



УДК 551.579(261.24)

РОЛЬ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЭОЛОВЫХ ФОРМ КУРШСКОЙ КОСЫ (Юго-Восточная Балтика)

Ж. И. Стонт, М. О. Ульянова

Стонт Жанна Ивановна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории геоэкологии, Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН, Москва, ocean_stont@mail.ru

Ульянова Марина Олеговна, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геоэкологии, Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН, Москва, marioches@mail.ru

Рассматриваются вопросы влияния отдельных метеорологических условий на потенциально возможные эоловые процессы на Куршской косе (Юго-Восточная Балтика). Показано, что наибольшее влияние оказывают ветровые условия, особенно в осенне-зимний период. Лимитирующим фактором является сумма выпавших осадков. Температурные условия и относительная влажность не являются препятствием для рассматриваемых процессов. По данным за последнее десятилетие (2006–2017 гг.), по совокупному воздействию всех метеорологических условий в среднем 37 ± 20 сут/год, возможно, было возникновение потенциальной дефляции с формированием эоловых форм рельефа. Наблюдается тенденция к увеличению дней, благоприятствующих формированию эоловых форм рельефа. **Ключевые слова:** Юго-Восточная Балтика, Куршская коса, эоловые формы рельефа, метеорологические параметры, ветровые условия.

The Role of Meteorological Conditions in the Formation of the Eolian Forms of the Curonian Spit (South-Eastern Baltic Sea)

Zh. I. Stont, M. O. Ulyanova

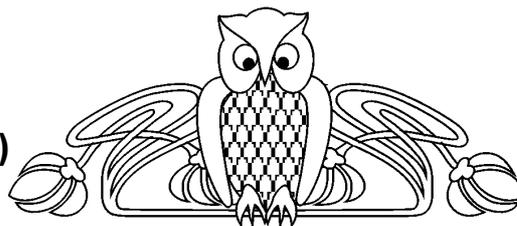
Zhanna I. Stont, ORCID 0000-0002-1315-6018, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, 36, Nahimovskiy Prosp., Moscow, 117997, Russia, ocean_stont@mail.ru

Marina O. Ulyanova, ORCID 0000-0002-1315-6018, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, 36, Nahimovskiy Prosp., Moscow, 117997, Russia, marioches@mail.ru

The influence of certain meteorological conditions on the conditions and speed of the eolian processes on the Curonian Spit (the south-eastern part of the Baltic Sea) is considered. It is shown that the wind conditions are the most influential, especially in the autumn-winter period. The limiting factor is the amount of precipitation. Temperature conditions and relative humidity are not an obstacle for the processes under consideration. According to the data for the last decade (2006–2017) there could be a potential deflation with the formation of eolian relief forms on average 37 ± 20 days/year on the combined effect of all meteorological conditions. There is a tendency to increase of the days favor the formation of eolian relief forms.

Key words: South-Eastern Baltic Sea, Curonian Spit, eolian forms, meteorological parameters, wind conditions

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-169-177



Введение

Протяженность береговой линии Балтийского моря в пределах Калининградской области около 150 км, из них 48 км – Куршская коса. Общая протяженность Куршской косы 90 км. Это самая крупная береговая аккумулятивная форма в пределах побережья Балтийского моря. Она начинается у г. Зеленоградск и заканчивается у г. Клайпеда, от которого отделена узким проливом (рис. 1). Средняя высота около 40 м, максимальная – более 60 м над уровнем моря [1]. Ширина российской части косы колеблется от 0,35 до 4 км.

Доминирующим фактором формирования рельефа Куршской косы являются колебания уровня моря [2]. Развитие эоловых процессов, тесно связанных с колебаниями уровня моря, также влияет на рельеф как прибрежной зоны, так и всей косы. Третий важный фактор – литодинамические процессы в береговой зоне, которые способствуют вдольбереговому и поперечному перемещению наносов и выравниванию морской береговой линии [3, 4].

В плане коса имеет вид пологой дуги с радиусом около 300 км, вогнутой в сторону моря. Западный, морской ее край, выровнен, а восточный, обращенный к одноименному заливу, имеет извилистые очертания. Берега песчаные, аккумулятивные, но на всем своем протяжении неоднородные.

Обилие песчаного материала в составе осадков береговой зоны и ветровые условия способствуют широкому развитию эоловых процессов на морских берегах. Значение эоловых процессов для морфо- и литодинамики в прибрежной зоне многократно подчеркивалось в классической [5–7] и современной [2, 8–15] литературе.

Условия в береговой зоне Куршской косы в целом способствуют образованию и развитию эоловых форм рельефа. Существенным является угол подхода ветра к генеральному направлению береговой линии, так как при его оптимальных значениях создается потенциальная возможность максимального перемещения песчаного материала с пляжа вглубь суши. При соблюдении этих условий эоловые процессы в береговой зоне контролируются колебаниями уровня моря разного знака, способствуя образованию различных форм эолового рельефа [1].

Изменчивость авандюны Куршской косы носит пульсационный характер [8]. Открытые участки авандюны наиболее подвержены эоловой пере-

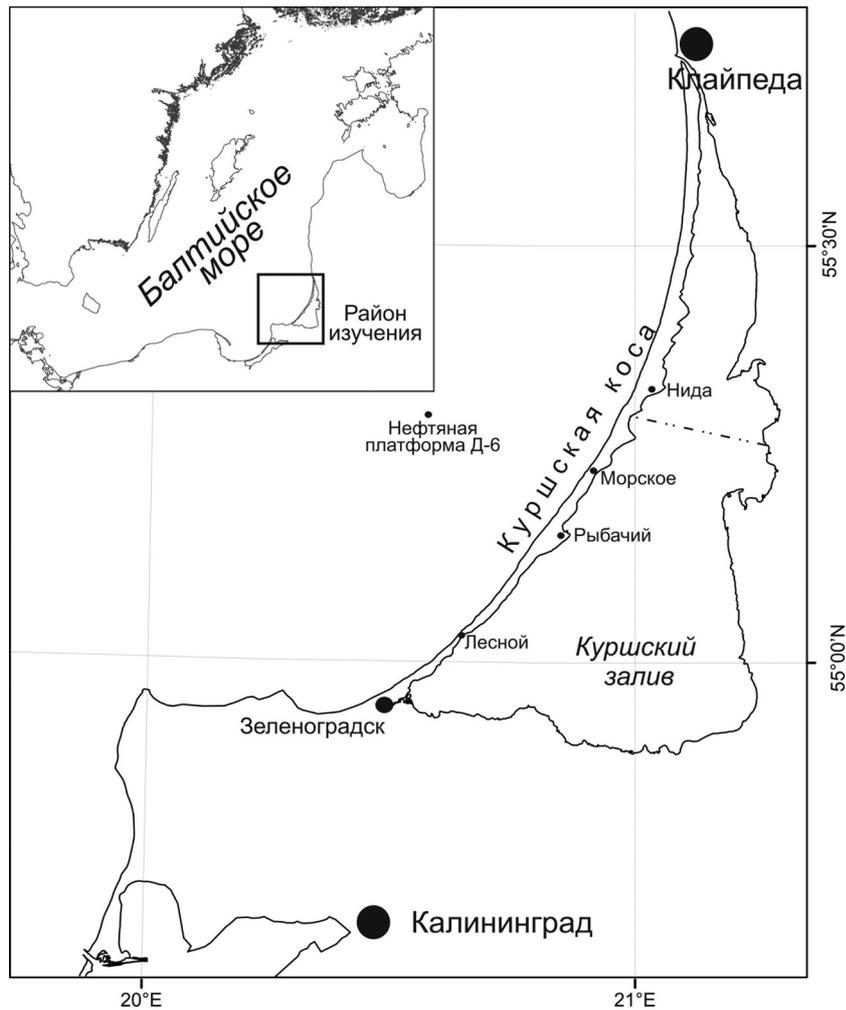


Рис. 1. Географическое положение района исследований

работке; участки, покрытые растительностью, в меньшей степени. Рельеф авантюны практически на всем протяжении расчленен котловинами дефляции. Размеры котловин в основном составляют 40–60 м, реже встречаются 80–100 м.

К экзогенным факторам, создающим рельеф и формирующими специфические отложения, наряду с направлением и скоростью ветра, можно отнести такие метеорологические параметры, как температура воздуха, влажность и количество выпавших осадков. Генеральное простираение континентального берега Балтийского моря от Датских проливов на восток, вначале зональное, становится в Юго-Восточной Балтике меридиональным; изменение происходит под прямым углом, сопряжение реализуется в системах кос и заливов на флангах Самбийского полуострова (см. рис. 1). Происходит транзит атлантических циклонов при отсутствии орографических препятствий, что и определяет распределение ветров по акватории и режим ветра в целом [16]. Главные черты поля ветра в Юго-Восточной Балтике заключаются в преобладании ветров от юго-запада

и запада с увеличением их скорости в холодный период года.

Барический градиент в течение всего года в большинстве случаев ориентирован с юго-востока на северо-запад, что определяет господство над Балтийским морем ветров западной четверти, обуславливающих перенос теплых и влажных масс с Атлантического океана.

В связи с этим проявляются характерные черты, присущие морскому климату умеренных широт: сравнительно небольшие колебания среднемесячной температуры воздуха, большая влажность и облачность в течение всего года. Осадков выпадает сравнительно много. Среднее годовое количество их колеблется от 500 до 700 мм, а число дней с ними – от 130 до 190 [17]. Максимум приходится на июль–август, минимум – на январь–март.

Для климатических сезонов Юго-Восточной Балтики характерны следующие сезонные особенности [18–20].

Зима – мягкая с преобладанием пасмурной погоды и частых осадков; сильные морозы редки и



непродолжительны; наибольшей повторяемостью отличаются южные, юго-западные и западные ветры, нередко достигающие силы штормовых. Наиболее сильные ветры (более 30 м/с) имеют вероятность один раз в 4–5 лет. Обычно штормы кратковременны, однако ежегодно наблюдается штормовая погода продолжительностью в 3–4 суток. В середине зимы могут наблюдаться непродолжительные морозы.

Весна в большинстве случаев прохладная и затяжная. По сравнению с зимой ветры ослабевают, повторяемость штормов уменьшается. Осадки выпадают реже, чем зимой, однако велика вероятность туманов. С середины апреля возрастает повторяемость антициклонической погоды.

Лето. Средняя температура самого теплого месяца около 18 °С, иногда бывает до 15 дней с температурами около 30 °С. В конце лета возрастает количество осадков, выпадающих преимущественно в виде ливней.

Осень обычно теплая, сырая и ветреная, преобладает влажная погода с частыми продолжительными осадками. В прибрежной зоне и открытом море часто бывают туманы и штормы.

Цель работы – оценить вклад отдельных метеорологических условий, в целом благоприятных для интенсивных процессов формирования эоловых форм рельефа на морском берегу Куршской косы, за последнюю декаду (2006–2017 гг.).

Материалы и методы

Для анализа влияния метеорологических условий на современную трансформацию дюн использовались метеорологические данные, получаемые в ходе экологического мониторинга побережья косы: морской ледостойкой стационарной платформе (МЛСП Д6), г. Клайпеды (www.rp5.ru) за 2006–2017 гг. (см. рис. 1). При исследовании необходимо было учитывать следующие условия [21, 22]:

- сумма осадков за 5 суток не должна превышать 6 мм;
- среднесуточная влажность воздуха меньше 95%;
- средняя суточная температура воздуха должна быть выше 0 °С или ниже –10°С;
- среднесуточная скорость ветра больше 6 м/с;
- направление эффективных ветров (согласно ориентации Куршской косы; см. рис. 1) находится в диапазоне ЮЮЗ–ВСВ [23, 24].

Относительная влажность воздуха, скорость и направление ветра, температура воздуха получены по данным метеостанции, установленной на морской платформе (~ 20 км от морского побережья Куршской косы, см. рис. 1). Высота измерения скорости ветра 32 м [25], скорость приводилась к стандартным 10 м. Среднечасовые значения всех величин усреднялись до среднесуточных, которые и использовались для анализа. Количество осад-

ков рассматривалось по данным метеостанции г. Клайпеды (55°42'N 21°09' E; высота 6 м; WMO ID 26509). По критериям, приведенным выше, была произведена фильтрация полученных данных.

Результаты и их обсуждение

Анализ картографических материалов за столетний период и космоснимков последних десятилетий позволил установить наличие смещения дюнного пояса южной части Куршской косы в восточном направлении. Скорости в обоих случаях приблизительно одинаковые и составляют от 2 до 5 м/год [11].

Важной особенностью является наличие относительного сокращения площади открытых дюн в результате зарастания западного склона растительностью, что приводит к общему сокращению влияния ветра на перенос песка.

Морфометрический анализ данных о рельефе дюн показал тенденцию к закреплению западного склона дюн, денудацию вершины дюн и частичное выполаживание восточного склона дюны с выдвиганием его на лагуну. Сравнение направлений наклонов склонов с зонами денудации показывает преобладание выдувания с западного и северо-западного склона, приrost для противоположных склонов – восточного и юго-восточного направления. Можно предположить, что наиболее активный перенос песка наблюдается при ветрах западных и северо-западных румбов [2, 11, 26–28].

Внутригодовая изменчивость

Для возникновения форм рельефа, которые образуются в результате активной дефляции, необходимы следующие условия: частые и сильные ветры; незначительное количество атмосферных осадков и небольшую влажность воздуха; температуру воздуха либо выше 0°С, либо ниже –10°С [21].

Построенные графики годового хода среднемесячных метеорологических данных за 2006–2017 гг. (рис. 2) показали:

- по температуре неблагоприятны январь и февраль, когда среднемесячные температуры лежат в диапазоне от 0 до –10°С;
- среднемесячные скорости ветра 7 месяцев (сентябрь–март) превышают 6 м/с;
- среднемесячная относительная влажность воздуха не превышает 95% в течение всего года;
- среднемесячные суммы осадков минимальные в феврале–марте–апреле (около 30 мм/мес.). Начиная с июня количество выпадающих осадков увеличивается, достигая максимума в августе (более 80 мм/мес.).

Мягкий климат с преобладанием пасмурной погоды и частых осадков формируется под доминирующим влиянием Балтийского моря. Сильные морозы редки и непродолжительны. За последнее

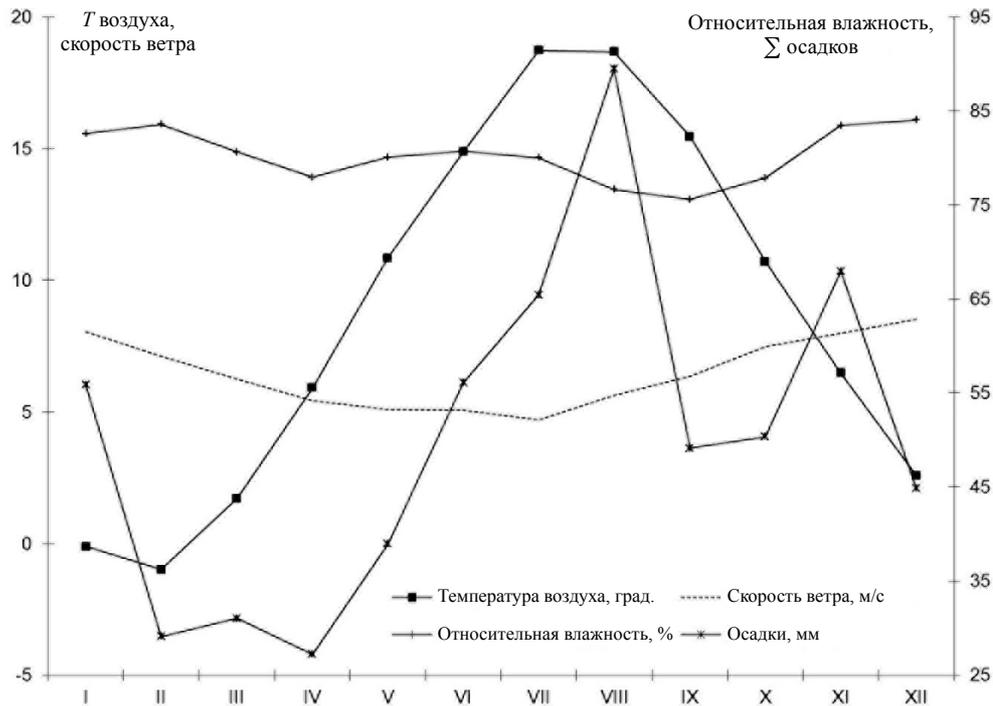


Рис. 2. Внутригодовая изменчивость отдельных метеопараметров (среднемесячные значения за 2006–2017 гг.)

десятилетие (2006–2017 гг.) для Куршской косы наблюдалось в среднем 45 дней в год (12%) со среднесуточными отрицательными температурами ($< 0^{\circ}\text{C}$), из них 2 дня с морозами ниже -10°C (табл. 1). Сильные морозы обычно наблюдаются при господстве антициклонального типа погоды с ветрами восточных румбов.

На побережье Куршской косы относительная влажность воздуха, как правило, высокая (70–95%) [20]. Дни с высокой влажностью воздуха, которая неблагоприятна для дефляции ($\geq 95\%$), встречаются редко, их среднегодовое число составляет 19 сут (см. табл. 1), что эквивалентно немногим более 5%. Во внутригодовом распре-

делении эти дни приурочены к осенне-зимнему периоду (с ноября по март). В летний период их количество падает до нуля (июль–август).

Наибольшее влияние на процессы дефляции оказывают ветровые условия. Куршская коса открыта для воздействия господствующих в течение всего года ветров западных румбов (от ЮЗ до СЗ), которые имеют наибольшую силу. Результирующий вектор переноса в регионе за 2006–2017 гг. направлен с ЮЗ на СВ (230°), значение векторной скорости переноса составляет 1,68 м/мес. По сравнению с предыдущими годами он изменился мало, что свидетельствует о постоянстве переноса [29].

Таблица 1

Количество дней со среднесуточными метеорологическими условиями, способствующими развитию эоловых процессов (данные за период 2006–2017 гг.)

Условие	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Температура воздуха, T , $^{\circ}\text{C}$													
$T_{\text{ср.}} > 0$	17	13	23	30	31	30	31	31	30	31	29	24	320
$-10 \leq T_{\text{ср.}} \leq 0$	13	14	8	0	–	–	–	–	–	–	1	7	43
$T_{\text{ср.}} < -10$	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	2
Относительная влажность воздуха, f , %													
$f \geq 95$	3	4	2	2	2	2	1	0	0	1	2	1	19
$f < 95$	29	25	29	28	29	29	30	31	30	30	28	30	346
Скорость, W , м/с, и направление ветра, румб													
$W \geq 6$	22	18	15	11	9	8	6	12	14	20	22	24	180
(ЮЮЗ–СВ) и ≥ 6	9	9	8	6	4	5	4	9	8	13	21	24	120



Таблица 2

Количество дней, благоприятных для развития эоловых процессов на Куршской косе с 2006 по 2017 г. (по отдельным метеорологическим элементам и в совокупности)

Параметр	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость ветра, м/с	Направление ветра, град.	Количество осадков, мм	Суммарное количество, сут
2006	312	355	161	236	189	35
2007	337	341	177	223	153	22
2008	355	349	178	240	146	29
2009	334	350	180	193	153	15
2010	278	343	183	182	162	26
2011	329	330	196	234	159	40
2012	326	350	177	221	112	27
2013	306	346	169	198	193	72
2014	330	333	189	176	221	85
2015	352	341	195	228	189	33
2016	345	350	181	208	155	31
2017	338	334	200	231	148	32
Ср.	328	343	182	214	165	37
±σ	21,4	7,9	11,4	22,1	28,5	20,5
min	278	330	161	176	112	15
max	355	355	200	240	221	85

Примечание. Жирным шрифтом и курсивом выделены экстремальные значения.

– до 12 дней. В ноябре отмечаются максимальные скорости ветра западных румбов (эффективное направление), температура воздуха редко опускается ниже 0°С (см. рис. 4) Минимальное количество дней наблюдается в летний период. Это связано, во-первых, с уменьшением скорости ветра и, во-вторых, с постепенным увеличением количества выпадающих ливневых осадков, особенно в августе, когда выпадает максимальное количество осадков. Осенью увеличивается скорость ветра, что является важным фактором для эоловых процессов [18, 29–32].

Межгодовая изменчивость

Более подробное рассмотрение среднесуточных метеорологических условий показало следующее (см. табл. 2).

1. Температурные условия Куршской косы в среднем 328 ± 21 сут/год благоприятны для формирования эоловых форм рельефа. В 2008 г. температура воздуха не препятствовала эоловым процессам весь год (355 сут); наименьшее количество дней (278 сут) наблюдалось в 2010 г. Этот год наиболее холодный из рассматриваемого периода (ср. $7,2 \pm 8,6^\circ\text{C}$). Зимние температуры опускались до -15°C [31].

2. Среднесуточная относительная влажность всего ~20 дней в году воздуха больше 95%. Диапазон разброса составил от 330 дней в 2011 г. до 355 дней в 2006 г.

3. Побережье Калининградской области относится к району с преобладающими ветрами западных румбов силой до 5–6 баллов по шкале Бофорта (7,5–12,4 м/с). До половины дней в году (183 ± 11 сут) господствуют ветры со среднесуточной скоростью более 6 м/с. Разброс составил от 161 сут в 2006 г. до 200 сут в 2017 г. Эффективное направление ветра, характерное для ориентации Куршской косы, находилось в диапазоне ЮЮЗ–ВСВ в среднем 214 ± 21 сут в году. В 2008 г. на такие ветры приходилось 240 сут, в 2014 г. – 176 сут. При таких направлениях ветра наблюдаются условия для развития эоловых форм рельефа.

4. Несмотря на то что юго-восточная часть Балтийского моря относится к региону с избыточным увлажнением, в 46% всех дней (ср. 165 ± 28 сут) выпадение осадков не препятствовало развитию эоловых процессов. Наиболее благоприятным оказался 2014 г. (221 сут), наименее благоприятным – 2012 г. (112 сут).

Анализ метеорологических условий в совокупности показал, что для развития эоловых форм рельефа на Куршской косе наилучшие условия наблюдались в 2014 г., когда 85 дней были благоприятны по совокупности метеоусловий. В 2009 г. таких дней было всего 15 (см. табл. 2).

Два смежных года (2013 г. и 2014 г.) можно выделить как наиболее благоприятные. В эти годы отмечено уменьшение количества выпавших осадков.



По совокупности всех метеорологических условий в среднем за последнее десятилетие (2006–2017 гг.) лишь 37 ± 20 сут/год возможно было возникновение потенциальной дефляции с формированием эоловых форм рельефа. Наблюдается

тенденция к увеличению дней с благоприятными факторами для формирования эоловых форм рельефа (коэффициент тренда положительный 1,93 при $R^2 = 0,12$; соответствующее приращение за декаду составило 19 сут) (рис. 5).

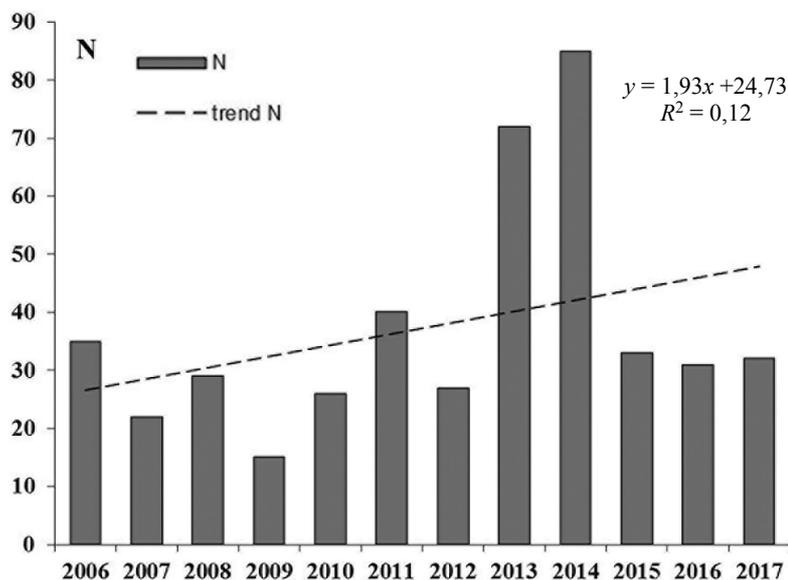


Рис. 5. Количество дней в год с благоприятными совокупными условиями для развития эоловых форм рельефа на Куршской косе

Обнаружена прямая тесная связь (по Чэддоку) между суммарным количеством благоприятных дней в году и количеством дней с суммой осадков менее 6 мм за предыдущие 5 суток ($r = 0,72$ при $P = 95\%$). С другими метеорологическими условиями такая связь не прослеживается [33].

Заключение

Проведенное исследование позволило решить следующие задачи:

- определить наиболее благоприятные и лимитирующие метеоусловия для развития эоловых процессов на песчаных косах;
- выделить периоды в годовом ходе в целом, благоприятные для интенсивных процессов формирования эоловых форм рельефа;
- проследить межгодовую изменчивость и определить тенденцию для развития эоловых форм, зависящих от метеоусловий.

Для Куршской косы (юго-восточная часть Балтийского моря) характерны следующие основные черты для развития эоловых процессов.

Межгодовая изменчивость:

- наблюдается положительный тренд (+1,9 сут/год), декадное приращение 19 дней;
- за год можно ожидать в среднем 37 ± 20 дней с благоприятными условиями, максимальное количество дней наблюдалось в 2014 г. (85 сут), минимальное – в 2009 г. (15 сут).

Внутригодовая изменчивость:

– распределение дней со скоростями ветра ≥ 6 м/с носит сезонный характер, наибольшее количество дней отмечается в осенне-зимний период: до 24 дней в декабре, минимум наблюдается в летний период, особенно в июле (6 сут);

– для большинства дней со средней скоростью ≥ 6 м/с характерно вдольбереговое направление эффективного ветра от 200 до 60° (ЮЮЗ–З–ВСВ), которое способствует развитию эоловых процессов. В осенне-зимний период в более чем $2/3$ дней возможно развитие эоловых форм рельефа; весенне-летний период характеризуется наименьшим количеством ситуаций в рассматриваемом контексте;

– лимитирующим фактором служит режим выпадения осадков. В летние месяцы, когда возрастает интенсивность выпадающих ливневых дождей, количество благоприятных дней уменьшается до 7 суток в августе. Максимальное среднемесячное количество дней, когда возможно развитие эоловых форм рельефа, характерно для марта и апреля.

Метеоусловия, благоприятствующие и лимитирующие развитие эоловых процессов:

– основными факторами, которые оказывают наибольшее влияние на формирование и развитие эоловых форм рельефа, являются *ветровой режим* и *количество выпадающих осадков*; обнаружена прямая тесная связь (по Чэддоку) между количе-



ством благоприятных дней в году и количеством дней с суммой осадков менее 6 мм за предыдущие 5 суток ($r = 0,72$ при $P = 95\%$);

– температурные условия и относительная влажность не являются препятствием для рассматриваемых процессов.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФАНО России (тема № 0149-2018-0012)

Библиографический список

1. Бадюкова Е. Н., Соловьева Г. Д. Прибрежные эоловые формы и колебания уровня моря // *Океанология*. 2015. Т. 55, № 1. С. 139–146.
2. Бадюкова Е. Н., Жиндарев Л. А., Лукьянова С. А., Соловьева Г. Д. Анализ геологического строения Куршской косы (Балтийское море) в целях уточнения истории ее развития // *Океанология*. 2007. Т. 47, № 4. С. 594–604.
3. Kovaleva O., Chubarenko B., Pupienis D. Grain size variability as an indicator of sediment transport alongshore the Curonian Spit (south-eastern Baltic Sea) // *Baltica*. 2016. Vol. 29, № 2. P. 145–155.
4. Krek A., Stont Zh., Ulyanova M. Alongshore bed load transport in the southeastern part of the Baltic Sea under changing hydrometeorological conditions: Recent decadal data // *Regional Studies in Marine Science*. 2016. Vol. 7. P. 81–87. DOI: 10.1016/j.rsma.2016.05.011
5. Гуделис В. К. Геологические и физико-географические условия залива Куршю-Марес и территории, окаймляющей залив // Куршю-Марес. Вильнюс : Изд-во АН ЛитССР, 1959. С. 7–45.
6. Гуделис В. К. Некоторые данные о строении и развитии пересыпи Куршю Нерия // *Тр. / ИО АН СССР*. 1954. Т. X. С. 62–69.
7. Каплин П. А. Новейшая история побережий Мирового океана. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1973. 265 с.
8. Бадюкова Е. Н., Жиндарев Л. А., Лукьянова С. А., Соловьева Г. Д. Крупные аккумулятивные формы на берегах Юго-Восточной Балтики // *Океанология*. 2017. Т. 57, № 4. С. 641–649.
9. Бадюкова Е. Н., Жиндарев Л. А., Лукьянова С. А., Соловьева Г. Д. Развитие барьерно-лагунных систем Юго-Восточной Балтики // *Океанология*. 2008. Т. 48, № 4. С. 641–647.
10. Aagaard T., Orford J., Murray A. S. Environmental controls on coastal dune formation; Skallingen Spit, Denmark // *Geomorphology*. 2007. Vol. 83. P. 29–47.
11. Povilanskas R. Spatial diversity of modern geomorphological processes on a Holocene Dune Ridge on the Curonian Spit in the South-East Baltic // *Baltica*. 2009. Vol. 22 (2). P. 77–88.
12. Comprehensive environmental study of marine and coastal areas of the Curonian Spit National Park for granting these areas the legal status of a marine protected zone. Baltic Marine Environment Protection Commission HELCOM. Kaliningrad, 2014. 64 p.
13. Jarmalavičius D., Pupienis D., Žilinskas G., Fedorovic J. Morfolitologinių Anomalijų Kuršių nerijos jūros krante nustatymas // *Geologija. Geografija*. 2015. Vol. 1 (1). P. 1–10.
14. Jarmalavičius D., Žilinskas G., Pupienis D. Geologic framework as a factor controlling coastal morphometry and dynamics. Curonian Spit, Lithuania // *International J. of Sediment Research*. 2017. Vol. 32 (4). P. 597–603.
15. Česmulevičius A., Bautrešas A., Morkūnaitė R., Kavoliūtė F. Intensity of aeolian processes on Curonian Spit (the end of the XX century – beginning the XXI century) // *Selected issues of aeolian geomorphology*. Cracow, Poland, 2016. P. 111–130.
16. Абрамов Р. В., Стонт Ж. И. «Витязь» и «Балтийская коса». Погода и экологическая обстановка 1997–2002 гг. Данные лаборатории морской метеорологии АОИОРАН. Калининград : Изд-во КГУ, 2004. 307 с.
17. Дубравин В. Ф., Стонт Ж. И. Гидрометеорологический режим, структура и циркуляция вод // *Нефть и окружающая среда Калининградской области. Т. II : Море / под ред. В. В. Сивкова (отв. ред.), Ю. С. Каджояна, О. Е. Пичужкиной, В. Н. Фельдмана*. Калининград : Терра Балтика, 2012. С. 69–105.
18. Гидрометеорологические условия. Проект «Моря СССР» : в 9 т. Т. III : Балтийское море. СПб. : Гидрометеоиздат, 1992. Вып. 1. 450 с.
19. Справочник по климату СССР. Вып. 6 : Литовская ССР и Калининградская область РСФСР. Ч. III : Ветер. Л. : Гидрометеоиздат, 1966. 90 с.
20. Справочник по климату СССР. Вып. 6 : Литовская ССР и Калининградская обл. РСФСР. Ч. IV : Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Л. : Гидрометеоиздат, 1968. 186 с.
21. Hojan M. Aeolian processes on the cliffs of Wolin Island // *Quaestiones Geographicae*. 2009. Vol. 28A/2. P. 39–46.
22. Hojan M., Więclaw M. Influence of meteorological conditions on aeolian processes along the Polish cliff coast // *Baltica*. 2014. Vol. 27 (1). P. 63–74.
23. Böhner J., AntoniĆ O. Chapter 8 Land-Surface Parameters Specific to Topo-Climatology // *Developments in Soil Science*. 2009. Vol. 33. P. 195–226.
24. De Boer D.H. Hierarchies and spatial scale in process geomorphology: a review // *Geomorphology*. 1992. Vol. 4. P. 303–318.
25. Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений. ВМО № 18 / Секретариат Всемирной Метеорологической Организации. Женева, Швейцария, 1983. 8 с.
26. Бадюкова Е. Н., Жиндарев Л. А., Лукьянова С. А., Соловьева Г. Д., Щербина В. В. Особенности современной динамики лагунных берегов Куршской косы, юго-восток Балтики // *Литодинамика донной контактной зоны океана*. М. : ГЕОС, 2009. С. 124–130.
27. Сергеев А. Ю. Палеогеографическая реконструкция района Куршской косы в позднем неоплейстоцене – голоцене // *Региональная геология и металлогения*. 2015. № 62. С. 34–44.
28. Povilanskas R., Baghdasarian H., Arakelyan S., Satkūnas J., Taminskas J. Morphodynamic trends of the Holocene dune ridge on the Curonian Spit (Lithuania/Russia) // *J. of Coastal Research*. 2009. Vol. 25(1). P. 209–215.
29. Бобыкина В. П., Стонт Ж. И. О зимней штормовой активности 2011–2012 гг. и ее последствиях для побере-



жья Юго-Восточной Балтики // Водные ресурсы. 2015. Т. 42, № 3. С. 322–328.

30. Навроцкая С. Е., Стонт Ж. И. Региональные особенности изменчивости гидрометеорологических условий у побережья Юго-Восточной Балтики (Калининградская область) // Изв. РГО. 2014. Т. 146, № 3. С. 54–64.

31. Стонт Ж. И., Демидов А. Н. Современные тенденции изменчивости температуры воздуха над акваторией

Юго-Восточной Балтики // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География. 2015. № 2. С. 50–58.

32. Стонт Ж. И., Гуцин О. А., Дубравин В. Ф. Штормовые ветра Юго-Восточной Балтики по данным автоматической метеорологической станции в 2004–10 гг. // Изв. РГО. 2012. Т. 144, вып. 1. С. 51–58.

33. Балинова В. С. Статистика в вопросах и ответах : учеб. пособие. М. : ТК. Велби ; Изд-во Проспект, 2004. 344 с.

Образец для цитирования:

Стонт Ж. И., Ульянова М. О. Роль метеорологических условий в формировании эоловых форм Куршской косы (Юго-Восточная Балтика) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 3. С. 169–177. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-169-177.

Cite this article as:

Stont Zh. I., Ulyanova M. O. The Role of Meteorological Conditions in the Formation of the Eolian Forms of the Curonian Spit (South-Eastern Baltic Sea). *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 3, pp. 169–177 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-169-177.
