куршской косы). На *Pinus silvestris*. В [11] вид указан из Jodkranté.

37. *Agrilus viridis* (Linnaeus, 1758) — обычный вид, питающийся молодыми побегами ив, осины и березы. 05—06.

Семейство *Lycidae* Laporte de Castelnau, 1836

38. *Lygistopterus sanguineus* (Linnaeus, 1758) — личинки хищники-подкорники — чаще на лиственных породах, имаго на цветах зонтичных. Нечасто. 06—07.

Семейство *Anobiidae* Fleming, 1821

39. *Hadrobregmus* [= *Anobium*] *pertinax* (Linnaeus, 1758) — сухая древесина хвойных и лиственных пород, вредит постройкам. Пос. Рыбачий (06—08).

40. *Dorcatoma lomnickii* Buche & Lundberg, 2001 — в березовых трутовиках. Нечасто. 05—06.

41. *Dorcatoma dresdensis* Herbst, 1792 — в березовых трутовиках у болота Свиное. 05.2005 г.

42. *Ernobius mollis* (Linnaeus, 1758) — в древесине и коре сосны. Нечасто. 05—07.

Семейство *Trogossitidae* Latreille, 1802

43. *Ostoma ferruginea* (Linnaeus, 1758) — на трутовиках и под корой сосны, редко лиственных. Местами нередко. 06—07.

Семейство *Cleridae* Latreille, 1802

44. *Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758) — личинки и имаго поедают короедов и мелких ксилофагов на хвойных. Обычен. 05—08.

Семейство *Melyridae* Leach, 1815

45. *Malachius bipustulatus* (Linnaeus, 1758) — личинки — подкорные хищники, имаго — на растительности, часто на соцветиях сложноцветных и зонтичных. Повсюду обычен. 05—06.

Семейство *Nitidulidae* Latreille, 1802

46. *Glischrochilus* [= *Librodor*] *hortensis* (Geoffroy, 1785) — на трутовиках, под корой и на вытекающем соке березы и граба. Обычен. 03—05.

Семейство *Monotomidae* Laporte de Castelnau, 1840

47. *Rhizophagus depressus* (Fabricius, 1793) — под корой сосен в ходах короедов (*Ips typographicus*). Нечасто. 05—06.

48. *Rhizophagus bipustulatus* (Fabricius, 1793) — под корой различных лиственных пород (на Куршской косе — в основном березы, в области — также дуба, граба, осины) и на вытекающем древесном соке. Развивается за счет дейтеро- и аскомицетов, заселяющих внутреннюю часть коры отмерших деревьев [6]. Обычно. 04—06.

49. *Rhizophagus dispar* (Paykull, 1800) — под корой лежащих стволов различных лиственных пород и ели, а также в древесных грибах. Питание как у предыдущего, с которым часто встречается совместно. Обычно. 05—06.

Семейство *Silvanidae* Kirby, 1837

50. *Silvanus bidentatus* (Fabricius, 1792) — под корой граба, дуба, березы и других лиственных, на вытекающем соке. Нередко. 04—06, 08—09.

51. *Uleiota planata* (Linnaeus, 1761) — под корой березы (на косе) и других лиственных пород. Повсюду нередко. 05—07.

Семейство *Erotylidae* Latreille, 1802

52. *Triplax aenea* (Schaller, 1783) — на древесных грибах (по [6] на *Pleurotus*). Нечасто. 04—05.

Семейство *Cerylonidae* Billberg, 1820

53. *Cerylon histeroides* (Fabricius, 1793) — под корой гнилых сосен, реже лиственных (в области — осина, дуб), иногда в ходах короедов. 05—07.

Семейство *Endomychidae* Leach, 1815

54. *Endomychus coccineus* (Linnaeus, 1758) — на *Chondrostereum purpureum* [6] на березе, реже дубе, ольхе, осине. Редок. 05—08.

Семейство *Latridiidae* Erichson, 1842

55. *Dienerella* [= *Cortodere*] *filiformis* (Gyllenhal, 1827) — в древесной трухе, на трутовиках, под корой лиственных. Нередко. 05—06.

56. *Latridius* [= *Enicmus*] *hirtus* Gyllenhal, 1827 — в трухе, реже грибах, листовом опаде. Нечасто.

Семейство *Ciidae* Leach, 1819

57. *Sulcacis* [= *Ennearthron*] *affinis* (Gyllenhal, 1827) — на различных древесных грибах лиственных пород. Часто. 04—06.

58. *Cis hispidus* (Paykul, 1798) — в древесных грибах (береза). Нередко. 04—06.

Семейство *Mordellidae* Latreille, 1802

59. *Mordella holomelaena* Apfelbeck, 1914 — личинки — в древесине лиственных, имаго — на цветах, чаще зонтичных. 05—07.

60. *Tomoxia bucephala* Costa, 1854 [= *biguttata* (Gyllenhal, 1827)] — личинки — в пнях лиственных пород, имаго — на цветах. 06—07.

Семейство *Zopheridae* Solier, 1834

61. *Bitoma* [= *Ditoma*] *crenata* (Fabricius, 1775) — под корой лиственных пород, на Куршской косе — на березе. Обычно. 05—06.

Семейство *Tenebrionidae* Latreille, 1802

62. *Diaperis boleti* (Linnaeus, 1758) — в березовых трутовиках, реже под корой. Нечасто. 05—07.

63. *Bolitophagus reticulatus* (Linnaeus, 1767) — на березовых трутовиках, редко в березовой трухе. Обычно. 06—09.

Семейство *Oedemeridae* Latreille, 1810

64. *Nacerderes* [= *Xanthochroa*] *melanura* (Linnaeus, 1758) — личинки развиваются в мертвой древесине, чаще на открытых местах (в том числе побережье). Редко. 06, 08.

Семейство *Pythidae* Solier, 1834

65. *Pytho depressus* (Linnaeus, 1767) — таежный вид, локально встречающийся в области. Жуки и личинки — под корой *Pinus sylvestris*. 03—04.

Семейство *Pyrochroidae* Latreille, 1807

66. *Schizotus pectinicornis* (Linnaeus, 1758) — личинки под корой лиственных, преимущественно березы. Нечасто. 05—06.

Семейство *Cerambycidae* Latreille, 1802

67. *Spondylis buprestoides* (Linnaeus, 1758) — личинки под корой и в древесине сосны, имаго не питается. Нередко. 06—08.

68. *Monochamus galloprovincialis* ssp. *pistor* (Olivier, 1795) — личинки под корой и в древесине сосны, жуки грызут хвою и кору тонких ветвей. На косе обычен, в области — преимущественно на северо-востоке и западе. 07—08.

69. *Oberea oculata* (Linnaeus, 1758) — личинки в побегах ивы, жуки грызут листья и кору молодых побегов. Нечасто. 06—07.

70. *Tetrops praeusta* (Linnaeus, 1758) — личинки в древесине тонких веточек ивы и березы, жуки поедают листья и кору молодых побегов. Нередко. 05—06.

71. *Callidium violaceum* (Linnaeus, 1758) — личинки под корой хвойных, иногда в свежих досках с неснятой корой. Нечасто. 06—08.

72. *Molorchus minor* (Linnaeus, 1758) — личинки под тонкой корой хвойных (ветви, а также доски), имаго — на цветах. Нередко. 04—07.

73. *Carilla* [= *Gaurotes*] *virginea* (Linnaeus, 1758) — личинки под корой стволов и ветвей ослабленных хвойных, имаго — на цветах. Нередко. 06—07.

74. *Dinoptera* [=Acmaeops] *collaris* (Linnaeus, 1758) — личинки в коре лиственных пород, жуки — на цветах. Нередко. 05—07.

75. *Pseudovadonia* [=Leptura] *livida* (Fabricius, 1776) — личинки — почвенные сапромицетофаги, имаго — на цветах. Обычно. 06—07.

76. *Corymbia* [=Leptura] *rubra* (Linnaeus, 1758) — личинки в древесине хвойных (преимущественно сосны), имаго — антофаг. Повсюду обычен. 06—08.

77. *Paracorymbia* [=Leptura] *maculicornis* (De Geer, 1775) — личинки в древесине хвойных, имаго — антофаг. В регионе повсюду обычен. 06—07.

78. *Leptura* [=Strangalia] *annularis* Fabricius, 1801 [=arcuata (Panzer, 1793)] — личинки в древесине лиственных (береза, осина), реже хвойных. Нечасто. 06—08.

79. *Leptura* [=Strangalia] *quadrifasciata* Linnaeus, 1758 — личинки в древесине лежащих березовых стволов, имаго — на цветах. Обычен во всем регионе. 06—08.

80. *Stenurella* [=Strangalia] *bifasciata* (Mueller, 1776) — личинки в гнилой древесине сосновых пней, имаго — на цветах. В области обычен в сосняках. 06—07.

81. *Stenurella* [=Strangalia] *melanura* (Linnaeus, 1758) — личинки в гнилой древесине березовых пней, имаго — на цветах. Обычен. 05—07.

82. *Strangalia attenuata* (Linnaeus, 1758) — личинки в древесине лиственных, реже хвойных, жуки — на цветах. Редок. 06—08.

83. *Alosterna tabacicolor* (De Geer, 1775) — личинки в коре и древесине хвойных и лиственных деревьев, имаго — на цветах. Повсеместно обычен. 05—06.

84. *Rhagium inquisitor* (Linnaeus, 1758) — личинки под корой ели, сосны. На территории области повсюду обычен, на Куршской косе — нечасто. 04—06.

85. *Rhagium mordax* (De Geer, 1775) — личинки под корой березы, в области также дуба, осины. В области обычен, на косе — нечасто. 05—07.

86. *Pachyta quadrimaculata* (Linnaeus, 1758) — личинки в сосновой древесине, имаго на цветах (преимущественно зонтичные). Нередко. 06—07.

Семейство *Anthribidae* Billberg, 1820

87. *Anthribus* [= *Brachytarsus*] *nebulosus* Forster, 1770 — полуса приболя, 1.06.1996 г. — на ели [13].

Семейство *Curculionidae* Latreille, 1802 (incl. *Scolytidae*)

88. *Hylobius abietis* (Linnaeus, 1758) — личинки в лубе и заболони сосны. Жуки дополнительно питаются на молодых соснах. Обычен. 06—08.

89. *Magdalis phlegmatica* (Herbst, 1797) — под корой тонких стволов отмирающих сосен [13]. Редок. 05—06.

90. *Hylurgops palliatus* (Gyllenhal, 1813) — под корой сосен, на дровах, пнях. Нередко. 04—05.

91. *Hylurgus ligniperda* (Fabricius, 1787) — под корой сосновых пней. Редко. 05.

92. *Tomicus* [= *Blastophagus*] *piniperda* (Linnaeus, 1758) — под корой сосен. Обычен как на Куршской косе, так и на всем побережье. 04—05.

93. *Hylastes ater* (Fabricius, 1792) — сосновые пни и стволы, под корой. Часто. 04—05.

94. *Crypturgus pusillus* (Gyllenhal, 1813) [= *danicus* Eggers, 1932 = *maulei* Roubal, 1910] — под корой сосны, в области — ели. В ходах других короедов. Нечасто. 05.

95. *Polygraphus. poligraphus* (Linnaeus, 1758) [= *griseus* Eggers, 1923] — в области под корой ели, на Куршской косе — на сосне. Нечасто. 05—06.

96. *Dryocoetes autographus* (Ratzeburg, 1837) [= *suecicus* Eggers, 1923] — на ели, реже на сосне. 05.

97. *Ips typographus* (Linnaeus, 1758) — наиболее многочисленный вид семейства в регионе, в континентальной части области селится на ели, реже сосне. На Куршской косе — под корой сосны (чаще лежащих стволов). 05—06.

98. *Scolytus ratzeburgi* Janson, 1856 — на березе, повсеместно обычен. 05—06.

Особенности фауны ксило- и мицетобионтов Куршской косы и возможные причины их генезиса

Хотя приведенный список видов ксилобионтных жесткокрылых Куршской косы не окончателен и включает в основном наиболее массовые и заметные виды, небезынтесным представляется сравнение фауны области и фауны полуострова. Как и следовало из предварительных оценок [1], видовой состав косы лишен многих характерных и нередких для всей Калининградской области таксонов, что может быть объяснено следующими причинами (часть из них приводилась в [1]).

1. Меньшая площадь территории (следовательно, меньшее разнообразие биоценозов, меньшее видовое разнообразие фауны и отдельно взятых экологических групп беспозвоночных).

2. Молодость лесонасаждений (из фауны жесткокрылых Куршской косы выпадает значительное число видов, связанных со зрелыми перестойными лесами).

3. Сравнительно малый возраст лесного покрова (плохо расселяющиеся виды за 240 лет искусственного восстановления лесного покрова полуострова могли не успеть вернуться в прежние места обитания).

4. Иной состав древостоя: на Куршской косе преобладают хвойные (*Pinus sylvestris*, *P. mugo*) и мелколиственные (*Betula*, *Alnus glutinosa*) породы. Центральный тип древесной растительности области в целом — елово-широколиственный. Несмотря на 70 %-ную лесистость территории Куршской косы, леса НП — вторичные, нехарактерные для региона. Широколиственные породы, достаточно широко распространенные в области, на Куршской косе только локально встречаются у населенных пунктов и вдоль дорог, чем объясняется отсутствие многих европейских по ареалу видов жуков, обитающих в области на дубе, липе, грабе и древесных грибах, с ними связанных. Лишь часть видов жуков-консортв ели переходит на сосну. На Куршской косе малочисленны деревья семейства ивовых (осина, осокорь, ива белая), что также значительно

снижает биоразнообразие ксилобионтов. Фауна последних в основном состоит из олиго- и полифагов.

5. Активное вмешательство человека в экосистемы в эстетико-туристических целях:

а) препятствие сохранению и естественному разложению бурелома и ветровала, активное удаление сухостоя, а также ослабленных и поваленных ветром деревьев;

б) лесопосадки на значительных площадях однообразны по видовому составу (древесные монокультуры) и на многих участках представлены растениями-интродуцентами, которые заселяются незначительным количеством видов жуков.

6. Низкая хозяйственная деятельность населения, и как следствие — малая численность или отсутствие жуков, повреждающих древесину построек, сооружений из древесины и небрежно хранящиеся лесоматериалы.

В ходе коллекционных сборов не было найдено ни одного представителя таких мицето- и ксилобионтных семейств, как *Pselaphidae*, *Scydmaenidae*, *Ptiliidae*, *Lymexylonidae*, *Melandriidae*, *Mycetophagidae*. Скучно представлены жуки-точильщики (*Anobidae*), грибовики (*Erotylidae*), цизиды (*Cisidae*) и блестянки (не найдено ни одного вида подсемейств *Nitidulinae* и *Carpophilinae*). Находки части перечисленных таксонов можно ожидать при дальнейших исследованиях.

Согласно схеме Пилецкиса [13] заселение насекомыми территории Юго-Восточной Прибалтики шло в голоцене после отступления вюрмского оледенения. Оно происходило в несколько этапов (субарктический, пребореальный, бореальный, атлантический, суббореальный), определяемых последовательными климатическими похолоданиями и потеплениями. Каждый период оставил в регионе группу реликтовых видов с характерным типом ареала. Исходя из анализа ареалов выявленных на Куршской косе ксилобионтов и истории формирования лесного покрова полуострова, можно заключить, что современный колептерокомплекс разрушающейся древесины образован в последний, суббореальный период. На это указывает, прежде всего, отсутствие среди ксилобионтов теплолю-

бивых видов, появившихся в Прибалтике в период мягкого атлантического климата и имеющих ныне европейские, европейско-средиземноморские и европейско-западносибирские ареалы. Анализ наиболее хорошо изученного семейства дровосеков *Cerambycidae* показал, что из 20 собранных видов 17 свойственны лесной зоне Палеарктики (широкоареальные виды, обитающие в смешанных лесах, тайге и лесостепи), 2 вида — лесам Голарктики (*Rhagium inquisitor*, *Callidium violaceum*) и лишь 1 вид имеет европейский ареал (*Paracorymbia maculicornis*). Аналогичная картина наблюдается среди *Scolytinae*: на Куршской косе встречаются виды хвойных и мелколиственных пород, широко распространенные не только в области, но и в лесной зоне Евразии. Фауна жуков-ксилобионтов (и, по-видимому, всех насекомых, связанных с древесными породами) Куршской косы — молодая фауна, находящаяся в настоящее время в процессе становления и практически лишенная стенобионтных видов. Фаунистический интерес в энтомофауне полуострова представляют только виды, связанные со спецификой хорошо прогреваемых легких почв, т. е. геобионты хотя бы на одной из стадий жизненного цикла. Единственное исключение из вышеизложенного — относительное обилие термофильных ксилобионтных видов (*Pseudovadonia livida*, *Trachys minutus* и *Melanophila cyanea*), что связано, с повышенной инсоляцией.

Фауна ксило- и мицетобионтов, охрана леса и задачи национальных парков

Краснокнижные и регионально редкие виды жесткокрылых среди рассмотренной трофической группы на Куршской косе нами выявлены не были. Несмотря на это, утверждение о необходимости уборки ветровала, сухостоя, снеголома и прочего, а также расчисток леса («приземление ветровала и бурелома путем обрубания крупных сучьев» [4]) кажется нам непродуманным в практико-финансовом отношении и принципиально неверным в теоретическом. Во-первых, все подобные

принимаемые меры по уничтожению очагов вредителей леса не приводят и не приведут к желаемому результату. При любых «лесозащитных» мероприятиях такого рода часть популяции вредителей — как видов, обладающих ярко выраженной г-стратегией (короткий жизненный цикл, большая плодовитость, высокая миграционная активность, приспособленность к меняющейся среде), — выживает и при благоприятных условиях вновь набирает прежнюю численность. И напротив: наибольшее влияние при этом оказывается на стенобионтных К-стратегов, т. е. на виды животных с долгим жизненным циклом, небольшой плодовитостью, низкой миграционной активностью и приспособленных к стабильной среде. Уничтожение мест обитания и экологических ниш этих видов обрывает ряд трофических связей, чем производится поддержка нестабильного состояния биоценозов с невысоким видовым разнообразием и регулярными вспышками численности вредителей. Борьба с «вредителями леса» уместна лишь там, где цель использования леса — заготовка качественной древесины в максимальном количестве. Определенная стадия сукцессии может выглядеть эстетически привлекательной, но удержание территории НП «Куршская коса» в преднамеренно несбалансированном состоянии требует постоянных затрат ресурсов (капитала и труда). В случае отсутствия контроля со стороны человека в биоценозах Куршской косы равновесие установится естественным путем. Предполагается, что посещающие Куршскую косу — это люди, любящие дикую природу во всем ее многообразии, и именно эта «дикость», это разнообразие (в частности, флоры и орнитофауны) и влечет человека на территорию косы. Мероприятия по «оцивилизовыванию» национального парка ставят его в один ряд с обычными европейскими пригородными зелеными зонами и лесопарками, и в будущем это резко снизит количество посетителей, особенно из-за рубежа. Во многих западных странах (Голландия, Германия, Великобритания) даже в парках [14], если это не угрожает безопасности, оставляют древесину мертвых деревьев до полного ее разложения. «Нельзя представить себе лес, привле-

кающий приезжающих издалека гостей, лес, который приводит в восторг, без упавших мертвых деревьев» [14]. Вычищенный от «хлама» и «рассадника вредителей и болезней» лес — бедная в видовом отношении система, непривлекательная с точки зрения человека и животных.

Во-вторых, национальный парк — не территория, созданная для борьбы с сукцессионными изменениями в биоценозе в целях большей привлекательности или легкодоступности и вытекающей отсюда окупаемости. Национальный парк — территория, где создаются условия для сохранения и увеличения количества обитающих видов живых организмов, место сохранения любых таксонов, безотносительно их значения для лесозаготовительных предприятий. Термин «вредитель» (массовый вид, снижающий эффективность достижения хозяйственной цели) в принципе не может применяться на территории заповедника или национального парка. Для сохранения биоразнообразия в лесу удалять никакие отмирающие и мертвые деревья вообще нельзя. Патология древостоя, требующая «санитарных» мер — создания участков одновозрастных посадок одного вида деревьев, а периодические «пандемии» филло- и ксилофагов (абсолютно неправомерное, однако, увы, используемое [4] словосочетание) — всего лишь следствие, указывающие на искусственность экосистемы и отсутствие биологического равновесия на настоящий момент. Без сохранения старых и поваленных деревьев не будет мест обитания для редких видов и просто разнообразного населения насекомых, а следовательно, и позвоночных, с ними связанных: птиц, млекопитающих, рептилий и амфибий. Уборка старых, ослабленных, поваленных ветром и пораженных грибами деревьев лишает мелких млекопитающих (сони, куньи, летучие мыши), птиц (дятлы и все дуплогнездники) мест обитания и размножения. Такие лесоохранные меры наносят удар не только по насекомым-ксилобионтам, но и по мохообразным (исчезновение специализированных эпиксильных видов), сосудистым растениям и наземным позвоночным (уменьшение мозаичности биотопов), грибам (снижение разнообразия в несколько

раз) [14]. С точки зрения сохранения уникальных природных ландшафтов борьба с какими-либо компонентами этих экосистем не отвечает заявленным задачам и не приведет к желаемому результату.

Список литературы

1. *Алексеев В. И.* К фауне жесткокрылых (Coleoptera) Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия. М.: НИИ-Природа, 2003. С. 13—19.
2. *Alekseev V.I.* A list of bark beetles (*Scolytidae*), leaf-rolling beetles (*Attelabidae*), anthribid (*Anthribidae*) and nemonychid (*Nemonychidae*) beetles found in Kaliningrad // *Baltic Journal of Coleopterology* (в печати).
3. *Маслов А.Д., Матусевич Л.С.* Лесопатологическое состояние национального парка «Куршская коса» // Проблемы изучения и охраны природы Куршской косы / ГП «КГТ». Калининград, 1998. С. 271—296.
4. *Маслов А.Д., Комарова И.А.* Проблемы лесозащиты в национальном парке «Куршская коса» // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия. М.: НИИ-Природа, 2003. С. 111—121.
5. *Яхонтов В.В.* Экология насекомых. М: Высшая школа, 1969.
6. *Никитский Н.Б., Осипов И.Н., Чемерис М.В. и др.* Жесткокрылые-ксилобионты, мицетобионты и пластинчатоусые Приокско-Террасного биосферного заповедника. М.: Изд-во МГУ, 1996.
7. *Островерхова Г.П.* Биocenотическое сообщество «гриб-насекомое» и аспекты систематики высших бизициальных грибов // Сборник тез. докладов съезда РЭО. СПб., 19—24 авг. 2002 г. СПб., 2002. С. 270—271.
8. *Определитель* насекомых Европейской части СССР. Жесткокрылые и веерокрылые. Т. 2. Л.; М.: Наука, 1965.
9. *Freude H., Harde K. W., Lohse G. A.* Die Käfer Mitteleuropas. Band 1—15. Krefeld: Goecke & Evers, 1965—1989.
10. *Silfverberg H.* Enumeratio nova Coleopterorum Fennoscandiae, Daniae et Baltiae // *Sahlbergia*, 2004. Vol. 9 (1). P. 1—111.
11. *Bercio H., Folwaczny Br.* Verzeichnis der Käfer Preußens. Fulda: Parzeller & Co, 1979.
12. *Филимонов Р.В., Удалов С.Г.* Жуки-усачи Ленинградской области. СПб: Петроглиф, 2002.

13. Пилецкис С. Генезис и основные этапы формирования современной фауны жесткокрылых Литовской ССР в палеонтологическом и историческом аспектах // Биология вредителей растений и меры борьбы с ними. Вильнюс, 1970. С. 33—43.

14. Гутовски Е.М., Бобец А., Павлячик П., Зуб К. Зачем лесу мертвая древесина? Свободин, 2003.

О.В. Белова, И.Ю. Губарева

*(Калининградский государственный технический университет,
Российский государственный университет
им. Иммануила Канта)*

**ОСНОВНЫЕ ПУТИ МИГРАЦИИ
АДВЕНТИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ
НА ТЕРРИТОРИЮ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА
«КУРШСКАЯ КОСА»**

Резюме: Статья содержит данные о миграции адвентивных растений на территорию косы из Зеленоградска. Приведены история озеленения Зеленоградска и анализ адвентивной флоры. Рассмотрены пути заноса новых растений на косу и их уход из культуры. Статья содержит информацию о видах растений, являющихся агрессивными (*Heracleum sosnovskii* Manden, *Helianthus tuberosus* L.)

Resume: The article contains data about migrations alien plant species to spit territory from Zelenogradsk. Histories of Zelenogradsk and analyses adventives flora are given. Ways of drift alien plant to spit on roads and their leaving from culture are considered. The article includes information about some species of plant which can be invasion (*Heracleum sosnovskii* Manden., *Helianthus tuberosus* L.).

Куршская коса — уникальный памятник природы, заповедная территория. Для сохранения и поддержания хрупкого равновесия во флоре Куршской косы необходим ее постоянный мониторинг. В связи с этим пристального внимания заслуживают адвентивные виды растений. В настоящее время на

косе выявлен 91 адвентик, из них 7 — агрессивные (инвазионные) виды [1].

Занос новых видов растений возможен как со стороны России, так и со стороны Литвы. Причем географическое положение национального парка таково, что попасть на его территорию с российской стороны возможно только через город Зеленоградск, расположенный в корне Куршской косы. Таким образом, город приобретает значение своеобразного форпоста: именно отсюда начинается миграция адвентивных растений на косу.

Зеленоградск — один из старейших городов Калининградской области. В 1816 г. на месте рыбацкой деревни Кранцкунен был основан популярнейший государственный курорт — Кранц. С этого времени город начал испытывать колоссальную рекреационную нагрузку. В период с 1885 по 1900 г. были введены в эксплуатацию железные дороги Кёнигсберг — Кранц, Кранц — Нойкунен (г. Пионерский) и дополнительная железнодорожная ветка до залива (Кранцбеек), откуда было налажено регулярное паромное сообщение с Мемелем. В 1844 г. на выезде из города был разбит крупный парк «Плантаже», где высадили большое количество культурных растений. За городом располагались теплицы местного садоводческого хозяйства, а в самом городе разбили много клумб и цветников [2].

Понятно, что развитое транспортное сообщение и интенсивное озеленение города способствовали появлению на территории Кранца новых видов растений. Флористический состав города и его окрестностей начал видоизменяться. Во флористической сводке «Flora West und Ost Preussen» [3] на период 1898—1940 гг. указываются всего 10 видов заносных растений на территории Кранца. Среди них: *Lepidoteca suaveolens*, *Inula britannica*, *Lolium multiflorum* и др. Вполне вероятно, что это связано со слабой изученностью в тот период адвентивной флоры вообще и малой степенью адвентизации европейской флоры.

После Второй мировой войны Зеленоградск стал активно развиваться — в большей степени как сельскохозяйственный

районный центр. Изменялась как его территория, так и окрестности. Во флористических списках Е.Г. Победимовой (1955) [4], исследовавшей флору Калининградской области в послевоенное время, даются общие указания только на Приморский район, в составе которого тогда был Зеленоградск (несмотря на то, что 13 маршрутов исследований проходили как в самом городе, так и на Куршской косе). К сожалению, адвентивная флора Зеленоградска не нашла отражения и в последующих публикациях.

Проведенные нами исследования в полевые сезоны 2003—2005 гг. позволили выявить 135 адвентивных видов растений во флоре города, что на 44 вида больше, чем на Куршской косе [1]. Из них 74 вида являются ксенофитами, 53 — ушедшие из культуры (эргазиофиты), 8 видов — ксено-эргазиофиты (*P. somniferum* L., *Atriplex hortensis* L., *Asparagus officinalis* L. и др.). По степени натурализации 37 видов — агрофиты, 30 — эпекофиты, 27 — эфемерофиты, 23 — колонофиты, 18 — агро-эпекофиты. При анализе жизненных форм было установлено преобладание терофитов (59) над гемикриптофитами и фанерофитами (по 32 вида), геофитами (7), хамефитами (4) и гидрофитами (1). По происхождению 50 % адвентиков составили виды, заносимые из Европы, 19 % — американские, 15 % — азиатского происхождения, 14 % — средиземноморские и 2 % — кавказские.

Занос новых видов растений на косу осуществляется в первую очередь по шоссейным дорогам. На косу ведут две дороги: одна — трасса федерального значения Калининград — Клайпеда (по окраине города), вторая — городская дорога, проходящая через весь населенный пункт. Посредством автомобильного транспорта на территорию косы, по нашим данным, попал 51 вид адвентивных растений. Например, широко распространенные в городе *Anisantha tectorum* (L.) Nevskii, *Anisantha sterilis* (L.) Panz., *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort., *Secale cerealis* L. Единичным заносом стоит считать находку на 14-м км косы одного растения *Secale cerealis* L. На сырых участках вдоль дорог широкое распространение получила *Im-*

patiens parviflora DC. Также благодаря транспорту разносятся и попадают на косу легкие семена золотарника гигантского, который в настоящее время уже внедрился в естественные фитоценозы национального парка. В районе КПП, около дороги у мелиоративной канавы найдена небольшая пока еще популяция инвазионного вида *Helianthus tuberosus* L., активное распространение которой вполне возможно. Вдоль квартальных дорог встречается «ушедшая» из культуры *Xanthoxalis stricta* (L.) Small. Она также широко культивируется в Зеленоградске и в одичавшем состоянии встречается в парке и на променаде. Сопровождают дороги, но непосредственно на обочине не встречаются три вида гулявника (*Sisymbrium altissimum* L., *S. loeselii* L., *S. wolgense* Bieb. ex Fourn.). Вдоль дорог и стоянок часто встречается одичавшая *Malus domestica* Borckh. Ее семена (предположительно) разносятся птицами и человеком, и в придорожной полосе они легко прорастают. В Зеленоградском районе в посевах зерновых и бобовых часто встречается *Medicago sativa* L. В настоящее время люцерна широко распространилась по косе.

Куршская коса является зоной отдыха, в связи с этим вдоль основной трассы на всем ее протяжении оборудованы автостоянки. Во многих случаях это только участки с гравийной засыпкой. В таких местах местные виды растений не выдерживают конкуренции с сорняками, среди которых часто встречаются и адвентики. Примером может служить автостоянка рядом с променадом в пос. Лесное. Здесь были найдены: *Corispermum marschalii* Stev., *Senecio vernalis* Waldst. et Kit., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Galinsoga ciliata* (Rafin.) Blake, *Anisantha tectorum* (L.) Nevskii. Эти же адвентики встречаются на променаде в Зеленоградске.

Среди адвентиков, внедряющихся в естественные сообщества косы, нами были выделены две группы растений. Во-первых, виды, ранее или в настоящий момент культивируемые в Зеленоградске и поселках на косе, но легко уходящие из культуры. Вторую группу составили преднамеренно интродуцированные виды, но обладающие хорошим семенным или вегета-

тивным возобновлением, что позволяет им распространяться или длительно (без помощи человека) существовать в определенном месте (колонофиты). В первую группу вошло 18 видов, например *Reynoutria japonica* Houtt. На выезде из Зеленоградска, в корне косы, Ю.Д. Гусев еще в 1970-е гг., указывал ее местонахождение вдоль одной из сторон дороги [5]. Наши наблюдения показывают, что сейчас популяция этого вида существенно увеличилась и располагается уже по обеим сторонам дороги. *Viola odorata* L. ранее широко культивировалась на городском кладбище, а сейчас встречается в смешанно-широколиственных лесах, особенно в корне косы и в окрестностях пос. Рыбачий. Во вторую группу вошли 20 ушедших из культуры древесных интродуцентов. Это хорошо возобновляющиеся самосевом *Robinia pseudoacacia* L., *Caragana arborescens* Lam., *Berberis vulgaris* L., *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. и др.

Необходимо отметить также водное растение *Elodea canadensis* Michx., очевидно, занесенное в Куршский залив из впадающих в него рек и с водным транспортом.

В окрестностях Зеленоградска нами был обнаружен пока еще единично встречающийся агрессивный вид, легко внедряющийся в естественные ценозы, — *Hieracium sosnovskii* Manden. Это растение по территории Калининградской области довольно быстро распространяется семенами вдоль шоссе-ных дорог, поэтому уже сейчас вызывает опасение возможность его попадания на территорию национального парка. В этом случае меры борьбы очень сложны.

Таким образом, все вопросы, связанные с озеленением города Зеленоградска и сельским хозяйством, активно развивающимся сейчас в пригороде, требуют к себе особого внимания. Понятно, что возникшие изменения флористического состава в городе влекут за собой и трансформацию пригородных естественных ландшафтов. В данном случае Зеленоградск — плацдарм для миграции заносных видов на территорию национального парка «Куршская коса».

Список литературы

1. Губарева И.Ю., Белова О.В., Калашиникова О.В. Адвентивная флора национального парка «Куршская коса» // Проблемы изучения и охраны культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград: Изд-во РГУ им. Канта, 2005. С. 71—89.
2. Ефремов Л.А. Очерки по истории Кранца: К юбилею города. Калининград: ГП «КГТ», 2002.
3. Abromeit J., Neuhoff W., Steffen H., Jantzsich A., Vogel G. Flora von Ost- und Westpreussen. Bd. 1—3. Berlin, 1889—1940.
4. Победимова Е.Г. Состав флоры Калининградской области и ее распространение и хозяйственное значение // Тр. Бот. ин-та АН СССР. 1955. Сер. 3. Вып. 10.
5. Гусев Ю.Д. Новые данные по адвентивной флоре Калининградской области // Бот. журнал. 1974. Т 59. № 10. С. 1458—1460.

Ю.Е. Беленец, А.В. Жигунов, А.В. Дорошин
(Научно-исследовательский институт лесного хозяйства,
Санкт-Петербург)

**СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОЧВ И ПЕСЧАНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА
«КУРШСКАЯ КОСА»**

Резюме: Приводятся результаты исследования почв и непочвенных песчаных отложений на территории НП «Куршская коса». Рассмотрены морфологические, физико-химические и другие свойства почв, их связь с растительностью и режимом увлажнения. Оценивается трофность компонентов почвенного покрова.

Resume: Soil and sand deposits have been studied for the territory of National Park «Curonian spit». Research results include morphological, physical and chemical soil characteristics, which are connected with vegetation and water regime. The data on assessment of trophness of soil cover components are given in this paper.

Введение

Современное состояние природных комплексов Куршской косы — результат длительного и сложного взаимодействия природных и антропогенных факторов за послеледниковый период. Если рассматривать их влияние на косу в целом, то воздействие этих факторов неуклонно возрастает. Негативное влияние оказывают разрушительные штормы, дефляционные процессы, подтопление пониженных участков почв, вспышки численности вредителей и другие природные факторы, а также различные формы антропогенного воздействия, среди которых ведущая роль принадлежит воздействию рекреационному. Все это наряду с другими факторами почвообразования не может не отразиться на характере и направлении процессов почвообразования, свойствах и особенностях компонентов почвенного покрова, находящихся в зависимости от местоположения и других условий на разных стадиях своего формирования и развития.

Характеристика природных условий Куршской косы

Изучение почвенного покрова и песчаных наносов, на которых почвы еще не сформировались, проводилось на территории Куршской косы в рамках комплексных исследований. Эта территория в классификации ландшафтов юго-восточного побережья Балтики выделяется в самостоятельный тип эолового прибрежно-морского ландшафта [1].

Латеральная организация Куршской косы в направлении «море—залив» включает следующие местности: береговая полоса (пляжная зона), приморские дюны (в том числе авандюна), дефляционно-аккумулятивная равнина (пальве), дюнные гряды, призаливная (лагунная) терраса и пляж залива [1]. Авандюна сравнительно хорошо стабилизирована растительным покровом. Дефляционно-аккумулятивная равнина (пальве) на косе представлена чередованием вытянутых бессточных западин, округлых плоскодонных котловин, отдельно стоящих

берегов и т. д. и в настоящее время полностью стабилизирована преимущественно древесной и древесно-кустарниковой растительностью. Сильная пространственная вариабельность режимов увлажнения (от нормального до избыточного) обуславливает широкий спектр почвенно-растительных характеристик. На повышенных местообитаниях (бугры, высокая пальве) формируются мелкоподзолистые, дерново-мелкоподзолистые почвы преимущественно под сосняками мшистыми, злаково-мшистыми. В полугидроморфных бессточных западинах — преимущественно дерново-мелкоподзолистые почвы и дерново-подзолистые грунтово-оглеенные почвы, как правило, под сосняками и сосновыми березняками злаково-мшистыми, разнотравно-мшистыми и разнотравно-злаковыми. В гидроморфных условиях почвы представлены перегнойно-подзолистыми, торфяно-подзолистыми, перегнойно-подзолистыми оторфованными. В этих условиях идет процесс оглеения. Здесь формируются преимущественно черноольшаники крупнотравные и крупнотравно-ягодниковые. Наиболее пониженные участки косы заняты в основном черноольшаниками болотнотравными [2].

Отличительная особенность Куршской косы — своеобразная группа урочищ, представленная волнистыми, бугристыми и слабоволнистыми поверхностями, сложенными эоловыми песками, подстилаемыми моренными суглинками (район пос. Рыбачий). Грунтовое увлажнение водами, питающимися надморенной верховодкой, пространственно неоднородно. В соответствии с этим на дерново-подзолистых грунтово-оглеенных почвах формируются злаково-разнотравные луга, а на торфянисто-подзолистых грунтово-оглеенных — древостой сложного породного состава с участием ольхи черной, липы, ясеня и др. Часто вдоль косы со стороны залива формируется выровненная поверхность низкого уровня, отграничивающая донные массивы от залива (призаливная пальве).

Специфика Куршской косы (в сравнении, например, с Вислинской) — наличие незакрепленных растительностью песков, на долю которых приходится 10 % территории. Для

активно дефлируемых участков характерны крайне разреженные псаммофитотравные сообщества, отдельные участки сильно зарастают различными видами ив. Обладая поступательным характером движения, незакрепленные дюны Куршской косы на отдельных участках перемещаются в сторону залива со скоростью 4 м в год [3]. Движение дюн в сторону залива в течение длительного времени определило аккумулятивные выступы, далеко вдающиеся в залив, и обмеление западного берега Куршского залива. Объем собственных песчаных ресурсов на незакрепленных участках дюнной гряды в результате их выноса в залив уменьшается, что приводит к отрицательному балансу песка и уменьшению высоты «живых дюн» [4]. Активный вынос песка в залив наблюдается на участках незакрепленных дюн, а на остальных, по-видимому, идет за счет эрозионных, частично эоловых и гравитационных процессов, обеспечивающих размыв, развеивание и осыпание склонов, обращенных к заливу. Нередко природные процессы осложняются искусственным сносом песка при переходе людей через дюнную гряду к заливу. Усилившееся посещение активно дефлируемых территорий населением в значительной мере нарушает заповедный режим этих ПТК.

Общая площадь заболоченных территорий на косе составляет примерно 550 га, их абсолютные отметки колеблются от 0,3 до 3,9 м.

На большей части территории напочвенный покров соответствует лесорастительным условиям, однако на некоторых участках (например, на 47—49-м км площадью 85 га и 36—38-м км — 125 га) в результате сбора грунтовых вод с более высоких сопредельных территорий (район дюнных массивов) в отдельные годы наблюдается критический подъем уровня грунтовых вод, что сопровождается их выходом на дневную поверхность и длительным застоем разной степени интенсивности (1981—1982, 1987, 1991—1992 гг.); это только за период 1981—1983 гг. обусловило гибель 12 га леса [5].

Объекты и методы исследования

Изучение лесорастительных (в более узком смысле — морфологических, физико-химических, кислотно-основных агрохимических) свойств сформировавшегося почвенного покрова и песчаных наносов, на которых в силу различных причин почвы не сформировались, проводилось вдоль двух опорных поперечных профилей, пересекающих Куршскую косу. Первый профиль заложен на территории лесничества «Зеленогорское» (кв. 7) и проходит через 26-й км Куршской косы; второй в лесничестве «Золотые дюны» (кв. 18) в районе 40-го км косы.

На этих профилях размещено 12 почвенных разрезов (ям). Из семи из них (разрезы 1, 3, 8, 9, 10, 11, 12) отобраны почвенные образцы по генетическим горизонтам и слоям для проведения химико-аналитической обработки.

При проведении полевых почвенных исследований использовался метод полнопрофильного (по вертикалям) изучения почв. Химико-аналитическая обработка полученного материала проводилась по общепринятым в лесном почвоведении и агрохимии руководствам, методикам и стандартам.

Результаты и их обсуждение

Для получения представления о плодородии все почвообразные тела были разделены на две базовые группы: почвы и непочвы (наносы, субстраты). Почвы, размещающиеся на палеозое на местоположениях длительного существования, имеют нормальный, хотя и простой, профиль (разрезы 1, 3, 8, 9, 10). Здесь есть полный набор генетических горизонтов, характерных для данного типа почвообразования и данных ландшафтных условий. Следует отметить, что профиль этих почв иногда слабо дифференцирован, особенно в их нижней части, на генетические горизонты. Это характерно для почв, формирующихся на горных материнских породах, бедных легковыветриваемыми минералами. Такими породами с

малым минеральным резервом и являются супеси, а особенно пески (тем более кварцевые).

Непочвы (субстраты, наносы), расположенные на местоположениях кратковременного существования, не расчленены на горизонты и либо находятся на первых стадиях почвообразования (к тому же часто прерываемого в результате развеивания, перемещения и засыпания сверху новым песчаным материалом), либо совсем не затронуты почвообразованием. Вторая группа обладает весьма низкой трофностью, зачатками почвенного плодородия (разрезы 11, 12).

Из таблицы видно, что наиболее характерными свойствами изучаемых почв являются кислая реакция среды по всему профилю, сравнительно низкие значения гидролитической кислотности при высокой степени насыщенности основаниями, относительно хорошая в целом (для песчаных почв) обеспеченность гумусом и сравнительная обедненность гумусом минеральных горизонтов, где невелико количество основных элементов минерального питания растений.

Так, рН солевое в горизонтах лесных подстилок колеблется в пределах 3,31—3,85, что означает очень сильную кислую реакцию среды в соответствии со шкалами кислотности (по рН в растворе КСl). В горизонтах A_1A_2 этот показатель изменяется от 3,70 до 4,05, а в нижележащих горизонтах В он составляет 4,35—5,45, доходя даже до 6,16 в песчаных субстратах дюнных образований. Хорошо заметна тенденция увеличения рН от верхней части почвенного профиля к нижележащим горизонтам, где роль подкисляющих факторов заметно снижается. При этом повышение значений рН происходит постепенно, без заметных минимумов, что характерно для почв подобного гранулометрического состава.

Обеспеченность песчаных почв гумусом сравнительно хорошая. Наиболее плодородной из ряда рассмотренных по химическим свойствам почв является перегнойно-слабоподзолистая слабооторфованная грунтово-оглееная песчаная почва (P1), расположенная в относительно богатом местообитании — березняке осоково-зеленомошном, занимающем тянущееся вдоль косы понижение — депрессию.

Физико-химические и агрохимические свойства супесчаных почв и песчаных отложений Куршской косы

Разрез	Горизонт, глубина в см	РН солевое	ГК	ОК	S	V в %	Е	С в %	Гумус в %	N _{лг.}	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг-экв. / 100 г.				мг-экв. / 100 г.			мг-экв. / 100 г.		
P1	A ₀ 0—5	3,35	68,25	11,03	94,0	57,9	162,25	24,91	42,96	15,4	12,10	26,0
	A ₁ A ₂ 5—16	4,05	1,23	0,19	6,4	83,8	7,63	3,38	5,82	0,77	2,20	3,9
	B 16—44	4,68	0,62	0,18	5,8	90,3	6,42	0,48	0,82	0,25	3,4	3,2
P3	A ₀ 0—6	3,80	72,38	16,45	98,0	57,5	170,38	11,27	19,44	10,88	11,9	24,3
	A ₁ A ₂ 6—10	4,10	0,97	0,19	5,8	85,6	6,77	1,50	2,59	0,49	1,7	2,75
	B 10—80	5,45	0,66	0,12	5,6	89,4	6,26	0,39	0,67	0,31	1,5	2,80
P8	A ₀ 0—6	3,85	70,87	5,96	102,0	59,0	172,87	12,37	21,32	12,65	10,2	25,4
	A ₀ A ₁ 6—9	3,70	39,38	5,60	92,0	70,0	131,38	11,67	20,02	9,45	8,7	23,2
	A ₁ A ₂ 9—20	4,05	0,70	0,35	6,0	89,5	6,70	1,18	2,03	0,74	1,3	2,8
	B 20—90	5,40	0,53	0,15	5,2	90,7	5,73	0,29	0,51	0,41	1,4	2,6
P9	A ₀ 0—7	3,31	44,63	13,3	96,0	68,2	140,63	12,41	21,40	13,06	10,8	19,8
	A ₁ A ₂ 7—23	3,70	0,78	0,96	5,9	88,3	6,68	1,06	1,82	0,68	1,3	2,7
	B 23—95	4,35	0,88	0,21	5,3	85,7	6,18	0,22	0,38	0,36	1,2	2,0
P10	A ₀ 0—6	3,65	62,64	7,53	84,0	57,2	146,64	10,99	18,96	10,36	9,4	17,4
	A ₁ A ₂ 6—15	3,70	0,62	0,22	4,2	87,1	4,82	0,70	1,20	0,49	1,1	2,1
	B 15—80	4,45	0,70	0,28	5,0	87,7	5,7	0,18	0,31	0,40	1,0	1,8
P11	0—10	4,90	0,62	0,14	5,8	90,3	6,42	0,26	0,45	0,48	1,5	2,15
	10—20	5,00	0,53	0,11	10,2	95,0	10,73	0,17	0,29	0,35	1,6	2,3
	20—30	5,20	0,48	0,10	9,3	95,0	9,78	0,09	0,16	0,31	1,3	2,1
P12	0—10	6,35	0,40	0,09	8,3	95,4	8,70	0,12	0,21	0,28	1,2	2,1
	10—20	6,15	0,35	0,06	7,5	95,5	7,85	0,09	0,16	0,21	1,0	2,2
	20—30	6,16	0,44	0,11	5,6	92,7	6,04	0,08	0,14	0,14	1,1	2,0

Примечание: ГК — гидролитическая кислотность; ОК — обменная кислотность; S — сумма поглощенных оснований; V — степень насыщенность оснований; Е — емкость обмена; С — углерод; N_{лг.} — легкогидролизуемый азот; P₂O₅ — подвижный фосфор; K₂O — обменный калий.

В почвенном покрове двух рассматриваемых ландшафтно-экологических поперечных профилей господствующее положение занимают дерново-слабоподзолистые песчаные (содержание физической глины редко превышает 10 %) почвы на эоловых песчаных наносах. Из физических свойств наиболее характерны бесструктурность, ничтожная водоудерживающая способность и хорошая водопроницаемость.

В более влажных местах в условиях плоскодонных влажных западин с высотой от уреза Балтийского моря (БМ) — 2—3,7 м и высотой уровня грунтовых вод (УГВ) — 44—66 см развиваются почвы гидроморфного ряда. Это подтип болотно-подзолистых почв — перегнойно-подзолистые грунтово-оглеенные почвы песчаные на эоловых песках. Формируются они при более интенсивном грунтовым увлажнении, чем дерново-подзолистые, отличаются наличием перегнойного горизонта, отсутствием горизонта дернового и наличием в нижней части профиля оглеения. Иногда эти почвы имеют более мощную (до 11 см) подстилку (оторфованные почвы) и потенциально богаче автоморфных — их трофность выше. Содержание гумуса выше и может достигать 5 %, реакция почв кислая, в нижних горизонтах может быть слабокислой или нейтральной. В верхних горизонтах почвы не насыщены основаниями (40—60 %), в нижних — насыщены или слабонасыщены.

Как показывают проведенные исследования, на повышенных местообитаниях (бугры, высокая пальве) при высоте от уреза БМ 5—7 м и отсутствии в почвенном профиле грунтовых вод формируются автоморфные дерново-слабоподзолистые почвы. Они залегают под сосняками луговиково-зеленомошными, злаково-зеленомошными, луговиково-марьяниково-зеленомошными. Полученные данные согласуются с данными других авторов [2].

В местообитаниях, тяготеющих к полугидроморфным и имеющих высоту от уреза БМ менее 5 м, а УГВ — 90—95 см (западины и склоны сравнительно низкой пальве), представлены дерново-слабоподзолистые почвы со сравнительно мощной лесной подстилкой. Эти почвы приурочены к соснякам

луговиково-зеленомошным, сосновым березнякам зеленомошным и сосново-лиственным злаковым ассоциациям. В гидроморфных условиях при высоте от уреза БМ 2—3,7 м и УГВ 44—66 см под черноольшаниками ягодниково-крапивными, березняками осоково-зеленомошными и сосняками луговиково-зеленомошными образуются перегнойно-подзолистые оторфованные грунтово-оглеенные почвы.

И, наконец, в условиях дюнного массива (серая дюна) на склонах, прилегающих к дюне, в зоне незакрепленных, подвижных дюн (дюн второй генерации) под псаммофитотравными сообществами простираются дюнные рыхлые незакрепленные и полужакрепленный пески, на которых почвообразовательный процесс, по всей видимости, находится на самой ранней, предпочвенной стадии и, скорее всего, будет прерван при латеральном перемещении дюны в направлении «море — залив».

Таким образом, почвы (там, где они есть) формируются на не самых бедных полимиктовых (чаще всего тонкозернистых) песках. Они обладают сравнительно высокой для песчаных почв трофностью и неблагоприятными водно-физическими свойствами, связанными с неоднородностью условий увлажнения.

Список литературы

1. *Басаликас А.Б.* Ландшафты Литвы. Вильнюс, 1977.
2. *Волкова И.И.* Ландшафтно-экологическая характеристика Куршской и Вислинской кос // Проблемы изучения и охраны природы Куршской косы. Калининград, 1998. С. 112—126.
3. *Архитектурно-ландшафтное* исследование и предварительные проектные предложения по планировке Куршской косы / ЛитНИИСА. Каунас, 1984.
4. *Гуделис В.К.* Некоторые данные о строении и развитии пересяпи Куршю-Нерия // Труды ИО РАН СССР. 1954. Т. 10. С. 62—69.
5. *Корнеевец Л.В.* Влияние солености вод Балтийского моря на уровень грунтовых вод Куршской косы // Водные ресурсы. 1994. № 1.
6. *Розанов Б.Г.* Генетическая морфология почв. М.: Изд-во МГУ, 1975.

Т.Г. Буруковская

(Городской геолого-краеведческий клуб-факультет «Кристалл»,
гимназия № 32 г. Калининграда)

**О РЕЗУЛЬТАТАХ МОНИТОРИНГА ИЗМЕНЕНИЙ
В КОМПЛЕКСАХ ПРИБРЕЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ
ВОСТОЧНОГО И ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖИЙ КУРШСКОЙ КОСЫ
(РАЙОН ПОСЕЛКОВ ЛЕСНОЕ И МОРСКОЕ, 2001—2005 годы)**

Резюме: Результаты мониторинга изменений в комплексах прибрежных ландшафтов восточного и западного побережий Куршской косы (у поселков Лесное и Морское, 2001—2005 гг.) показывают дендропотери и недопустимую рекреационную нагрузку на дюнах (Сыпучая, Лысая, Эфа) и на авантюне в пределах пос. Лесное. Таблицы 1 и 2 содержат информацию о положительной динамике изменения элементов ландшафтов и предварительные расчеты алгоритма универсальной формулы вычисления коэффициента интенсивности дендропотери.

Resume: Results of monitoring in complexes by coastal landscape East's and West's coasts of Kurshscaja plait (near settlements Lesnoje and Morskoje, 2001—2005 years) showing loss of trees and intolerable recreational loading on hills Sybuchaja, Lysaja (Staroderevenscaja), Aefa near settling Morskoje and frontalhill in borders of sett. Lesnoje. Showing Tables 1 & 2, contents information about positive dynamics of changes landscapes elements, pretext calculation's of algorithm by universal formula loss of trees coefficient for their forecaster in dependence from keys quantity.

Подвижность песка и связанный с ней риск для существования самой косы и местных населенных пунктов требуют постоянного контроля и соответствующих ландшафтосберегающих мероприятий. В необходимости определения параметров изменений, связанных с антропогенными и абиотическими факторами, состоит *актуальность* данного исследования. Для его реализации клубом-факультетом «Кристалл» в течение 10 лет ведется мониторинг прибрежных ландшафтов Куршской косы. Особое внимание уделяется состоянию тер-

риторий, прилегающих к населенным пунктам. В частности, нас интересуют изменения, происходящие в окрестностях поселков. *Морское* (с облесенными дюнами Сыпучей, Эфа и частично озелененной Лысой) и *Лесное* (с участком авантюны на протяжении 1 км вдоль морского побережья).

Целью данной работы является исследование динамики состояния песчано-растительных комплексов на полигонах с привязкой к указанным природным объектам.

Автор ставил следующие *задачи*:

— комплексный мониторинг на рабочих и контрольных полигонах I—Iк и II—IIк в пределах пос. Лесное на восточном и западном участках пляжей и прилегающей к ним зоны;

— комплексный мониторинг на рабочих и контрольных полигонах I—Iк и II—IIк в районе пос. Морское на восточном побережье Куршской косы;

— мониторинг динамики пляжевой зоны на полигонах I—Iк и II—IIк;

— мониторинг гидрометеорологических условий на всех полигонах обоих побережий Куршской косы;

— наблюдение за состоянием древесно-травяного покрова у подножий дюн *Сыпучая*, *Лысая* и на склоне дюны *Эфа*.

Для *реализации* поставленных задач в полевом сезоне 2001 г. были заложены указанные полигоны в поселках Лесное и Морское.

Материалами послужили сведения, полученные клубом-факультетом «Кристалл» в процессе мониторинга.

Мы пользовались следующими *методами*:

— визуальное наблюдение;

— фотофиксация и живопись;

— замеры ширины пляжа от уреза воды до склона прибрежных дюн (*Сыпучей*, *Лысой*);

— определение состояния дюн в районе пос. Морское (по состоянию и положению деревьев на прибрежных склонах);

— определение состояния растений на полигонах в районе пос. Лесное;

— сравнение изменения этих показателей в течение нескольких полевых сезонов;

— гидрометеорологические наблюдения: определение направления ветра, состояния поверхности акваторий, при необходимости — замер ширины сухого участка пляжа (от кромки воды или заплеска волн до подножия авандюны на западных полигонах и до берегового склона — на восточных);

— создание алгоритма, формул расчета и прогноза дендроустрат на восточных склонах дюн *Сытучая, Лысая, Эфа*.

На этапе сбора материалов удалось составить таблицы замеров, где показаны изменения расстояний от кромки воды до склона (стенки пляжа) и от склона до обрыва дюны по годам собственных наблюдений (табл. 1).

Из анализа таблицы 1 видно, что из года в год растет посещаемость пляжа в районе западных полигонов; за 5 лет мониторинга на полигоне I она увеличилась почти на 50 % (с 60 до 80 чел./день). В то же время зона вокруг контрольного полигона Iк, заложенного в неудобном для посещения пляжа месте, колеблется в пределах 10—21 чел./день. Однако заметна тенденция увеличения посещаемости и этой части полигонов, о чем говорит повышение уровня их загрязненности посторонними предметами (бутылками, банками из-под пива, бумагой, упаковками из-под соков, сигарет, полиэтиленовыми пакетами, обломками одноразовой посуды, остатками пищи, окурками, осколками стекла). Иными словами, этот участок все чаще используется как место проведения пикников. Такая же тенденция прослеживается и на более удаленных к северу от пос. Лесное полигонах II и IIк, хотя в абсолютном выражении посещаемость здесь несколько ниже, чем на ближнем к поселку южном участке западного побережья (полигоны I и Iк). Тем не менее прирост посещаемости за 5 лет полигона II составил почти 90 %, тогда как на контрольном полигоне IIк увеличение этого показателя, как и уровня загрязненности, не отмечается. В связи с установленной в процессе мониторинга статистикой посещаемости серьезные опасения вызывает состояние и даже само существование авандюны как защитного сооружения. Это связано с нарушением растительного покрова на подходах к авандюне и на ней самой.

Таблица 1

Динамика ключевых параметров на западном побережье Куршской косы в окрестностях пос. Лесное за период мониторинга с 2001 по 2005 год

Год	Авандона (западные полигоны)								Склон (восточные полигоны)							
	I		Iк		II		IIк		I		Iк		II		IIк	
	Посещаемость, чел./день	Состояние	Посещаемость, чел./день	Состояние	Посещаемость, чел./день	Состояние	Посещаемость, чел./день	Состояние	Посещаемость, чел./день	Состояние	Посещаемость, чел./день	Состояние	Посещаемость, чел./день	Состояние	Посещаемость, чел./день	Состояние
2001	60	Покров нарушен	17	Норма	40	Норма	5	Норма	32	Растения угнетены	3	Норма	30	Растения угнетены	5	Норма
2002	66	Покров нарушен	10	Норма	52	Покров нарушен	7	Норма	39	Растения угнетены	2	Норма	46	Растения угнетены	7	Норма

2003	71	Растения отсутствуют	21	Норма	56	Покров нарушен	7	Норма	48	Растения отсутствуют	3	Норма	55	Растения угнетены	16	Норма
2004	79	Растения отсутствуют	17	Норма	65	Покров нарушен, растения низкорослые	6	Норма	46	Растения отсутствуют	4	Норма	62	Растения угнетены	15	Норма
2005	86	Растения отсутствуют	12	Норма	76	Покров нарушен, растения низкорослые	4	Норма	51	Растения отсутствуют	3	Норма	97	Растения отсутствуют	28	Норма

Как видно из таблицы 1, пока не вызывает опасений растительный покров (плотность, физиологическое состояние растений всех ярусов) на полигонах Iк и IIк. На основных же полигонах I и II растительный покров либо значительно нарушен, либо вовсе отсутствует. Так, на полигоне I в 2001 г. на обращенной к морю щеке авантюны еще отмечались осока песчаная, мать-и-мачеха, астрагал песчаный, горошек узколистный, хотя визуально они отличались от нормально развитых представителей этих видов низкорослостью, явно угнетенным состоянием, да и плотность зарастания была выше, чем в 2003 г. В 2004—2005 гг. растения здесь вообще отсутствуют, что коррелирует с увеличением посещаемости. Значительные участки полигонов I и II не только лишены растительности, но и авантюна здесь практически снесена посетителями пляжа, а слегка пологий песчаный спуск густо испещрен их следами в любую погоду.

На восточном побережье Куршской косы в пределах пос. Лесное пляжи не столь привлекательны, как на западном, с чем связана более низкая посещаемость полигона I. К тому же ширина пляжа здесь не превышает 2,5—3,0 м, а значит, при каждом случае восточного ветра и состояния поверхности залива 3—4 балла волны достигают подножия берегового склона, что способствует его подмыву и разрушению. В совокупности даже с невысокой рекреационной нагрузкой размыв берега здесь довольно интенсивен. Сведения, приведенные в таблице 1, подтверждают сказанное. Отмечу: состояние растений на восточном полигоне I при более низкой посещаемости, чем на соответствующем полигоне западного побережья, значительно хуже. Видимо, это вызвано совокупностью причин: малой шириной пляжа, разрушительной деятельностью волн, чрезмерной в таких условиях посещаемостью участка.

На восточном полигоне II, где ширина пляжа 15—17 м, состояние растений и самого берегового склона подобна такому на полигоне I, что объясняется его более интенсивной посещаемостью. При этом степень вытоптанности площадок полигонов I и II как на восточном, так и на западном побе-

режьях косы столь высока, что не позволяет вести здесь мониторинг распределения песков разных фракций. Сказанное относится и к контрольным полигонам.

Таким образом, результаты мониторинга на полигонах I — Iк и II—IIк в районе пос. Лесное на Куршской косе свидетельствуют:

— антропогенное воздействие повлекло за собой выпадение растительности всех ярусов и, как следствие, — разрушение береговой структуры на обоих побережьях;

— в июне — августе 2001—2005 гг. неадекватная рекреационная нагрузка на авантюну и береговой откос являлась основным разрушающим фактором.

Значительную тревогу вызывает и состояние прибрежных дюн, берегового склона, пляжа, преддюнного пространства полигона II в районе пос. Морское. Поэтому автор ставил перед собой следующие *задачи*:

— проанализировать состояние восточных склонов дюн *Сыпучая, Лысая (Стародеревенская), Эфа и полигона II* на участке пляжа южнее дюны *Сыпучей*;

— проследить динамику изменений ключевых параметров.

На этапе сбора материалов удалось составить таблицу замеров (табл. 2), где показана динамика изменений ширины пляжа, состояния склонов, средняя посещаемость исследуемого участка. Из анализа сведений, представленных в таблице 2, и материалов фото- и живописной фиксации следует, что:

— в районе пос. Морское наблюдается общая тенденция движения дюн к заливу при явном изменении конфигурации их восточных склонов;

— зафиксировано появление и расширение оползневой зоны-пропелшины на восточном склоне дюны *Эфа*;

— на малодоступном полигоне II происходило нарастание ширины пляжа за счет, прежде всего, погодно-климатических факторов, а после нескольких штормов и обвалов восточного склона дюны *Лысая* — за счет аккумуляции песка и на участке полигона II до бухты, и на бухтовом участке;

— происходит интенсивное оползание деревьев и дернового слоя с дюны *Сыпучей* к Куршскому заливу.

Таблица 2

**Динамика ключевых параметров на восточном побережье Куршской косы в окрестностях пос. Морское
за период мониторинга с 2001 по 2005 год**

Год	Состояние склона			Ширина пляжа м				Эфа			
	Сыпучая	Лысая	Эфа, площадь плещи, м ²	Сыпучая	Лысая	Полигон П		Средняя посещае- мость чел./день		Площадь плещи, м ²	Древесный и травяной урон
						До бухты	В бухте	По настилу	По восточ- ному склону		
2001	Смещен	Смещен	3,0	10,2	5,6	12,4	8,6	160	2—3	20	Нарушен травяной покров
2002	Смещен	Смещен	3,5	8,9	3,5	11,6	5,1	140	2—3	32	Нарушен травяной покров
2003	Оползень	Смещен, осыпь	4,0	8,6	0,5	20,4	12,1	160	4—6	38	Травяной покров отсутствует, обнажены корни деревьев
2004	Утрата деревьев, оползание	Обвал, дальнейшие смещения	6,0	7,9	0 (обвал песка в залив)	20,8	15,0	120	6—10	60	Оползание деревьев и песка
2005	Утрата деревьев, оползание	Обвалы	9,5	5,1	2,4	24,5	8,7	160	10—15	100	Утрата оползающих деревьев, смещение масс песка на поселок

Скорость этого перемещения неравномерна, но сопоставима с погодными условиями. В частности, усиление ветра от юго-запада и запада, особенно в 2001 г., когда во время урагана в районе мониторинга были вырваны с корнем и повалены сотни деревьев, привело к ускорению наступления дюн Лысая и Сыпучая на залив. В то же время штормовые ветры и усиление волнений в Куршском заливе вызвали размыв отдельных участков пляжа и его сужение. Вот почему повсеместно сократились расстояния между кромкой воды и подножьем обращенных к заливу дюн. Такое быстрое, даже резкое изменение скорости размыва берега совместно с продвижением дюн к береговой кромке привело к потерям части защитных зеленых насаждений.

Нашей группе довелось наблюдать отрыв от дюны Лысая и обрушение в залив огромного, как скала, куска спрессованного песка — наподобие того, как от ледника откалывается айсберг. Грохот этого обвала был отчетливо слышен в пос. Морское и даже возле дюны Сыпучей. Волна, образовавшаяся при этом, перевалила через пляж и выплеснулась на луг за береговой кромкой, где в траве запутались водоросли и обитатели вод.

Результаты движения дюны Сыпучей заметны при сопоставлении рисунков, на которых изображены одни и те же объекты (отдельные деревья или их группы): расстояния от этих объектов до уреза воды сокращаются год от года.

На обращенном к заливу крутом борту дюны Эфа отчетливо видны проплешины без деревьев, оползших почти на уровень крыш ближайших к дюне строений. За время мониторинга эти изменения не только появились, но и увеличились, что вызывает естественную тревогу и побуждает к поиску причин такого стремительного разрушения крутого борта одной из красивейших и давно усмиривших лесом дюн Куршской косы. Одним из разрушающих дюну Эфа факторов нам представляется резкая активизация строительных работ у подножья и вызванная этим вибрационная нагрузка от машин и механизмов.

Вторая причина — значительное усиление рекреационной нагрузки на дюну Эфа, которая используется в военных и экскурсионных целях. Нам не раз приходилось видеть военно-

служащих, бегом спускающихся по этому склону прямо в пос. Морское, к магазину. А включение смотровой площадки в экскурсионный маршрут, несмотря на обустроенность сооружения и подъема к нему, многократно усилило нагрузку на песчаное тело дюны за счет давления на настил и его вибрации.

То же самое происходит и с дюной Лысой (Стародеревенской), на которой нет даже настила-тропы для спуска и подъема; зато мы видели многочисленные группы туристов, считающих особой доблестью взобраться на вершину, сфотографироваться там, а затем съехать по крутому песчаному борту в залив. Между тем только один такой турист сдвигает при подъеме и спуске до 40 т песка.

Благодаря долговременному мониторингу удалось найти алгоритм и составить формулу вычисления коэффициента интенсивности дендропотери.

Алгоритм расчета:

выбор и оконтуривание участка →

обмер площади →

маркировка и подсчет деревьев на участке мониторинга →

определение расстояний от каждого маркированного дерева до кромки обрыва дюны →

определение количества оползающих деревьев →

подсчет деревьев, сместившихся ниже кромки →

фиксация периода от обнажения корней до смещения дерева на склон →

подсчет количества деревьев, сместившихся с площадки мониторинга на обрыв ниже кромки за единицу времени (или период) →

подсчет количества деревьев, оставшихся на площадке мониторинга.

Формула коэффициента интенсивности дендропотери:

$$\Delta \partial = N / T, \Delta' \partial = N' / T \quad (1)$$

где: $\Delta \partial$ — коэффициент дендропотери на кромке;

$\Delta' \partial$ — то же на площадке;

N — количество оползаний деревьев;

T — период (время) оползаний;
 N' — количество деревьев на площадке.

При рекреационной нагрузке до 10 чел./день эта формула репрезентативна. При увеличении рекреационной нагрузки на порядок величина T уменьшается, но не в прямой зависимости. Определение этой тенденции требует дальнейших наблюдений, в основе которых, наряду с подсчетом Δd , должны быть регулярные промеры изменения расстояний ΔL от каждого маркированного дерева до кромки обрыва дюны за единицу времени (единый период) в зависимости от рекреационной нагрузки — числа посещения участка за единицу времени, то есть:

$$\Delta R = n / T, \quad (2)$$

где: ΔR — коэффициент рекреационной нагрузки,
 n — количество человек).

Таким образом, полученная формула (1), репрезентативная для дюн *Сыпучей*, *Лысой*, *Эфы*, становится универсальной при условии введения в нее величин: частоты посещений n , угла ветрового воздействия α , средней за период силы ветра ρ , обращенного к заливу угла склона β . Это подтверждается результатами мониторинга на восточном склоне дюны *Эфа*, однако требует дальнейших замеров для получения достаточно достоверных данных, которые позволили бы определить форму зависимости между означенными выше параметрами. В таком случае можно будет не только просчитывать дендроутрату, но и прогнозировать ее, а значит — предотвращать, что повлечет за собой сохранение дюн как элементов ландшафта Куршской косы.

Список литературы

1. *Актуальные задачи охраны природной среды Калининградской области*. Калининград, 1986.
2. *Аляскене С.* Куршская коса: растения на песке. Клайпеда, 2001.

3. *Блажчишин А.И.* Техногенная седиментация в юго-восточной Балтике (Калининградское побережье) // Проблемы изучения и охраны природы Куршской косы. Калининград, 1998.

4. *Боголюбская Ю.* О составе и распределении тяжелых песков на полигоне П (восточное побережье Куршской косы в р-не пос. Морское) // Научно-художественный вестник. № 12. Калининград, 2001.

5. *Боголюбская Ю.* Состав и распределение пляжевых песков на полигоне и разрезе мониторинга восточного побережья Куршской косы // Научно-художественный вестник. № 15. Калининград, 2003.

6. *Буруковская Т.Г.* Этюды о Куршской косе. Калининград, 2001.

7. *Буруковская Т.Г.* Путешествия по Куршской косе. Калининград, 2005.

8. *Волкова И.И.* Дюнные комплексы юго-восточной Балтики и пути их рационального освоения: Дис. ... канд. геогр. наук. Калининград, 1995.

9. *Гуделис В.К.* Рельеф и четвертичные отложения Прибалтики. Вильнюс, 1973.

10. *Куршю Марес.* Итоги комплексного исследования / Отв. ред. К. Янкевичус. Вильнюс, 1959.

11. *Ясаманов Н.А.* Древние климаты Земли. Л., 1985.

12. *Bezzenberg A.* Die Kurische Nehrung und ihre Bewohner. Stuttgart, 1889.

13. *Schliht O.* Die Kurische Nehrung in wort und Bild. Königsberg, 1927.

Примечание: издания 12 и 13 любезно предоставлены библиотекой Калининградского историко-художественного музея.

И.Ю. Губарева

*(Российский государственный университет
им. Иммануила Канта и Калининградский государственный
технический университет)*

КОНСПЕКТ ВЫСШИХ СПОРОВЫХ РАСТЕНИЙ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КУРШСКАЯ КОСА»

Резюме: Впервые для территории национального парка «Куршская коса» указывается полный список высших споровых растений. В их числе: плауновидные — 3 вида; хвощевидные — 6 видов и 1 гибрид; папоротниковидные — 18 видов. Впервые на косе установлено произрастание *Equisetum*

boreale и *Dryopteris expansa*. Указывается 15 видов споровых растений, являющихся редкими или охраняемыми в Калининградской области.

Resume: At present of the National Park “Curonian Spit” (Kaliningrad Region) we introduce the synopsis of species of the some group spores plant. This synopsis includes: Lycopodiophyta (3 species), Equisetophyta (6 species and one hybrid) and Pteridophyta (18). The article includes new data of location on Equisetum boreale and *Dryopteris expansa* in National Park.

Актуальность флористических исследований на территории Куршской косы, как уже отмечалось неоднократно [3—5; 8] вполне очевидна. Сохранение видового флористического разнообразия национального парка возможно лишь при наличии исчерпывающих сведений о видовом составе, распространении, частоте встречаемости растений на его территории.

Высшие споровые растения играют важную роль в формировании многих ценозов Куршской косы. За исключением совершенно открытых развеваемых участков авантюн, они распространены практически повсюду. Это, прежде всего, леса, открытые околоводные и даже водные пространства, луга и антропогенно нарушенные участки (обочины шоссе, тропинки, автостоянки и места скопления мусора). Многие из этой группы растений достаточно теневыносливы и встречаются под пологом деревьев (в основном папоротники), другие распространены на открытых пространствах и участвуют в процессах закрепления песка в пляжевой зоне побережья Куршского залива (например, хвощ полевой и северный). Для некоторых редких и охраняемых видов споровых растений территория национального парка «Куршская коса» стала одним из немногих мест распространения вида в Калининградской области.

Материалом для написания конспекта высших споровых растений Куршской косы послужили: данные детальных исследований автором флоры национального парка, проводимых в течение 20 лет; анализ фондового гербария Российского го-

сударственного университета имени Иммануила Канта (KLGU); литература по флоре Пруссии [10] и Калининградской области [2—8].

Завершение работы над конспектом, проверка и детализация полученных материалов осуществлялись в 2005 г. в результате сезонных полевых исследований по намеченному плану в рамках совместной с национальным парком программы о научном сотрудничестве (пятилетний Договор о сотрудничестве между Калининградским государственным техническим университетом и национальным парком — п. 2.2 от 18.04.2001 г.).

В основу флористических исследований положены общепринятые маршрутные методы. Детальные привязки к местам нахождения отдельных видов растений выполнены с учетом квартальной системы лесничеств косы.

В данной статье структура конспекта аналогична предыдущим спискам в уже опубликованных ранее работах [2, 3]: латинское и русское название растения, сверенное по «Флоре европейской части СССР», списками А.Е. Боброва [1] и С.К. Черепанова [9] (для некоторых видов в скобках курсивом также указываются наиболее распространенные синонимы); жизненная форма по классификации С. Raunkier [13]; характер встречаемости видов во флоре Куршской косы — с учетом оценки обилия по шкале Друде; биотопическая приуроченность вида на косе (по итогам многолетних наблюдений); пространственное распространение вида по территории косы (по данным собственных наблюдений, устным сообщениям и материалам фондового гербария KLGU); геоэлемент по W. Rothmaler [14] и W. Meusel [11; 12] с учетом новых данных об ареалах; категория редкости видов по А.А. Соколову [8] и Красной книге Калининградской области [5].

Условные обозначения и сокращения

? — вид, указанный в литературных источниках до 1940 г. [10] и в настоящее время не обнаруженный (в конспекте не нумеруется).

► — только культивируемые.

* — редкий вид Красной книги Калининградской области [5]. В том числе в конце характеристики в скобках приводится категория редкости по А.А. Соколову [8].

** — вид, указанный как «не обнаруженный в послевоенное время» в конспекте флоры Калининградской области или впервые указываемый для территории национального парка или Калининградской области [2—4; 5; 6; 7; 10].

гл. обр. — главным образом

кв. — квартал

ЗД — лесничество «Золотые дюны»

лесн. — лесничество

ЗЛН — лесничество «Зеленоградское»

пос. — поселок

Наиболее интересные и редкие находки видов приводятся с указанием коллектора, времени и подробного места сбора.

**КОНСПЕКТ ВЫСШИХ СПОРОВЫХ РАСТЕНИЙ
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КУРШСКАЯ КОСА»**

ОТДЕЛ LYCOPODIOPHYTA — ПЛАУНООБРАЗНЫЕ
КЛАСС LYCOPODIOPSIDA — ПЛАУНОВИДНЫЕ
ПОРЯДОК LYCOPODIALES — ПЛАУНЫ

1. Семейство Huperziaceae Rothm. — Баранцовые

*? **Huperzia selago** (L.) Bernh. ex Schrank et Mart. — **Баранец обыкновенный**

Хамефит. Известен по литературным источникам из окрестностей пос. Rossiten (Рыбачий), где отмечался в 1898 г. [10]. Обитал в заболоченных смешанных и ольховых лесах. В настоящее время на косе не найден. — Плуорирегionalный (3,2/с).

2. Семейство Lycopodiaceae Beauv. ex Mirb. — Плауновые

1. *Lycopodium annotinum* L. — Плаун годичный

Хамефит. Рассеянно. Хвойные (чаще сосняки) и смешанные леса, болотистые опушки. По всей косе, наиболее часто на юге. — Палеарктический.

* **2. *L. clavatum* L. — П. булавовидный**

Хамефит. Редко. Хвойные и смешанные леса. По всей косе. — Плурирегиональный. (2/с).

ОТДЕЛ EQUISETOPHYTA — ХВОЩЕОБРАЗНЫЕ
КЛАСС EQUISETOPSIDA — ХВОЩЕВИДНЫЕ
ПОРЯДОК EQUISETALES — ХВОЩИ

1. Семейство Equisetaceae Rich. ex DC. — Хвощевые

1. *Equisetum arvense* L. — Хвощ полевой

Геофит. Обычно. Встречается как сорное растение по обочинам дорог, на автостоянках, лугах, а также на отмелях в прибрежной зоне Куршского залива. — Голарктический.

** **2. *E. boreale* Bong. [*E. arvense* subsp. *boreale* (Bong.) Tolm.] — Х. северный**

Геофит. Рассеянно. Встречается на затопляемых песчаных берегах Куршского залива. Чаще всего среди *Petasites spurius*, *Leymus arenaria* и *Carex arenarius*. Указывается для Калининградской области на Куршской косе впервые: «Окрестности пос. Морское, берег залива, 19.06.2005 г. И. Губарева» (KLGU). — Циркумбореальный.

3. *E. fluviatile* L. [*E. heleocharis* Ehrh.; *E. limosus* L.] — Х. топяной

Гидрофит. Часто. Придорожные канавы, мелиоративные каналы, берега залива и озер, низинные луга и колеи луговых дорог. — Голарктический.

* **4. *E. x litorale* Kuhlew. [*E. arvense* L. x *E. fluviatile* L.] — Х. береговой**

Гидрофит. Редко. Берега залива и озер. Известен из окрестностей оз. Лебедь и оз. Чайка. — Циркумбореальный.

5. *E. palustre* L. — Х. болотный

Геофит. Рассеянно. Придорожные канавы, берега залива, озер и каналов, заболоченные луга. По всей косе. — Циркумбореальный.

6. *E. pratense* Ehrh. — Х. луговой

Геофит. Рассеянно. Обочины шоссе, окраины кварталных дорог, опушки. По всей косе. — Циркумбореальный.

7. *E. sylvaticum* L. — X. лесной

Геофит. Обычно. Смешанные леса, ельники, ольшаники. По всей территории косы. — Циркумбореальный.

ОТДЕЛ PTERIDOPHYTA — ПАПОРОТНИКООБРАЗНЫЕ
КЛАСС POLYPODIOPSIDA — ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ
ПОРЯДОК ORPHIOGLOSSALES — УЖОВНИКИ

1. Семейство Ophioglossaceae (R. Br.) Agardh — Ужовниковые

*** ? *Botrychium lunaria* (L.) Sw. — Гроздовник полулунный**

Геофит. На косе известен только по литературным источникам: «На поросших травой склонах, полянах в лесу, как менее и значительно реже распространенный, чем *Botrychium matricariifolium* и *B. simplex*» [10]. — Плюрирегиональный. (2/с).

**** 1. *B. matricariifolium* A. Br. ex Koch [*B. ramosum* (Roth) Asch; *Osmunda ramosa* Roth] — Г. ромашколистный**

Геофит. Очень редко. До 1940 г. указывался на косе только «в пальве у Ниды» [10]. В последнее время был обнаружен в березняке ЗЛН: «47 кв., 03.08.2000, Ch. Dolnik» (KLGU). — Циркумбореальный. (0,2/с).

*** ? *B. multifidum* (S. G. Gmel.) Rupr. [*B. multifidum* (Gmel.) Rupr.; *B. matricariae* Spr.; *Osmunda multifida* Gmel.] — Г. многогораздельный**

Геофит. Указывался немецкими ботаниками «в районе пос. Rossiten, южнее высоты Мюллера» и «у озера Чайка» в 1889 г., а также «на лугу у авантюны между пос. Rossiten и Pillkorten (Морское)» в 1914 г. [10]. — Плюрирегиональный. (0,2/с).

*** ? *B. simplex* E. Hitchc. — Г. простой**

Геофит. В 1928 г. отмечался только между Нидой и Прейлой [10]. Также указан для Куршской косы в Красной книге Калининградской области [5]. В последнее время для российской части косы не обнаружен. — Европейский. (1,1/а).

*** 2. *Ophioglossum vulgatum* L. — Ужовник обыкновенный**

Геофит. Редко. Известен из литературы: «в окрестности пос. Рыбачий (1889)»; «между пос. Рыбачий и Морское: луг у

авандюны, 1919»; «на пальве косы у залива севернее пос. Морское, 1930» [10]. В последнее время обнаружена одна популяция на низинном лугу у берега залива: «68/70 кв. ЗЛН, 01.06.1996, И. Губарева» (KLGU). — Палеарктический. (2/с).

ПОРЯДОК POLYPODIALES — МНОГОНОЖКОВЫЕ

1. Семейство *Athyriaceae* Ching — Кочедыжниковые

1. *Athyrium filix-femina* (L.) Roth — Кочедыжник женский

Гемикриптофит. Обычно. В ольшанниках и смешанных лесах, часто вдоль мелиоративных канав. По всей косе. — Голарктический.

* 2. *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. — Пузырник ломкий

Гемикриптофит. Очень редко. Известен только по материалам гербария KLGU: «Куршский лесхоз, 65 кв., смешанный лес, 22.07.1986, Кротова». — Плурирегиональный. (3,2/с).

2. Семейство *Blechnaceae* (C. Presl) Copeland — Дербянковые

* ? *Blechnum spicant* (L.) Roth — Дербянка колосистая

Гемикриптофит. Последние находки, известные на косе, — в лесу у пос. Sarkau (Лесной) в 1844 г. [10]. Позднее вид не обнаружен. — Циркумбореальный (дизъюнктивный). (0,1/б).

3. Семейство *Dryopteridaceae* Ching.

[*Aspidiaceae* Mett. ex Frank] — Щитовниковые

1. *Dryopteris carthusiana* (Vill.) Н.Р. Fuchs [*D. spinulosa* (O.F. Muell.) Watt] — Щитовник шартский

Гемикриптофит. Часто. В сосняках, смешанных лесах и в зарослях кустарников, реже — в ольшаниках и ельниках на торфянистых почвах. По всей косе. — Циркумбореальный.

* 2. *D. cristata* (L.) A. Gray — Щ. гребенчатый

Гемикриптофит. Обычно. В сосняках и смешанных лесах, особенно на торфянистых почвах. По всей косе. — Циркумбореальный. (5,1/с)

3. *D. dilatata* (Hoffm.) A. Gray [*D. austriaca* auct. non (Jacq.) Woynar ex Schinz et Thell.; *D. lanceolatacristata* (Hoffm.) Alst.] — **Щ. расширенный**

Гемикриптофит. Обычно. Ольшаники, широколиственные и смешанные леса на богатых и влажных почвах, по краям канав и в низинах. По всей косе. — Циркумбореальный.

**** 4. *D. expansa*** (C. Presl) Fraser-Jenkins et A. Jermy [*D. austriaca* auct. non (Jacq.) Woynar ex Schinz et Thell.; *D. lanceolatacristata* auct. non (Hoffm.) Alst.] — **Щ. распростертый**

Гемикриптофит. Рассеянно. Места обитания, как у предыдущего вида, но встречается гораздо реже. По-видимому, из-за незначительных отличий от *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray в работах немецких ботаников ранее не выделялся. Впервые обнаружен Ch. Dolnik в 1999 г.: «38 и 60 кв. лесн. ЗД» и «78 кв. ЗЛН». Наиболее крупные популяции обнаружены также И. Губаревой в 2000—2002 г. в корне косы. — Циркумбореальный.

5. *D. filix-mas* (L.) Schott — **Щ. мужской**

Гемикриптофит. Обычно. В смешанных лесах, реже — в сосняках и ольшаниках. По всей косе. — Голарктический.

6. *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm. — **Голокучник трехраздельный**

Геофит. Редко. Наиболее распространен в корне Куршской косы, в смешанно-широколиственных лесах и ольшаниках. — Голарктический.

4. Семейство Нуролепидасеае Pichi Sermolii — Гиполеписовые

1. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn ex Decken — **Орляк обыкновенный**

Геофит. Обычно. В светлых смешанных лесах, сосняках и ельниках. Наиболее многочисленен в южных частях косы. — Плюрирегиональный.

5. Семейство Onocleaceae Pichi Sermolli — Оноклеевые

* ► **1. *Matteucia struthiopteris* (L.) Tod. [*Osmunda struthiopteris* (L.) Roth; *Onoclea struthiopteris* (L.) Roth] — Страусопер германский**

Гемикриптофит. На косе — только в культуре: на клумбах у гостиниц, на приусадебных участках, например в поселках Лесной и Морское. В Калининградской области в диком виде встречается в юго-западных районах по берегам лесных рек. — Палеарктический. (3,2/с).

6. Семейство Polypodiaceae Berchtold et J. Presl — Многоножковые

* **1. *Polypodium vulgare* L. — Многоножка обыкновенная**

Геофит. Рассеянно. Встречается в сосняках и смешанных лесах по всей косе. Наиболее крупные популяции отмечаются в районе 19—23-го км. — Плюрирегиональный.

7. Семейство Thelypteridaceae Pichi-Sermolli — Телиптерисовые

1. *Thelypteris palustris* Schott [*Dryopteris thelypteris* (L.) A. Gray; *Polystichum thelypteris* (L.) Roth] — Телиптерис болотный

Геофит. Рассеянно. На заболоченных лугах, в кустарниках, по краям мелиоративных каналов, впадающих в залив. В основном распространен в южной части косы. — Голарктический.

Таким образом, в результате многолетних флористических исследований в национальном парке «Куршская коса» удалось выявить видовой состав, распространение и биотопическую приуроченность высших споровых растений. Анализ показал, что систематическая структура этой группы представлена

27 видами и гибридом из 14 родов и 11 семейств. Среди них плауны — 3 вида, хвощи — 6 видов и гибрид, папоротники — 18 видов.

Частота встречаемости: «обычно» — 7 видов; «часто» — 2; «рассеянно» — 7; «редко» — 4; «очень редко» — 2. Кроме того, один вид (*Matteucia struthiopteris*) на косе известен только в культуре. Виды, внесенные в конспект на основании литературных данных и не обнаруженные после 1940 г.: *Hyperzia selago*; *Botrychium lunaria*; *B. multifidum*; *B. simplex* и *Blechnum spicant*. Тем не менее нахождение этих видов вполне реально — так же, как, например, впервые после 1940 г. в ходе наших исследований на косе подтверждено распространение Ужовника обыкновенного (*Ophioglossum vulgatum*) (1996 г., И. Губарева) и Гроздовника ромашколистного (*Botrychium matricariifolium*) (2000 г., Ch. Dolnik). Кроме того, впервые для национального парка в результате флористических работ было установлено произрастание Хвоща северного (*Equisetum boreale*) (2005 г., И. Губарева) и Щитовника распростертого (*Dryopteris expansa*) (1999 г., Ch. Dolnik). Последний указывается впервые для Калининградской области [6].

Наиболее часто встречаемая жизненная форма среди споровых косы — геофиты (14 видов) и гемикриптофиты (9), хамефиты и гидрофиты представлены 2 видами каждый.

Биотопически большинство видов приурочено к лесным ценозам (18 видов); прибрежноводных — 3 вида; болотно-луговых и сорно-луговых — по 2; луговых, опушечно-луговых и культивируемых — по 1.

Самыми многочисленными среди высших споровых растений являются виды с широким ареалом. Циркумбореальный геоэлемент представлен 11 видами, плюрирегиональный — 7, голарктический — 6, палеарктический и европейский — соответственно 3 и 1 (*Botrychium simplex*).

В списках высших споровых растений Куршской косы отмечено 15 редких и охраняемых в Калининградской области растений [5; 8]. Так, категория 0,1b (по Соколову) представ-

лена 1 видом; 0,2с — 2 видами; 1,1а — 1 видом; 2/с — 3 видами; 3,2 /с — 3 видами; 5,1/с — 1 одним.

Хочу выразить благодарность администрации национального парка за оказанную возможность беспрепятственного въезда на территорию Куршской косы; а также Ю.В. Губареву и Г.Е. Пустовой за помощь в осуществлении экскурсий; Христиану Дольнику — за сообщения об интересных флористических находках.

Список литературы

1. *Бобров А.Е.* Отделы Lycopodiophyta, Equisetophyta, Polypodiophyta // Флора европейской части СССР. Л.: Наука, 1974. Т. 1. С. 54—99.
2. *Губарева И.Ю.* Конспект флоры высших споровых растений сем. Lycopodiaceae Beauv. ex Mirb., Huperziaceae Rothm. и Equisetaceae Rich. ex DC. Калининградской области // Теоретические и прикладные аспекты биологии: Межвуз. сб. науч. тр. / Калинингр. гос. ун-т. Калининград, 1997. С. 13—19.
3. *Губарева И.Ю.* Конспект Папоротников Калининградской области // Теоретические и прикладные аспекты биологии: Межвуз. сб. науч. тр./ Калинингр. ун-т. Калининград, 1999. С. 8—14.
4. *Губарева И.Ю.* Флора национального парка «Куршская коса» // Изучение флоры Восточной Европы: достижения и перспективы: Тез. докл. междунар. конф. (Санкт-Петербург, 23—28 мая 2005 г.) / Под ред. А.Н. Сенникова и Д.В. Гельмана. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. С. 23.
5. *Губарева И.Ю., Дедков В.П., Киреева* и др. Охраняемые растения и растительные сообщества Калининградской области: Учеб. пособие / Калинингр. ун-т Калининград, 1990.
6. *Губарева И.Ю., Дедков В.П., Напреенко М.Г.* и др. Конспект сосудистых растений Калининградской области: Справочное пособие / Под ред. В.П. Дедкова; Калинингр. ун-т. Калининград, 1999.
7. *Победимова Е.Г.* Состав флоры Калининградской области и ее распространение и хозяйственное значение // Тр. Бот. ин-та АН СССР. 1955. Сер. 3. Вып. 10. С. 225—329.
8. *Соколов А.А.* Редкие сосудистые растения Калининградской области и их охрана: Дис.... канд. биол. наук. Калининград, 2000.

9. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995.
10. Abromeit J, Neuhoff W., Steffen H., Jentzsch A., Vogel G. Flora von Ost- und Westpreussen. Bd 1—3. Berlin, 1889—1940.
11. Meusel H., Jager E., Weinert E. Vergleichende Chorologie der zentraleuropaischen Flora. Bd. 1, 2. Jena, 1965—1978.
12. Meusel H. Chorologische Artengruppen der Mitteleuropaischen Eicheneinbuchwalder // Feddes. Rep. 1969. Bd. 80. H. 2—3. S. 113—132.
13. Raunkier C. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, 1934.
14. Rothmaler W. Exkursionsflora von Deutschland. Gefasspflanzen. Berlin, 1958.

Е.А. Залуцкая, Е.В. Скиба, Е.В. Бугаева

(Калининградский государственный технический университет)

**НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ГЛИКОГЕНА В ТКАНЯХ ЛЕЩА
КУРШСКОГО И ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВОВ
(БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ)**

Резюме: Представлен краткий обзор литературы по проблеме загрязнения Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря. Рассмотрена проблема накопления тяжелых металлов гидробионтами. Представлены результаты собственных исследований по качественному определению свинца и меди в тканях леща Куршского и Вислинского заливов. Приведены результаты определения качественными методами наличия гликогена в гонадах, печени и кишечной трубке. Установлено, что гликоген накапливается в исследованных тканях неодинаково. Интенсивнее всего на гликоген окрашивается ткань печени — как основного органа синтеза и депонирования углеводов. В яйцеклетках происходит накопление гликогена по мере их роста и созревания. Наоборот, в сперматозоидах гликоген выявляется незначительно. Отмечена интенсивная реакция на гликоген и другие полисахариды в эпителиоцитах кишечника.

Resume: The brief review of the literature on a problem of pollution Kurisch and Vistula gulfs of Baltic sea is submitted. The problem of accumulation of heavy metals by hydrobionts is con-

sidered. Results of own researches by qualitative definition of lead and copper in bream's tissues of the two gulfs of Baltic sea are submitted. Results of definition of glycogen presence in gonads, liver and intestines by qualitative methods are given. It is established, that glycogen unequally accumulates in investigated tissues. The liver's tissue is colored on glycogen the most intensively, as a basic organ of synthesis and deposition of carbohydrates. The accumulation of glycogen in oocytes is observed during their growth and maturing. On the contrary, the glycogen appears insignificantly in spermatozoons, Intensive reaction on glycogen and other polysaccharides is marked in epithelocytes of intestines.

Тяжелые металлы относятся к числу важнейших факторов загрязнения гидросферы. Одни из них (биогенные элементы) необходимы для жизнеобеспечения живых организмов, другие (ксенобиотики) вызывают противоположный эффект — приводят к их отравлению и гибели. К последней группе относятся металлы-токсиканты: кадмий, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, цинк, хром. Наиболее токсичными являются ртуть, свинец и кадмий [1].

Многие из водных организмов обладают способностью накапливать до высоких уровней самые различные микрокомпоненты среды, включая и загрязняющие вещества. В водных экосистемах наряду с прямыми пищевыми взаимоотношениями огромную роль играют также процессы экологического метаболизма, легко нарушаемые в присутствии токсических примесей. Необходимо учитывать также свойство водной среды не только сохранять те или иные аномалии ее состава, но распространять их на значительные объемы и расстояния [15; 23; 24; 25].

В Куршском заливе основным источником загрязнения является водный сток крупной реки Неман, которая дренирует территории двух государств — Литвы и Белоруссии. На его берегах отсутствуют крупные населенные пункты и промышленные предприятия. Около 40 % стока р. Преголи поступает в залив по рукаву Дейма, сюда же попадают мелиоративные

воды, откачиваемые с польдерных земель. На его берегах отсутствуют точечные источники загрязнения, крупные населенные пункты и предприятия. Среди источников загрязнения наибольшее значение имеют мелиоративные воды, откачиваемые с польдерных земель.

Наибольшая концентрация загрязнителей приурочена к прибрежной зоне. Значительная часть загрязнений аккумулируется в Куршском заливе, где воды в большей мере самоочищаются.

В формировании нагрузки загрязнения Вислинского залива большое значение имеют точечные источники. Прежде всего, это Калининград с населением около 420 тыс. человек, сбрасывающий свои хозяйственно-бытовые и промышленные стоки (в том числе и двух целлюлозно-бумажных заводов) в устьевую часть р. Преголи и непосредственно в залив через обводной канал; расположенные непосредственно на берегах залива города Балтийск, Светлый, Мамоново, Ладушкин (два крупных рыбообрабатывающих предприятия); речной сток р. Преголи, на которой выше Калининграда расположены крупные города области (Черняховск, Гусев и др.); малые реки юго-восточного побережья залива, дренирующие сельскохозяйственные территории [25; 27].

Таким образом, основная часть загрязнителей водной системы Калининградской области поступает в Вислинский залив, где загрязняющие вещества разбавляются, концентрируются и трансформируются под влиянием природных физико-химических и биохимических процессов — аналогично действию очистных сооружений с биологической очисткой.

Начиная с 1996 г. и по настоящее время экологическое состояние водной среды сохраняется на среднемноголетнем уровне. Основной показатель экологического благополучия — содержание в воде растворимого кислорода — колебался в пределах 9—12 мг/л, что близко к нормальному кислородному насыщению.

Содержание в воде тяжелых металлов (ртути, кадмия, свинца, меди, цинка, хрома и никеля в большинстве случаев

было ниже предельно допустимой концентрации (ПДК), и только иногда превышало ее. Содержание свинца в водах Куршского и Вислинского заливов низкое, и сейчас острота проблемы загрязнения свинцом немного уменьшается [22].

Токсичные вещества, в том числе и тяжелые металлы, оказывают первичное биологическое воздействие на клетки организма и их функции. Эти воздействия могут представлять собой, например, нарушение переноса ионов через оболочки клеток, изменение активности ферментов, пониженное и усиленное выделение гормонов. В зависимости от типов клеток, подвергающихся воздействию тяжелых металлов, эффекты могут быть самыми разными. Даже незначительные нарушения мышечной функции у животных (в том числе у рыб) могут угрожать их выживанию, по крайней мере, в критических ситуациях [3; 5; 12; 21].

Экосистема прибрежных вод может справиться со значительными фоновыми загрязнениями. Макрофиты, зоопланктон, фитопланктон, двустворчатые моллюски связывают взвешенные органические вещества, растворенную органику, аккумулируют соли металлов. Таким образом, загрязняющие вещества (в том числе и тяжелые металлы) имеют свойства к накоплению в экосистеме.

Среди беспозвоночных животных моллюски (особенно двустворчатые) способны накапливать в тканях значительные количества биологически активных микроэлементов, в том числе и тех, которые не являются для них необходимыми. Различные двустворчатые моллюски служат биологическими индикаторами загрязнения морской среды тяжелыми металлами. Мидии признаются наиболее удобным и перспективным тест-объектом мониторинга химического загрязнения морских вод.

По данным АтлантНИРО [19; 26] установлено, что содержание тяжелых металлов в промысловых видах рыб ниже допустимых норм для рыбного сырья, однако вода, донные отложения и бентос загрязнены (в разной степени) ртутью, кадмием, цинком, свинцом выше предельно допустимых концен-

траций. Имеются данные по исследованию содержания тяжелых металлов в воде и гидробионтах Куршского залива. На некоторых участках залива ПДК вредных веществ превышают нормы. Наиболее активным накопителем металлов оказался планктон [14]. В пробах общего планктона тяжелых металлов обнаружено во много раз больше, чем в окружающей среде. В мальках рыб, по сравнению с планктоном, свинец содержался в небольших количествах. Таким образом, у гидробионтов различного систематического положения степень накопления металлов варьируется в значительных пределах, а аккумуляция зависит от вида организма, его образа жизни и интенсивности антропогенного влияния.

Кроме того, известно, что для обеспечения таких важных процессов жизнедеятельности, как питание и размножение, необходимо много энергии, источником которой наряду с жирами и белками являются углеводы. Особенно это характерно для рыб, жизнедеятельность которых зависит от смены сезонов и цикличности в размножении. Поэтому гликоген, как энергетическое вещество, играет в этом важную роль.

Накопление гликогена в клетках происходит в процессе пищеварения, а расходуется он в промежутках между приемами пищи. При смене физиологических процессов и изменений энергетических потребностей организма регулируется скорость расходования гликогена [4; 20].

В период эмбрионального развития гидробионтов углеводы наполовину удовлетворяют энергетические потребности зародыша. Остальную обеспечивают липиды в комплексе с углеводами. Lovtrup-Rein и Lovtrup установили, что часть глюкозы идет на образование пентоз (рибозы и дезоксирибозы), гексаминов и аскорбиновой кислоты, нуклеиновых кислот [33].

Warburg [36], Lindahe [30; 31], Backstrom и соавторы [28] исследовали энергетический обмен дробящихся клеток морского ежа и пришли к заключению, что энергия, обеспечивающая ранний онтогенез гидробионта, образуется в основном

за счет сгорания углеводов. Углеводы играют главную роль в энергетическом обмене яйцеклетки. Извлечение энергии из углеводов происходит путем окислительного фосфорилирования и через гексомонофосфатный или пентозный шунт [32; 35].

Исследования содержания гликогена у балтийской трески показали, что у самок и самцов этого вида с увеличением возраста резко уменьшается интенсивность отложения гликогена на ранних стадиях зрелости. В результате нерест старых рыб протекает при прогрессирующем истощении, которое, в конечном счете, приводит к их смерти [16].

Характерной особенностью процессов размножения гидробионтов является строгое чередование стадий зрелости гонад, определяемое факторами внешней среды [1; 9; 11; 29].

Для выяснения роли экологических и эндогенных факторов регуляции обмена гликогена необходимы сведения о циклических изменениях метаболизма в тканях в течение естественного полового цикла.

В работе приведены результаты цитохимического определения гликогена в гонадах, печени и кишечнике леща Куршского залива Балтийского моря.

Материал и методика

Объект исследований — лещ *Abramis brama*, выловленный в Куршском и Вислинском заливах весной и осенью в период с 1997 по 2004 г.

С помощью гистохимических методов выявили качественное содержание свинца, меди и гликогена в гонадах, печени и кишечнике.

Ткани гонад, печени и кишечника фиксировали 10 %-ным формалином (для обзорных препаратов и определения свинца) и 100 %-ным этиловым спиртом (для определения меди и стабилизации гликогена). Фиксированный материал заливали в парафин по классической методике. Срезы толщиной 3—5 мкм изготавливались на санном микротоме МС-2. Обзорные

препараты окрашивались гематоксилином по Эрлиху. Свинец и медь определялись по методу Малори [18].

Для выявления гликогена использовали ШИК-реакцию по Мак-Манусу [34]. Контрольные срезы обрабатывались амилазой.

Вещества полисахаридной природы имеют пурпурно- или лилово-красный цвет. Нейтральные полисахара окрашиваются в пурпурно-красный цвет, а гликоген — в более темные тона [2].

Работа выполнена на самках леща III, IV, V, VI стадий зрелости; самцах III, IV стадий зрелости — согласно шестибальной шкале [17].

Результаты и обсуждение

В результате исследований обнаружено, что свинец и медь выявляются в цитоплазме ооцитов фазы протоплазматического роста, в ооцитах начальной фазы трофоплазматического роста III, IV стадий зрелости, в зрелых ооцитах IV стадии и в оболочках пустых фолликулов VI стадии зрелости. По мере роста ооцитов окраска на свинец и медь светлеет. Можно предположить, что содержание свинца уменьшается.

Процессы воспроизводства и роста исключительно чувствительны к токсикантам. Во многих случаях они нарушаются уже при таких низких концентрациях загрязнителей, при которых симптомы отсутствуют. Загрязнители изменяют концентрации гормонов, регулирующих половые функции. В присутствии чужеродных веществ, какими являются загрязнители, в частности тяжелые металлы, печень энергично работает над их разрушением. Возможно, этим объясняется тот факт, что в наших исследованиях при качественном определении свинца обнаруживается снижение его содержания по мере роста ооцитов. Однако в этих процессах разрушения участвуют те же ферменты (или подобные им), которые разрушают и половые гормоны. Следовательно, высокая концентрация загрязнителей может обуславливать снижение концентрации гормонов [7; 8].

В печени свинец и медь обнаружены как в цитоплазме, так и в ядрах гепатоцитов. В клетках эпителия кишечника свинец обнаружен в виде гранул, а медь — диффузно.

Установлена закономерность между содержанием свинца и меди в клетках гонад, печени и кишечника. Высокое содержание свинца и меди в гонадах соотносится с высоким содержанием этих металлов в клетках печени, в свою очередь высокое содержание свинца и меди в клетках печени соотносится с высоким содержанием их и в кишечнике. При исследовании тонкой структуры тканей органов рыб, выполняющих барьерные, депонирующие и выделительные функции (жабры, кожа, кишечник, печень, почки), отмечаются различные изменения: повышенное выделение слизи, увеличение ядер клеток, вакуолизация [13].

Гликоген выявляется в гонадах, печени и кишечнике в виде округлых или угловатых гранул темно-красного цвета. По интенсивности окраски, величине гранул и плотности расположения их в клетках мы судили о насыщенности клеток полисахаридом.

Положительная реакция на гликоген обнаружена в цитоплазме яйцеклеток леща. Выявлена закономерность: в гонадах IV, V, VI стадии зрелости гликоген локализован преимущественно в цитоплазме ооцитов трофоплазматического роста и зрелых ооцитов.

В гонадах III стадии зрелости гликоген локализован в цитоплазме ооцитов в конце протоплазматического роста. В гонадах VI стадии зрелости гликоген наблюдается в оболочках пустых фолликул.

Вещества полисахаридной природы обнаружили в оогониях и ооцитах в начале протоплазматического роста у гонад III, IV, V и VI стадий зрелости.

Полученные данные свидетельствуют, что по мере роста ооцитов в каждой из шести стадий зрелости у леща содержание гликогена увеличивается.

В семенниках III стадии зрелости у леща гликоген локализован в оболочках цист, в сперматоцитах I и II порядка и

сперматидях наблюдаются вещества полисахаридной природы. В покоящихся сперматогониях отмечается большее содержание гликогена, чем у сперматоцитов I и II порядков. Уже в сперматоцитах I порядка гранулы гликогена становятся более мелкими, в сперматоцитах II порядка и сперматидях они встречаются реже. Наши наблюдения согласуются с ранее установленным фактом, что гликоген сперматогоний по мере их созревания (сперматоцитов I и II порядка, сперматидов и сперматозоидов) не накапливается, а перераспределяется между ними [10].

В семенниках IV стадии зрелости леща гликоген локализован в виде мелких гранул в сперматозоидах, находящихся пока внутри цист.

Микроструктура печени леща, как и других костистых рыб, имеет трубчатое строение, т. е. клетки печени — гепатоциты — располагаются в виде балок. На обзорных препаратах, окрашенных гематоксилином, в цитоплазме гепатоцитов содержится много светлых ячеек, которые соответствуют местам локализации капель жира, вымывающихся при гистологической обработке спиртами и образующих на срезах пустые ячейки. Гистохимические исследования на присутствие гликогена показали, что цитоплазма гепатоцитов содержит большое количество гликогена — цитоплазма гепатоцитов интенсивно окрашивается в темно-красный цвет.

Стенка кишечной трубки у леща, как и у всех костистых рыб, состоит из трех оболочек: слизистой, мышечной и серозной.

Гликоген локализован в виде гранул в эпителиоцитах слизистой слоя. В мышечном слое кишечника гликоген обнаруживается в гладкомышечных клетках. Также выявлено большое количество веществ полисахаридной природы.

Выводы

1. Качественное определение свинца и меди показало наличие этих металлов-токсикантов в печени, кишечной трубке и гонадах исследованных рыб, несмотря на то, что ПДК этих металлов в водах Вислинского и Куршского заливов не превышает нормы.

2. Оогенез и сперматогенез леща может использоваться как модель процессов для изучения накопления свинца и меди в половых продуктах рыб. Изучение локализации свинца и меди в оогенезе и сперматогенезе у рыб необходимо для выявления аномалий гаметогенеза, приводящих к появлению генетических болезней, снижению оплодотворяемости яиц, атипичному эмбриональному развитию.

3. Изучение локализации свинца и меди в репродуктивной системе рыб может быть использовано как метод диагностики экологического состояния заливов.

4. По мере роста ооцитов в каждой из шести стадий зрелости у леща содержание гликогена увеличивается.

5. Содержание гликогена в эпителиоцитах кишечника и ооцитах у леща отличается высокой интенсивностью окраски, что свидетельствует о большой потребности в расходовании энергии на физиологические процессы.

6. Содержание гликогена в гепатоцитах, определяемое по интенсивности окраски, выше, чем во всех исследованных нами тканях (гонадах, кишечнике), что говорит о печени как главном органе депонирования гликогена.

Список литературы

1. *Акимова Н.В.* и др. Морфологическое состояние репродуктивной системы рыб в водоемах Кольского полуострова // Вопросы ихтиологии. 2000. Т. 40. № 2. С. 282—285.

2. *Артишевский А.А.* и др. Гистология с техникой гистологических исследований. Минск: Высшая школа, 1999.

3. Балабанов Л.В. Влияние кадмия на ультраструктуру иммунокомпетентных клеток мозамбикской теляпии *Oreochromis mossambicus* // Цитология. 1997. № 8.

4. Безбородина Н.Н. и др. Динамика содержания гликогена в нормальной и цирротически измененной печени после введения глюкозы голодным крысам // Цитология. 2003. Т. 45. № 10. С. 1019—1026.

5. Бирюкова И.В., Матросов В.В., Евдокимов В.В. Дегенеративные процессы в обонятельной выстилке мальков кеты *Oncorhynchus keta* Walbaum при остром воздействии солей меди и цинка // Цитология. 1998. № 1. С. 5.

6. Будников Г.К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных экосистем // Соросовский образовательный журнал. 1998. № 5. С. 52—59.

7. Бэкунд П., Холмбом Б., Леппякоски Э. Промышленные загрязнители и токсиканты. Урок 5: Балтийское море и его окружающая среда / Пер. с англ. В.В. Голосова. СПб.: Гидрометеиздат, 1996.

8. Долинская Г.И. Влияние солей меди и марганца на лактатдегидрогеназу тканей производителей карпа и его икры на разных стадиях развития в эксперименте // Восьмая научная конференция по экологической физиологии и биохимии рыб: Тез. докл. Петрозаводск, 1992. Т. 1. С. 84—85.

9. Емельянова Н.Г. и др. Развитие половых желез у радужной форели *Parasalmo mykiss* в условиях мариккультуры Белого моря // Вопросы ихтиологии. 2000. Т. 40. № 3. С. 370—378.

10. Залуцкая Е.А. Динамика гликогена в процессах гаметогенеза и эмбрионального развития морского ежа: Дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 1986.

11. Залуцкая Е.А. и др. Содержание гликогена в яичниках морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* // Биология моря. 1986. № 5. С. 38—44.

12. Касумян А.О. Воздействие химических загрязнителей на пищевое поведение и чувствительность рыб к пищевым стимулам // Вопросы ихтиологии. 2001. Т. 41. № 1. С. 82—95.

13. Кильстрем Я.Э. Токсикология — экологическое воздействие загрязняющих веществ на жизнь. Урок 6: Балтийское море и его окружающая среда / Пер. с англ. В.В. Голосова. СПб.: Гидрометеиздат, 1997.

14. *Климашаускене В.П.* Содержание металлов в воде и гидробионтах залива Куршю Морес в 1982—1983 гг. // Биологические науки. 1986. Т. 4. С. 39—43.

15. *Ковекодова Л.Т., Симоконь М.В.* Тяжелые металлы в тканях промысловых рыб Амурского залива Японского моря // Биология моря. 2002. Т. 8. № 2. С. 125—130.

16. *Кривобок М.Н., Токарева Г.И.* Динамика веса тела и отдельных органов Балтийской трески при созревании половых органов // Вопросы физиологии рыб. 1972. Вып. 3. С. 46—50.

17. *Кузнецов Ю.К.* Гаметогенез, стадии зрелости и оплодотворение у костистых и осетровых рыб / КТИРПиХ. Калининград, 1972.

18. *Лилли Р.* Патологическая техника и практическая гистология. М.: Мир, 1969.

19. *Мониторинг* экологического состояния водной среды Куршского и Вислинского заливов в 1996 г.: Отчет о НИР / АтлантНИРО; Рук. Ю.М. Сенин. Калининград, 1997.

20. *Николаев А.Я.* Биологическая химия. М.: Высшая школа, 1989.

21. *Ноздрачев А.Д., Скопичев В.Г.* Состояние респираторного эпителия жабр при взаимодействии со средой, содержащей ацетат свинца // Вестник СПбГУ. 1995. Сер. 3. № 4. С. 93—97.

22. *Оценка* современного состояния и экологического последствия химического загрязнения Куршского и Вислинского заливов: Отчет о НИР / АтлантНИРО. Калининград, 1992.

23. *Патин С.А.* Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. М.: Агропромиздат, 1981.

24. *Патин С.А., Морозов Н.П.* Микроэлементы в морских организмах и экосистемах. М.: Агропромиздат, 1981.

25. *Подгурская О.В., Кавун, В.Я., Лукьянова О.Н.* Аккумуляция и распределение тяжелых металлов в органах мидии *Stenomytilus grauanus* из районов апвеллингов Охотского и Японского морей // Биология моря. 2004. Т. 3. № 3. С. 219—226.

26. *Ивченко В.В., Носкова Е.Д.* Рыбные ресурсы Куршского залива: характеристика, рациональное использование пути повышения продуктивности / Калининград: Кн. изд-во, 1985.

27. *Тормосов Д.Д.* Балтийская кольчатая нерпа // Редкие и исчезающие виды млекопитающих СССР. М.: Наука. 1990. С. 50—55.

28. *Backstrom S., Hultin K., Hultin T.* Pathways of glucose metabolism in oarly sea urchin development. *Exp. Cell. Res.* 1960. V. 19. № 3. P. 634—636.
29. *Giese A.C.* Reproductive cycles of marine invertebrates // *An. Acad. Brasil. cienc.* 1976. V. 47 suppl. P. 49—67.
30. *Lindahl P.E.* Zur kenntnis der Entwicklungaphysiologie des Seeigeleies // *Z. Vergl. Physiol.* 1939. B. 27. S. 233—250.
31. *Lindahl P.E.* Zur kenntnis des Ovarialeies bei dem Seeigel // *Arch.f. Entur.* 1932. B. 126. S. 373—390.
32. *Lindberg O., Ernster L.* On carbonydrate metabolism in homogenised sea urenin eggs // *Biochim. et biophys. acta.* 1948. V. 2. P. 471—477.
33. *Lovtrup-Rein H., Lovtrup S.* Energy sources in the sea urchin embryo. A critique current vicus. *Asta Embryol and Morphol. Exper.* 1980. V. 1. № 2. P. 93—101.
34. *McManus J.F.A., Movry R.W.* Staining methodos, histological and histochemical. New York: Harper and Row Publishers Incorporated, 1960.
35. *Runnstrom J.* Influence of iodacetate on activation and develjpmnt of the egge of *Arbacia punctulata* // *Biol. Bull.* 1935. V. 69. P. 351—355.
36. *Warburg O.* Hotizon sur Entwicklungephysiologie des Seeigoloes // *Pflugers Arch. Fhysiol.* 1915. B. 160. P. 324—332.

С.Ю. Кузьмин

(Калининградский государственный технический университет)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ КУРШСКОЙ КОСЫ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Резюме: Куршская коса — уникальный природный объект, песчаная полоска суши, омываемая водами Юго-Восточной Балтики. Наличие различных типов водоемов в сочетании с разнообразием гидробиоценозов делают ее привлекательным объектом студенческой практики. В статье обсуждаются различные методы оценки экологического состояния водоемов. В течение 2001—2005 гг. были выполнены сле-

дующие работы: определены виды, составляющие разнообразие зоопланктонных сообществ, количество этих видов; выявлены доминирующие виды; посчитаны индексы органического загрязнения (сапробности) водоемов.

Resume: Kurshky Finger is a unique natural object, a sandy line of land with a number of lakes, washed by the waters of the South-East part of the Baltic. The existence of different types of water bodies in combination with the variety of hydrobiocenoses makes it an attractive object for students practical work on the knowledge previously acquired during the course of hydrobiology. The article discussed different methods of estimating an ecological condition, such as the method of scooping water with the measuring cups with future filtration on the shore through the Apstein,s plankton net, Hensen,s method of calculation, the method of Pantle and Boock, the index of species variety of Pielu and Shennon. During the period 2001—2005 the following tasks have been carried out: the species composition of zooplankton communities was identified; species quantities were identified; dominating species were sampled out, saprobity indices were calculated.

Введение

Вот уже несколько лет летняя учебная практика по гидробиологии студентов второго курса факультета «Биоресурсы и природопользование» КГТУ проводится на территории национального парка «Куршская коса» в районе пос. Рыбачий. Студенческая гидробиологическая практика и научные исследования проводятся здесь в соответствии с договором о сотрудничестве в области научной, эколого-просветительской и природоохранной деятельности между КГТУ и национальным парком «Куршская коса».

Лучшего места для проведения учебной гидробиологической практики студентов найти трудно. Куршская коса — уникальный природный объект; это песчаная полоса суши, омываемая водами юго-восточной Балтики и Куршского залива, имеющая еще и озера. Наличие разных типов водоемов и разнообразие гидробиоценозов делают Куршскую косу вели-

колепным полигоном для закрепления студентами полученных в семестре теоретических знаний по дисциплине «Гидробиология». Здесь будущие специалисты исследуют прибрежные гидробиоценозы Балтийского моря, Куршского залива и озера Чайка в районе пос. Рыбачий. Эти исследования носят как экологический, так и фаунистический характер. А многолетние наблюдения за сообществами гидробионтов позволяют уже говорить о складывающемся здесь гидробиологическом мониторинге. Такой мониторинг дает возможность оценить экологическое состояние водоемов, степень антропогенного воздействия на прибрежные экосистемы. Гидробионты, имея фильтрационный, седиментационный и осмотический способы питания, способствуют очищению воды. Сами гидробионты являются биоиндикаторами в биоанализе вод. Поэтому студентами изучается видовой состав, численность зоопланктона и бентоса водоемов; устанавливается не только таксономический состав, но и структура гидробиоценозов, степень органического загрязнения (сапробности) водоемов гидробиологическими методами. Собраный гидробиологический материал служит для исследования вопросов биологии видов гидробионтов.

Традиционным уже стал ежегодный сбор мусора в окрестностях озера Чайка. Жестяные банки, стеклянные и пластиковые бутылки, сигаретные пачки, полиэтиленовые пакеты и др. складировались в мусорные мешки и выносились в мусорные контейнеры. Объем собранного мусора фиксирован по годам, и сделан анализ динамики этого показателя за пять лет.

Материал и методика

Пробы зоопланктона собраны в летний период. Объем проб с каждой станции в озере и в Куршском заливе составил 50 л, а в Балтийском море — 100 л. Пробы собраны в прибрежной зоне. Применялся метод зачерпывания воды мерной посудой с последующей фильтрацией на берегу через планк-

тонную сеть Апштейна. Отцеженную сконцентрированную пробу сливали в склянку и консервировали 4 %-ным формалином.

Определение численности организмов по отдельным видам осуществлялось счетным методом Гензена. Для определения степени органического загрязнения (сапробности) водоемов применялся метод Пантле и Букка. Оценка качества вод производилась по совокупности показателей. Применялись показатели видового разнообразия Пиелу и Шеннона. Эти индексы — важнейшие показатели видовой структуры сообществ — отражают принцип: при неблагоприятных условиях существования в водоемах видов гидробионтов становится мало, но численность отдельных видов очень высока, тогда как других — очень мала. Поэтому индекс выравненности видов Пиелу снижается при упрощении видовой структуры биоценозов при явном доминировании отдельных видов.

Зообентос собирался с помощью скребка, сачка, драги и вручную. Скребком проводили по грунту, подводным частям растений. Сачком и вручную собирали моллюсков с листьев и стеблей водных растений, с камней. Ракообразных собирали с помощью драги. Зообентос помещали в банки и консервировали 10 %-ным формалином.

Результаты

Установлено, что доминирующими по численности видами зоопланктона в озере Чайка являются *Acanthocyclops viridis*, *Brachionus caliciflorus*; в Балтийском море — *Keratella quadrata*; в Куршском заливе — *Acanthocyclops viridis*, *Chydorus sphaericus*. Метод Пантле и Букка показал, что летом все исследованные водоемы принадлежат к мезосапробным водам, т. е. умеренно загрязненным органикой. Опуская расчеты и другой первичный материал, который был представлен в ежегодных отчетах, констатируем, что летом самыми чистыми в окрестностях пос. Рыбачий являются прибрежные воды Балтийского моря, а наиболее загрязнено органикой озеро Чайка. Индекс выравненности видов Пиелу максимален для Балтий-

ского моря (0,27), а минимален для Куршского залива (0,015) и озера Чайка (0,017). Наибольший информационный коэффициент Шеннона определен для озера Чайка — 1,85. Так может быть при повышении трофии озера, когда количество организмов возрастает быстрее, чем количество видов, которое меняется слабо [3]. В сентябре в озере Чайка зарегистрировано превышение ПДК в 1,5—2 раза по содержанию фосфора и перманганатной окисляемости (отчет 2004 г.). Тогда же в воде озера обнаружено 13 родов микроорганизмов, в том числе род *Enterobacteria*, который относят к санитарно-показательным и указывающим на фекальное загрязнение воды.

В озере Чайка собраны 9 видов моллюсков: *Limnaea palustris*, *L. patula*, *L. stagnalis*, *L. lagotis*, *L. corvus*, *Planorbis corneus*, *Planorbis planorbis*, *Anisus vortex*, *Succinea putris*. В озере встречаются 3 вида пиявок: *Herpocdella octoculata*, *Haemopsis sanguisuga*, *Glossiphonia complanata*. Все моллюски и пиявки являются индикаторами мезосапробных вод. Все моллюски — пресноводные и относятся к классу брюхоногих моллюсков, подклассу легочных моллюсков.

В Куршском заливе моллюсков обнаружено больше, чем в озере Чайка, — 13 видов. Причем здесь встречаются и двустворчатые, и брюхоногие моллюски: *Dreissena polymorpha*, *Unio tumidus*, *Unio pictorum*, *Anodonta cygnea*, *Volvata piscinalis*, *Limnaea stagnalis*, *Limnaea auricularia*, *Limnaea lagotis*, *Limnaea patula*, *Bitinia tentaculata*, *Theodoxus fluviatilis*, *Viviparus viviparus*, *Viviparus contectus* (отчет 2001 г.). Все эти моллюски — индикаторы мезосапробных вод.

В Балтийском море в прибрежной зоне обнаружено 6 видов ракообразных и 5 видов моллюсков. Зообентос собирался с помощью драги, а также из штормовых выбросов.

Ракообразные: креветки *Crangon crangon* и *Palaemon adspersus*; мизида — *Neomysis integer*; равноногие раки — *Idotea viridis* и *Mesidothea entomon*; бокоплав — *Gammarus lacusta*; морская блоха — *Talitrus saltator* (в песке пляжа). Морская блоха является санитаром пляжа. Она поедает выброшенные

штормом на пляж водоросли, оставленные людьми огрызки яблок, шкурки цитрусовых и т. п. Морские блохи осуществляют вертикальную циркуляцию песка на пляже и тем самым аэрируют песок, предотвращая накопление в нем сероводорода.

Моллюски: *Macoma baltica* (Балтийская ракушка), *Mya arenaria* (Песчанка съедобная), *Cardium edule* (Сердцевидка съедобная), *Mytilus edulis* (Мидия съедобная), *Viviparus viviparus* (Живородка речная). Все моллюски в той или иной мере участвуют в процессах самоочищения вод. Двустворчатые моллюски являются мощными фильтраторами. Они отцеживают взвесь из толщи воды, поедают пищевые частицы, а непищевые частицы ослизняют и в виде «псевдофекалий» выводят из организма. «Псевдофекалии» поступают на дно водоема в ил, где утилизируются микроорганизмами.

Силами студентов факультета «Биоресурсы и природопользование» КГТУ и преподавателя-руководителя гидробиологической практикой на берегах озера Чайка собран мусор в объеме: 0,9 м³ — в 2002 г.; 0,6 м³ — в 2003 г.; 0,2 м³ — в 2004 г.; 0,27 м³ — в 2005 г. В последние годы берега озера после уборки мусора оставались совершенно чистыми.

Заключение

За период 2001—2005 гг. в ходе летних гидробиологических практик студентами факультета «Биоресурсы и природопользование» собран зоопланктон в прибрежных зонах озера Чайка, Балтийского моря и Куршского залива в районе пос. Рыбачий; установлен видовой состав сообществ зоопланктона; определена численность видов; выделены доминантные виды; просчитаны индексы сапробности, оценено видовое богатство и характер распределения видов вдоль побережья; собраны моллюски, пиявки и ракообразные, установлено их таксономическое положение, изучена их экологическая роль в гидробиоценозах.

Решение этих задач позволило оценить экологическое состояние водоемов Куршской косы.

Все обнаруженные на станциях сбора виды зоопланктона имеют пятнистое распределение по побережью, причинами которого, по-видимому, являются неравномерное распределение пищевых ресурсов и различные гидрологические условия.

Определенные летом индексы сапробности (органического загрязнения) всех типов водоемов и практически на всех станциях сбора зоопланктона свидетельствуют о принадлежности их к мезосапробным водам. Это умеренно загрязненные органикой воды, где окислительные процессы преобладают над восстановительными, в воде присутствует достаточно кислорода, однако есть аммиак и продукты его окисления — азотистая и азотная кислоты, а также следы сероводорода. В таких типах водоемов обычно население качественно разнообразно, но количественно невелико. Обращает на себя внимание то, что в июне-июле индекс сапробности озера Чайка в пределах мезосапробного диапазона является максимальным по сравнению с индексами сапробности Куршского залива и Балтийского моря и приближается к верхнему пределу этого диапазона. Таким образом, из трех исследованных водоемов Куршской косы озеро Чайка оказалось наиболее загрязненным органикой. Озеро является и наиболее трофным, о чем свидетельствует максимальный индекс Шеннона. Индекс выравненности видов Пиелу для озера уступает таковому для Балтийского моря. В июне в озере явно доминировала коловратка *Brachionus calyciflorus*. Такая структура планктонного сообщества не свидетельствует о благополучии условий существования в озере. В сентябре 2004 г. в озере отмечено превышение ПДК в 1,5—2 раза по содержанию фосфора и перманганатной окисляемости, что свидетельствует о существовании постоянных источников загрязнения. Обнаруженный тогда же в озере род бактерий *Enterobacteria* указывает на фекальное загрязнение воды. О большой антропогенной нагрузке на озеро можно судить по замусоренным берегам, следам кострищ (более 30),

стоянкам автомобилей, присутствию рыбаков и пасущемуся на берегах скоту.

Студенты ежегодно собирали мусор по периметру водоема Чайка. Берега озера после сбора мусора оставались абсолютно чистыми, особенно в последние два-три года. Большой объем мусора собран в первый год сбора (2002 г.) — 0,9 м³, а в последующие годы — по нисходящей: 0,6 м³ — в 2003 г.; 0,2 м³ — в 2004 г.; 0,27 м³ — в 2005 г. По-видимому, в первые два года мы собирали мусор, накопленный на берегах озера за несколько лет, а в последние — за предыдущий год. Вероятно, объем мусора 0,2—0,3 м³ является постоянной годовой величиной, или «единицей», замусоривания берегов озера Чайка. Дальнейший сбор мусора и анализ покажет истинность этого показателя.

Собранные студентами моллюски, высшие раки и пиявки являются индикаторами мезосапробных вод, то есть умеренно загрязненных органикой. В озере Чайка собраны 9 видов моллюсков — все брюхоногие и легочные. Фауна моллюсков озера отличается от фауны залива. Видимо, условия существования моллюсков в этих водоемах сильно отличаются.

Менее загрязненным, испытывающим наименьшую рекреационную нагрузку в начале лета является побережье Балтийского моря в районе пос. Рыбачий. Возможно, это связано с низкой для купания людей температурой воды в это время. Санитарно-экологические показатели вод Балтийского моря свидетельствуют о благоприятной экологической обстановке в его прибрежной зоне. И наоборот: гидробиологические показатели для озера Чайка и Куршского залива свидетельствуют о напряженной экологической обстановке на этих водоемах.

Благодарим администрацию национального парка «Куршская коса» за содействие в организации летней учебной практики по гидробиологии студентов факультета «Биоресурсы и природопользование» КГТУ на территории парка и надеемся на дальнейшее сотрудничество по гидробиологическому мо-

нитрингу водоемов Куршской косы и проведению учебных гидробиологических практик студентов КГТУ.

Список литературы

1. *Аполлов А.Б.* Методические рекомендации по определению донной фауны Юго-Восточной Балтики / БалтНИРО. Рига, 1987.
2. *Определитель* пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / Отв. ред Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатов. Л.: Гидрометеоиздат, 1977.
3. *Константинов А.С.* Общая гидробиология: Учебник для студ. биол. спец. вузов. 4-е изд. М.: Высшая школа, 1986.
4. *Гурьянова Е.Ф.* Бокоплавы морей СССР и сопредельных вод. М.: Наука, 1951.
5. *Кутикова Л.А.* Коловратки фауны СССР. М.: Наука, 1977.
6. *Мануйлова Е.Ф.* Ветвистоусые рачки фауны СССР. М.: Наука, 1964.
7. *Определитель* фауны и флоры Северных морей СССР / Под ред. Н.К. Гаевской. М.: Советская наука, 1948.
8. *Директива* Европейской комиссии 75/440/ЕЕС «Требования, предъявляемые к качеству поверхностных водных объектов, предназначенных для использования в качестве источников питьевой воды А1, А2, А3-категории, относящиеся к стандартным методам очистки» // СПС «Гарант».
9. *Директива* Европейской Комиссии 78/659/ЕЕС «Требования, предъявляемые к качеству поверхностных водных объектов, предназначенных для использования в рыбохозяйственных целях А1, А2, А3-категории, относящиеся к стандартным методам очистки» // СПС «Гарант».

Е.Е. Новова

(Российский государственный университет им. Иммануила Канта)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТОВ КУРШСКОЙ КОСЫ МЕТОДОМ ПРОФИЛИРОВАНИЯ

Резюме: Метод комплексного ландшафтного профилирования — основной метод изучения вертикальной структуры и

свойств компонентов конкретных фаций и горизонтальных связей между ними. Использование метода ландшафтного профилирования при выполнении геоэкологических исследований Куршской косы дает возможность выявить различные факторы, влияющие на состояние природных комплексов, а также соответствие видов и уровней существующего экономического использования территории в разных функциональных зонах.

Resume: The method of complex (reference) landscape contouring is a basic method of studying of erect frame and properties of ingredients of a particular facies and horizontal connections. Use of a method of landscape contouring at realization of geoecological research on Curonian spit has allowed to reveal influence of various factors on a state of natural complexes, and also conformity of kinds and degrees of existing economic use of terrain to a mode of functional zones.

Комплексное (опорное) ландшафтное профилирование — основной метод изучения вертикальной структуры и свойств компонентов конкретных фаций и горизонтальных связей между ними. Положение опорного профиля предварительно определяется по ландшафтной карте. Профиль должен охарактеризовать все разнообразие морфологической структуры ландшафта. Количество опорных профилей зависит от сложности морфологической структуры ландшафта.

Процесс исследования состоит в детальном описании фаций и характера переходов между ними по выбранным профильным линиям, позволяющим проследить смену фаций по элементам рельефа от повышений к днищу долины, западины, а также влияние на их формирование литологического состава пород, рыхлых отложений, грунтового и атмосферного увлажнения. Эти изменения, в свою очередь, проявляются в структуре и свойствах почвы и растительного сообщества, наблюдаемых на опорных и основных точках наблюдения на профиле. Для прослеживания пространственного распространения характерных признаков и свойств компонентов ландшафта

количество точек наблюдения на профиле принимается соответствующим количеству структурных единиц (урочищ) [2].

На специальном бланке или в дневнике в соответствующем масштабе вычерчивается гипсометрическая кривая профиля с последующим более точным изображением ее на миллиметровой бумаге в дни камеральной обработки материала.

Выбор линии профилирования производится с таким расчетом, чтобы профиль пересек наиболее характерные для исследуемой территории формы рельефа. Основа комплексного профиля — гипсометрический разрез по характерному направлению, выявляющему смену основных урочищ территории. Для территории с незначительным колебанием высот с целью большей выразительности профиля допускают преувеличение вертикального масштаба над горизонтальным в 5—10 раз и более [3].

От подбора соотношения обоих масштабов зависит наглядность и правильность изображения морфологических элементов рельефа. Комплексный профиль увязывают с ландшафтной картой, поэтому горизонтальный масштаб выбирают равным масштабу карты.

По данным осмотра местности, естественных обнажений и разрезов шурфов выявляют чередование урочищ в зависимости от рельефа, строение почвообразующих и подстилающих пород, характер растительности, типичные формы рельефа, особенности поверхностных отложений и подстилающих пород, уровень горизонта грунтовых вод, генетические разности и механический состав почв; растительные ассоциации; морфологическую структуру ландшафта; хозяйственное использование угодий; намечают мероприятия по их рациональному использованию и охране [2].

Летом 2004 г. в Государственном национальном природном парке «Куршская коса» автор с использованием метода профилирования проводил полевые исследования, связанные с оценкой сложившейся здесь геоэкологической ситуации. Однако в отличие от классического метода ландшафтного про-

филирования не велось подробного описания фаций, состава почв и горных пород. Анализировалось влияние природных и антропогенных факторов на состояние ландшафтов, оценивалась степень рекреационной дигрессии, определялся тип растительности и преобладающие древесные породы (см. табл. и рис. 1).

По пятибалльной шкале: от 1 балла (воздействие незначительное) до 5 баллов (доминирующее влияние) — оценивалось воздействие следующих факторов:

1) природных: абразия берегов, заболачивание (подтопление), дефляция, движение дюн, зарастание берегов, зарастание дюн, болезнь леса, ветровалы, пожары (сухостой), аккумуляция песка;

2) антропогенных: берегозащита, посадка леса, рекреационная деятельность, вырубка леса; автотранспорт; строительство; сельское хозяйство; закрепление дюн; мелиорация; загрязнение, вытаптывание.

Также по пятибалльной шкале выявлялась степень рекреационной дигрессии (1 балл — минимальная, 5 баллов — максимальная).

Всего через российскую часть Куршской косы с учетом ландшафтного и функционального зонирования было проложено 11 поперечных профилей. Четыре из них проходили через населенные пункты Лесное, Рыбачий и Морское (II—II, III—III, VIII—VIII, IX—IX), два (VI—VI и X—X) — через заповедную зону. Остальные профили прокладывались через особо охраняемую зону или зону рекреационного использования с различной степенью воздействия хозяйственной деятельности человека.

Таблица 1

Пример оценки состояния природных комплексов Куршской косы по профилю I — I (7-й км)

Тип местности	Морской пляж	Аван-дюна	Дюнная гряда	Пальве	Дюнные массивы	Пляж залива
Тип растительности	—	Псаммо-фитотравная	Лесная	Лесная	Лесная	Гигро-фитотравная
Факторы воздействия <i>Природные:</i>						
абразия берегов;	3	0	0	0	0	1
заболачивание (подтопление);	0	0	2	4	4	5
дефляция;	0	2	2	1	1	0
движение дюн;	0	2	2	0	1	0
зарастание берегов;	0	0	0	0	0	5
зарастание дюн;	0	5	5	1	2	0
болезнь леса;	0	0	2	3	1	0
ветровалы;	0	2	3	3	3	0
пожары (сухостой);	0	0	3	2	2	0
аккумуляция песка	5	2	2	1	1	0

<i>Антропогенные:</i>						
берегозащита;	5	3	0	0	0	2
посадка леса;	0	2	2	1	5	0
рекреационная деятельность;	3	3	2	3	1	2
вырубка леса;	0	0	3	2	4	1
автотранспорт;	0	0	3	4	2	3
строительство;	0	0	0	1	0	1
сельское хозяйство;	0	0	0	0	0	0
закрепление дюн;	0	5	0	0	3	0
мелиорация;	0	0	3	5	5	0
загрязнение;	3	3	2	3	2	2
вытаптывание	2	3	2	3	2	2
Степень рекреационной дигрессии	2—3	2—3	1—2	1—2	1	1—2
Примечания	Деревянные буны разрушены на 50 %	Закрепляется ветками	Заросшие дроги и тропинки, выгоревшие поляны	Открытые мелиоративные дренажные канавы	Не выражены. Посадки ели (3—4 года)	Браконьерство в заливе

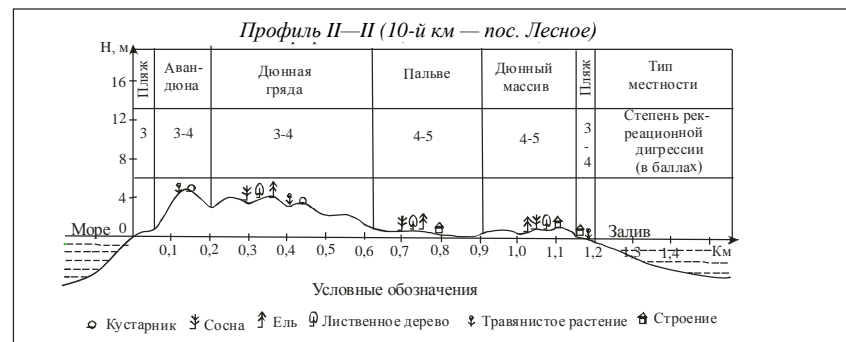
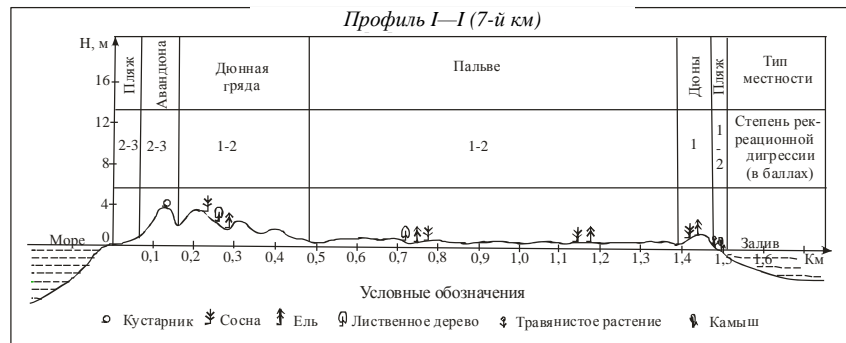


Рис. 1. Ландшафтные профили I—I и II—II

В результате исследований автор пришел к выводу, что антропогенная нагрузка на ландшафты Куршской косы увеличивается с каждым годом, и это связано в основном с развитием рекреации. Средняя степень рекреационной дигрессии природного комплекса достигает по пятибалльной шкале 2,8 балла. Наибольшее воздействие на природу человек оказывает в районах населенных пунктов, а также баз отдыха, при этом самая высокая степень рекреационной дигрессии наблюдается в пос. Лесное, расположенном в 11 км от г. Зеленоградска (профиль II и профиль III), а самая низкая (профиль VII) — на 32-м км Куршской косы. Все эти данные были нанесены на карту (рис. 2).

В районе экологического маршрута «Королевский бор» (профиль I) преобладают естественные природные процессы, частично измененные целенаправленной деятельностью человека. На берегу Куршского залива ярко выражены процесс зарастания и заболачивания водоема, а также его эвтрофикации. Здесь в связи с высоким стоянием грунтовых вод и в целях предотвращения подтопления леса проложен открытый дренаж (в виде мелиоративных канав). Примерно в 500 м от залива располагаются молодые искусственные посадки ели (3—4 года) на месте упавшего во время сильного урагана леса. Недалеко от авантюны находится поляна, на ней видны сухие поваленные деревья, поврежденные огнем при пожаре, возникшем от незатушенного костра. Выход к морю оборудован, через котловину выдувания проложено деревянное покрытие, устроена смотровая площадка. Это уменьшает воздействие рекреантов на неустойчивые природные комплексы косы. Авантюна естественной формы, практически не измененная человеком, почти вся покрыта растительностью, но в некоторых местах искусственно закрепляется древесными ветвями. В формировании и сохранении широкого (60 м) песчаного морского пляжа решающую роль сыграли деревянные немецкие буны, но сейчас они разрушены примерно на 50 %. Требуется их реконструкция или замена. Вдоль всего профиля можно видеть в основном положительное антропогенное воздействие на состояние природного комплекса [1].

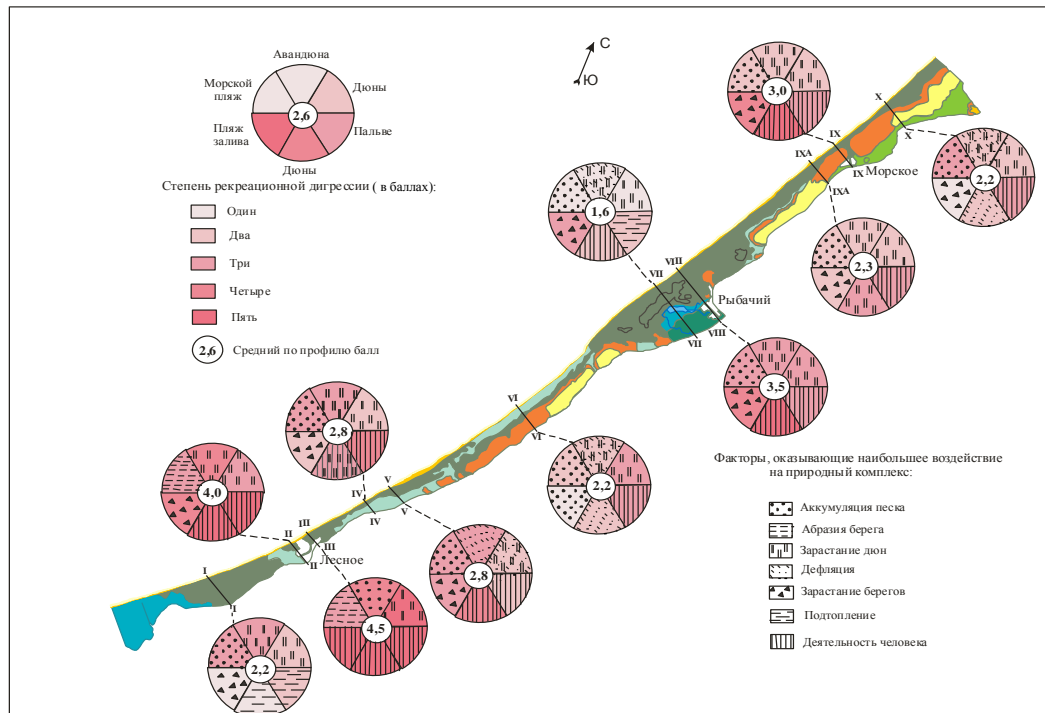


Рис. 2. Оценка геоэкономического состояния Куршской косы в августе 2004 г. (фрагмент картосхемы)

В районе пос. Лесное было проложено два профиля: через его южную оконечность — 10-й км (профиль II) и центральную часть — 11-й км (профиль III). Здесь отмечена самая высокая степень рекреационной дигрессии для российской части Куршской косы (4,5 балла), это связано с плотной застройкой данной местности от берега залива до авандюны, нарушением хода природных процессов большим количеством отдыхающих на морском берегу. Среди природных факторов отмечены абразия морского берега, зарастание залива и дюн, аккумуляция и дефляция песчаных масс.

Велико отрицательное влияние застройки территории на ландшафты, разрушение авандюны, рост количества несанкционированных свалок мусора, сброс неочищенных сточных вод в Куршский залив. Одновременно здесь происходит закрепление авандюны ветвями древесных растений, автопокрышками и гранитными валунами, оборудование проходов для отдыхающих и строительство новых корпусов дома отдыха «Лесное», зачастую с нарушением природоохранного режима. В пос. Лесное постоянно расширяется зона застройки, на месте старых домов возводятся дорогие коттеджи.

В самом узком месте Куршской косы (на 14-м км) проложен профиль IV. На развитие природных комплексов здесь наибольшее влияние оказывают естественные процессы, такие как аккумуляция песка, дефляция, зарастание дюн лесной растительностью и т. д. Степень рекреационной дигрессии составляет 2—3 балла, на палеве она достигает 4 баллов. Здесь располагается Музей природы Куршской косы, ежедневно принимающий множество посетителей, приезжающих на автобусах и автомобилях.

На 16-м км Куршской косы расположена турбаза «Дюны» — популярное место отдыха. Через ее территорию проложен V профиль. В основном здесь преобладают естественные процессы, но значительное влияние оказывает и деятельность человека, в частности на пляж залива, дюнные массивы около него, палеве. На значительной площади среди лесных насаж-

дений разбросаны деревянные домики без удобств. Очень развита тропиновая сеть, из-за чего почти полностью отсутствует травяной покров и происходит загрязнение территории. Степень рекреационной дигрессии 3—4 балла.

Профиль VI (22-й км) проложен в заповедной зоне, где запрещена любая деятельность, кроме научной. Средняя степень рекреационной дигрессии 2,2 балла. Наибольшую антропогенную нагрузку испытывает пальве, по которой проходит автотрасса, где расположены автостоянка и объекты полевого стационара «Фрингилла» орнитологической станции РАН. Лес на дюнной гряде интенсивно посещается грибниками и отдыхающими. Морской пляж аккумулятивный, широкий, но он слабо используется рекреантами в связи с удаленностью от населенных пунктов и баз отдыха. Авандюна не сплошная, на ней выражены котловины выдувания, увеличивающиеся в размерах под воздействием ветра и отдыхающих и искусственно закрепляемые сосновыми ветвями. От пальве в сторону залива располагается массив белых высоких незакрепленных дюн; песчаные массы постепенно спускаются в залив под воздействием ветра. Кое-где они покрыты травяной растительностью, в основном на вершинах. Пляж залива очень узкий. Воздействие человека на природные комплексы минимально из-за ограниченного посещения туристами и отдыхающими. Здесь преобладают природные процессы: дефляция, аккумуляция песка, движение дюн.

Через высоту Мюллера (44,4 м над уровнем моря) — дюну Болотная, залесенную в XIX в., — был проложен VII профиль (32 км), вдоль которого отмечена самая низкая степень рекреационной дигрессии (1,6 балла). Морской пляж и авандюна труднодоступны для посетителей, путь к ним преграждают высокие дюнные гряды, покрытые лесом. Экологическая тропа ведет к смотровой площадке, расположенной на вершине дюны Болотная. Вдоль нее на протяжении десятков метров тянутся густые посадки молодого соснового леса, растущего на месте пожарища. Многие деревья — сухие и больные, это

снижает рекреационную привлекательность маршрута. Тропа плохо оборудована и замусорена: отсутствуют информационные стенды вдоль нее, так же как и урны. На пальве лес старовозрастной, много поваленных ветром деревьев. Из-за высокого стояния грунтовых вод и подтопления оборудован открытый дренаж. В сторону залива дюнные гряды отсутствуют, здесь расположены моренный остров с лугами и полями, озеро Чайка и пос. Рыбачий, через который проложен VIII профиль.

Рыбачий находится на 34-м км Куршской косы в ее самой широкой части, в отдалении от автотрассы Зеленоградск — Клайпеда. Расширение зоны строительства происходит в сторону залива, побережье не застроено, но подвержено сильному влиянию туристов (мусор, костровища, тропинки). Отсутствуют гостиницы, приезжих туристов почти нет. Поселок постепенно вымирает. Антропогенная нагрузка на ландшафты значительна. Туристический комплекс развивается на пальве вдоль автотрассы. Его центром стала гостиница «Постоялый двор» с одноименным рестораном. От них к морю через дюны, поросшие густым смешанным лесом, ведет дорога. Спуск к пляжу оборудован специальным настилом. Со стороны залива преобладает влияние антропогенного фактора, а ближе к морю более значительно воздействие природных факторов (аккумуляция песка, зарастание дюн); но в недалеком будущем ситуация может измениться на противоположную.

На 44-м км располагается пос. Морское, через него был проложен IX профиль. На развитие природных комплексов в призаливной части очень большое влияние оказывает деятельность человека. Со стороны моря оно еще незначительно (степень рекреационной дигрессии 1—2 балла), здесь ведется искусственное закрепление дюн и оборудуются проходы к пляжу. Наибольший антропогенный пресс испытывают пальве, дюнный массив и заливной берег, на котором возводятся дома и гостиницы. Как и в пос. Лесное, здесь скупаются старые

дома и на их месте строятся новых коттеджей без соблюдения исторических архитектурных традиций. Степень рекреационной дигрессии — 5 баллов.

На 42-м км находится дюна Эфа высотой 42 м, препятствующая разрастанию пос. Морское к югу. Движение дюны в настоящее время остановлено, и она покрывается лесной растительностью. Через дюну проходят самая популярная экологическая тропа и профиль IXa. На морской пляж, авандюну и дюнную гряду человек оказывает незначительное воздействие, здесь преобладают естественные процессы, также как и на заливном берегу. На палье и дюнном массиве вдоль экологического маршрута антропогенный пресс возрастает.

На 46-м км через главную достопримечательность Куршской косы — белые высокие незакрепленные дюны, — частично вдоль экологического маршрута «Озеро Лебедь» был проложен X профиль. Здесь преобладают естественные процессы (аккумуляция песка, дефляция, зарастание дюн и берегов), но они корректируются деятельностью человека (укрепление авандюны, посадка леса). Отрицательное воздействие антропогенного фактора в значительной мере проявляется вдоль недостаточно оборудованной экологической тропы (отсутствуют мусорные бачки, недостаточна информация на маршруте, стрелки-указатели во многих местах неисправны). Целесообразно организовать здесь кольцевой экскурсионный маршрут, это уменьшит влияние туристов на дюну, сократит осыпание песка вдоль постоянно расширяющейся тропы.

Проведенное исследование показало, что формирование ландшафтов Куршской косы в настоящее время происходит под одновременным воздействием природных и антропогенных факторов. На многих участках естественные процессы (размыв берега, движение дюн) остановлены в результате специально проводимых мероприятий. Но в то же время усиливается антропогенный пресс (загрязнение, застройка, вытаптывание). Администрация национального парка не может в полной мере оградить уникальные ландшафты от деградации.

Некоторые не до конца продуманные действия также приводят к ухудшению экологической обстановки (не полностью оборудованные экологические маршруты, проходы через авантюны и т. д.). Все это указывает на существующий в национальном парке кризис управления.

Использование метода ландшафтного профилирования при проведении геоэкологических исследований на Куршской косе позволило выявить соотношение влияния различных факторов на состояние природных комплексов, а также соответствие видов и степени существующего хозяйственного использования территории режиму функциональных зон. В дальнейшем применение метода профилирования позволит быстро и качественно проводить мониторинг косы и проследивать динамику изменения природных комплексов. При этом необходимо закладывать каждый профиль на местности более основательно (с помощью пикетов) и точно определять их координаты. В ходе мониторинга с помощью топогеодезических приборов следует измерять высоту и крутизну склонов, ширину пляжа и т. д. Результаты профилирования должны стать основой для корректировки режимов природопользования в пределах существующих функциональных зон национального парка.

Список литературы

1. *Амозова Е.Е.* Формирование ландшафтов Куршской косы и проблемы их устойчивого развития (Калининградская область) // Теоретические и прикладные аспекты оптимизации и рациональной организации ландшафтов: Материалы II региональной конференции, посвященной памяти профессора Ф. Н. Милькова. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. С. 15—17.
2. *Комплексная* полевая практика по физической географии. — М.: Высшая школа, 1991.
3. *География* Калининградского региона. Полевая общегеографическая практика / Под ред. В.В. Орленка; Калинингр. ун-т. Калининград, 1995.

Д.Е. Петренко

(Российский государственный университет им. Иммануила Канта)

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛИХЕНОФЛОР
КУРШСКОЙ, ВИСЛИНСКОЙ И ХЕЛЬСКОЙ (КОСА ХЕЛЯ) КОС**

Резюме: В статье дан сравнительный анализ лишенофлоры трех кос Балтийского моря: Куршской косы (Литовская Республика и Калининградская область РФ), Вислинской косы (Калининградская область РФ и Республика Польша) и косы Хель (Республика Польша).

Resume: The analysis and to make a comparison lichen flora three spits is southeast coast of Baltic sea (Curonian spit (Lithuanian republic and the Kaliningrad region), Vistula spit (the Kaliningrad region and Polish republic) and Hel spit (Polish republic)).

Для сравнительного анализа лишенофлор трех песчаных аккумулятивных образований Куршской, Вислинской и Хельской кос, находящихся на юго-восточном побережье Балтийского моря, были использованы работы немецких и польских лишенологов по Хельской (нем. *Putziger Nehrung (Hela)*, польск. *Mierzeja Hela*, англ. *Hel spit*) и Вислинской косам (нем. *Frische Nehrung*, польск. *Mierzeja Wiślana*, англ. *Vistula spit*) [1; 2; 3; 4], немецких и литовских лишенологов по литовской части Куршской косы (нем. *Kurische Nehrung*, лит. *Kuršių nerija*, англ. *Curonian spit*) [1; 2; 3; 5; 6] и наши данные по Куршской и Балтийской косам Калининградской области [7; 8; 9; 10].

К настоящему времени разнообразие лишайников Куршской косы представлено 348 видами (351 с подвидами и разновидностями) из 113 родов, 48 семейств и 16 порядков. Список Вислинской косы насчитывает 169 видов, включая один подвид из 59 родов, 26 семейств и 9 порядков. Список Хельской косы (коса Хеля) включает 142 вида с одним подвидом из 52 родов, 26 семейств и 9 порядков.

При сравнении систематического состава лишенофлор трех кос нужно отметить, что такого рода сравнения, по мнению некоторых авторов [11], правомерны для приблизительно равновеликих по своей площади территорий, но другие считают более необходимым лишь соблюдение равенства флористических рангов [12].

Представление о флористическом богатстве дают следующие количественные показатели, так называемые «пропорции флоры»: среднее число видов в семействе, среднее число родов в семействе и среднее число видов в роде (родовой коэффициент) [13].

Сравниваемые территории расположены в различных флористических провинциях, есть небольшие различия и по площади. Для сопоставимости результатов флористические списки были расположены по единой системе.

Несомненным богатством отличается лишенофлора Куршской косы. Это объясняется, прежде всего, высокой степенью изученности видового состава лишайников, а также разнообразием субстратов и экотопов. Такие показатели, как среднее число видов в семействе, видов в роде (родовой коэффициент) и родов в семействе, вполне сопоставимы для сравниваемых территорий, хотя первенство Куршской косы по этим показателям бесспорно.

Показатели систематического многообразия в сравниваемых лишенофлорах колеблются в следующих пределах: v/c — от 5,42 до 7,3; v/p — от 2,71 до 3,1; p/c — от 2 до 2,35. Родовой коэффициент для хорошо изученной Куршской косы составляет 3,1; он также немного выше (на 0,3) данного показателя лишенофлоры Вислинской косы (2,8) и отличается от родového коэффициента косы Хеля (2,71) на 0,39. Эти отличия связаны с большим разнообразием фитоценозов на Куршской косе и бедностью на остальных косах, но возможно и с различными площадями трех кос (табл. 1).

Таблица 1

**Количественные показатели
лишенофлор песчаных аккумулятивных образований
юго-восточной Балтики (Куршской, Вислинской и Хельской кос)**

Показатель	Куршская коса	Вислин- ская коса	Хельская коса
Число семейств	48	26	26
Число родов	113	59	52
Число видов	348	168	141
Среднее число:			
видов в семействе (в/с)	7,3	6,5	5,42
видов в роде (в/р)	3,1	2,8	2,71
родов в семействе (р/с)	2,35	2,3	2
Число:			
семейств с одним родом	26	15	16
семейств с одним видом	15	8	13
родов с одним видом	58	31	30

Сравнение видовых списков вышеперечисленных флор с помощью коэффициента Сёренсена-Чекановского [12], выявило, что наибольшее сходство ($K_{sc} = 0,72$ при 139 общих видах) обнаруживают флоры Вислинской и Хельской кос, а наименьшее ($K_{sc} = 0,50$ при 119 общих видах) — флоры Куршской и Хельской кос (табл. 2). Значения коэффициента сходства соответствуют степени удаленности флор лишайников друг от друга.

Таблица 2

**Число общих видов (с)
и коэффициент Сёренсена-Чекановского (K_{sc}) для сравниваемых флор**

K_{sc} \ с	Куршская коса	Вислинская коса	Хельская коса
Куршская коса		0,56	0,50
Вислинская коса	139		0,72
Хельская коса	119	107	

Из таблицы 3 видно, что первые четыре места во всех флорах принадлежат семействам *Cladoniaceae*, *Lecanoraceae*, *Parmeliaceae*, *Physciaceae*, однако их роль в структуре флор несколько различна. Если семейства *Cladoniaceae* и *Physciaceae* занимают одинаковое положение во всех флорах, то семейство *Lecanoraceae* занимает второе место только во флоре Куршской косы, отступая на третье место в других флорах и отдавая второе место семейству *Parmeliaceae*. Возможная причина этого заключается в большей степени облепленности Вислинской и Хельской косы, соответственно, большого количества субстрата для видов семейства *Parmeliaceae*.

Таблица 3

**Структура ведущих по числу семейств лишенофлор
сравниваемых территорий**

Семейство	Куршская коса		Вислинская коса		Хельская коса	
	Кол-во видов	Место	Кол-во видов	Место	Кол-во видов	Место
<i>Cladoniaceae</i>	49	1	39	1	38	1
<i>Lecanoraceae</i>	36	2	21	3	23	3
<i>Parmeliaceae</i>	31	3	24	2	24	2
<i>Physciaceae</i>	26	4	13	4	8	4
<i>Vacidiaceae</i>	13	5	-	-	-	-
<i>Pertusariaceae</i>	11	6 ¹	5	7	5	7
<i>Teloschistaceae</i>	11	7	8	6	7	5
<i>Agyriaceae</i>	11	8	4	8	4	9
<i>Peltigeraceae</i>	10	9	9	5	6	6

¹ При одинаковом числе видов преимущество в ранге отдается таксону, имеющему большее ценотическое значение. В скобках указаны ранги таксонов ниже десятого, отражающие последовательность их положения в структуре флоры, но не обязательно соответствующие их истинному положению. Пробел указывает на то, что данный таксон по числу видов не входит в данный список ведущих семейств.

Семейство	Куршская коса		Вислинская коса		Хельская коса	
	Кол-во видов	Место	Кол-во видов	Место	Кол-во видов	Место
Coniocybaseae	9	10	3	10	-	-
Arthoniaceae	9	(11)	-	-	-	-
Ascosporaceae	9	(12)	4	9	3	10
Ramalinaceae	-	-	-	-	4	8
Кол-во видов в первых трех семействах	116 33,3 %		84 50 %		85 60,3 %	
Кол-во видов в первых пяти семействах	155 44,5 %		106 63,1 %		100 70,9 %	
Кол-во видов в первых десяти семействах	207 59,5 %		130 77,4 %		122 86,5 %	

Порядковое положение семейства *Pertusariaceae* совпадает у флор Вислинской и Хельской кос и семейства *Teloschistaceae* у флор Куршской и Вислинской кос. Возможно, это объясняется в первом случае более близким расположением территорий и во втором случае наличием большого числа остатков послевоенных бетонных укреплений, представляющих большое количество субстрата для родов *Caloplaca* и *Xanthoria*.

Обращает внимание наличие 10-го места у семейства *Coniocybaseae* во флорах Куршской и Вислинской кос и отсутствие представителей этого семейства в десятке ведущих во флоре Хельской косы. Многие виды данного семейства приурочены к влажным тенистым лесам, которые на Хельской косе немногочисленны.

Концентрация видов в первых трех, пяти и десяти семействах заметно выше во флоре Хельской косы. Количество видов в десяти ведущих семействах в сравниваемых флорах составляет 60—87 % от видового состава каждой из них. Дан-

ные цифры намного превышают аналогичный показатель (55 %), характерный для бореальных районов Голарктического флористического царства [11; 12].

Рассматривая структуру ведущих родов (табл. 4), можно отметить, что первые три места во всех флорах занимают рода *Cladonia*, *Lecanora* и *Peltigera*. Положение остальных родов более изменчиво.

Таблица 4

Структура ведущих по числу родов флор сравниваемых территорий

Род	Куршская коса		Вислинская коса		Хельская коса	
	Кол-во видов	Место	Кол-во видов	Место	Кол-во видов	Место
<i>Cladonia</i>	42	1	33	1	32	1
<i>Lecanora</i>	25	2	18	2	19	2
<i>Peltigera</i>	10	3	9	3	6	3
<i>Pertusaria</i>	9	4	4	8	3	(11)
<i>Chaenotheca</i>	9	5	3	10	-	-
<i>Arthonia</i>	8	6	-	-	-	-
<i>Cladina</i>	7	7	6	4	6	4
<i>Caloplaca</i>	7	8	5	6	4	6
<i>Lepraria</i>	7	9	-	-	-	-
<i>Opographa</i>	7	10	-	-	-	-
<i>Physcia</i>	6	(11)	5	5	3	8
<i>Ramalina</i>	6	(12)	3	9	4	7
<i>Parmelia</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Cetraria</i>	5	(13)	5	7	5	5
<i>Xanthoria</i>	4	(15)	3	(11)	3	9
<i>Melanelia</i>	5	(14)	3	(12)	3	10
Кол-во видов в первых трех родах	77 22,1 %		60 35,7 %		57 40,4 %	
Кол-во видов в первых пяти родах	95 27,3 %		71 42,3 %		68 48,2 %	
Кол-во видов в первых десяти родах	131 37,6 %		91 54,2 %		85 60,3 %	

Концентрация видов в первых трех, пяти и десяти родах, так же как и в семействах, выше во флоре Хельской косы. Десять ведущих родов включают в себя 38—60 % видового состава флор.

Географический анализ

Как видно из таблицы 5, в которой представлено соотношение географических элементов в лишенофлорах трех кос, преобладают виды, относящиеся к трем геоэлементам: бореальному, неморальному и мультizonальному. Но если бореальный элемент занимает первое место во всех трех флорах сравниваемых территорий (Куршская коса — 44,3 %; Вислинская коса — 51,9 % и Хельская коса — 58,2 % от общего числа видов), то роль остальных геоэлементов несколько различна. Неморальный элемент, на Куршской косе занимающий второе место по количеству видов (77, или 22,1 %), во флоре Вислинской и Хельской кос отстывает на третье место (28, или 16,7 %, и 20, или 14,2 %, соответственно). Лишайники мультizonального элемента, занимающие вторые места во флорах Вислинской (39, или 23,2 %) и Хельской (28, или 19,9 %), во флоре Куршской косы занимают лишь третье место (59, или 17 %). Вместе они составляют основу флоры, на Куршской косе — 290 видов (83,3 % от всего видового состава), на Вислинской косе — 154 вида (91,7 %), на Хельской косе — 130 видов (92,2 %). Доля участия лишайников других географических элементов (аридного, монтанного и гипоарктомонтанного) незначительна.

Таблица 5

Географические элементы лишенофлор сравниваемых территорий

Географический элемент	Количество видов		
	Куршская коса	Вислинская коса	Хельская коса
Мультizonальный	59	39	28
Бореальный	154	87	82
Неморальный	77	28	20

В бореальном, как и в неморальном геоэлементе всех трех флор, преобладают эпифитные лишайники, причем если на Куршской косе бореальные эпифиты количественно намного превосходят остальные группы, то на Вислинской и Хельской косах приоритет эпифитов незначителен, разница между ними составляет один вид (табл. 6). В мультizonальном элементе данная тенденция немного меняется: на Куршской косе первые места делят между собой эпифиты и эпилиты, а на Вислинской и Хельской косах на первое место выходят эпилитные лишайники. Указанные выше соотношения могут быть объяснены тем, что соотношение географических элементов среди эпифитных видов находится в определенном соответствии с типом ареала тех древесных пород, на которых они обитают [14]. Отклонение от общей тенденции в виде равного количества эпигеонидных и эпилитных видов в мультizonальном элементе Куршской косы, возможно, объясняется тем, что на ее территории дюнные суходолы имеют большее распространение, чем на остальных косах.

Таблица 6

**Распределение основных эколого-субстратных групп
в основных географических элементах
сравниваемых лишенофлор юго-восточного побережья Балтики
(1 — эпигейды, 2 — эпиксилы, 3 — эпифиты, 4 — эпилиты)²**

Геоэлемент	Эколого-субстратная группа											
	Куршская коса				Вислинская коса				Хельская коса			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Бореальный	53	49	91	3	42	29	43	-	41	25	42	4
Неморальный	1	7	66	5	1	3	24	4	1	2	18	4
Мультizonальный	7	8	28	28	3	5	10	26	3	5	11	18

² Некоторые виды лишайников, имеющие большую экологическую пластичность, могут входить одновременно с состав двух-трех эколого-субстратных групп, в связи с чем цифры, указанные в таблице 6 превышают общее количество.

Разделение лишайников на климатические группы показало преобладание в бореальном и неморальном геоэлементах всех трех флор мезофитных форм (табл. 7). В мультизональном геоэлементе во флорах Куршской и Хельской кос преобладают ксерофиты, а на Вислинской косе первое место занимают ксеромезофиты.

Таблица 7

Распределение климатических групп в основных географических элементах сравнимых лишенофлор юго-восточного побережья Балтики (1 — ксеромезофит, 2 — ксерофит, 3 — мезофит, 4 — гигромезофит)

Геоэлемент	Климат группы											
	Куршская коса				Вислинская коса				Хельская коса			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Бореальный	18	20	97	19	14	16	47	10	12	17	48	5
Неморальный	2	3	55	17	2	1	19	6	2	1	12	5
Мультизональный	9	25	23	2	28	6	5	-	6	15	7	-

Таким образом, основу трех лишенофлор составляют бореальные виды лишайников. Специфичной чертой во флоре Куршской косы можно считать значительное участие видов неморального комплекса, а во флорах Вислинской и Хельской кос — значительное участие мультизонального. Соотношение числа видов бореального, неморального и мультизонального географических геоэлементов составляет на Куршской косе 1:0,5:0,4; Вислинской — 1:0,32:0,45 и Хельской — 1:0,24:0,34. Участие представителей других географических элементов (аридного, монтанного и гипоарктомонтанного) незначительно.

Следовательно, на основе проведенного географического анализа флоры лишайников трех песчаных аккумулятивных образований юго-восточного побережья Балтики (Куршская, Вислинская и Хельская косы) их можно охарактеризовать как типично бореальные.

Эколого-биологические особенности флор

Жизненные формы

Проведенный анализ выявил преобладание в составе всех трех флор накипных лишайников. Они составляют на Куршской косе — 65,2 %, на Вислинской — 44,6 % и на Хельской — 43 % (табл. 8). Преобладание накипного типа объясняется значительной облесенностью сравниваемых территорий и, соответственно, наличием большого числа субстратов, связанных с древесными породами. Большинство накипных лишайников является эпифитами и эпиксилами.

Таблица 8

Жизненные формы в лишайнофлорах сравниваемых территорий

Жизненные формы	Куршская коса	Вислинская коса	Хельская коса
Накипные	227 (65,2 %)	75 (44,6 %)	61 (43 %)
Листоватые	54 (15,5 %)	40 (23,8 %)	31 (22 %)
Кустистые	67 (19,3 %)	53 (31,5 %)	49 (35 %)
<i>Всего</i>	348	168	141

Значительная роль во флорах кос принадлежит кустистым лишайникам: на Куршской косе — 19,3 % от общего числа видов, на двух других процент участия кустистых лишайников немного выше, они составляют примерно треть от всего видового состава (на Вислинской косе — 31,5 %, а на Хельской — 35 %). Сюда входят представители семейств *Alectoriaceae*, *Cladoniaceae*, *Ramalinaceae* и другие. Многие из этих лишайников составляют основное ядро почвенного покрова лишайнофлоры дюнных сосняков и эпифитных синузий в остальных типах лесов.

Менее распространены листоватые лишайники, процентное содержание которых в разных флорах колеблется от 16 до 24 % от общего числа видов (табл. 8). Это представители семейств *Parmeliaceae*, *Peltigeraceae*, *Collemataceae*, *Physciaceae* и др. Невысокую роль листоватых лишайников можно объяснить небольшим разнообразием субстратов.

Таким образом, биоморфологический анализ жизненных форм лишайников Куршской, Вислинской и Хельской кос выявил преобладание накипных видов (43—65 %) видов. Такой порядок распределения жизненных форм является характерным для лесных бореальных лишенофлор [15]. Это еще раз подчеркивает преобладание бореальных черт в лишенофлорах сравниваемых территорий.

Эколого-субстратные группы лишайников

Для определения приуроченности лишайников флор Куршской, Вислинской и Хельской кос к типу субстрата были выделены следующие основные эколого-субстратные группы: эпифиты, эпигеиды, эпиксилы, эпилиты (табл. 9).

Таблица 9

Основные эколого-субстратные группы лишайников флор Куршской, Вислинской и Хельской кос

Эколого-субстратная группа	Куршская коса	Вислинская коса	Хельская коса
Эпифиты	195 (56 %)	83 (49,4 %)	72 (51 %)
Эпигеиды	68 (19,5 %)	53 (31,5 %)	48 (34 %)
Эпиксилы	66 (19 %)	37 (23,6 %)	33 (23,4 %)
Эпилиты	44 (12,6 %)	34 (21,7 %)	32 (22,7 %)

Для сравниваемых территорий, как и для других областей бореальной и неморальной зон Голарктики, видно явное преобладание эпифитных лишайников (эпифитов) — количество видов колеблется в пределах 49—56 % от общего видового состава (табл. 9).

На Куршской косе первое место по количеству видов принадлежит лишайникам, произрастающим на ольхе, — 91 вид. На втором месте находятся лишайники, растущие на березе, — 84 вида. На Вислинской и Хельской косах по видовому

составу лишайников ольха уступает первое место березе (44 и 40 видов соответственно), занимая второе место. Третье место на всех косах занимают виды лишайников, растущие на сосне (см. рис.).

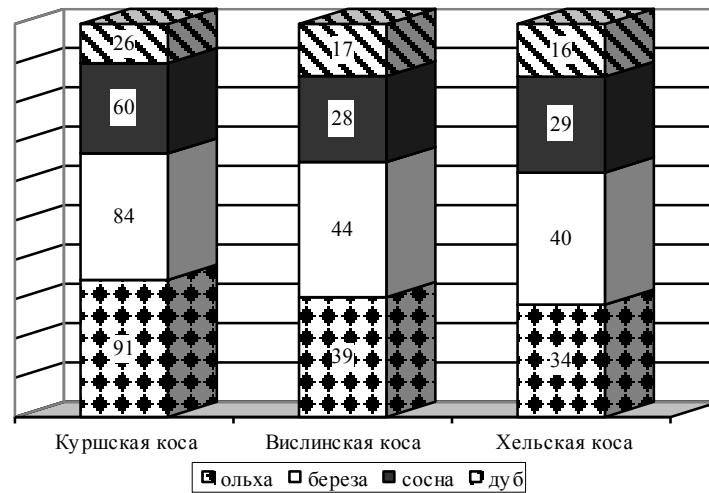


Рис. Количество эпифитных лишайников на основных видах древесных пород песчаных аккумулятивных образований юго-восточного побережья Балтики (Куршской, Вислинской и Хельской кос)

Список литературы

1. Ohlert A. Zusammenstellung der Lichenen der Provinz Preussen // Schriften der Phys.-ökon. Gesellschaft zu Königsberg i. Pr., 1870. B. 11. S. 1—51.
2. Lettau G. Beiträge zur Lichenenflora von Ost- und Westpreußen // Festschriften des Preußischen Botanischen Vereins zu Königsberg, 1912. B. 53. S. 17—91.
3. Lettau G. Nachträge zur Lichenenflora von Ost- und Westpreußen // Schriften der Königlichen Physikalischökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, 1919. B. 60. S. 5—21.

4. *Faltynowicz W.* The lichens of Western Pomerania (NW Poland) an ecogeographical study // Polish Botanical Studies. Kraków, 1992. Vol. 4.

5. *Рудзинскайте Т.М.* Роль лишайников в развитии растительности Куршской косы // Фитогеографическая, флористическая и геоботаническая характеристика приморской растительности: Мат-лы. XIII конф.-эксп. ботаников по долине низовья р. Нямунас и косе Куршю-Нярия 22—29 июня 1976 г. Вильнюс: АН Лит. ССР, 1976. С. 127—129.

6. *Motiejūnaitė J., Nordin A., Zalewska A., Bjelland T., Hedenås H., Westberg M., Heidmarsson S., Prigodina I.* Materials on lichens and allied fungi of Neringa national park (Lithuania) // *Botanica Lithuanica*. 1999. № 5(3). С. 251—269.

7. *Петренко Д.Е.* К флоре лишайников побережья юго-восточной Балтики // Первая российская лишенологическая школа и международный симпозиум молодых лишенологов «Аркто-альпийская флора. Охрана лишайников»: Тез. докл. Апатиты: Изд-во Петрозаводск. ун-та, 2000. С. 53.

8. *Петренко Д.Е.* Материалы к изучению флоры лишайников побережья юго-восточной Балтики (Балтийская коса) // Труды Первой российской лишенологической школы. Апатиты, 2000: Сб. ст. Петрозаводск: Изд-во Петрозаводск. ун-та, 2001. С. 134—140.

9. *Петренко Д.Е.* Некоторые макролишайники территории национального парка «Куршская коса» // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия НП «Куршская коса». М.: НИА «Природа», 2003. С. 122—128.

10. *Dolnik Ch., Petrenko D.* Lichens of the Southern Curonian Spit / Baltic Sea, Russia // *Бот. журн.* 2003. Т. 88. № 2. С. 41—59.

11. *Толмачев А.И.* Введение в географию растений. Л., 1974.

12. *Шмидт В.М.* Количественные показатели в сравнительной флористике // *Бот. журн.* 1974. Т. 59. № 7. С. 931—940.

13. *Толмачев А.И.* Богатство флор как объект сравнительного изучения // *Бот. журн.* 1970. Т. 65. № 9. С. 836—848.

14. *Мальшева Т.В., Шмидт В.М., Голубкова Н.С.* Лишайники Татари. II. Экологическое распределение лишайников по субстратам. Роль субстрата в географическом распространении лишайников // *Вестник ЛГУ.* 1980. № 15. Биология. С. 45—55.

15. *Голубкова Н.С.* Анализ флоры лишайников Монголии. Л.: Наука, 1983.

О.В. Рыльков

(Научный отдел НП «Куршская коса»)

ФЕНОМЕНОЛОГИЯ И ОПЫТ АНАЛИЗА ПРИЧИН ВЕТРОВАЛА НА КУРШСКОЙ КОСЕ

Резюме: Даны терминология явления ветровала и исторический обзор современного состояния культуры сосны на Куршской косе. Шторм под названием «Анатоль» 4 декабря 1999 г. представлен как один из крупнейших ветровалов. Явление ветровала рассматривается с точки зрения механики как опрокидывание деревьев, при этом анализируется роль отдельных элементов системы корень — ствол — крона. Также исследуются причины утраты сосной, растущей на Куршской косе, стержневого корня, невозможности увеличения площади опоры, «эффект корневых волосков» и возможность резонанса близко стоящих деревьев.

Resume: Terminology of phenomenon and historic review of pine-tree culture on the Curonian spit together with actual conditions are given. The storm event named ANATOLE of 4 Dec 1999 is described as one of great wind over through down. The phenomenon is examined from mechanical point of view as overturn and the role of root-trunk-crown system is scrutinized. The causes of loss of pivotal root on the Curonian spit, impossibility of support enlargement, the effect of “root haires” and possibility of resonance of close-standing trees are examined too.

Вывал дерева с корнем — ветровал как повторяющееся явление единичного или массового характера обычно для лесной зоны. Литературными данными подтверждается особая приуроченность массовых ветровалов к горным и прибрежным районам, где прохождение сильных штормов и ураганов носит периодический характер [11].

При скорости ветра 20—24 м/с уже отмечается более или менее массовый групповой вывал перестойных и ослабленных гнилями деревьев. При скоростях ветра более 35 м/с вывалу или слому (*ветровал* в отличие от *ветролома* характерен для

деревьев с высокой прочностью древесины ствола и слабым укреплением корней в почве) подвергается весь древостой, в том числе и здоровые деревья.

В большинстве случаев ветер является важным экологическим фактором, который удаляет ослабевшие и умирающие деревья, освобождая жизненное пространство для подроста. Таким образом в естественных лесах поддерживается сложная пространственно-возрастная структура основного древостоя. По-иному складывается ситуация в искусственных древостоях (лесных культурах), созданных руками человека. Здесь посадкой саженцев с определенной и равномерной густотой создается древостой одного возраста и породы на значительных площадях.

Показательным примером в этом отношении являются лесные культуры сосны обыкновенной на прибрежных песках Балтийского моря, в частности на Куршской косе.

Из истории Куршской косы (узкого песчаного полуострова длиной 98 км) и по наличию погребенных лесных почв (рис. 1)



Рис. 1. Куршская коса: погребенные почвенные горизонты на абразионном склоне

известно, что по до середины XVI в. дюны здесь были покрыты первобытным лесом, но постепенно в течение двух последующих столетий лесной, а затем и остальной растительный покров исчезает, пески приходят в движение, вступают в действие факто-

ры ветровой эрозии. Ее последствия приводят к полному опустыниванию большей части песчаного полуострова — косы.

Главная причина тому — безответственная хозяйственная деятельность человека (вырубка секуляризованного орденского леса, выжигание напочвенного покрова (вереска), бесконтрольный выпас скота). В этом отношении Куршская коса

не уникальна, аналогичные явления опустынивания прежде лесных территорий происходят и в соседних подобных ландшафтах: окрестностях оз. Лэба, Хельской и Вислинской косах.

Для устранения катастрофических последствий песчаных бурь на Куршской косе с середины XIX в. стали высаживать лесные культуры, которые носили прежде всего покровно-защитный, противозрозионный характер, но только в тех случаях, где существовала реальная угроза засыпания песком поселков и дорог. Мероприятия по укреплению дюн обходились прусской казне очень дорого: закрепление 1 га дюны стоило от 500 немецких марок в простых условиях до 1500 в сложных (это себестоимость с учетом использования бесплатной рабочей силы заключенных). Дневной заработок мужчины в то время составлял 1,2 немецкой марки, женщины — 0,8.

В настоящее время лесные культуры на Куршской косе составляют более половины всех ее лесных площадей и представляют собой однопородные и одновозрастные сосняки с густотой посадки 10—20 тыс./га. Такая высокая густота посадки обеспечивала быстрое смыкание полога и гарантию защиты песков от развевания. Дальнейший уход за этими культурами заключался в проведении периодических санитарных рубок по низовому принципу, т. е. производилась выборка деревьев подчиненного древостоя. Извлечение их из древостоя не оказывало существенного влияния на увеличение жизненного пространства господствующих деревьев.

По достижении возраста 80±10 лет эти рукотворные древостои вываливаются ветром, причем это явление имеет массовый характер; главным образом вываливаются здоровые деревья, не имеющие видимых поражений гнилями. В литературе есть упоминания о следующих осенне-зимних массовых ветровалах: 1.01.1918 г. на Вислинской косе (где культуры сосны гораздо старше) и в 1968, 1969, 1976, 1999 гг. на Куршской косе.

Так, в результате последнего ветровала, вызванного ураганом «Анатоль» (4 декабря 1999 г.) со скоростью ветра более 20 м/с (в порывах до 25—30), только в НП «Куршская коса»

объем стволовой древесины поваленных деревьев составил около 40 000 м³ на площади немногим более 2 000 га. Уборка основной массы ветровала заняла три последующих года (холодных сезона). Причем в течение следующего года (местами дольше) кроны многих поваленных деревьев были зелеными, т. е. деревья продолжали жить, используя только часть корневой системы, которая осталась в почве. Данный факт подтверждает физиологическую «крепость» поваленных деревьев и подводит к рассмотрению вопроса причин ветровала с точки зрения физики, а не биологии.

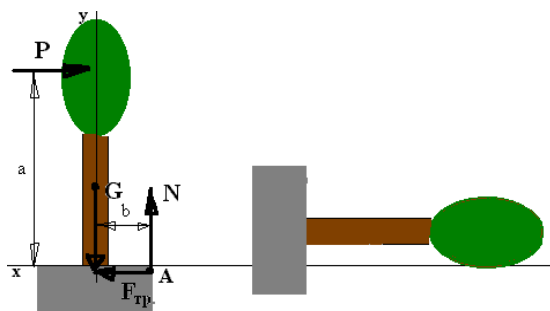


Рис. 2. Схема опрокидывания дерева

Поэтому обратимся к физической стороне вопроса и рассмотрим отдельное дерево с позиции теории устойчивости против опрокидывания — как твердое тело весом G . (рис. 2)

Допустим, что силы P и G лежат в одной плоскости. В момент начала опрокидывания на дерево будут также действовать нормальная реакция N_a и сила трения $F_{тр}$, приложенные в точке A , в случае равновесия можно записать уравнение равновесия:

$$\begin{aligned} \Sigma Y=0; N_a - G = 0, N_a = G, \\ \Sigma X=0; F_{тр} - P = 0, F_{тр} = P. \end{aligned}$$

Таким образом, в момент начала опрокидывания на дерево действует пара сил $(P, F_{тр})$, стремящаяся опрокинуть дерево, и пара сил, противодействующая опрокидыванию. Очевидно, что опрокидывания не произойдет, если $m(G, N_a) > m(P, F_{тр})$, или $Gb > Pa$.

Произведение Gb равно моменту силы G относительно точки A и называется моментом устойчивости; момент силы P относительно той же точки (P_a) — опрокидывающим моментом. Тогда условие против опрокидывания запишется в виде неравенства: $M_{уст} > M_{опр}$.

Из приведенной выше схемы следует, что для повышения устойчивости любого твердого тела против опрокидывания необходимо понизить его центр тяжести и/или увеличить площадь опоры.

Итак, первым условием увеличения устойчивости против опрокидывания является понижение центра тяжести конструкции. Положение центра тяжести дерева будет зависеть от размеров и массы его надземной и подземной частей.

Относительно размера надземной части (высоты) дерева многочисленными исследованиями хода роста установлено, что к возрасту приспевания наступает резкое торможение роста дерева в высоту. Этот факт верен для любых деревьев на любых почвах.

Например, у сосны в возрасте кульминации приростов высоты (15—25 лет) при хорошем освещении годовой прирост составляет 45—50 см, а уже в возрасте 70 лет снижается до 20 см; образно говоря, крона как бы «упирается в небо» и постепенно приобретает зонтиковидную форму. Для сравнения: прирост по диаметру ствола только в 60—70 лет достигает своего максимума и продолжается практически в течение всей жизни, т. е. до 250—300 лет. Очевидно, что замедление роста в высоту есть защитная реакция дерева против опрокидывания и заложена в его конструкцию на генетическом уровне.

Что касается развития подземной части, то потенциальные возможности глубокого укоренения у сосны есть. Стержневой корень у нее образуется в первые годы жизни и может достигать глубины 150 см уже к возрасту 15 ± 5 лет. Боковые корни интенсивно развиваются лишь в возрасте 30—40 лет и, если позволяют почвенные условия, достигают глубины 180—250 см. Если в этом возрасте дерево занимает главенствующее положение в древостое, оно имеет склонность к разрастанию

кроны вширь, тогда как к возрасту приспевания сосна почти утрачивает это свойство. Это связано с тем, что сосна гораздо медленнее, чем бук или ель, осваивает корнями свободное корневое пространство (ризосферу), поэтому в старшем возрасте значительных изменений в корневой системе не происходит. Максимальная глубина, которую могут достигать корни сосны, составляет 6 м.

Благодаря такой мощной и разветвленной корневой системе с многочисленными якорными корнями сосна очень ветроустойчива, и на глубоких дренированных почвах для нее более характерны ветроломы. Не случайно Г.Ф. Морозов отмечает, что сосна наиболее требовательна к глубине корнеобитаемого слоя и рыхлости почвы, а на мелких грунтах, препятствующих образованию глубокой корневой системы, сосновые насаждения могут также страдать от ветровала, как и еловые.

Проблема заключается в том, что как раз на Куршской косе культуры сосны создавались на мелких, сбитых песках, т. е. в условиях, противоположных экологическим требованиям сосны.



Рис. 3. Корневая система

характерная для ветровальной сосны на косе (рис. 3). Причем окончания корней щеткообразно ветвятся, поэтому свежий выворот (корни с влажным песком) имеет форму сплошной призмы с ровной (как бы подрезанной ножом) нижней границей.

Зная о характере развития корней сосны, который закреплен наследственно, можно было бы ожидать развития ее корневой системы в глубину, но у ветровальных сосен (1999 г.) наблюдается развитие основной массы корней в верхнем слое глубиной

Такой характер развития корневой системы можно объяснить наличием непреодолимой для корней границы снизу. Эта граница на Куршской косе может быть обусловлена по крайней мере двумя факторами.

1. Уровнем грунтовых вод. Это предположение можно подтвердить при наложении на топокарту схемы участков массового ветровала; большей частью они совпадают с «заболоченными» участками. Данное наблюдение подтвердилось и натурными обследованиями: в почвенных разрезах выкопанных относительно сухой осенью 2003 г., грунтовые воды на основных участках массового ветровала были на уровне от 90 до 120 см.

2. Твердостью нижних горизонтов песчаных грунтов. Необходимо отметить, что лесные культуры на Куршской косе создавались на голых кварцевых песках, такие пески отличаются жесткой (мелкой) поровой структурой, которую физически не в состоянии преодолеть относительно толстые корневые окончания сосны.

Расширение корнеобитаемого слоя под сосновыми культурами в этих условиях происходит медленно, с каждым новым поколением деревьев, поскольку сосна лишь использует пространство ризосферы, освоенное предыдущим поколением березы (рис. 4). Лесная почва, накапливая органику и свойственный состав почвенной флоры и фауны, постепенно становится более рыхлой и плодородной, со временем приближаясь к оптимуму экологических требований сосны.

Повысить устойчивость твердого тела против опрокидывания можно и за счет увеличения площади его опоры. Какова «площадь опоры» у отдельного дерева основного древостоя? К 70 годам, когда натуральный процесс выделения деревьев в сосняках обычно заканчивается, на косе на 1 га культур сосны третьего бонитета размещается 1200 ± 200 деревьев, т. е. на одно дерево приходится немногим более 8 м^2 (круг радиусом 1,6 м), что вполне соответствует среднему размеру отдельной вывороченной корневой призмы. И хотя с возрастом происходит разреживание древостоя, но, как было упомянуто выше,

после 70 лет свободное пространство корнями сосны уже не осваивается.

Из этого следует, что рассматриваемые древостои практически обречены, поскольку в условиях мелкой ризосферы (корневого пространства) деревья не имеют уже возможности увеличить свою устойчивость против опрокидывания ни за счет увеличения площади опоры (рост корней вширь), ни за счет понижения центра тяжести (рост корней в глубину). В то же время масса надземной части дерева за счет приростов ствола по диаметру увеличивается до конца жизни и центр тяжести дерева повышается, соответственно риск опрокидывания с возрастом увеличивается.

Но все же устойчивость живого дерева существенно выше, чем у рассмотренной выше упрощенной модели, потому что хотя корневой выворот и выглядит как сплошной блок, он представляет собой более или менее жесткую заделку в песок целой системы корней различного диаметра и длины.

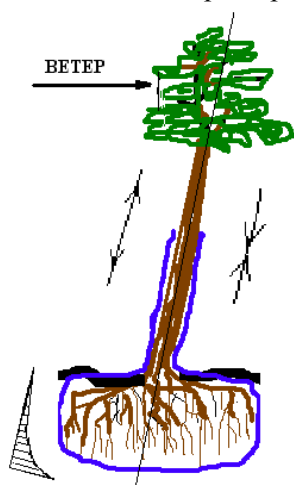


Рис. 4. Схема распределения напряжений в дереве под нагрузкой

Под воздействием ветра часть корней слева от оси ствола (рис. 4) будет испытывать нагрузку на растяжение. Из курса сопротивления материалов известно, что в этом случае концентрация напряжений происходит главным образом вблизи корневых окончаний. Причем аналогичные крепления жесткого образца с хвостовиком в форме лопаты наиболее прочны по сравнению с иными (сравните прочность заделки в почву веревки и такой же веревки, но с узлом на конце). Они разрушаются при значитель-

ных нагрузках пропорционально ширине «лопаты» испытуемого образца. Поэтому корни сосны под нагрузкой обычно вытягиваются из земли и потом лопаются.

По-видимому, важную роль в прочности заделки корневой системы в почву играют не столько скелетные корни, которые легко вытягиваются из почвы, сколько огромная масса мелких корешков. Здесь работает «эффект Гуливера», прочно привязанного к земле множеством по отдельности слабых ниток.

Последний факт наталкивает на мысль, что клубеньки на корешках и желваки на корнях ольхи (ольха как известно, растет на более сырых и потому более «вязких» почвах) по своей конструкции увеличивают прочность заделки каждого корня и, соответственно, прочность заделки в почву всей корневой системы.

Остается упомянуть, что предшествовавшая ветровалу летняя засуха 1999 г. могла отрицательно отразиться на сцеплении с почвой и прочности мелких корешков у ветровальных сосен. А фактом срастания корней сосны можно объяснить имевшиеся случаи подневольного вывала рядом стоящих деревьев.

Наблюдения показывают, что сильные ветра не всегда вызывают в древостое подобные последствия. Порыв ветра (шквал) создает в древостое продольную волну, при которой каждое отдельное дерево совершает вынужденное колебание вдоль ее направления распространения (рис. 5). Поэтому наибольшую опасность для дерева представляют шторма, с частотой шквалов приближающейся к частоте собственных колебаний ствола, тогда происходит явление резонанса, (резкое возрастание амплитуды колебаний), при котором возникающие нагрузки на корневую систему превышают предел ее прочности.



Рис. 5. Схема прохождения продольной волны ветра в древостое

Как было упомянуто выше, лесные культуры созданные в начале XX века на Куршской косе, обречены на ветровал. Как говорит исторический опыт, следующего массового ветровала долго ждать не придется; вероятно, он произойдет в период 2007—2012 гг. Потом в течение нескольких лет поваленные деревья будут убраны, ввиду высокого спроса ликвидной древесины сосны на рынке, несмотря на низкие технические свойства (крень, осколки, овальность ствола, песок в коре). По окончании работ на вырубках через 2—3 года наличие естественного почвенного запаса семян обеспечит дружное естественное восстановление леса с преобладанием в его составе березы. Чтобы получить устойчивые древостои в будущем без особых затрат на лесовосстановление, березу ни в коем случае не стоит вырубать, как это обычно делается.

Для того чтобы не допускать в дальнейшем массовых ветровалов сосновых культур, созданных уже в послевоенное время, необходимо в древостоях сосны 30—60 лет (2—3-й кл.) проводить интенсивные рубки с выборкой конкурирующих деревьев основного полога. При этом деревья основного древостоя будут более ветроустойчивы за счет разрастания корневой системы (увеличения площади опоры), меньшей высоты и большей сбежистости стволов, которые более эстетичны, что для национального парка должно быть более важным.

Список литературы

1. Белов С.В. Ветер — главный фактор, определяющий форму стволов деревьев и их устойчивость // Межвуз. сб. науч. тр. Вып. 3. Л.: РИО ЛТА, 1974. С. 128.
2. Виноградов В.Н. Научные основы облесения песков / ВАСХ-НИЛ. М., 1977.
3. Воронков Н.А. Влагодобеспеченность сосновых насаждений в связи с проблемой их устойчивости. М.: Лесная промышленность, 1973.
4. Гаяль А.Г., Смирнова Л.Ф. Пески и песчаные почвы, М.: ГЕОС, 1999.
5. Головянко З.С. Причины усыхания сосновых насаждений. Киев, 1949.
6. Гордон Д. Конструкции, или Почему не ломаются вещи. М.: Мир, 1980.

7. Зюзь Н.С. Культуры сосны на песках юго-востока. М.: Агропромиздат, 1990.
8. Морозов Г.Ф. Биология наших лесных пород. М.: ГИЗ, 1922.
9. Рыльков О.В. Особенности лесовосстановления на дюнных песках Балтийского моря // Труды СПбНИИЛХ. 2001. Вып. 4(8). С. 85—93.
10. Рахтеенко И.Н. Корневые системы древесных и кустарниковых пород. М.: Гослесбумиздат, 1952.
11. Скворцов Е.Б., Уланова Н.Г., Басевич В.Ф. Экологическая роль ветровалов. М.: Лесная промышленность, 1983.
12. Szymkiewicz B. Tablice zasobnosti i przyrostu drzewostanow. Warszawa, 1966.

И.П. Свинцов, А.Ф. Чмыр, В.П. Чередниченко, А.В. Дорошин
(Научно-исследовательский институт лесного хозяйства,
Санкт-Петербург)
Г.Н. Тепляков
(НП «Куршская коса», Калининградская область)

**ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ
СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ
АВАНДЮНЫ КУРШСКОЙ КОСЫ**

Резюме: Современное состояние элового прибрежно-морского ландшафта Куршской косы определяется влиянием природно-климатических и антропогенных факторов. В статье рассмотрены вопросы влияния растительного покрова на устойчивость авандюны; влияние антропогенного фактора на растительность и состояние поверхности авандюны, а также состояние и перспективы фитомелиорации на дюнах Куршской косы.

Resume: Current state of coastal sandy-hilly landscape of the Curonian Spit is determined by the influence of the natural and climatic, and anthropogenic factors. The article describes issues of influence of the vegetative cover on steadiness of the head-dune; influence of the anthropogenic factor on flora and state of the head-dune's surface, as well as status and outlook for phytomelioration at the Curonian Spit dunes.

Куршская и Вислинская косы — одни из самых уникальных природных объектов «золотого обрамления» Европы.

Куршская коса длиной 98 км начинается у г. Зеленоградска и заканчивается у г. Клайпеды. Длина косы на территории России — 49 км. Средняя высота песчаных дюнных массивов около 40-м, а максимальная — 68 м над уровнем моря. Морской берег косы выровнен, а обращенный к Куршскому заливу имеет несколько крупных мысов, образующих бухты (например, у поселков Рыбачий, Морское).

Морской берег подвержен активному воздействию штормовых ветров западных и северо-западных направлений. Средняя скорость отступления берега здесь составляет 0,4—2,5 м в год. Основной причиной интенсивного размыва пляжей и берегов является дефицит наносов песка и подъем уровня Мирового океана.

Современное состояние элового прибрежно-морского ландшафта Куршской косы определяется влиянием природно-климатических и антропогенных факторов. В зоне особого риска находится важная морфологическая составляющая ландшафта — защитный песчаный дюнный вал, обрамляющий морской берег косы. Здесь в результате природных процессов и деятельности человека сформирована авандюна, предназначенная для «перехвата» ветропесчаного потока и защиты от морских вод, иногда прорывающихся в глубь косы. Однако экстремальное проявление природных и антропогенных факторов: сильнейших штормов, нерегулируемого перемещения людей и транспорта, пожаров — приводят к нарушению хрупкого экологического равновесия ландшафта. Происходят размыв некоторых участков авандюны и, соответственно, деградация и уничтожение растительного покрова. Вследствие этого развиваются процессы дефляции обнаженного песчаного грунта вплоть до образования котловин и коридоров выдувания, куда устремляется песок с пляжа, засыпающий молодые насаждения. Если эти бреши в теле дюны не устранять, то при новом шторме по ним будут проникать и морские воды, что приведет к затоплению и заболачиванию участков косы. Остановить этот процесс можно оперативным восстановлением растительности на нарушенных участках авандюны. Для этого

необходимо разработать эффективные технологии закрепления песка с одновременным использованием приемов фитомелиорации.

Происхождение, состояние поверхности и степень устойчивости авандюны

Авандюна является одной из важнейших составляющих золотого прибрежно-морского ландшафта Куршской косы, поэтому требует особого внимания, тщательного изучения и сохранения. Это предполагает использование современных методов мониторинга за протекающими на авандюне процессами и явлениями и проведение на ней широкомасштабных работ по закреплению и облесению с тем, чтобы авандюна стала непреодолимым барьером для негативного влияния на ландшафт Куршской косы ветра и моря.

Вначале остановимся на генезисе и защитной роли авандюны в сохранении ландшафта, а именно на равновесии составляющих его компонентов. О происхождении авандюны имеется несколько измерений. Одни считают ее чисто природным образованием, другие — антропогенным, третьи — природно-антропогенным. Видимо, последние ближе всего к истине.

Авандюна — продукт созидательной деятельности моря, ветра и растительности. Так, при шторме на берег выбрасывается песок, находящийся в прибрежной части моря, и накапливается на пляже. Затем, захваченный ветром, он перемещается далее на авандюну (рис. 1). На поперечном профиле косы отмечается уступ, высота которого различна. При преодолении этого уступа ветро-песчаным потоком в силу изменений аэродинамических условий в этом месте образуется завихрение, в результате которого происходит снижение скорости ветра и выпадение песка из потока. В итоге на уступе формируется сначала плац из песка, затем холмик, а по мере поступления материала возрастает мощность песчаных накоплений.



Рис. 1. Схема формирования ветропесчаного потока и отложения песка на уступе Куршской косы

При благоприятном стечении многих факторов: оптимальном ветровом режиме, влажности и температуре песка, поступлении семян псаммофитов с прилегающей территории — семена прорастают (рис. 2) и начинают формироваться так называемые «бугры вегетации», которые впоследствии, смыкаясь, образовывали цепочку непрерывных валов. Промежутки между разрозненными валами впоследствии были «заделаны» лесоводами, дабы прекратить дальнейшее поступление песка в глубь косы. Так, в итоге сформировался передовой защитный вал — авантюна.

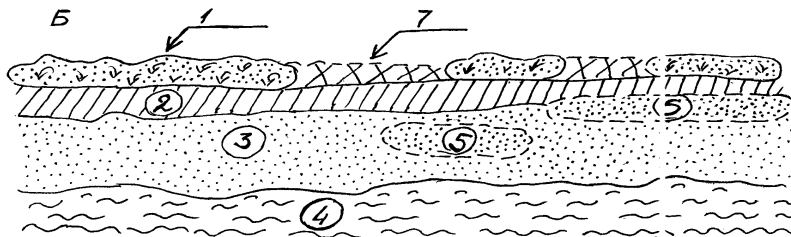


Рис. 2. Формирование песчаного вала авантюны:
 А — профиль; Б — план; 1 — песчаные валы, заросшие кустарниками и травами, 2 — уступ основания косы, 3 — пляж, 4 — море, 5 — песчаная подушка, 6 — прислоненная дюна, 7 — закрепленный и облесенный промежуток между песчаными валами

Куршская коса ориентирована с Ю—ЮЗ на С—СВ, поэтому наиболее активные ветры — западного и северо-западного направлений, преобладающие в течение года (соответственно 19 и 16 %). Они наиболее энергично поставляют песчаный материал, накопившийся на пляже, на формирующуюся авантюну. Песок задерживается растительностью и отклады-

вается на поверхности дюны. Каких-либо заметных голых песчаных накоплений с подветренной восточной стороны дюны не наблюдается, за исключением мест, где сформировались коридоры выдувания и имеются накопления свежего песка у оснований подветренного склона дюны. Периодически повторяются катастрофические штормы с ураганами северо-западного и юго-западного направлений. Они характерны для холодного времени года, когда вторжения циклонов приводят к тому, что скорость ветра достигает ураганной силы. В этом случае песок может выбрасываться на вершину и подветренный склон авандюны. При скорости ветра в 5—10 м/с туда поступают в основном пылевидные фракции песка, что повышает плодородие песчаных наносов и способствует распространению растительности.

Ветры северного, юго-западного и близких к ним направлений, дующие под острым углом к авандюне, непосредственного участия в ее формировании не принимают, так как ветропесчаный поток отклоняется и движется параллельно дюне. Однако он участвует в формировании зачаточных прислоненных дюн и песчаных подушек. Этот процесс активизируется при массовом самосеве трав-псаммофитов.

Выше отмечены результаты работы моря, ветра и ветропесчаного потока, имеющие созидательный характер. Однако в определенных ситуациях эти природные факторы могут производить и разрушительную работу. Так, по свидетельству Г.Н. Теплякова и В.Л. Болдырева [1] в 1988 г. на корневом участке косы в результате сильного шторма на протяжении 700 м произошел полный размыв остатков береговой дюны и начался перелив нагонных морских вод на косу. Такие прораны в авандюне образовывались в районе пос. Лесной и в последующие годы в период действия экстремальных штормов.

На морском берегу косы за последние 15—20 лет отмечаются большие изменения по сравнению с состоянием его в 1960—1970 гг. Так, на отдельных участках берега произошел почти полный размыв авандюны. Там, где она имела ширину 30—60 м, от нее осталась тыльная часть шириной 0,5—2,0 м по вершине и 10—15 м по основанию.

Всего вдоль морского берега косы выявлено 8 аварийных участков, где можно ожидать в экстремальные штормы прорыва нагонных вод и затопления отдельных территорий. Нарушенный таким образом дерново-почвенный и растительный покров на морском склоне авантюны становится ареной активной деятельности ветра: развиваются процессы дефляции, формирующие язвы дефляции, котловины и сквозные (через всю авантюну) коридоры выдувания.

В результате обследования морского побережья косы выявлено 45 котловин выдувания различных конфигураций и размеров. Из них около десятка так называемых коридоров выдувания, полностью пересекающих тело авантюны. Они тяготеют главным образом к выделенным аварийным участкам. По этим коридорам, как по аэродинамическим трубам, при северо-западных и западных ветрах происходит проникновение масс песка с пляжа на подветренную восточную сторону дюны, где он откладывается среди древесно-кустарниковых насаждений, иногда полностью погребая их под собой. Однако, теряя подвижность, поверхность песка здесь начинает активно зарастать псаммофитами.

Для облесения котловин, предотвращения расширения коридоров выдувания, а также закрепления склонов авантюны необходимо проведение комплекса защитных и лесовосстановительных мероприятий. Как показали анемометрическая съемка и микроклиматические наблюдения, большое влияние авантюны оказывает на снижение высоких травмирующих скоростей ветра, а следовательно, уменьшает риск ветровала, влияет на все живые организмы когда свирепствуют зимние метельные ветры.

Все производственные и жилые помещения в «ветровой тени» авантюны находятся в более комфортных условиях, нежели вне ее. Являясь своего рода орографическим препятствием на пути ветров западной половины горизонта, авантюна в некоторой степени снижает их роль в перемещении подвижных дюн в восточном направлении, тем самым способствует замедлению ссыпания их в Куршский залив и сохранению этого природного феномена.

Влияние растительного покрова на устойчивость авандюны

Видовой состав и характер развития растительности на авандюне определяются микроклиматом ее элементов (вершина, наветренный и подветренный склоны).

Приморская часть авандюны, наиболее подверженная стихийному воздействию штормовых волн и ураганных ветров, часто отличается фрагментарным распространением растительного покрова. В этих условиях растениям трудно закрепиться корневыми системами. Преобладают корневищные псаммофиты — колосняк песчаный и гигантский, песколюб песчаный, осока песчаная, встречается чина приморская, — которые благодаря прекрасной корнеотпрысковой способности, быстро распространяются, легко приспособляются к экстремальным условиям существования и способны развиться в самостоятельные растения из частей корневищ. Они легко переносят оголение и засыпание и быстро отрастают заново, развивая мощные придаточные корни. Поселившись на голом песке они, благодаря вегетативному и семенному размножению быстро разрастаются и при достаточной густоте травостоя полностью закрепляют и задерживают переносимый ветром песок. На *наветренном склоне* доминируют обычно разреженные песколюбково-колосняковые и колосняково-песколюбковые с ивовыми группировками фитоценозы.

На вершине авандюны и *подветренном склоне* формируются травянистые колосняково-песколюбковые сообщества с доминированием песколюбка песчаного (*Ammophilla arenaria*), колосняка (*Elymus arenarius*), чины приморской (*Lathyrus maritimus*). Эти растения часто разводят травосеянием для закрепления разрушенных и обнаженных участков авандюны. Распространены также микрогруппировки с куртинами кустарников (ивы, роза морщинистая, жестер, боярышник и другие виды). Среди древесных видов преобладают ольха черная флагообразной формы, сосна горная и обыкновенная.

На *подветренном склоне* авандюны распространены древесно-кустарниковые насаждения высотой 10—14 м, с хорошо развитым подлеском и напочвенным покровом (луговое и лес-

ное разнотравье). В массе присутствуют ястребинка зонтичная, льянка душистая, вейник наземный. В нижней части склона произрастают полынь полевая, фиалка песчаная, чина приморская, осока песчаная, козлородник шерстистый, изредка — синеголовник приморский и качим метельчатый. В подлеске и на опушках встречаются смородина красная, калина, малина, барбарис, роза морщинистая, можжевельник, жостер слабительный.

Морфология различных фациальных элементов авантюны напрямую зависит от состава и структуры растительности. Для наглядности в подтверждение этому приведем схемы, демонстрирующие особенности размещения растительного покрова по элементам авантюны (рис. 3—5). Основой для составленных схем послужили выделенные морфодинамические типы морского берега Куршской косы [1] — стабильный, переходный (от размыва к стабилизации и наоборот) и размываемый, которые детализированы и разбиты на подтипы в зависимости от состава, структуры и особенностей размещения травяной и древесно-кустарниковой растительности.

Размываемый берег (рис. 3) отличается крутым четко выраженным морским (наветренным) склоном авантюны, подверженным абразии, без растительности или с единичным распространением трав-псаммофитов.

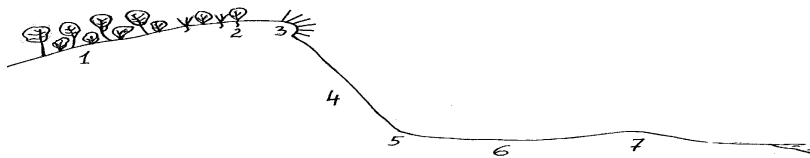


Рис. 3. Размываемый берег с характеристикой растительного покрова:
 1 — сосновые и смешанные насаждения на подветренном склоне;
 2 — травяные фитоценозы в сочетании с куртинами кустарников (жостер, сосны, ивы) на вершине авантюны; 3 — «жозырек» из почвенного слоя и дернин злаков на вершине авантюны;
 4 — разрушаемый приморский склон авантюны, лишенный растительности; 5 — крутосклонная эоловая подушка, иногда с псаммофитами; 6 — морской пляж, лишенный растительности, шириной 10—20 м; 7 — песчаный вал высотой 0,7—1 м

На переходных участках берега (рис. 4) отмечается начавшееся через 1—2 года после сильного шторма 1999 г. постепенное самозарастание приморского склона злаками-псаммофитами, а у основания склона — формирование эоловой подушки, быстрое распространение длиннокорневищных злаков на которой способствует отложению песка и, соответственно, усиленному ее нарастанию. Так формируется террасированная структура авантюны, которая более устойчива против абразии морских волн и дефляции.

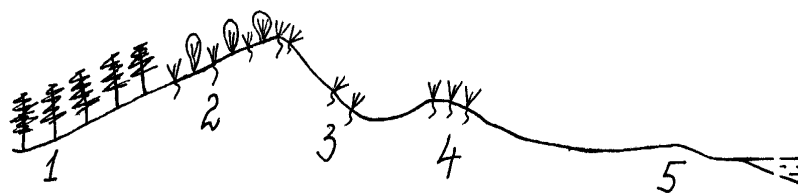


Рис. 4. Переходный берег с характеристикой растительного покрова:
1 — сосновые насаждения на подветренном склоне и пальве;
2 — куртины кустарников с высотой до 2 м (ивы, роза морщинистая, кустовидная форма осины и др.) в сочетании с травяными фитоценозами на вершине и подветренном склоне авантюны;
3 — крутосклонная эоловая подушка, зарастающая песколюбом и колосняком; 4 — зачаточная дюна с псаммофитотравными микрогруппировками (колосняк, песколюб); 5 — пляж с береговым валом высотой 0,3—1 м без растительности

На стабильных (аккумулятивных) участках берега (рис. 5) обычно развита широкая эоловая подушка (до 10 м и более), заросшая псаммофитами. Такие участки отличаются четко выраженным террасированным и пологим морским склоном с ювенильными эоловой подушкой и прислоненной дюной. Все элементы морфоструктуры авантюны в разной степени стабилизированы растительным покровом.

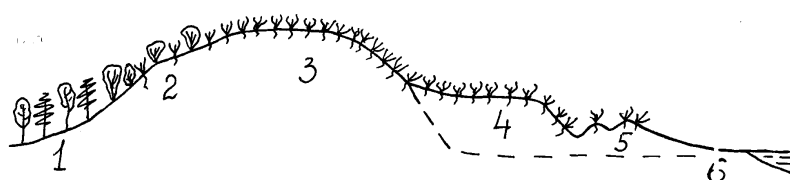


Рис. 5. Стабильный берег с характеристикой растительного покрова:
 1 — хвойно-лиственные насаждения на подветренном склоне и пальме высотой 5—10 м; 2 — куртины кустарников (роза морщинистая, жостер, ивы и др.) высотой 2—5 м с псаммофитотравными фитоценозами на подветренном склоне авандюны; 3 — травяные фитоценозы на вершине авандюны, иногда с куртинами кустарников высотой 1—2,5 м; 4 — приклоненная дюна с псаммофитотравными микрогруппировками, иногда в сочетании с куртинами кустарников высотой до 2 м; 5 — зачаточная дюна с травяными микрогруппировками (колосняк, песколюб); 6 — морской пляж без растительности

По данным картирования растительного покрова, протяженность разных типов берега составила: размываемого 1096 м (24,7 %), переходного — 1496 м (33,7 %), стабильного — 1844 м (41,6 %).

Таким образом, изучена приуроченность растительности на авандюне с преобладанием разных жизненных форм — травянистые растения-псаммофиты; полукустарники; кустарники низкорослые до 2 м высотой; кустарники древовидной формы листопадные и хвойные с высотой от 2 до 8 м; деревья листопадные и хвойные с высотой более 8 м — к участкам с разными типами берега. Такое разделение позволяет четко представить характер отложения и перемещения песка на разных элементах авандюны при разных состояниях растительного покрова и позволяет определить необходимое соотношение размещения растений различных жизненных форм для формирования устойчивой авандюны.

Отмечена четкая взаимосвязь морфологии и состава растительности с устойчивостью авандюны. Например, наиболее

устойчивая авандюна — с довольно широким пляжем (25—40 м), плавно переходящим в прислоненную дюну, с хорошо выраженным пологим наветренным склоном и вершиной, которые заняты сообществами псаммофитов и разреженными куртинами низкорослых кустарников. Низкорослые кустарники — роза морщинистая, кустовидные ивы высотой 1,5—2 м, а также травяные фитоценозы с покрытием 40—70 % прекрасно задерживают песок. Благодаря их наличию обычно формируется довольно пологий наветренный склон с преобладанием травяных сообществ, а на вершине дюны произрастают куртины низкорослых ив (пурпурной, розмаринолистной и козьей). Пологие очертания наветренного склона авандюны и террасированность ее элементов (выраженность прислоненной дюны, эоловых подушек) имеют волногасящий эффект и резко снижают вероятность сильной абразии.

Формированию подветренного склона с более пологим профилем способствует наличие насаждений лиственных пород высотой 3—8 м. Такая морфоструктура авандюны соответствует стабильному берегу (тип III, подтип Б), который имеет наибольшую протяженность в пределах обследованной территории.

Насаждения сосны на вершине дюны за счет плотной конструкции резко снижает степень отложения песчаного материала, в результате его ширина и высота авандюны резко сокращаются. Также играет роль высота насаждений: при большой высоте древостоя песок откладывается гораздо меньше, чем при низкой растительности. Насаждения ольхи черной, сосны на вершине и подветренном склоне высотой 12—14 м сдерживают отложение песка, в результате чего вершина заканчивается резким обрывом в сторону подветренного склона. Такая форма авандюны, где наветренный и подветренный склоны имеют резкие очертания без прислоненных дюн и эоловых подушек, в морфодинамическом отношении малоустойчива и подвержена абразии и ветровой эрозии (соответствует переходному типу берега).

На аварийных участках морского берега одним из основных факторов, способствующих разрушению авантюны и, соответственно, резкому снижению ее устойчивости, является антропогенный. Под постоянным его воздействием в теле авантюны формируются многочисленные коридоры «вытаптывания», приводящие местами к полному ее разрушению (например, абразионный берег в районе пос. Лесное). Естественно, в таких жестких условиях существования растительный покров, потенциально способный снизить нагрузку на таких участках и приостановить разрушающее воздействие стихийных природных факторов, сам сильно подвержен деградации.

С учетом механизма переноса песчаных масс и их отложения на авантюне насаждения из сосны горной, имеющие ажурно-плотную конструкцию, действуют как полупроницаемый экран, очень слабо пропускающий песчаную массу. Такие насаждения имеют высокую сомкнутость крон и способствуют изменению направленности ветропесчаного потока, который изменяет свою траекторию уже на подступах к авантюне и проносится мимо. Так, если насаждение сосны горной находится на подветренном склоне, песок слабо откладывается уже на вершине авантюны, но на наветренном склоне откладывается довольно активно и может формировать прислоненные дюны и эоловые подушки. Если сосновое насаждение находится на вершине, песок слабо откладывается уже на наветренном склоне и мало участвует в построении прислоненных дюн. Аналогичен механизм отложения песка, если на вершине и подветренном склоне произрастает лиственное насаждение с высотой более 5 м.

Влияние антропогенного фактора на растительность и состояние поверхности авантюны

Состояние растительности можно рассматривать как индикатор уровня антропогенной нагрузки на природную среду обитания (например, уменьшение проективного покрытия,

плотности популяции и продуктивности видов-индикаторов). Изменение проективного покрытия и продуктивности происходит в результате антропогенного, природного воздействия механического характера (вытаптывание, рекреация; засыпание песком, механические повреждения от абразивного воздействия песка, посекаания) и химического воздействия (загрязнение береговой зоны нефтепродуктами, засоление почвы).

Изучение влияния антропогенной нагрузки на состояние поверхности дюны проводилось на профилях, пересекающих участки пляжа и авандюны, средние по посещаемости людьми. Всего описано 5 профилей общей длиной около 650 м и площадью 1,3 га. Ширина каждого профиля 20 м.

На морфологию авандюны в значительной степени оказывает воздействие море и ветер. Человеческий фактор может только усугубить их негативные влияния вытаптыванием скрепляющих песок растений, пожарами, рубкой кустарников и т. п. Все это приводит к развитию дефляции, образованию язв дефляции, коридоров и котловин выдувания. В результате авандюна приобретает холмисто-рядовой рельеф. В таблице представлены данные зарастания и продуктивности травянистой растительности по элементам рельефа авандюны, полученные на примере изученных геоботанических профилей. Из этих данных видно, что соотношение участков с разной степенью зарастания по элементам авандюны сильно варьирует. Все же можно заметить такую тенденцию: доля слабозаросших (разбитых) участков на наветренном склоне выше, чем на других элементах рельефа. В то же время по соотношению фитомассы наветренный склон и вершина выделяются самыми высокими показателями. Это можно объяснить тем, что данные элементы авандюны зарастают почти исключительно травянистыми псаммофитами: колосняком, песколюбом и другими видами; подветренный склон, напротив, зарастает преимущественно древесно-кустарниковой растительностью, а доля травянистых растений здесь невысока.

Степень зарастания и фитомасса травянистой растительности по элементам рельефа авантюны

№ профиля	Элемент рельефа	Степень зарастания	Доля площади, %	Проективное покрытие, %	Вес воздушно-сухой, г/м ²
1	Наветренный склон	Слабозаросшие	80	0—15	49
		Заросшие	20	85	831
	Вершина	Слабозаросшие	45	0—15	72
		Заросшие	55	40—80	600
2	Наветренный склон	Слабозаросшие	75	10—25	66
		Заросшие	25	65—80	495
	Вершина	Слабозаросшие	67	10—20	128
		Заросшие	33	65—70	479
5	Наветренный склон	Слабозаросшие	55	0—50	57
		Заросшие	45	60—95	546
	Вершина	Слабозаросшие	45	10—30	71
		Заросшие	55	70—100	358
6	Наветренный склон	Слабозаросшие	41	0—25	123
		Заросшие	59	45—85	213
	Вершина	Слабозаросшие	20	0—30	87
		Заросшие	80	55—95	896
7	Наветренный склон	Слабозаросшие	70	0—15	44
		Заросшие	30	45—70	161
	Подветренный склон	Слабозаросшие	40	0—30	65
		Заросшие	60	45—80	173
7	Прислоненная дюна	Слабозаросшие	60	5—25	104
		Заросшие	40	35—85	—
	Наветренный склон	Слабозаросшие	60	5—25	86
		Заросшие	40	75—95	716
Вершина	Слабозаросшие	25	10—30	142	
	Заросшие	75	70—100	849	
Подветренный склон	Слабозаросшие	10	10—25	134	
	Заросшие	90	45—80	424	

Состояние и перспективы фитомелиорации на дюнах Куршской косы

В настоящее время в целях рационального природопользования национального парка требуется разработка новых подходов к сохранению целостности территории косы, существующих биогеоценозов и биоразнообразия.

Современное состояние авандюны на косе может быть оценено как удовлетворительное. В то же время на 25—30 % площади она подвержена различного рода деградации — абразионным и дефляционным процессам. Последние обычно выражены слабо, поскольку здесь не формируется типичный эоловый рельеф. Однако происходит перенос песка по поверхности в ветропесчаном потоке вдоль дюны и на дюну, что приводит к некоторому выполаживанию крутого склона и незначительному росту дюны в ширину по основанию.

При поселении травянистой растительности на пляжных участках, особенно вблизи разрушенных, обрывистых склонов авандюны, интенсивность восстановительного процесса возрастает. Меняется и характер эоловых отложений. Песчаный материал, аккумулируясь в куртинах растительности, формирует мощные плащевидные отложения, плавно подступающие к крутым откосам разрушенной дюны. Ширина дюны по основанию увеличивается. Здесь формируются так называемые эоловые подушки и прислоненные дюны [3].

Механизм разрушения авандюны под действием дефляции несколько иной. Преобладающие западные и северо-западные ветры формируют котловины выдуваний, некоторые из них пересекают авандюну поперек. Размер котловин определяется временем развития процесса. При этом соотношения глубины и ширины котловин во многом зависят от степени закрепления поверхности. Мощная дернина способствует формированию достаточно крутых склонов, неудобных для выполнения на них фитомелиоративных работ.

На участках дюны, где древесная, кустарниковая и травянистая растительность не уничтожена, поверхность стабильно

закреплена. Однако на больших площадях здесь ослаблен природно-восстановительный процесс фитоценоза, о чем свидетельствует распространение мха (*Tortula sp.*), уплотнившего поверхность и препятствующего прорастанию семян. Особую тревогу вызывает то, что большая часть насаждений из ивы и тополя находится в угнетенном состоянии. Часть древесной растительности суховершинит.

Анализ деградационных процессов, наблюдаемых на авантюне, позволяет констатировать, что на участках авантюны со стороны моря наблюдаются разрушительные и восстановительные процессы. На участках, где разрушение идет за счет дефляции, процесс имеет направленное развитие в сторону увеличения. В местах, где в настоящее время отмечается стабильность деградационных процессов, наблюдается лишь слабая и в отдельных местах умеренная деградация фитоценозов. Повсеместно природного восстановления авантюны не наблюдается.

Проявление на авантюне определенных тенденций развития деградационных процессов позволяет определить дифференцированные подходы при разработке мероприятий по их нейтрализации и устранению. В этих мероприятиях должны быть максимально задействованы биологизированные мелиоративные приемы.

Для восстановления участков авантюны, разрушаемых штормами, предлагается максимально использовать эффект их самовосстановления. При этом природный процесс аккумуляции песка рекомендуется усиливать за счет специальных мелиоративных работ на выположенной поверхности дюны со стороны моря, включающих плотные посадки из многолетней травянистой, кустарниковой и древесной растительности. Перспективной для указанных целей можно считать посадку песчаного овса, песколоба, различных видов ивы, тополя черного, осины. Рекомендуемые виды растительности хорошо переносят засыпание вегетативных побегов и выдувание корневой системы. На песках Куршской косы при проявлении указанных процессов они дают корнеотпрысковое возобнов-

ление или вторичное укоренение побегов и в конечном итоге появление до 80—100 побегов на 1 м². В свою очередь формирование такого плотного стояния древесной растительности обеспечивает почти штилевой режим ветра на закрепленных участках. Опосредованное влияние создаваемых насаждений проявляется в том, что, меняя скорость ветропесчаного потока, они исключают развитие дефляционных процессов в местах произрастания, создают условия для выпадения песка из ветропесчаного потока в самих насаждениях и на подступах к ним. Размеры формируемого эолового рельефа при этом можно регулировать объемом выполняемых мелиоративных работ. Саму растительность на вновь создаваемых эоловых формах можно рассматривать и как каркас, обеспечивающий их устойчивость при возможном проявлении эрозионных или дефляционных воздействиях.

На участках, где разрушения обуславливаются дефляционными процессами, стабилизация образующихся язв дефляции и последующая их ликвидация проводятся путем устройства в этих местах механических защит. В этом случае будет обеспечено общее закрепление поверхности, исключен вынос песчаного материала и созданы условия для аккумуляционных процессов и поселения растительности. Использование механизации в таких местах при ведении мелиоративных работ из-за достаточно сложного рельефа и малых площадей затруднено. Облесение закрепленных участков нужно осуществлять этапами. Первоначально должна высаживаться травянистая растительность, на второй-третий год — древесная.

Стабильное состояние авантюны, где эрозионные процессы в настоящее время не наблюдаются, должно поддерживаться сохранением травянистой и древесной растительности. Это может быть обеспечено осуществлением определенных организационно-хозяйственных мероприятий. В первую очередь повсеместно необходимо ввести жесткий контроль по ограничению передвижения отдыхающих и туристов на указанных площадях. Это может быть обеспечено обустройством в достаточном количестве переходов через дюну к Балтий-

скому морю. Обязательно здесь и ведение лесохозяйственных мероприятий по омолаживанию угнетенных культур ивы и тополя.

На закрепленных участках целесообразна также апробация способов введения в культуру таких древесных видов, как береза, ольха черная, акация белая и облепиха. Реставрация дюн при использовании рекомендуемых технологий обеспечивает формирование эоловых новообразований, которые структурно не будут отличаться от отложений, обусловленных аккумуляцией песчаного материала по механическим защита́м. В поперечном разрезе на восстановленных участках, как и на созданных ранее, четко будет просматриваться упаковка песчаного материала в виде слоев (косая слоистость), наклонно ориентированных в сторону моря. Водно-физические свойства эоловых новообразований будут такими же, как и эоловых отложений столетнего возраста. Промывной тип водного режима здесь сnivelирует различия и по количественному содержанию водно-растворимых солей. При этом можно ожидать, что условия произрастания в новых эоловых образованиях будут приемлемыми для развития фитоценозов, схожих по структуре с ранее существовавшими.

Комплекс необходимых мелиоративных мероприятий на авандюне Куршской косы в достаточном объеме возможно осуществить при наличии соответствующей техники и посадочного материала, а также при разработке технологий ведения ряда мелиоративных работ, в частности механизированной посадки растений-пескоукрепителей. При этом необходимо выполнить специальные исследования по разработке способов выращивания посадочного материала из травянистой растительности с закрытой корневой системой — песчаного овса и песколюба; решить вопросы, связанные с величиной контейнеров, подбором субстрата и минерального питания. Актуальным следует считать и определение оптимальных сроков ведения лесокультурных работ. В настоящее время изготавливается опытный образец ручного малогабаритного инст-

румента, предназначенного для посадки семян и саженцев ПМЗК на песках Куршской косы. Разработано нескольких типов макетов посадочного инструмента, и проведено их испытание.

В поисковых исследованиях существенное место должно быть отведено определению пескоукрепительного эффекта различных биологических способов стабилизации песчаной поверхности в зависимости от вида и густоты посадок различных растений-пескоукрепителей. Общую организацию мелиоративных работ целесообразно базировать на технико-экономическом обосновании (ТЭО) всего комплекса работ. В ТЭО необходимо выделить первоочередные мероприятия — в зависимости от их значимости для обеспечения стабилизации и территориальной целостности авандюны на всей ее протяженности.

За основу для организации мелиоративных работ можно принять три выделенных агролесомелиоративных типа берега: приморские участки берега у крутых, эрозионно образованных склонов авандюны, затем дефляционные врезки поперек дюны (коридоры выдувания) и закрепленные участки авандюны с деградируемой растительностью.

Выводы

1. Для создания условий стабильного функционирования передовой защитной дюны — авандюны — необходимо проведение на ней постоянного экологического мониторинга с тем, чтобы своевременно выявлять аварийные участки, требующие оперативного проведения пескоукрепительных и лесомелиоративных мероприятий.

2. Растительный покров оказывает непосредственное влияние на морфодинамику и состояние поверхности авандюны и, в конечном счете, на характер протекания процессов абразии и дефляции, значительно сдерживая их. Формирование различных элементов авандюны (приморский склон, вершина, подветренный склон и др.) в значительной степени зависит от

состава и структуры растительности, ее густоты и степени покрытия.

3. Одним из основных факторов, способствующих разрушению авантюны и, соответственно, резкому снижению ее устойчивости, является антропогенное воздействие. При постоянном его разрушающем влиянии в местах массового скопления людей в теле авантюны формируются многочисленные коридоры «вытаптывания», приводящие местами к ее разрушению (например, берег в районе пос. Лесное).

4. Анализ результатов исследований по классификации типов авантюны показал, что устойчивая ее форма наиболее соответствует стабильным участкам берега с выраженной террасированной структурой наветренного склона. А именно: с широким пляжем (25—40 м), плавно переходящим в прислоненную дюну, с пологим наветренным склоном с сообществами трав-псаммофитов, вершиной и подветренным склоном с разреженными куртинами древесно-кустарниковой растительности высотой 1,5—3,5 м. У подножия подветренного (противоположного от моря) склона формированию его более пологого профиля способствует наличие лиственных и смешанных насаждений высотой 5—10 м с сомкнутостью не более 60 %.

5. Для выполнения необходимого объема лесомелиоративных работ в условиях сильно расчлененного рельефа авантюны нужна разработка средств малой механизации.

Список литературы

1. *Болдырев В.Л., Тепляков Г.Н.* Формирование, состояние и проблемы сохранения ландшафтов Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия. М.: НИИ-Природа, 2003. — С. 20—40.
2. *Географический атлас Калининградской области.* Калининград: Изд-во КГУ, 2002.
3. *Басаликас А.Б.* Ландшафты Литвы. Вильнюс, 1977.

Г.Н. Тепляков

(НП «Куршская коса», Калининградская область)

В.П. Чередниченко, А.В. Дорошин

*(Научно-исследовательский институт лесного хозяйства,
Санкт-Петербург)*

А.А. Солодов

*(Российский государственный педагогический университет
им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург)*

ЛЕСОВОДСТВЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ И СТРАТЕГИЯ СОХРАНЕНИЯ ДЮННЫХ ЛАНДШАФТОВ КУРШСКОЙ КОСЫ

Резюме: Куршская коса является одним из крупнейших аккумулятивных ландшафтов в Балтийском море. Исключительное влияние природных факторов и человеческой деятельности: штормы и смыв суши морской водой, ветровая эрозия, неконтролируемое перемещение людей, пожаров и т. п. ведут к нарушению ландшафта. Остановить данные процессы возможно при помощи улучшения почв размытых участков песка и лесонасаждений в районах буреломов. С 1999 г. специалисты нашей организации провели серию полевых экспериментов и наблюдений за морфологией и динамикой поверхности дюн, расположенных на основных экспериментальных участках и постоянных латеральных профилях. Были разработаны рекомендации по эффективному улучшению лесов на дюнах.

Resume: The Curonian Spit is one of the largest accumulative landforms in the Baltic Sea. The extreme impact of natural factors and human activity: storms and abrasion, deflation, unregulated movement of people and fires etc. leads to disturbance of landscape. To stop these processes is possible by means of forest amelioration on the degraded sand sites and reforestation on the wind-fall areas. Since 1999 the specialists of our organizations have carried out the series of field experiments and observations on the morphology and dynamics of drift sand (dune) surface, which located on the key experimental sites and permanent lateral profiles. The recommendations on effective ways of drift sands forest reclamation have been developed.

Дюны Куршской косы по генетическим и морфодинамическим признакам можно условно разделить в основном на два типа: 1) заросшие неподвижные и 2) незаросшие подвижные (так называемые живые, или кочующие, дюны). Первые представлены единым массивом авандюны (или передовой дюны), тянущейся вдоль морского побережья косы, а также береговыми песчаными валами, которые располагаются отдельными массивами параллельно авандюне с подветренной стороны. Вторые, напоминающие гигантские барханы, расположены на берегу Куршского залива и состоят из нескольких отдельных массивов. В настоящее время около 70 % песков гряды закреплены древесно-кустарниковой растительностью (заросшие дюны), а также травяной растительностью (полузаросшие пески); эти пески соответствуют этапам серой и белой дюны. И только 30 % песков лишены какой-либо растительности и представляют собой движущиеся барханы. Они обычно имеют крутой подветренный склон и подходят к самому берегу залива.

Авандюна или защитно-пляжный дюнный вал (ЗПДВ), — генетическое природно-антропогенное образование, отдельные участки которого имеют возраст более 200 лет. Она сооружена против тотального наступления песков в глубь косы путем фиксации выносимого морем песка на пляж с помощью механических защит (деревянных щитов, клеток из хвороста и т. д.). Однако высокая лесистость косы предотвращает естественный процесс развития песчаной пересыпи. В результате массивы подвижных дюн не получают необходимой подпитки песком, переносимым господствующими ветрами западных румбов, и постепенно ссыпаются в Куршский залив.

Подвижные дюны являются реликтовым образованием. Они сформировались в тот период, когда древесно-кустарниковая растительность на косе была практически уничтожена, а на ее месте господствовали интенсивные золовые процессы. Массивы подвижных дюн чередуются с заросшими, полностью закрепленными дюнами, т. е. покрытыми древесно-кустарниковой растительностью, имеющей в основном искусственное происхождение.

Между тем сохранение подвижных дюн крайне необходимо, так как они являются главной достопримечательностью Куршской косы. С их потерей национальный парк лишится такой высокой рекреационной привлекательности, какую он имеет в настоящее время. Однако авандюна также нуждается в сохранении, а в некоторых местах и в восстановлении, поскольку под воздействием штормов (особенно экстремальных) происходит интенсивная абразия ее наветренного склона. Местами размыв усугубляется дефляцией и сильной рекреационной нагрузкой, что приводит к развитию коридоров выдувания и «коридоров вытаптывания». На нарушенных участках дюн происходит проникновение песка с пляжа в глубь косы, а также морских вод, что приводит к затоплению лесных массивов и локальному заболачиванию.

Таким образом, существует явная необходимость сохранения и восстановления дюн Куршской косы. С этой целью были проведены комплексные ландшафтно-экологические наблюдения и экспериментальные работы по изучению причин и масштабов нарушения дюн, лесорастительных условий и выработке способов их восстановления и стабилизации. Были заложены и описаны два опорных поперечных ландшафтно-экологических профиля Куршской косы и шесть ландшафтно-морфологических профилей, пересекающих ЗПДВ. Выполнена серия экспериментов по лесомелиорации авандюны и восстановлению отдельных нарушенных участков.

Растительный покров и его влияние на устойчивость авандюны

Фронтальная часть авандюны, испытывающая наибольшую степень разрушительного воздействия штормовых ветров, отличается фрагментарным распространением растительного покрова. После мощного разрушительного урагана, пронесшегося по косе зимой 1999 г. авандюна сильно пострадала: приморский склон на большом протяжении был разрушен и лишен растительности, в авандюне образовались прорывы. В

последующие 4 года при отсутствии сильных штормов в результате преобладания процесса аккумуляции песка над абразией и его транзита вдоль пляжа песок стал интенсивно отлагаться в виде прислоненных дюн и эоловых подушек. Песок продолжает накапливаться и закрепляться за счет разрастания длиннокорневищных трав-псаммофитов (колосняка, песколюба, осоки песчаной и др.).

На вершине дюны формируются растительные микрогруппировки с преобладанием среди кустарников различных видов псаммофитных ив, куртин розы морщинистой. Среди древесных видов распространена ольха черная, имеющая флагообразную форму, сосна горная, культивируемая с целью закрепления берегового вала. Преобладающей является колосняково-песколюбковая ассоциация, занимающая верхний склон, вершину и верхнюю часть внутреннего склона. Доминируют растения: песколюб песчаный (*Ammophilla arenaria*), колосняк песчаный (*Elymus arenarius*), чина приморская (*Lathyrus maritimus*). Для закрепления разрушенных и обнаженных участков авандюны они также часто разводятся искусственно, особенно последняя.

Эти растения имеют мощную корневую систему, поэтому хорошо переносят засыпание песком, развивая мощные придаточные корни, дающие новые побеги. Поселившись на голом песке, они благодаря вегетативному и семенному размножению быстро разрастаются и при достаточной густоте травостоя полностью закрепляют и задерживают переносимый ветром песок. При этом развитие таких растений проходит на рыхлых, постоянно пополняемых песках.

Значительную примесь составляют другие виды, например: ястребинка зонтичная, льнянка душистая, вейник наземный. В нижней части восточного склона произрастают: полынь полевая, фиалка песчаная, чина приморская, осока песчаная, козлобородник шерстистый, изредка синеголовник приморский и качим метельчатый.

Анализ материалов, полученных при картировании растительного покрова, позволяет сделать заключение об опреде-

ленном его влиянии на морфологию ЗПДВ и его устойчивости к действию природных и антропогенных факторов. Например, на аварийных участках морского берега одним из основных факторов, способствующих разрушению аванюны и, соответственно, резкому снижению ее устойчивости, является антропогенное воздействие [3]. При постоянном его разрушающем влиянии (в основном, в местах несанкционированных пляжей и необорудованных спусков к пляжу) в теле аванюны формируются многочисленные «коридоры вытаптывания», приводящие к значительному, а местами и к полному ее разрушению (например, берег в районе пос. Лесное). Естественно, в таких жестких условиях существования растительный покров, потенциально способный снизить рекреационную нагрузку на таких участках и приостановить разрушение, сам сильно подвержен деградации.

Значительно приостановить такое разрушение берегового вала могут фитомелиоративные мероприятия; основной упор при этом необходимо сосредоточить на создании прислоненных дюн и эоловых подушек у наветренного склона аванюны путем травосеяния, а в последующем — посадки шелюги. Это позволит создать пологий и, кроме того, террасированный приморский склон дюны. При этом морские волны будут выклиниваться, скорость их резко затухать при приближении к аванюне, а абразия, если не прекратится совсем, то значительно снизится. Кроме того, в этом случае насаждения сосны постепенно от вершины перейдут на подветренный склон благодаря увеличению ширины и высоты аванюны. Это, в конечном счете, будет способствовать притоку песка на аванюну, поскольку травянистые псаммофиты помогают его задержанию.

Восстановление аванюны на аварийных участках методами лесомелиорации

Работы по лесомелиорации следует начинать в первую очередь с выявления нарушенных участков эолового рельефа с

последующей разработкой методов их закрепления и облесения. Первый этап работы — выявление этих эоловых образований на авандюне — проведен сотрудниками ГУП «Балтберегозащита» [1]. Нами предложена классификация котловин по морфологическим типам.

Дешифрирование материалов аэрофотосъемки, маршрутные исследования, стационарные наблюдения и полевые эксперименты позволили нам классифицировать формы проявления процессов дефляции на несколько типов. Критериями для выделения типов являются следующие признаки: форма, размеры и месторасположение на авандюне. По первому признаку котловины выдувания следует подразделять на округлые, продолговатые (эллипсовидные), сквозные (коридоры выдувания). По второму признаку выделения котловин (глубине и ширине) они имеют большой диапазон — от нескольких до десятков метров. По третьему признаку (месту расположения) котловины делятся на формирующиеся на наветренном склоне (чаще всего), на вершине (реже) и на подветренном склоне авандюны (очень редко). Есть еще один тип котловин (их начальная стадия развития по форме напоминает амфитеатр) — язвы дефляции. Как правило, они располагаются на наветренном склоне авандюны, имеют вид небольшого углубления в теле дюны, постепенно выполаживающегося к ее вершине. О том, что это растущая котловина выдувания, свидетельствует аккумуляция песка с подветренной стороны данного дефляционного образования.

Таким образом, по предлагаемой классификации типов отрицательных дефляционных форм эолового рельефа, образующихся на авандюне, можно выделить:

- 1) сквозные коридоры выдувания;
- 2) котловины выдувания: а) на наветренных склонах, б) на вершине, г) на подветренном склоне;
- 3) язвы дефляции (начальная стадия формирования котловин) (рис. 1).

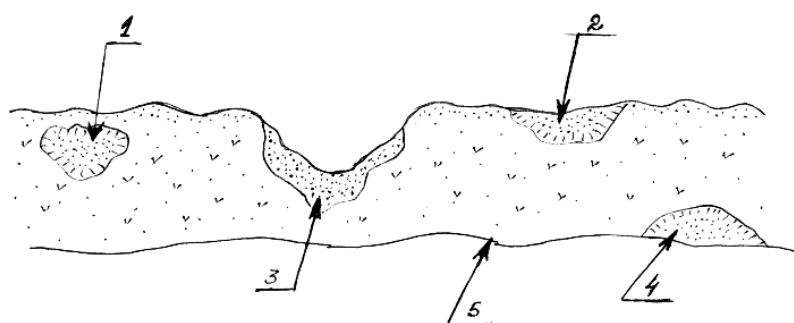


Рис. 1. Схема размещения дефляционных форм эолового рельефа на авандюне:

- 1 — котловина выдувания на склоне;
2 — котловина выдувания на вершине; 3 — коридор выдувания;
4 — язва дефляции, 5 — подножие авандюны

Наиболее трудоемко закрепление и облесение коридоров выдувания, которые представляют собой естественные аэродинамические трубы в теле авандюны, «засасывающие» ветропесчаный поток с пляжа при ветрах западных румбов. Ликвидацию коридоров и котловин выдувания путем складирования в них порубочных остатков навалом мы считаем малоэффективным, так как, во-первых, плотная, слежавшаяся масса хвой и веток становится непродуваемой, а следовательно, не «засасывает», а отклоняет ветропесчаный поток, который не участвует в накоплении масс песка в нарушенной части «тела» дюны. Во-вторых, нагромождение сухого валежника непосредственно у пляжа, с одной стороны, неэстетично, а с другой — становится дополнительным источником пожароопасности, особенно в местах скопления отдыхающих. В то же время порубочные остатки, разбросанные в один слой, «работают» очень эффективно при накоплении песка в язвах дефляции.

В связи с этим мы предлагаем использовать комбинированный метод установки защит в коридорах выдувания с одновременной посадкой кустарников. С этой целью ивовые кольца диаметром 3—5 см сажают под лопату в песок кресто-

образно под углом 45° , с расстоянием в ряду 50—70 см. Ряды кольев устанавливают на расстоянии не менее 3 м на всю длину коридора выдувания (рис. 2). Образующаяся при этом решетка создает ажурную проницаемую защиту. После укоренения кольев и образования вегетативных побегов формируется полупроницаемая для ветропесчаного потока среда, в которой отлагаются песчаные массы. Таким образом, прорастая, побеги ивы образуют густую поросль, тем самым фиксируя поступающий сюда песок слой за слоем, в результате чего постепенно коридор выдувания заполняется.



Рис. 2. Ажурная защита из ивовых кольев для восстановления разрушенных в результате абразии и дефляции участков авантюны

Закрепление и облесение котловин выдувания и язв дефляции производится путем посадки ивы черенками по дну и склонам котловин и устилания крутых бортов порубочными остатками. После заполнения коридоров выдувания песком до оптимальных параметров авантюны закрепление и облесение производится травосеянием, посадкой различных древесно-

кустарниковых видов. Можно использовать и другие древесно-кустарниковые породы (ольху, осину, тополь), но все-таки ива предпочтительнее. Технология устилки, а также нарезки и посадки черенков подробно описана Огиевским и Рубцовым [2]. Наиболее благоприятные сроки для установки кольев и посадки неукоренившихся черенков в условиях Куршской косы — ранняя весна (март—начало апреля).

На так называемых прислоненных и зачаточных авандюнах и эоловых подушках [3] следует сосредоточить посадку черенков ив, которая может быть совмещена с одновременным посевом/посадкой злаков-песколюбов (на участках с низким проективным покрытием ЖНП). Посадку трав лучше проводить посадочным материалом с закрытой корневой системой (ПМЗК) по технологии СПбНИИЛХ [4]. При отсутствии такого материала можно проводить посадку злаков корневыми отпрысками и делением кустов. Закрепление и фитомелиорация этих участков будет способствовать резкому снижению интенсивности абразии.

Насаждения из высокоствольных древесных пород на наветренном склоне и вершине авандюны до образования прислоненных дюн создавать нецелесообразно. По нашему мнению, здесь следует культивировать преимущественно кустарники (различные виды ив местного происхождения, осину кустовидной формы с последующей посадкой их на пень, розу морщинистую, жестер слабительный, тополь белый и черный).

Для этого следует производить посадку на пень переросших экземпляров ив для лучшего распространения поросли, а порубочные остатки использовать для посадки кольями и черенками в коридорах и котловинах выдувания и других местах, требующих закрепления и облесения.

На участках, где закрепление и особенно облесение склонов не будут иметь успеха ввиду частых их повреждений сильными штормами, противостоять морской стихии могут в первую очередь не очень сложные по конструкции и недоро-

гостоящие специальные берегозащитные сооружения. По этому вопросу имеется мировой опыт, также есть достижения отечественных разработчиков [3; 6]. Мы же свою задачу видим в выявлении подобных аварийных участков, их картировании и в совместном с указанными авторами участии в разработке и применении лесомелиоративных методов по укреплению авантюны.

Теоретическое обоснование принципа стабилизации (обеспечения динамического равновесия) подвижных дюн

Влиянию защитных лесных насаждений (ЗЛН) на состояние песчаных грунтов посвящена обширная литература. В ней экспериментально доказано благотворное влияние лесных полос на противоэрозионную устойчивость, сохранение влажности (или уменьшение испарения), увеличение снежного покрова. Все это обеспечивает стабильность песчаного грунта, который слагает песчаную дюну, а следовательно, и устойчивость (неподвижность) самой дюны.

Встречающиеся в литературе сообщения о том, что эоловые формы движутся с определенной годовой скоростью, не совсем верны. Форма сама целиком не движется. Пересыпается песок по поверхности эоловой формы и таким образом пересыпается со временем вся масса песка. Поэтому в данном конкретном случае свидетельство автора [7], что дюны Куршской косы движутся со скоростью 3—4 м/год надо понимать условно. Перед нами стоит сложная задача — остановить или хотя бы значительно замедлить этот процесс. В противном случае через 50—80 лет подвижные дюны исчезнут, поскольку песок постепенно ссыпется в Куршский залив. И тогда пропадет главная достопримечательность косы — живые дюны, обмелеет залив, пострадает рыбный промысел, возникнут и другие неблагоприятные явления, которые пока еще полностью предсказать невозможно.

С чего начать решение этой задачи? Думается, что следует начинать с изучения ветрового и температурного режима территории, режима увлажнения, гранулометрического и минералогического состава песков, слагающих дюны.

Экспериментами доказано, что песчаные частицы по поверхности начинают перемещаться только в сухом состоянии и при скорости ветра 5 м/с (на уровне флюгера). Для того чтобы определить работу ветра по переносу определенного объема песка, в определенном направлении и за определенное время, нужно провести стационарные полевые эксперименты. Полученная информация позволит рассчитать конструкцию ЗЛН, схему и места ее установки, эффективность работы. Однако на первых порах необходимо теоретически обосновать саму идею — как остановить или хотя бы значительно сократить скорость перемещения дюн в нежелательном направлении, т. е. в сторону Куршского залива.

Будет логичным для этих целей использовать защитный эффект лесных полос, применяемых в агролесомелиорации в борьбе с эрозией (дефляцией) почв, особенно легкого механического состава.

В среднем влияние полезащитных лесополос на свойства воздушного потока прослеживается до расстояния, в 10—15 раз превышающего высоту лесополосы в подветренную сторону. Поскольку эффективное расстояние прямо пропорционально ветропроницаемости лесополосы, а степень снижения скорости («глубина» минимума) — обратно пропорциональна, существует некоторая оптимальная проницаемость, определяющая эффективность защиты от ветра. Ей соответствует ажурность в пределах 20—40 %.

Однако ЗЛН позволяют предотвратить дефляцию или снизить ее интенсивность только при условии, что они образуют систему. Две полосы уже образуют систему, если они расположены параллельно друг другу на таком расстоянии, при котором турбулентный след одной из них достигает другой. Расстояние, на котором можно обнаружить турбулентный след,

зависит от проницаемости лесополосы и от его скорости. Эффективность лесополос зависит от угла атаки ветра: чем меньше направление ветра отклоняется от перпендикуляра к полосе, тем больше эффективность системы.

Таким образом, имеющийся в агролесомелиорации опыт использования ЗЛН для предотвращения или значительного снижения дефляции почв подсказывает, что его можно применить для решения нашей проблемы — блокирования движения оголенной дюны.

Возможный вариант устройства ЗЛН и механизм их работы показан на рисунке 3. На таком объекте должна быть хорошо продумана программа и методика работ, так как объем теоретических и экспериментальных исследований очень большой.

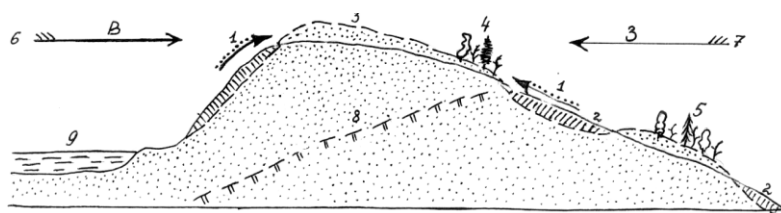


Рис. 3. Схема развития, эоловых процессов и размещения защитных лесных насаждений на подвижных дюнах Куршской косы:

- 1 — направление переноса ветропесчаного потока;
- 2 — дефлируемые участки дюны; 3 — участки аккумуляции песка;
- 4 — двухрядная проницаемая лесозащитная полоса, устанавливаемая в середине наветренного склона;
- 5 — трехрядная ажурная лесозащитная полоса, устанавливаемая у основания дюны; 6 — направление восточных ветров;
- 7 — направление западных ветров;
- 8 — погребенный почвенный горизонт; 9 — Куршский залив

Кроме того, в работе должны принять участия специалисты разного профиля: от лесоведа до физика. Здесь, в частности, не обойтись без исследований в аэродинамической трубе,

где необходимо изучить закономерности движения ветропесчаного потока и его взаимодействия с ЗЛН и другими объектами, влияние увлажнения и гранулометрического состава на движение песков. Должен быть детально изучен ветровой режим на данном конкретном объекте. Следует практически испытать различные варианты конструкций лесополос, чтобы определить их оптимальную высоту, ширину, породный состав для данных условий, а также технологию их выращивания.

Список литературы

1. *Ведение мониторинга состояния берегов и защитного песчаного дюнного вала в НП «Куршская коса»: Отчет о НИР по договору от 29.04.2002 г. /Рук. В.Л. Болдырев; Атлантическое отделение Ин-та океанологии им. П.П. Ширшова. Калининград, 2002.*
2. *Огиевский В.В., Рубцов Н.И.* Лесные культуры и лесные мелиорации. М.: Высшая школа, 1960.
3. *Морфодинамическая характеристика берегов Куршской косы: Отчет о НИР (закл.) по договору № 29 от 17.04.2001 г. с НП «Куршская коса»/ В.Л. Болдырев; Атлантическое отделение Ин-та океанологии им. П.П. Ширшова РАН. Калининград, 2001.*
4. *Жигунов А.В.* Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. СПб.: СПБНИИЛХ, 2000.
5. *Схема противооползневых и берегоукрепительных сооружений на побережье Балтийского моря в пределах Калининградской области. Т. 1—3 / Рук. В.Л. Болдырев; СНПО-ОГУП «Балтберегозащита». Калининград, 1999.*
6. *Николаев А.Н.* Совершенствование природоохранных решений для создания намывных побережий: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2002.
7. *Волкова И.И.* Ландшафтно-экологическая характеристика Куршской и Вислинской кос // Проблемы изучения и охраны природы Куршской косы: Сб. ст. / Ин-т океанологии им. П.П. Ширшова, НП России «Куршская коса». Калининград, 1998. С. 112—126.

М.В. Фельдман

(Атлантический научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии)

ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ЗАПАСА АЭРОГИДРОФИТОВ РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ КУРШСКОГО ЗАЛИВА

Резюме: В августе 2005 г. с борта исследовательского судна было проведено геоботаническое картирование побережья российской части Куршского залива с целью оценки распространения тростника обыкновенного (*Phragmites communis* Trin.) и камыша озерного (*Scirpus lacustris* L.). Площадь зарослей составила приблизительно 480 га для тростника обыкновенного и 305 га для камыша озерного. В то же время вдоль побережья залива были заложены пробные площадки для учета удельной биомассы тростника и камыша (не менее 10 площадок на растительное сообщество, всего 61 площадка). Образцы были взвешены в воздушно-сухом состоянии, данные обработаны при помощи компьютерных программ Microsoft Excel и Statistica. Средняя воздушно-сухая биомасса составила 993 г/м² для тростника обыкновенного и 470 г/м² для камыша озерного. Таким образом, запас тростника обыкновенного и камыша озерного в российской части Куршского залива составляет приблизительно 4766,4 и 1433,5 тонн воздушно-сухой массы соответственно.

Resume: In August 2005 the geobotanical mapping of the Curonian Lagoon coast from the research vessel to evaluate distribution of reed (*Phragmites communis* Trin.) and bulrush (*Scirpus lacustris* L.) was conducted. The area of macrophyte thickets is approximately 480 ha for reed and 305 ha for bulrush. At the same time biomass samples of reed and bulrush (not less than 10 samples per one plant community, 61 samples in total) were taken along the coastline. The samples were weighed in air-dry state; the data were processed with the computer programs Microsoft Excel and Statistica. The average air-dry biomass is 993 g/m² for reed, and 470 g/m² for bulrush. So the macrophyte store in the Russian part of the Curonian Lagoon is approximately 4766.4 tons of air-dry mass for reed and 1433.5 tons for bulrush.

Одним из важнейших компонентов водных экосистем являются аэрогидрофиты — крупные сосудистые растения, обитающие в прибрежной зоне водоемов и водотоков. Данная группа растений представляет начальное звено в круговороте веществ и энергии как первичные продуценты органического вещества. Аэрогидрофиты влияют на химические и физические свойства воды. Они служат мощным биологическим фильтром в процессе естественного самоочищения водоемов (это может быть физическое осаждение загрязнителей на органах растений, а также накопление тяжелых металлов и биогенных элементов). Кроме того, они играют важную средообразующую роль, создавая местообитания для многих организмов на различных стадиях их развития, в том числе для икры и молоди промысловых рыб. Иначе говоря, будучи вовлечены в разнообразные процессы, аэрогидрофиты принимают существенное участие в поддержании сложившегося естественного равновесия в водоемах и природных ландшафтах в целом [1—3].

Целью проведенных исследований является оценка распространения и запаса аэрогидрофитов прибрежной зоны российской части Куршского залива.

В августе 2005 г. был проведен отбор проб аэрогидрофитной растительности на биомассу в российской части Куршского залива. Использовалась стандартная методика отбора [4; 5]. Растительный покров скашивался на уровне воды (на берегу — на уровне грунта) с квадратных площадок размером $0,4 \times 0,4$ м. Всего была отобрана 61 проба, не менее 10 проб на одно растительное сообщество. Пробы на биомассу взвешивались в воздушно-сухом состоянии, данные обрабатывались в компьютерных программах EXCEL и STATISTICA.

В августе 2005 г. было проведено геоботаническое картирование прибрежной зоны российской части Куршского залива по стандартной методике [6] с целью оценки площади и биомассы зарослей аэрогидрофитов (сообществ тростника обыкновенного и камыша озерного). Картирование осуществлялось с борта маломерного исследовательского судна РК-832 «Атлант» вдоль изобаты 1—1,5 м, образующей естественную

границу зарослей. Скорость судна была постоянной и составляла 11 км/ч. Протяженность зарослей вдоль берега устанавливалась по времени хода судна, а также по показаниям навигационного прибора GPS «Furuno».

Сплошные заросли аэрогидрофитной растительности в российской части Куршского залива, где средообразующими растениями являются тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin.) и камыш озерный (*Scirpus lacustris* L.) (см. рис.), тянутся от полуострова Малый Риф в дельте реки Неман до пос. Лесное на Куршской косе и далее отдельными участками — до окрестностей пос. Рыбачий, где начинается сплошной массив тростника обыкновенного, после которого до самой границы с Литвой наблюдается лишь слабое зарастание побережья.

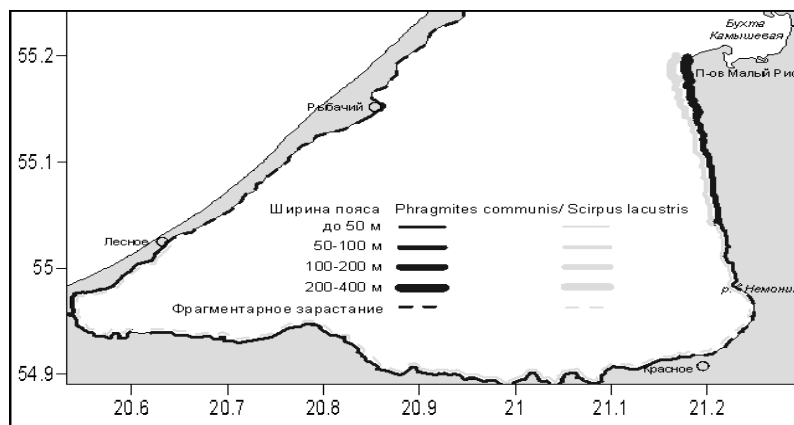


Рис. Схема распределения зарослей тростника обыкновенного и камыша озерного в российской части Куршского залива

Примечательно, что в результатах исследований прошлых лет [7] упоминается об отсутствии зарослей тростника обыкновенного на Куршской косе севернее пос. Лесное. Незначительное зарастание аэрогидрофитами побережья залива от пос. Красное до устья реки Немонин, по-видимому, обусловлено

одамбованностью этого участка берега. Ширина пояса тростника обыкновенного от пос. Рыбачий до устья Немонина составляет 25—50 м, камыша озерного — 10—15 м. Далее к бухте Камышовой ширина поясов постепенно увеличивается, в районе полуострова Малый Риф достигая в общей сложности 400 м. Максимальная глубина проникновения аэрогидрофитов — 1,5 м. Наименьший удельный вес воздушно-сухой массы был равен 713 г/м² для тростника обыкновенного и 275 г/м² для камыша озерного, наибольший удельный вес — соответственно 1288 и 790 г/м². Средний вес воздушно-сухой массы тростника обыкновенного составляет 993 г/м², камыша озерного — 470 г/м². Площадь зарослей тростника обыкновенного составляет приблизительно 480 га, камыша озерного — 305 га. Таким образом, запас тростника обыкновенного и камыша озерного в российской части Куршского залива составляет примерно 4766,4 и 1433,5 тонн воздушно-сухой массы соответственно. Данные оценки носят предварительный характер, так как ввиду невозможности проведения работ в непосредственной близости от государственной границы не были учтены запасы крупных зарослей аэрогидрофитов в районе бухты Камышовой и близ устья реки Неман.

Список литературы

1. Горновский К.В. Водная растительность озер Б. Миассово и Б. Таткуль // Флора и лесная растительность Ильменского государственного заповедника им. В.И. Ленина: Труды Ильменского государственного заповедника им. В.И. Ленина. Вып. 8. Свердловск, 1968. С. 57—84.
2. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. Л.: Наука, 1969.
3. Кабанов Н.М. Высшие водные растения в связи с загрязнением континентальных водоемов // Труды Всесоюзного гидробиологического общ-ва. 1962. Т. 12. С. 411—415.
4. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л., 1981.
5. Тюрин В.Н. Травяные сообщества поймы Оби и оценка их продукционного потенциала // Биологические ресурсы и природопользование. Сургут, 2002. С. 3—23.

6. Папченко В.Г. Картирование растительности водоемов и водотоков // Гидробиотика: методология, методы. Рыбинск, 2003. С. 132—137.

7. Минкявичус А., Питинис Й. Обзор флоры и растительности залива Куршю марес // Куршю марес. Итоги комплексного исследования. Вильнюс, 1959. С. 109—138.

Г.С. Харин

(Атлантическое отделение Института океанологии
им. П.П. Шишова РАН)

С.Г. Харин

(ООО «Геод»)

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ И СОСТАВЕ КУРШСКОЙ КОСЫ

Резюме: Приводятся новые данные о геологическом строении Куршской косы, полученные в результате изучения материалов инженерно-геологического профиля, пройденного при строительстве газопровода на российской части косы. Эти данные свидетельствуют о том, что в строении косы наряду с эоловыми песками большое значение имеют залежи торфа, которые выявлены на некоторых участках российской и литовской (по литературным данным) частей косы. С учетом новых данных обсуждаются и корректируются существующие представления о строении, палеогеографии, геоэкологии, устойчивости Куршской косы во времени как геологического тела.

Resume: In according the new data which were obtained in the result of the investigation of the borehole material the Curonian Spit contains large peat deposits (about 10m. thickness, 5 km. wide). The paper debates and corrects the existing ideas about geological structure, paleogeography, geoeology of the Curonian Spit. Now the Curonian Spit divides the different lithofacies (morines and lagoon), therefore the breaching of its shall bring the regional catastrophe. The peat deposits are the weak places of the Curonian Spit where existed the straits early.

Куршская коса, на территории которой созданы национальные парки России и Литвы, входит в список природных памятников ЮНЕСКО. В масштабах геологического времени коса является эфемерным образованием. Это песчаное тело — «пересыпь Куршо-Нерия», по Гуделису [4], — возникшее в голоцене при сочетании ряда благоприятных условий. Изменение этих условий может привести к ее разрушению.

В последние годы появились новые сведения о строении Куршской косы, которые позволяют дополнить и пересмотреть существующие представления о геологических и палеогеографических условиях ее образования и геоэкологических особенностях. Эти данные свидетельствуют о том, что в строении косы наряду с эоловыми и морскими песками большая роль принадлежит залежам слабозложенных торфяников, что существенно при оценке степени устойчивости косы как геологического тела и при палеогеографических реконструкциях. Можно надеяться, что учет этих данных и своевременно принятые меры могут повысить степень устойчивости косы к непрерывно меняющимся условиям природной среды.

Куршская коса — молодое геологическое образование, сформированное в среднем и позднем голоцене в результате перемещения осадков прибрежными течениями и ветрами. Это классическое абразионно-аккумулятивное тело [3; 4], возникшее при размыве береговых обрывов Самбийского полуострова и донных отложений Балтийского моря (рис. 1). Положение и облик, близкие к современному, коса обрела около 3—5 тыс. лет назад, в литориновую и постлиториновую стадии [2].

Балтийское море прошло сложный путь развития, прежде чем оформились его современные очертания. После исчезновения ледникового покрова (14—13 тыс. лет назад) оно пережило стадии приледниковых и ледниковых озер, иольдиевую, анциловую, литориновую. Уровень его поверхности неоднократно изменялся в сторону как повышения, так и понижения. Изменения уровня моря достаточно хорошо зафиксированы уступами (клифами), береговыми линиями и террасами на дне Юго-Восточной Балтики и подводном склоне Самбийского полуострова (рис. 2).

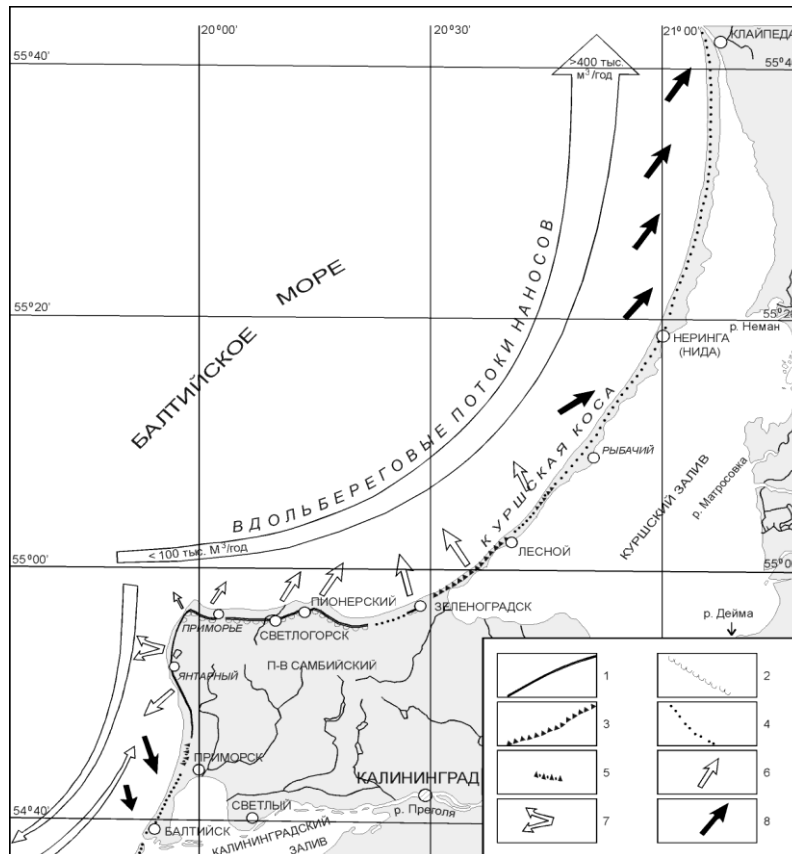


Рис. 1. Положение Куршской косы в прибрежной литодинамической системе Юго-Восточной Балтики (по [7], с изменениями и дополнениями):
 1—5 — участки морского берега, где сейчас происходят процессы: 1 — абразии, 2 — обвально-оползневые, 3 — разрушения авандюна, 4 — аккумуляции, 5 — стабилизации; 6 — направления потоков осадочного вещества от берега и формирование вдольбереговых потоков наносов (цифрами указана приблизительная мощность одного из потоков, м³/год); 7 — сброс в море пульпы Янтарного комбината (до 1 млн м³/год); 8 — выпадение наносов из вдольбереговых потоков

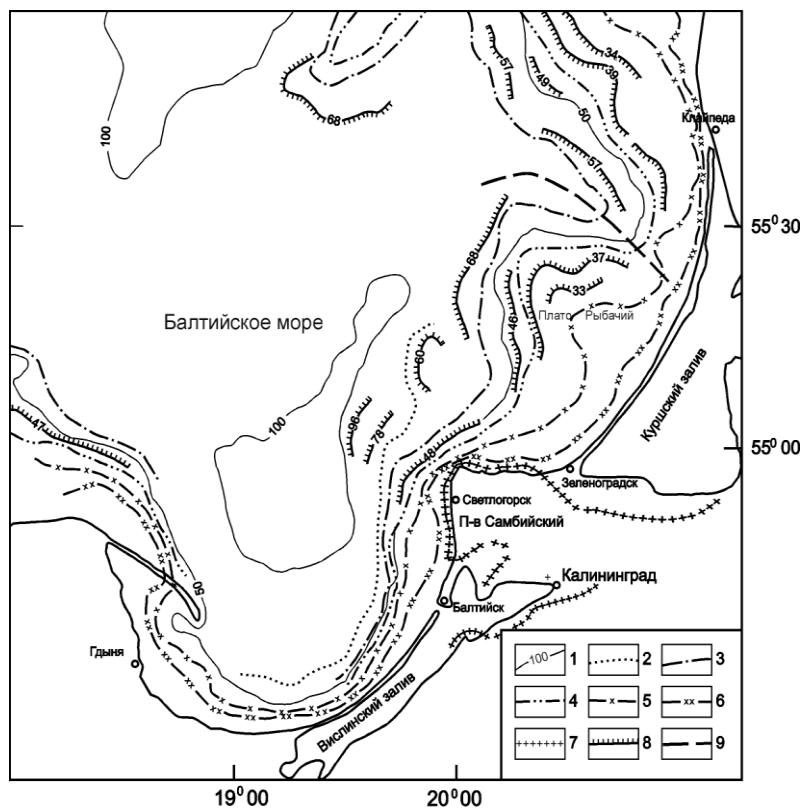


Рис. 2. Положение древних береговых линий и уступов в рельефе дна Юго-Восточной Балтики и Самбийского полуострова [9]:
 1 — изобаты, м; 2—8 — древние береговые уступы и уровни моря:
 2 — Балтийского ледникового озера (75—70 м), 3 — иольдиевые (62—55 м), 4 — первый анциловый (42—35 м), 5 — первый литориновый (32—27 м), 6 — второй литориновый (20—16 м), 7 — третий литориновый (0 ÷ +3 м), 8 — уступы в рельефе дна, принадлежность которых к определенной стадии моря не выявлена (цифрами указаны глубины моря над уступами);
 9 — ось долины Пра-Немана

В анциловую стадию (9—8 тыс. лет назад) береговая линия располагалась мористее, в 20—30 км северо-западнее современной. В конце этой стадии образовались небольшие косы, примыкающие к восточным окраинам Самбийского полуострова и плато Рыбачий, которое представляло собой тогда береговой выступ. Положение современной косы определилось в основном в период третьей фазы позднелиториновой трансгрессии (5,5—5 тыс. лет назад). Коса продолжает эволюционировать и сегодня. Повышение уровня моря, блоковые движения земной коры, антропогенная деятельность на шельфе и в прибрежной зоне — все это и многое другое влияет на вдольбереговые потоки наносов, за счет которых происходит подпитка тела косы осадками. В настоящее время разрушение подводного склона и песков авантюны наблюдается в основании в прикорневой части косы (см. рис. 1), а также в некоторых других местах. Большой частью оно (разрушение) определяется спецификой геологического строения и составом осадков косы.

В настоящей работе анализируются материалы инженерно-геологических изысканий, проведенных в 1997—2003 гг. в пределах российской части косы; рассматриваются существующие представления о геологическом строении, палеогеографических условиях и устойчивости Куршской косы как геологического тела. Привлекаются опубликованные данные и по литовской части косы. Эти вопросы, как показал пример косы Тузла на Черном море, не только имеют важное геологическое значение, но и затрагивают политические и экономические проблемы соседних государств. Особенно актуальны они сейчас, в период глобального потепления и повышения уровня Мирового океана.

Геологическое строение и состав косы

По модели строения косы В.К. Гуделиса [4], являющейся сейчас наиболее распространенной и признанной, Куршская коса состоит из песчаных дюн. Среди них выделяются неподвижные

дюны (1-й генерации), подвижные дюны (2-й генерации) и авандюны (рис. 3). Мощность (высота) дюн достигает 60 м.

Современные морские пески и дюны залегают, по данным В.К. Гуделиса, на лагунных мергелях мощностью 2—3 м. Иногда мергели, в силу своей пластичности, выжимаются под влиянием гравитационной нагрузки из-под высоких дюн и образуют косозалегающие смятые мелкокладчатые слои в обнажениях со стороны Куршского залива.

В последние годы появились новые данные, позволяющие дополнить и пересмотреть представления о геологическом строении, составе и развитии Куршской косы. Особую ценность в этом отношении представляют данные по буровым кернам, полученным скважинами геологического картирования и инженерно-геологического обеспечения (1997—2003 гг.), которые позволяют также дополнить и развить представления об эфемерности образования косы. Обнаруженные бурением довольно многочисленные залежи торфа в совокупности с вмещающими толщами сыпучих песков создали весьма неустойчивое геологическое тело. Слабая способность песков Куршской косы противостоять разрушающим силам воды и ветра доказана практикой и отражена во многих публикациях. Влияние залежей торфа на пространственно-временную устойчивость косы как геологического тела, насколько нам известно, никем не рассматривалась. Это, очевидно, связано с тем, что их роль в строении косы недооценивалась. Если они и фиксировались в отдельных скважинах, то им не придавали большого значения [6; 11].

Наиболее интересные сведения о геологическом строении российской части Куршской косы были получены в 1997 г. при инженерно-геологических изысканиях на трассе газопровода [10]. Трасса проходит примерно по осевой части косы (рис. 4). На ней пробурено 12 скважин глубиной до 10 м. Расстояние между скважинами на профиле — от 0,8 до 2,2 км. Кроме того, несколько скважин было пробурено в поселках на строительных площадках.

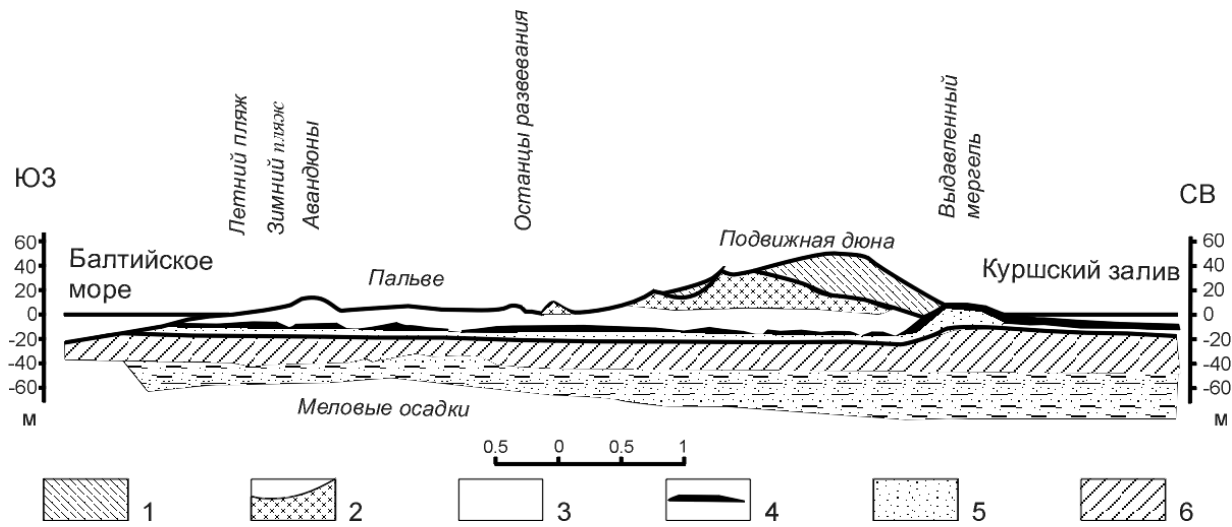


Рис. 3. Схематичный поперечный разрез Куршской косы (по [4] с изменениями и дополнениями):
 1 — дюна 2-й генерации (подвижная), 2 — дюна 1-й генерации с ископаемой лесной почвой,
 3 — современные морские и эоловые пески, 4 — лагунные осадки (лагунный мергель),
 5 — древние морские пески, 6 — валунный суглинок (плейстоценовые морены)

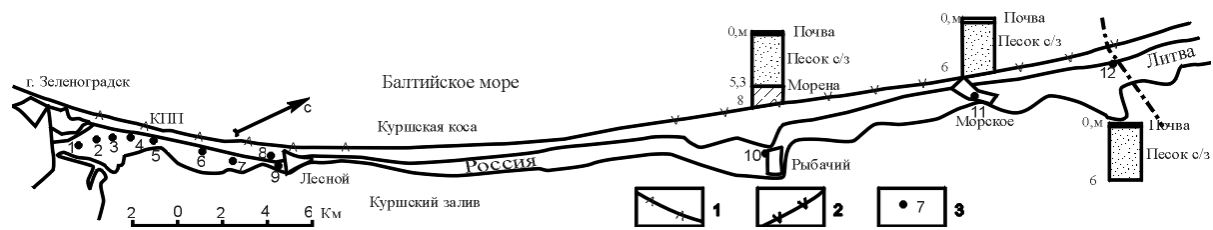


Рис. 4. Расположение буровых скважин инженерно-геологического обеспечения трассы газопровода на Куршской косе:
 1, 2 — участки морского побережья, где происходят процессы:
 1 — разрушения авандюна, 2 — аккумуляции; 3 — положение и номер буровых скважин

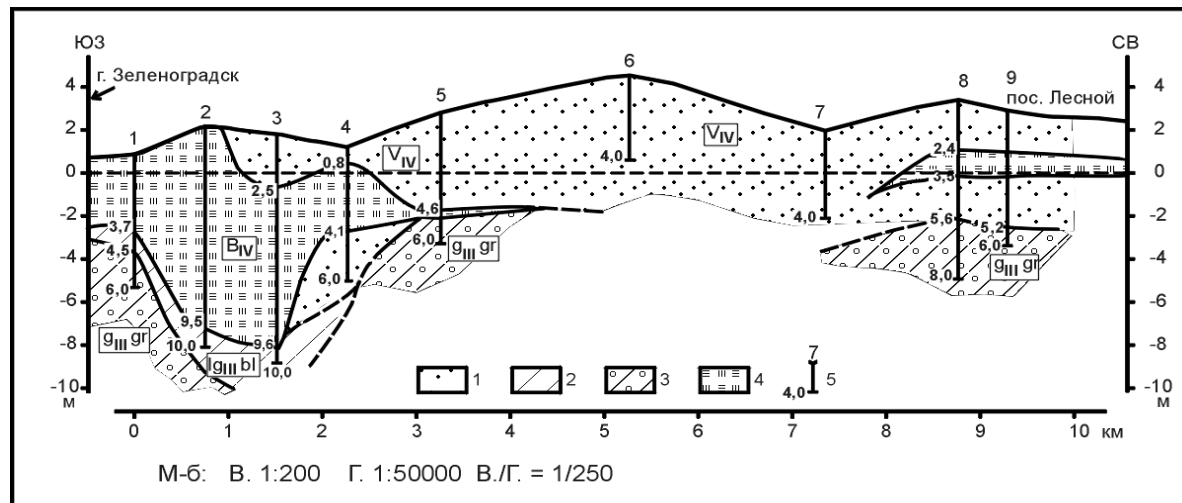


Рис. 5. Геологический профиль трассы газопровода по скважинам 1—9 на отрезке Куршской косы от Зеленоградска до пос. Лесного:
 1—4 — осадки: 1 — песок среднезернистый кварцево-полевошпатный, 2 — суглинок голубовато-серый, 3 — суглинки буровато-коричневые, темно-серые, серые с 10-20% гальки и гравия, 4 — торф коричневый, тростниково-осоковый различной степени разложения (от слабой до хорошей); 5 — скважина, ее номер и глубина (м). V_{IV} — современные золотые отложения, B_{IV} — современные биогенные отложения, $lg_{III}bl$ — верхнеплейстоценовые озерно-ледниковые отложения балтийской ледниковой стадии, $g_{III}gr$ — верхнеплейстоценовые моренные отложения грудаской стадии (подсвиты)

Общая длина косы — 98 км, ширина — от 0,8 до 3,8 км. Длина изученного профиля от корня косы у Зеленоградска до границы с Литвой — 49 км. В средней российской части косы от пос. Лесного до пос. Рыбачьего скважины не бурились. Таким образом, половина профиля российской части Куршской косы изучена при помощи буровых скважин. К наиболее изученным относится участок косы между ее корнем (на восточной окраине Зеленоградска) и пос. Лесным (рис. 5).

Как видно из представленных рисунков (см. рис. 4, 5), геологический разрез по профилю косы от Зеленоградска до пос. Лесного на глубину от +4 до -10 м от уровня Балтийского моря и далее до границы с Литвой состоит из толщи голоценовых эоловых песков с включенными залежами торфа. Толща песков и залежи торфа расположены непосредственно на плейстоценовых моренных суглинках. Лагунных мергелей и признаков лагунных и болотных фаций в изученных скважинах не обнаружено.

Судя по полученным материалам, фундаментом Куршской косы являются ледниковые моренные отложения, залегающие в районе пос. Лесного на глубине -5,2 ... -5,6 м (ниже уровня моря), а в районе 3-го километра на отметке -4,6 м (скв. 5). В районе 1—2 км косы наблюдается постепенное углубление кровли моренных отложений до отметок -10 м (скв. 2 и 3). Неровности в поверхности моренных отложений могут быть как первичными, т. е. реликтовыми элементами рельефа морены, так и вторичными. Так, в районе поселков Лесной, Рыбачий, Морское плейстоценовые морены, местами выходящие на дневную поверхность [1], представляют собой остатки конечной моренной гряды, вдоль которых при позднелиториновой трансгрессии формировалась коса. Вторичные понижения в фундаменте косы образовались в результате денудации моренного субстрата после или во время ее образования. Денудации при этом подверглись не только моренные отложения, но и залегающие на них образования косы.

К вторичным денудационным углублениям, существующим в валунных суглинках, вероятно, нужно относить долинообразное углубление в районе 1—4-го км косы (см. рис. 5). Ширина этого углубления — до 4 км, наибольшая глубина от современной поверхности косы — около 10 м. Углубление по суглинкам относительно бровки долины — около 5 м.

Плейстоценовые морены сложены очень плотными валунно-гравийными суглинками серого, темно-серого, буровато-коричневого цвета. Содержание гравия, гальки и валунов — от 10 до 20 %. В скважинах 1, 2, 3 на валунных суглинках залегают голубовато-серые суглинки без гравийного и галечного материала. Установленная мощность этих суглинков в скв. 1—0,8 м. На моренных суглинках залегают толща песков, которая в долинообразном углублении на 1—3-м км косы замещается залежью торфа линзообразной формы с наибольшей мощностью до 10 м в осевой части углубления. Отметка подошвы залежи находится здесь на глубине 9,6 м от поверхности, что на 7,4 м ниже современного уровня моря. Установленная наибольшая ширина торфяной линзы составляет не менее 4 км. В северо-восточном направлении она постепенно замещается эоловыми песками. Причем замещение наблюдается как в долинообразном углублении, так и выше его. Характерно постепенное сокращение ширины залежи торфа. В юго-западном направлении торфяная линза за пределами углубления не оконтурена. Скорее всего, она ограничена коренным берегом Самбийского полуострова.

Скважинами 8, 9 и другими вблизи пос. Лесного и в самом поселке пробурена другая торфяная линза — мощностью около 1 м. Эта линза находится в средней части толщи эоловых песков, мощность которых здесь 5,6 м. Пески подстилаются непосредственно моренными отложениями, представленными валунными суглинками (см. рис. 5). Лагунные осадки не обнаружены.

Из представленных выше материалов можно видеть, что накопление растительных остатков, из которых возникли торфяные залежи, и образование толщи эоловых песков происхо-

дили синхронно. Растительные остатки в торфяниках представлены осокой и камышом — видами, которые и сейчас произрастают вдоль берегов Куршского залива.

Условия образования торфяных залежей внутри Куршской косы

Как известно, торфяники образуются в болотах, лагунах и других фациях, где скапливается большое количество органических остатков растительного происхождения и создается благоприятная для их сохранения аноксидная среда. Залежи торфа на Куршской косе являются уникальными в том отношении, что они залегают среди толщи эоловых песков, в которых отсутствуют признаки болотных и лагунных фаций.

Каким образом могли образоваться торфяные залежи в таких условиях? Эти залежи, по нашему мнению, являются переотложенными (аллохтонными). Судя по геологическим условиям их залегания, охарактеризованный выше растительный детрит скапливался в проливах и протоках, через которые происходил водообмен между Балтийским морем и Куршским заливом. Наиболее крупные проливы (типа современного Клайпедского) существовали длительное время и выработали в плейстоценовых моренных суглинках широкие (до 4 км) долины глубиной до 10 м. Такой пролив с врезанной в валунные суглинки долиной существовал до недавнего времени в корневой части косы. Осевая, наиболее глубокая часть пролива (тальвег) находилась на 1-м км косы.

Русло пролива заполнялось растительным детритом, вынос которого осуществлялся преимущественно из залива. Об этом свидетельствует преобладающий осоково-тростниковый состав торфяников. Поступление растительного детрита было неравномерным. Наиболее интенсивным оно становилось во время формирования средней части торфяной залежи, когда ширина ее была максимальной (до 4 км). В это время образовались и другие залежи (линзы) торфа, например у пос. Лес-

ного. Здесь, видимо, также была неглубокая протока, быстро заполнившаяся растительным детритом.

По интенсивности формирования залежей торфа на Куршской косе можно выделить две фазы их развития: первую — более раннюю, трансгрессивную, когда площади распространения торфяников увеличивались, и вторую — регрессивную, более позднюю, когда эти площади сокращались, а залежи торфа засыпались песком. Интересно, что и во время первой фазы также наблюдались заносы песка в пролив и долину, где отлагался растительный детрит. Это хорошо выявлено в разрезе скв. 4 (см. рис. 5). Во второй фазе наблюдались два эпизода более стабильных и один эпизод интенсивного заноса песком пролива и скопления растительного детрита, что зафиксировано в разрезе по скв. 3.

Накоплению растительных остатков в проливах между разобщенными участками косы способствовало, очевидно, и то обстоятельство, что со стороны моря проливы постоянно перекрывались песчаными барами. Они создавали заслоны на пути выноса растительного детрита в море. Плавающий и взвешенный детрит намокал, уплотнялся и оседал на дно пролива, где накапливались сезонно-климатические напластования растительных остатков. Здесь создавалась анаэробная среда, в которой растительные остатки постепенно трансформировались в торф. Не исключено, что неоднократные колебания уровня моря и уровня воды в Куршском заливе приводили к переотложению торфяных залежей и вторичному их переотложению. На современном морском пляже Куршской косы встречаются окатанные куски переотложенного торфа, имеющего, видимо, такое происхождение. Р.В. Абрамов любезно предоставил нам образец переотложенного торфа в современном пляжевом песке с 29-го км косы, обнаруженного им у бровки приподнятого клифа. По сообщению В.Л. Болдырева, выбросы кусков торфа на морском пляже отмечаются от прикорневого участка косы и до пос. Морское.

Обсуждение данных

Приведенные выше новые данные позволяют пересмотреть существующие представления об условиях образования Куршской косы, и в частности упомянутую выше модель строения и формирования косы, предложенную В.К. Гуделисом [4].

Новые данные определенно свидетельствуют о том, что в Куршской косе длительное время существовали кроме Клайпедского и другие крупные проливы (палеопроливы), например в юго-западной корневой ее части. Этот пролив мы предлагаем назвать Зеленоградским. Он прекратил свое существование, видимо, совсем недавно.

В геологической истории косы были отдельные моменты, когда возникал ряд небольших мелких проливов, разобщавших косу на отдельные звенья-острова. Мелкие проливы существовали недолго. Они быстро заполнялись растительным детритом, выносившимся из залива в море, и засыпались эоловым песком.

Крупные проливы и палеопроливы (Клайпедский, Зеленоградский, возможно, Пра-Неманский (см. рис. 2) существуют и существовали более продолжительное время, сравнимое со временем формирования косы. Они успели выработать в подстилающих косу плейстоценовых валунных суглинках широкие и довольно глубокие русла. Проливы испытали несколько фаз деградации и экспансии. Зеленоградский пролив в конце концов был заполнен торфом и частично песком.

Таким образом, аллохтонные залежи торфа по своей фациальной принадлежности являются как бы чужеродным элементом для вмещающей их толщи эоловых песков. Но пески и торфяники (скопления растительного детрита) накапливались одновременно. Они отлагались на неровной поверхности плейстоценовых моренных суглинков. Неровности в рельефе плейстоценовых морен, как отмечено выше, имеют как реликтовый характер, сохранившийся после морской абразии от первичного моренного рельефа, так и вторичный, возникший

при русловом размыве в проливах (протоках) Куршской косы. Вторичные неровности, как было показано, заполнялись торфяниками, песком и суглинком. Нельзя исключить и возможность возникновения на Куршской косе, по мере ее развития, заболоченных участков, на которых шло торфообразование *in situ* (автохтонное). Такие участки существуют сейчас, но они, видимо, появились недавно, когда отдельные песчаные острова соединились между собой и образовали единое тело, слабо дренируемое на отдельных участках.

Наличие торфяных залежей в песчаной толще должно отражаться на геоэкологии Куршской косы. Рассмотрим возможные последствия такого сочетания. Залежи торфа ослабляют и без того неустойчивое песчаное тело косы, поэтому в местах их крупных скоплений могут в первую очередь происходить прорывы моря, т. е. восстанавливаться ранее существовавшие здесь проливы. По мере уплотнения торфа мощность его залежей уменьшается. Это неизбежно приводит к проседанию поверхности косы и образованию участков, расположенных почти на уровне моря. Участки проседания есть у корневой части косы, где мощность залежи торфа достигает 10 м, а абсолютная высота устья скв. 1 равна 0,5 м. При дальнейшем уплотнении торфа поверхность может опуститься ниже уровня моря до $-3 \dots -5$ м. Можно предположить, что образование озер и заболоченных участков на палеве косы связано с такими впадинами проседания над залежами торфа.

Долинообразные низины, пересекающие палеве вкост простирания косы, кроме Зеленоградского палеопролива отмечены также в районе пос. Морское и южнее пос. Рыбачий [1]. Вероятно, здесь также существовали проливы, заполнившиеся торфом.

Видимо, следует учитывать, что в формировании на поверхности косы низинных равнин палеве, помимо диффузионных [3] либо диффузионно-аккумулятивных процессов [1], принимали участие и процессы проседания и заболачивания над залежами торфа. Особенно это относится к низинам, секшим палеве вкост простирания.

Торф, как известно, может самовозгораться. Подземные пожары на косе пока не отмечались, но такую вероятность нельзя исключать, особенно в засушливые годы, когда уровень грунтовых вод понижается, кислород через песок проникает до залежей торфа (на глубины 3—5 м) и вызывает его самовозгорание. Косвенно возможность такого сценария подтверждают случаи повышения температуры воды до 40—60°C в колодцах пос. Лесное¹. Осушение и самовозгорание торфяных залежей возможно и при слишком большом заборе подземных вод в колодцах и скважинах. Выгорание залежей торфа в песчаной толще должно приводить к ее обрушению и проседанию поверхности косы. Следует обратить внимание на то, что под толщей песка в буровых скважинах на российской части Куршской косы не обнаружены лагунные мергели. Этот факт ставит под сомнение идеи В.К. Гуделиса [4], поддержанные и другими исследователями [2; 8], о том, что Куршская коса (скопления песка) перемещалась в сторону Куршского залива и перекрывала лагунные его отложения. Возможно, такая миграция происходит на литовском отрезке косы, где золотые процессы более развиты.

Заключение

Обнаружение в теле Куршской косы довольно крупных залежей торфа среди золотых песков имеет существенное значение при рассмотрении вопросов геоморфологии, палеогеографии, геоэкологии не только данной косы, но и других аналогичных образований, а также Балтийского моря в целом.

Куршская коса, как и другие аналогичные песчаные пере-сыпи на дне Балтийского моря, является эфемерным образованием, возникшим в голоценовое время при сочетании ряда благоприятных условий. Изменение этих условий может при-

¹ Существует и другое мнение о причине появления горячей воды в колодцах Куршской косы. В.В. Орленок полагает, что это связано с отдаленными (карпатскими и другими) землетрясениями (публикации в «Калининградской правде» 2003, 2004 гг.).

вести к разрушению косы, нарушению существующего экологического равновесия и своего рода региональным био- и геоэкологическим катастрофам.

Наиболее опасными и реальными угрозами для Куршской косы в настоящее время являются прорывы моря и появление новых проливов и протоков, которые вызовут нарушение целостности косы и осолонение вод залива. Эта опасность будет постепенно увеличиваться по мере усиления парникового эффекта и подъема уровня Мирового океана.

Даже при современном уровне Балтийского моря во время штормов неоднократно создавались угрозы размыва отдельных участков косы и прорыва морской воды в залив. Характерно, что одним из таких участков является корневая часть косы (0—2-й км) у Зеленоградска, где в недавнем прошлом существовал пролив и образовались залежи торфа среди эоловых песков.

По расчетам литовского геолога О. Пустельникова (устное сообщение), Клайпедский пролив и северо-восточная часть Куршского залива интенсивно заносятся осадками, в основном, выносами р. Неман и вдольбереговыми потоками наносов. Через 20—30 лет сток через этот пролив прекратится, что вызовет повышение уровня воды в Куршском заливе и перелив части вод через реки Матросовку, Дейму, Преголю в Калининградский залив. Однако этот сток окажется недостаточным, и уровень Куршского залива будет расти до таких значений, которые приведут к прорыву косы. Прорыв, по мнению Пустельникова, произойдет между поселками Морское и Дюны, т. е. в средней части косы, недалеко от государственной границы с Литвой.

Вариант прорыва косы со стороны залива нам тоже представляется реальным, как и прорыва со стороны моря. Однако наиболее вероятным местом прорыва нужно считать тот участок косы, который состоит из наиболее слабых, неустойчивых образований, каковыми являются торфяники. Из выявленных сейчас залежей торфа самая крупная находится в корневой части косы (у Зеленоградска). Опасность размыва этой

залежи возрастет, если будет повышаться как уровень Балтийского моря, так и уровень Куршского залива. По нашему мнению, именно здесь следует ожидать угрозу прорыва, разрушения целостности Куршской косы и восстановления существовавшего ранее пролива.

Следует отметить, что торфяные залежи Куршской косы изучены слабо, а геоэкологическое и палеогеографическое значение их раскрыты далеко не полностью. В отношении других кос Балтийского моря дело обстоит не лучше.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Интеграция» и «Мировой океан».

Список литературы

1. Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. Геоморфология Куршской косы // Прибрежная зона моря: Морфодинамика и геоэкология: Материалы Международной конференции. Калининград: Изд-во КГУ, 2004. С. 65—70.
2. Блажчишин А.И. Палеогеография и эволюция позднечетвертичного осадконакопления в Балтийском море. Калининград: Янтарный сказ, 1998.
3. Болдырев В.Л. Куршская коса: состояние береговой зоны и вопросы берегозащиты // Проблемы изучения и охраны природы Куршской косы. Калининград: ГП «КГТ», 1998. С. 87—99.
4. Гуделис В.К. Некоторые данные о строении и развитии пересыпи Куршю-Неринга // Тр. ИО АН СССР. М., 1954. Вып. 10. С. 62—69.
5. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов // М.: Недра. 1962.
6. Корнеевец Л.В. Гидрогеологические условия и основные режимы грунтовых вод Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природы Куршской косы. Калининград: ГП «КГТ», 1998. С. 230—240.
7. Орленок В.В., Кружалин В.Н., Жиндарев Л.А. Геоморфология и экология юго-восточного побережья Балтийского моря: проблемы его защиты, консервации и менеджмента // Прибрежная зона моря: Морфодинамика и геоэкология: Материалы Международной конференции. Калининград: Изд-во КГУ, 2004. С. 7—17.

8. Романова Е.А. Палеогеографические карты бассейна Балтийского моря для поздне-последнего периода // Комплексное изучение природы Атлантического океана: Тез. докл. 6-й региональной конференции Географического общества. Калининград: Изд-во КГУ, 1991. С. 118—119.

9. Харин Г.С. Древнебереговые линии и уступы на дне Гданьского залива и Центральной Балтики // Процессы осадконакопления в Гданьском бассейне (Балтийское море) / Ин-т океанологии АН СССР. М., 1986. С. 25—30.

10. Харин Г.С., Харин С.Г. Геологическое строение Куршской косы и ее подводных склонов // Проблемы изучения и охраны природы Куршской косы. Калининград: ГП «КГТ», 1998. С. 318—329.

11. Vitinas A., Damusyte A., Hutt G. et al. Stratigraphic Correlation of Late Weichselian and Holocene Deposits in the Lithuanian Coastal Region // Proc. Estonian Acad. Sci. Geol. 2000. Vol. 49. № 3. P. 200—217.

Г.А. Цыбалева, Ю.Ю. Полунина

(Атлантическое отделение Института океанологии
им. П.П. Шишова РАН)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕТНЕГО ЗООПЛАНКТОНА КУРШСКОГО ЗАЛИВА

Резюме: Приведены сведения о видовом составе, пространственном распределении, численности и биомассе зоопланктона в прибрежной и открытой частях Куршского залива в 2001, 2003 гг. Отмечены долговременные изменения в зоопланктоне залива: увеличение линейных размеров тела планктонных животных; увеличение размера потребляемых пищевых частиц доминирующими видами-фильтраторами.

Resume: The recent data on species composition, spatial distribution, density and biomass of zooplankton in costal and open areas of Curonian lagoon are given. Some long-term changes were found: an increase of zooplanktic organisms in linear body size; an increase of mean diameter of particles consumed bay the dominant filter-feeding species.

Введение

Наблюдения за зоопланктоном Куршского залива ведутся на протяжении почти 100 лет. В изучении можно выделить два периода: фаунистический, где приводится видовой состав и морфология отдельных видов [13; 14] и количественный [2—4; 6; 9; 11], где приведены данные о численности и биомассе зоопланктона, зависимости количественных показателей от некоторых факторов среды и многолетней динамике зоопланктона.

Всего за период исследований было отмечено около 209 видов основных таксономических групп зоопланктона [9]. Зоопланктон Куршского залива представлен преимущественно пресноводными видами, лишь в его северной части, подверженной влиянию морских вод, отмечены виды морского происхождения. Для залива характерны выраженные сезонные изменения в зоопланктонном сообществе и смена доминирующих видов.

Недостаточность информации по современному состоянию зоопланктона и выявление долговременных изменений в его развитии, а также отсутствие полных сведений о его распределении в российской части акватории Куршского залива стали предпосылками для данного исследования.

Материал и методы

Материал для исследования собирали на прибрежных и открытых участках российской части Куршского залива в мае и августе 2001 г. и июле 2003 г. на 17 станциях (рис. 1). Всего собрано и обработано 32 пробы. Пробы зоопланктона в пелагиали залива отбирали количественной сетью Джеди (диаметр входного отверстия 14 см; размер ячеек 100 мм) вертикальным ловом от дна до поверхности, в прибрежье — процеживали 50 л через эту же сеть. Пробы фиксировали 4 %-ным формалином. Камеральная и статистическая обработки проб проводились по общепринятым методикам [7]. Биомасса зоопланктона рассчитывалась по зависимостям массы от длины [1].

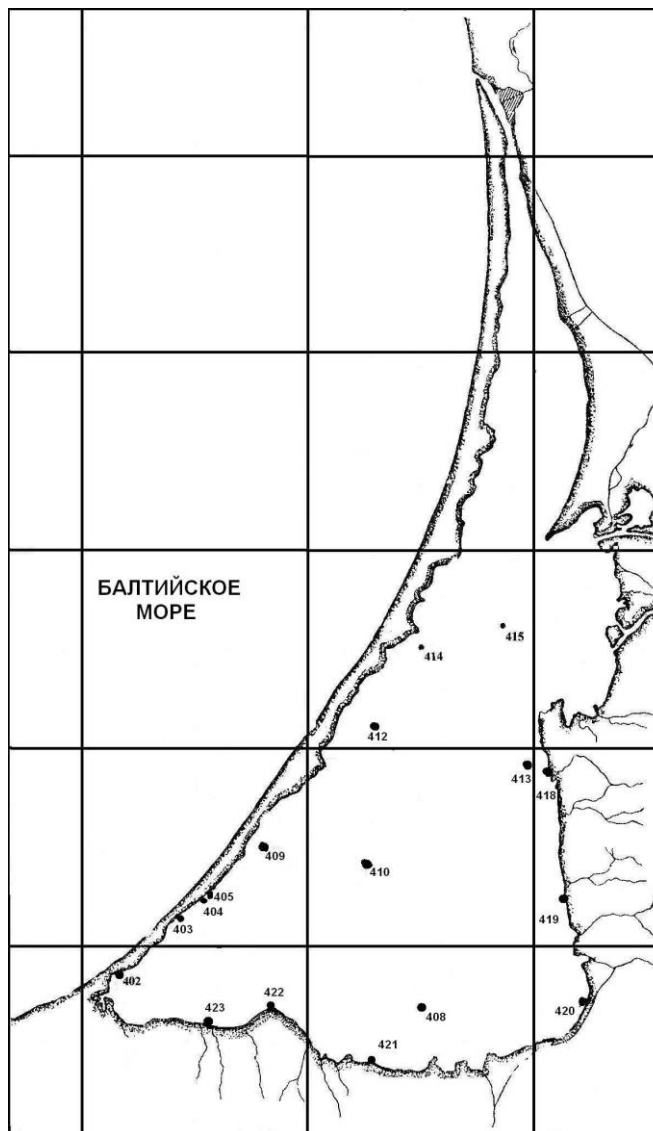


Рис. 1. Схема станций отбора проб в Куршском заливе

Результаты

Фаунистический состав зоопланктона в период исследования был представлен 58 видами: Rotatoria — 16, Cladocera — 15, Copepoda — 18. Видов, которые присутствовали в планктоне в период всего исследования, было 10 (Rotatoria — 3, Cladocera — 2, Copepoda — 5). Видовое разнообразие зоопланктона залива снижалось от мая к августу (рис. 2). Максимальное число видов отмечено в мае (46), минимальное — в августе (17).

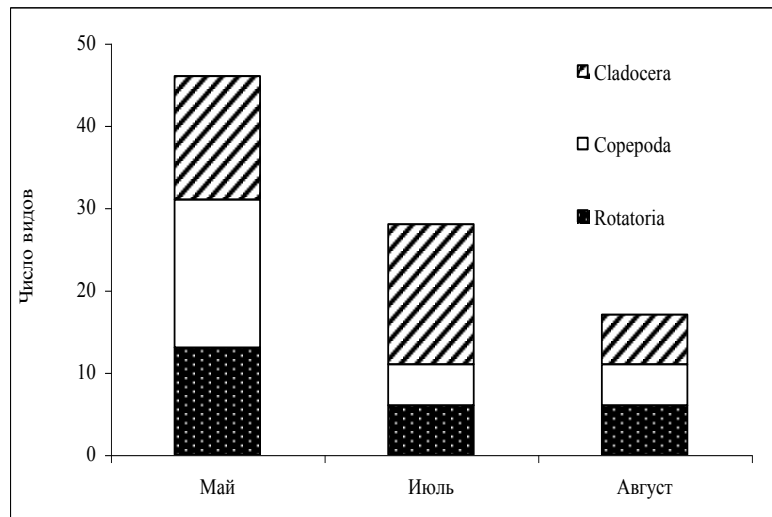


Рис. 2. Сезонные изменения в фауне зоопланктона в Куршском заливе, 2001, 2003 гг.

В литорали залива видовое разнообразие зоопланктона выше, чем в лимнической зоне, особенно планктонных ракообразных (табл. 1).

Таблица 1

**Количество видов зоопланктона
в разных зонах Куршского залива, 2001 г.**

Месяц	Основная группа	Литораль	Лимнион	Общие
Май	Rotatoria	7	10	4
	Copepoda	18	9	8
	Cladocera	14	8	7
	<i>Всего</i>	<i>39</i>	<i>27</i>	<i>19</i>
Август	Rotatoria	7	3	3
	Copepoda	5	3	2
	Cladocera	4	5	3
	<i>Всего</i>	<i>16</i>	<i>11</i>	<i>8</i>

Зоопланктон представлен пресноводными формами. Комплекс массовых видов в разные периоды исследования отличался (табл. 2). Только веслоногий рачок *Mesocyclops leukarti* входил в набор массовых видов в течение трех месяцев.

Таблица 2

Массовые виды зоопланктона в Куршском заливе, 2001, 2003 гг.

Май	Июль	Август
<i>Keratella quadrata</i> , <i>M. leukarti</i> , <i>Bosmina longirostris</i> , <i>Daphnia longispina</i>	<i>M. leukarti</i> , <i>Daphnia longispina</i> , <i>Chidorus sphericus</i>	<i>M. leukarti</i> , <i>Chidorus sphericus</i> , <i>Diaphanosoma brachyurum</i>

В целом по численности и биомассе в зоопланктоне Куршского залива преобладали веслоногие и ветвистоусые ракообразные. Доля коловраток от общей численности была выше в прибрежье, чем в открытой зоне залива, и на отдельных станциях составляла до 40—60 %. Максимальная доля ветвистоусых ракообразных от общей численности и биомассы зафиксирована в открытой части залива.

Пространственное распределение зоопланктона (рис. 3) на акватории залива было не однородно, часто количественные показатели (особенно биомасса) в лимнической зоне превышали таковые в прибрежье, что связано с массовым развитием здесь крупных кладоцер: фильтраторов рода *Daphnia* и хищной *Leptodora kindtii*.

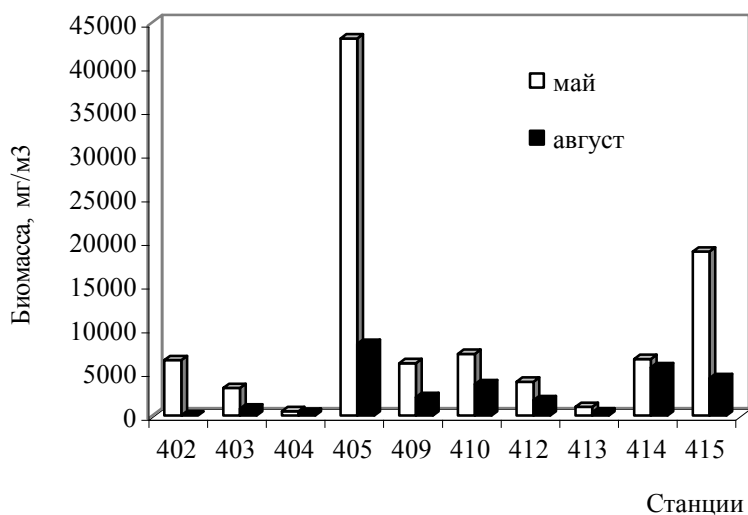


Рис. 3. Распределение зоопланктона в Куршском заливе, 2001 г.

Численность и биомасса зоопланктона на разных станциях изменялась в широких пределах: от 34,2 тыс. экз./м³ и 0,4 г/м³ до 1755,7 тыс. экз./м³ и 43,1 г/м³ соответственно. Максимальные значения биомассы зоопланктона отмечены на разных участках залива: туристическая база «Дюны» (ст. 405) на Куршской косе; устьевая зона рек Неман (ст. 415) и Дейма (ст. 408). На наш взгляд, такая локализация высоких значений зоопланктона обусловлена поступающими в эти районы биогенами антропогенного происхождения.

Максимальная средняя по заливу численность и биомасса отмечена в мае (соответственно 284,6 тыс. экз./м³ и 7,84 г/м³), минимальная — в июле (101 тыс. экз./м³ и 0,92 г/м³). В августе, по сравнению с маем, количественные показатели снизились в 2 раза.

В июне 2003 г. наблюдались низкие значения численности и биомассы зоопланктона (табл. 3).

Таблица 3

**Численность и биомасса зоопланктона Куршского залива
в мае и августе 2001 г. июле 2003 г.**

Показатель	Май	Август	Июль
Численность, тыс. экз./м ³	284,6	151,64	101
Биомасса, мг/м ³	7839	3086	919

Температура воды в заливе повышалась с мая (14,7°C) по август (22,4°C), тогда как прозрачность наоборот снижалась от 0,61 м до 0,24 м.

С повышением температуры воды в заливе возрастает количество фитопланктона, в особенности цианобактерий, массовое развитие которых приводит к «цветению» воды, что может оказывать неблагоприятное воздействие на зоопланктоценоз залива. Колониальные цианобактерии, содержащие газовые вакуоли (например, pp. Aphanizomenon, Microcystis), образуют в поверхностном слое скопления [5], что снижает их доступность для зоопланктона и вызывает механическое засорение фильтровального аппарата зоопланктеров-фильтраторов. Известно, что некоторые виды цианобактерий выделяют в воду токсины, которые негативно влияют на гидробионтов, в том числе и зоопланктон.

Изменение количественных характеристик зоопланктона является также следствием естественного сезонного цикла развития основных групп и видов зоопланктонного сообщества Куршского залива.

Обсуждение

Развитие современного летнего зоопланктоценоза Куршского залива во многом зависит от биотопа (прибрежная зона залива или открытая часть) и от сезона года. Максимальные видовое разнообразие, численность и биомасса зоопланктона отмечены в мае. В августе зафиксировано снижение всех перечисленных параметров. Максимальные значения биомассы зоопланктона, отмеченные на разных участках залива, обусловлены, вероятно, биогенами антропогенного происхождения, поступающими с речными водами и стоками турбазы «Дюны».

Снижение прозрачности вод залива от мая к августу связано с массовым развитием планктонных водорослей, периодически вызывающим феномен «цветения» вод. Наблюдаемое снижение разнообразия, численности и биомассы зоопланктона в августе связано, вероятно, с негативным влиянием большого количества синезеленых водорослей.

В выявлении долговременных изменений в зоопланктонном сообществе Куршского залива одним из важных аспектов, характеризующих эти изменения, является видовой состав и комплекс доминирующих видов. Сравнение общих списков зоопланктона в разные периоды исследования Куршского залива представляется сложным. Отличие в месторасположении станций, частоте и регулярности сборов, а в некоторых случаях методов отбора проб не позволяют достоверно, по нашему мнению, выявить изменения в фауне зоопланктона. Поэтому нам представляется более целесообразным сравнить списки доминирующих видов, изменения которых в целом отражают направления в развитии зоопланктоценоза данной акватории.

Нами были выявлены изменения в структуре доминирующих видов на протяжении почти столетия. В начале XX в. в

состав доминант входили: 4 вида Rotatoria, 2 вида Cyclopoidea и 1 вид Cladocera, в то время как в 2001, 2003 гг. — 1 вид Rotatoria, 1 вид Cyclopoidea, 4 вида Cladocera (табл. 4). Таким образом, возросла доля рачкового планктона, прежде всего крупных дафний, и увеличились линейные размеры доминирующих животных. При этом изменилась характеристика типов питания доминант и размер потребляемых этими видами пищевых частиц (табл. 3). Доминирующие в начале XX в. коловратки по составу потребляемой пищи относились к трем группам: трипто-бактериофаги: *Keratella cochlearis*, *Filinia longiseta*; фитофаги: *Polyartra trygla*; зоофаги: *Asplanchna herriki*. При этом по размерам потребляемых пищевых частиц это были преимущественно микрофаги, предпочитающие корм размерами около 1 мкм (не более 10—12 мкм), лишь *A. herriki* относилась к макрофагам (способна потреблять частицы до 50 мкм) [4]. В начале XXI в. в состав доминант входила лишь *Keratella quadrata*. Циклопы всего периода исследования по типу питания относятся к хватателям-зоофагам. По нашим данным, в зоопланктоне некоторых участков залива значительных численностей и биомасс достигает веслоногий рачок *Eudiaptomus graciloides*, который по типу питания относится к фильтраторам-альгофагам. Среди доминирующих видов возросла доля кладоцер, способных потреблять пищевые частицы размером до 30 мкм (табл. 3).

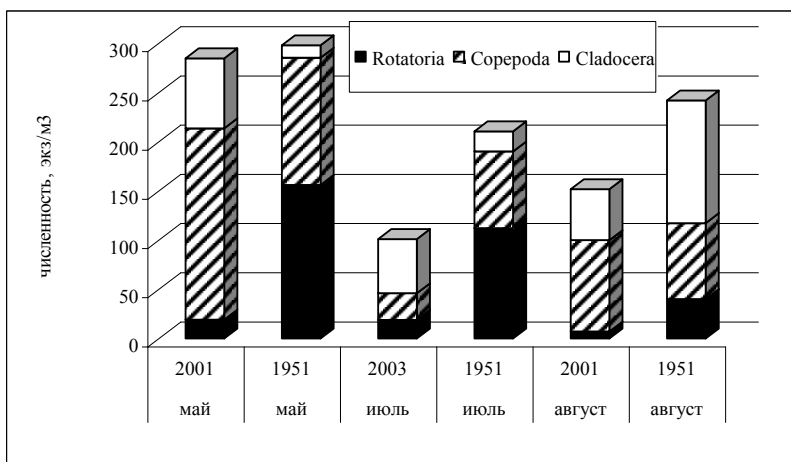
Таким образом, в структуре комплекса доминирующих видов в течение XX в. произошли изменения: увеличение линейных размеров тела животных, доли альгофагов и у видов-фильтраторов — размера потребляемых пищевых частиц.

Отмечены существенные отличия в структуре современного зоопланктона по сравнению с данными 1950-х гг.: возросла доля рачкового зоопланктона (как по численности, так и биомассе), а доля коловраток значительно снизилась (рис. 4).

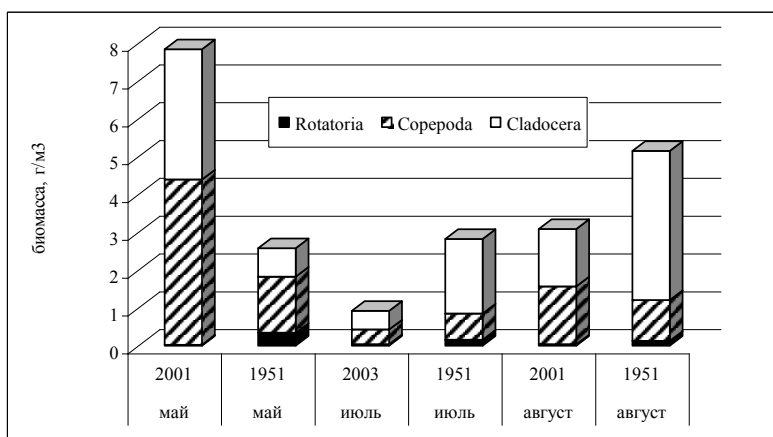
Таблица 4

**Доминирующие виды в Куршском заливе,
их характеристика по типу питания и размеру пищевых частиц**

Группа зоопланктона	Виды в 1920—1935 гг. [13]	Тип питания, размеры пищевых частиц [8]	Наши данные (2001, 2003 гг.)	Тип питания, размеры пищевых частиц [8]
Rotatoria	1. <i>Keratella cochlearis</i> 2. <i>Filinia longiseta</i> 3. <i>Polyartra trygla</i> 4. <i>Asplanchna herriki</i>	1. Трипто-бактериофаги, 2. Фитофаг 3. Зоофаги	1. <i>Keratella quadrata</i>	Фитофаг
Copepoda	1. <i>Megacyclops viridis</i> 2. <i>Cyclops strnuus</i>	Хвататели Зоофаги	1. <i>Mesocyclops leuckarti</i>	Хвататели Зоофаги
Cladocera	<i>Chydorus sphericus</i>	Фильтратор Фитофаг 14 мкм	1. <i>Chydorus sphericus</i> 2. <i>D. longispina</i> 3. <i>B. coregoni</i> 4. <i>D. brachiurum</i>	Фильтраторы фитофаги 14 мкм 3—30 мкм 14 мкм 10—30 мкм



a)



b)

Рис. 4. Численность (a) и биомасса (б) основных групп зоопланктона в Куршском заливе в мае, июле и августе 1951 г. [3] и 2001, 2003 гг.

В мае 1951 и 2001 гг. численности планктонных животных были очень сходны (соответственно 297,85 и 284,6 тыс. экз./м³), в то время как биомасса отличалась значительно: в 2001 г. она была в 3 раза выше. Такое различие обусловлено, вероятно, более высокой средней массой одного планктонного животного в 2001 г. по сравнению с 1951 г. и говорит об увеличении средних линейных размеров зоопланктеров.

Таким образом, по сравнению с 1950-ми годами в современном зоопланктоне стали преобладать животные с бо́льшими линейными размерами тела.

Изменение численности и биомассы зоопланктона в разные периоды исследования показали, что его развитие в конце 1950-х [3] и начале 2000-х гг. было количественно сходным: в оба периода биомассы превышали 3 г/м³, а численности составляли около 200 тыс. экз./м³. В то же время 1974—1982 гг. [4] характеризовались более низкими значениями биомассы и численности (табл. 5).

Таблица 5

**Среднегодовая численность и биомасса зоопланктона
Куршского залива**

Год	Численность, тыс. экз./м ³	Биомасса, г/м ³
1951	223,1	3,38
1974	116	2
1981	30	0,99
1982	122,3	1,7
2001, лето	179	3,9

Выводы

Зоопланктон Куршского залива в летний период 2001 и 2003 гг. представлен 58 видами (Rotatoria — 16, Cladocera — 15, Copepoda — 18). Максимальное видовое разнообразие отмечали в мае, минимальное — в августе. Наиболее разнообразна планктофауна прибрежной зоны.

Массовый вид, встреченный в течение всего периода исследования, — веслоногий рачок *Mesocyclops leukarti*, остальные доминирующие виды: в мае — *B. longirostris*, *D. longispina*, в июле — *D. longispina*, *C. sphericus*, в августе — *C. sphericus*, *Diaphanosoma brachiurum*.

По численности и биомассе преобладали Cladocera и Copepoda.

Количественные показатели зоопланктона в лимнической зоне обычно превышали таковые в прибрежье, что связано с массовым развитием крупных фильтрующих кладоцер рода *Daphnia* и облигатной хищной кладоцеры *Leptodora kindtii*.

Максимальные значения биомассы зоопланктона отмечены на разных участках залива, но их локализация обусловлена, на наш взгляд, поступающими биогенами антропогенного происхождения из рек Неман и Дейма и сточных вод туристической базы «Дюны».

Максимальные значения численности и биомассы зоопланктона в Куршском заливе отмечены в мае. С повышением температуры в заливе возрастает количество микроводорослей, в частности цианобактерий, периодически вызывающих феномен «цветения» воды, что оказывает в целом неблагоприятное воздействие на зоопланктоценоз залива.

Отмечены долговременные изменения в зоопланктоне Куршского залива: увеличение линейных размеров тела планктонных животных; увеличение размера потребляемых пищевых частиц в группе доминирующих видов-фильтраторов. Количественные показатели зоопланктона конца 1950-х и начала 2000-х гг. сходны, в то время как в 1974—1982 гг. его численность и биомасса ниже.

Список литературы

1. Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных ракообразных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979. С. 169—172.
2. Киселите Т. Зоопланктон залива Куршю Марес // Тр. АН ЛитССР. Сер. Б. Вильнюс, 1957. Т. 4. С. 30—34.

3. *Киселите Т.* Зоопланктон залива Куршю марес // Куршю Марес. Итоги комплексного исследования / Под ред. Янкявичуса. Вильнюс, 1959. С. 169—190.

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

5. *Ланге Е.К.* Характеристика позднелетнего фитопланктона // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: Сб. науч. ст. Вып. 3 / Сост. О.В. Рыльков, И.П. Болдырева. Калининград, 2005. С. 98—110.

6. *Мажейкайте С.И.* Зоопланктон северной части Куршю-Марес в 1974 и 1975 гг. Сезонные изменения численности и видового состава многоклеточного зоопланктона // Тр. АН ЛитССР. 1978. № 4(84). С. 55—58.

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

8. *Монаков А.В.* Питание пресноводных беспозвоночных. М., 1998. С. 124.

9. *Науменко Е.Н.* Видовой состав зоопланктона Куршского залива Балтийского моря // Гидробиологические исследования в Атлантическом океане и бассейне Балтийского моря: Сб. науч. тр. Калининград, 1994. С. 20—35.

10. *Науменко Е.Н.* Куршский залив. Зоопланктон // Закономерности гидрологического режима водоемов разного типа. М.: Научный мир, 2004. С. 124—129.

11. *Печюлене О.* Зоопланктон Балтийского моря у берегов Литвы и его связь с северной частью залива Куршю-Марес // Гидробиология и ихтиология внутренних водоемов Прибалтики. Рига: Зинатне, 1963. № 7. С. 58—63.

12. *Червинская Э.А.* Основные черты гидрологического режима залива Куршю марес // Куршю Марес. Итоги комплексного исследования. Вильнюс, 1959. С. 47—69.

13. *Schmidt-Ries H.* Untersuchungen zur Kenntnis des Pelagials eines Strandgewässers (Kurisches Haff). Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. Königsberg, 1940.

14. *Szidat L.* Beilage zur Faunistik und Biologie des Kurischen Haffes. Schriften d. Phys.-ök. Ges. Zu Kbg. i. Pr. 1926. Bd. 65. H. 1.

**РОЛЬ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ MYTILUS EDULIS
В ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МОРСКИХ ВОД**

Резюме: Проблема загрязнения прибрежных морских вод металлами актуальна в связи с возрастающей хозяйственной деятельностью человека. Моллюски наиболее часто используются как показатель состояния окружающей среды. Двустворчатые моллюски являются организмами-фильтраторами и накапливают металлы с пищей. Синтез металлотионеинов — один из основных способов, обеспечивающих стабильность организмов к повышенной концентрации тяжелых металлов. Для изучения были собраны моллюски *Mytilus edulis* в марте и июле 2005 г. в прибрежной зоне г. Пионерского и пос. Морское. Вес моллюсков составил от 0,076 до 0,149 г и от 1,07 до 3,01 г соответственно. Определено удельное содержание металлотионеинов в мягких тканях *Mytilus edulis*.

Resume: The problem of pollution of coastal sea waters metals is actual now in connection with escalating economic activities of the people. Molluscs most are frequently used as parameters of a condition of an environment. Two-folding molluscs are filtration organisms and accumulate metals with food. Synthesis MT — one of the basic ways providing stability of organisms to increased concentration of heavy metals. For research of molluscs *Mytilus edulis* caught in March, 2005 and in July, 2005 in a coastal zone of the city of Pionersk and Morskoe. The weight of molluscs has made from 0,076 g up to 0,149 g and from 1,07 g up to 3,01 g accordingly. The specific contents of fibers MT in soft tissues *Mytilus edulis* are determined.

Проблема загрязнения прибрежных морских вод металлами продолжает привлекать внимание исследователей в связи с возрастающим их поступлением в прибрежную зону в результате хозяйственной деятельности человека. Изучение содержания металлов в организмах морских животных является важной составной частью оценки и мониторинга состояния прибрежной зоны [1].

Моллюски, в частности *Mytilus edulis*, — наиболее распространенный объект исследования в гидробиологии и чаще всего используются как показатель состояния окружающей среды. Являясь фильтраторами, *Mytilus edulis* аккумулируют металлы с пищей, и одной из причин разной концентрации Zn, Cu, Pb и Cd в органах и тканях моллюсков является разное содержание металлов в фитопланктоне [2].

В дальнейшем мы планируем, используя гистохимический метод, определить наличие тяжелых металлов в мягких тканях *Mytilus edulis*, обитающих в прибрежной зоне Балтийского моря.

При изучении воздействия тяжелых металлов на живые организмы именно субклеточное распределение металлов является показателем внутриклеточных процессов.

Одним из основных способов, обеспечивающих устойчивость организмов к повышенным концентрациям тяжелых металлов, является синтез металлотионеинов (МТ). Эти цитоплазматические белки принимают участие в метаболизме физиологически важных металлов — Zn и Cu, а также в детоксикации и аккумуляции таких токсичных металлов, как Cd, Ag и Hg [3].

МТ образуют устойчивые комплексы с тяжелыми металлами, защищая внутриклеточные структуры и биохимические системы от повреждений.

Задачей нашего исследования стало определение МТ в мягких тканях двустворчатого моллюска *Mytilus edulis*. Моллюсков для исследования отлавливали в марте 2005 г., в прибрежной зоне Балтийского моря на глубине 10 м, удаленность от берега — 5 миль; температура воды +7°C. Для исследования было отобрано 13 особей. Содержание МТ определяли методом радиоактивных индикаторов [4], который основан на замещении ионов металлов на радиоактивный ¹⁰⁹Cd. Количество МТ (мкг/г) определяли расчетным путем. Исследуемые моллюски имели вес от 0,076 до 0,149 г. Удельное содержание МТ варьировало от 8,4 до 79,6 мкг/г, среднее значение 41,15 мкг/г.

Были также исследованы моллюски, отловленные в июле 2005 г. (район пос. Морское) на глубине 4,7 м. Вес моллюсков

составил от 1,07 до 3,01 г. Удельное содержание МТ варьировало от 9,8 до 98,3 мкг/г, среднее значение 42,38 мкг/г.

Ранее были получены результаты по удельному содержанию МТ в моллюсках *Mytilus edulis*, отловленных в июне 2004 г., на глубине 1—3 м, удаленность от берега 20 м; среднее удельное содержание МТ в мягких тканях составило 35,47 мкг/г.

Сравнивая данный показатель с содержанием МТ в тканях *Mytilus edulis*, отловленных весной и летом 2005 г., можно отметить незначительное отличие. Вероятно, оно связано с пространственным расположением, массой моллюсков и условиями их питания.

Список литературы

1. Ковальский В.В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974.
2. Boyden C.R. Trace element content and body size in mollusks // Nature. 1974. V. 251. P. 314—331.
3. Bargagli R., Nelli L., Ancora S., Focardi S. Elevated cadmium accumulation in marine organisms from terra Nova Bay // Pollar Biol. 1996. Vol. 16. P. 513—520.
4. Данилин И.А., Сызыныс Б.И., Козьмин Г.М. Экспериментальное обоснование нового метода биотестирования пресноводных водоемов по содержанию белков металлотioneинов в органах и тканях двусторчатых моллюсков // Экология. 2002. № 5. С. 383—386.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Абрамов Р.В.</i> Циркуляционные особенности осени 2005 года в юго-восточной части Балтийского моря	3
<i>Абрамов Р.В., Гуцин О. А., Стонт Ж. И.</i> Исследование разномасштабных характеристик измеряемого ветра в новых условиях	18
<i>Алексеев В.И.</i> Материалы по фауне ксило- и мицетобионтных жесткокрылых (Coleoptera) Куршской косы	28
<i>Белова О. В., Губарева И. Ю.</i> Основные пути миграции адвентивных видов растений на территорию НП «Куршская коса»	47
<i>Беленец Ю.Е., Жигунов А.В., Дорошин А.В.</i> Состав и свойства почв и песчаных отложений на территории НП «Куршская коса».....	52
<i>Буруковская Т. Г.</i> О результатах мониторинга изменений в комплексах прибрежных ландшафтов восточного и западного побережий Куршской косы	61
<i>Губарева И.Ю.</i> Конспект высших споровых растений НП «Куршская коса»	72
<i>Залуцкая Е.А., Скиба Е. В., Бугаева Е. В.</i> Накопление тяжелых металлов и локализация гликогена в тканях леща Куршского и Вислинского заливов	83
<i>Кузьмин С.Ю.</i> Оценка экологического состояния водоемов Куршской косы гидробиологическими методами	95
<i>Новова Е. Е.</i> Оценка состояния ландшафтов Куршской косы методом профилирования	103
<i>Петренко Д.Е.</i> Сравнительный анализ лишенофлор Куршской, Вислинской и Хельской (коса Хеля) кос	116
<i>Рыльков О.В.</i> Феноменология и опыт анализа причин ветровала на Куршской косе	129
<i>Свинцов И.П., Чмыр А.Ф., Тепляков Г.Н., Чердниченко В.П., Дорошин А.В.</i> Лесомелиоративные и организационные способы сохранения устойчивости авантюны Куршской косы.....	139
<i>Тепляков Г.Н., Чердниченко В.П., Дорошин А.В., Солодов А.А.</i> Лесоводственные принципы и стратегия сохранения дюнных ландшафтов Куршской косы.....	159
<i>Фельдман М. В.</i> Оценка распространения и запаса аэрогидрофитов российской части Куршского залива	172
<i>Харин Г.С., Харин С.Г.</i> Новые данные о геологическом строе-	176

нии и составе Куршской косы.....	
<i>Цибалева Г. А., Полунина Ю.Ю.</i> Современное состояние лет- него зоопланктона Куршского залива.....	194
<i>Шестакова И. А.</i> Роль двусторчатых моллюсков <i>Mutilus Edu-</i> <i>lis</i> в оценке экологического состояния морских вод	208

Научное издание

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

Сборник научных статей

Выпуск 4

Составители

Олег Васильевич Рыльков
Ирина Петровна Жуковская

Редактор Л.Г. Ванцева. Корректор Л.Г. Владимирова
Оригинал-макет подготовлен Л.В. Семеновой

Подписано в печать 08.11.2006 г.

Бумага для множительных аппаратов. Формат 60×90¹/₁₆.
Гарнитура «Таймс». Ризограф. Усл. печ. л. 13,2. Уч.-изд. л. 10,5.
Тираж 300 экз. Заказ .

Издательство Российского государственного университета имени Иммануила Канта
236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14

