

УДК 551.435.7 + 911.2 (262.5)

Г. В. Выхованец, канд. геогр. наук, проф.
Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,
кафедра физической географии и природопользования,
ул. Дворянская, 2, Одесса-26, 65026, Украина

ВЛИЯНИЕ ЭОЛОВОГО ФАКТОРА НА РАЗВИТИЕ ДЕЛЬТЫ ДУНАЯ

В современных экологических проработках по обоснованию границ заповедника в дельте Дуная не учтен характер влияния эоловых процессов. Вместе с тем, эоловые процессы широко распространены на всех песчаных барах, косах, пересыпях, пляжах этой дельты. Они формируют особый субстрат для растительности и животных, создают структуру водно-болотных угодий, могут служить убежищем для ряда видов животных, способствуют росту высоты дельтовой поверхности, участвуют в сохранении каркаса дельты.

Ключевые слова: Дунай, дельта, рельеф, эоловый процесс, песок

Введение

Речные дельты представляют собой сложные природные комплексы. В их формировании принимают активное участие многие процессы и явления, среди которых немаловажное значение принадлежит эоловым. Однако, до настоящего времени многие исследователи дельт практически не уделяли им внимания, в лучшем случае — лишь упоминали о их наличии. Вместе с тем действие эоловых процессов в речных дельтах базируется на распространении песчаных гряд и их генераций, — под влиянием ветра на поверхности таких гряд и возникает эоловый рельеф. Данные процессы проявляются в перевевании поверхностного слоя рыхлых песчаных наносов, в возникновении разных типов аккумулятивных форм (гряд, валов, дюн, авандюн, бугристых песков), наращивании общей высоты дельты и заносимости водно-болотных участков и внутридельтовых озер. На разных стадиях развития дельт образование различных эоловых форм является доминирующим (рис. 1, 2).

Дельта р. Дунай прошла сложный путь в своем развитии — от залива и лимана до внешней дельты выдвигения, через стадию дельты выполнения и процессов общего выравнивания морского берега [6, 7]. На стадиях выравнивания, каких было несколько, для каждого этапа эволюции дельты, как раз и возникали наиболее активно песчаные поверхности морских гряд и их генераций [15, 16]. Значительная их часть "законсервировалась" в теле дельты и сейчас представляет собой внутридельтовую структуру, важный элемент развития эоловых процессов и соответствующего ландшафта с уникальной флорой и фауной.

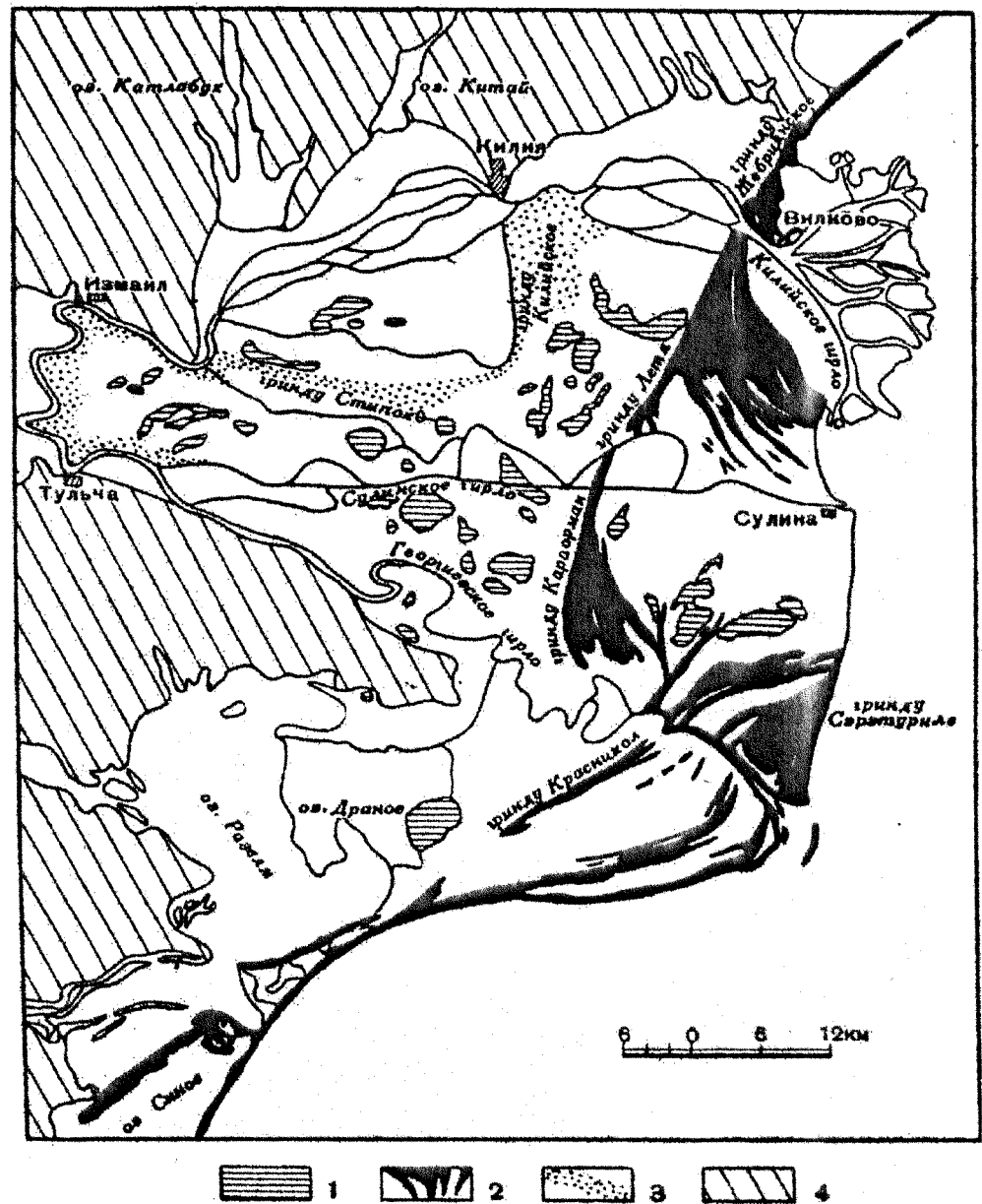


Рис. 1. Картограмма расположения песчаных гряд и их генераций в современной дельте Дуная: 1 — озера; 2 — морские "гринду"; 3 — речные и островные гряды; 4 — коренная суша

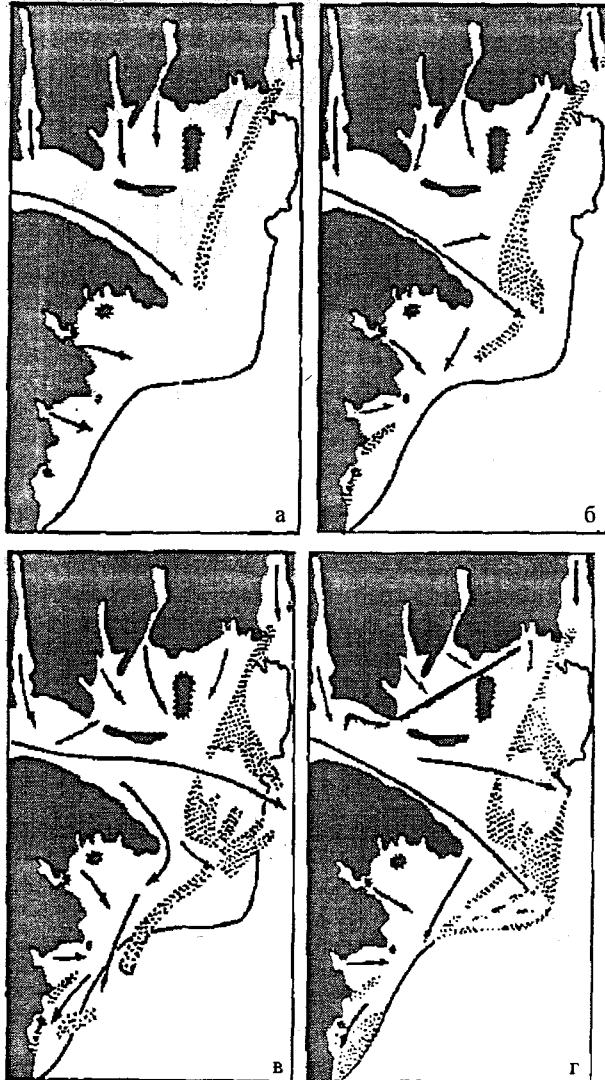


Рис. 2. Схема формирования дельты Дуная в доисторическое время: *а* — формирование морского волноприбойного вала Жебрияны-Летя-Караорман в период послеледниковом климатическом оптимуме; *б* — формирование гряды Караорман и начало образования гряд Красникол, Лупилор, Истрия и Стипок во время первой половины периода между послеледниковым климатическим оптимумом и началом новой исторической эры; *в* — формирование песчаной генерации Летя, треугольной дельты Сулинского рукава, гряд Красникол, Лупилор, Истрия и начало формирования треугольной дельты в устье Портицы во вторую половину периода между послеледниковым климатическим оптимумом и началом новой исторической эры; *г* — формирование дельты Дуная в историческое время между началом новой эры и XVII веком. Образование треугольной дельты Георгиевского рукава и гряды Китук [2]

В настоящее время дельта Дуная оказалась в центре внимания природоохранной общественности, ученых разных научных направлений, предпринимателей и коренного населения. Это внимание обусловлено тем, что в последние годы сложилось антагонистическое противоречие между необходимостью особенно строгой охраны биосистемы дельты, с одной стороны, и социально-экономическими условиями проживания местного населения, с другой стороны. К тому же, на протяжении всей истории природопользования в дельте, Дунай выступал как важная водно-транспортная артерия, соединяющая страны Европы с Мировым океаном. Создание биосферного заповедника в Килийской части дельты в пределах Украины не учитывало эти традиции и особенности транспортного использования речных дельт. Поэтому Украина лишилась собственного судового глубоководного хода сквозь дельту, из-за чего несет огромный социальный, экономический, моральный и политический ущерб. Этот обзор проблемы подчеркивает *важное практическое значение* статьи.

К тому же обоснование границ заповедника было выполнено неполно и неквалифицированно [8]. Контуры отдельных зон и их экологическая ценность были оценены поспешно, без серьезной проработки, некомплексно. Не были учтены тенденции развития и преобразования структуры отдельных элементов дельты. В частности, совершенно не был упомянут эоловый фактор, хотя поля песчаных наносов широко распространены в устьевой области Дуная. Названные недочеты касаются в равной мере как румынской, так и украинской частей заповедника. В этой связи данная работа является *актуальной*.

Основная *цель данной статьи* состоит в анализе эоловых процессов в пределах дельты, в получении результатов и выводов, которые позволяют более глубоко оценить природную ценность Дунайской дельты и установить устойчивость ее как цельной природной системы.

Фактический материал и методы исследований

Для разработки темы данной статьи были использованы материалы многолетних маршрутно-экспедиционных и стационарных исследований автора. Кроме того, использовались сравнения карт, составленных в 1881 г., 1894 г., 1936 г., 1985 г. и 2001 г. Были использованы материалы Гидрометеорологической службы Украины для расчетов параметров ветропесчаного потока в пределах дельты. Было отобрано более 100 образцов наносов и выполнен их фракционный и статистический анализ. Для получения выводов применялись методы маршрутно-экспедиционный, стационарный метод ключей, сравнительно-географический, гидрометеорологический, математической статистики. Особое место занимал картографический метод, позволивший установить динамику морского края и эволюцию отдельных песчаных гряд ("гринду").

Результаты исследований и их анализ

Развитие эоловых процессов зависит от многих факторов, среди которых скорость и направление ветра, продолжительность его действия, гранулометрический состав и запасы наносов, длина разгона ветрового потока, расчлененность рельефа, густота и проективное покрытие растительности и др. Но все же главными являются ветровой режим и запасы песчаных наносов [4]. Очевидно, что без этих двух факторов невозможно проявление эоловых процессов и формирование эолового рельефа, в том числе и в дельтах.

Источниками наносов для эоловых процессов в Дунайской дельте являются "гринду", прирусловые валы и современные прибрежно-морские аккумулятивные формы на морском крае (пляжи, косы, террасы, бары, в т. ч. и островные).

Зарождение и эволюция песчаных гряд. Дельта Дуная, как и любой другой реки, представляет собой результат взаимодействия морских и речных гидрологических факторов [9]. Их составной частью является сток речных наносов и вдольбереговые волновые потоки наносов. Их мощность и гранулометрический состав определяют происхождение, размеры, морфологию и динамику различных аккумулятивных форм в устьевой области реки. В зависимости от того, какой фактор (морской гидрологический или речной гидрологический) является доминирующим, возникли прирусловые валы и морские формы (пляжи, косы, бары, острова и др.). Эти аккумулятивные образования как очаги накопления песка и алевритов и являются источником наносов для эоловых процессов и возникновения эолового рельефа в дельтах рек.

Типичными прибрежно-морскими аккумулятивными формами, которые образовались под влиянием вдольберегового потока наносов в волновом поле, являются гряды Жебриянская, Летя, Караорман, Сэрэтуриле, Красникол, Лупилор, Китук и др., всего более 20 [6, 7]. Первые три гряды представляют собой единую косу (рис. 1). Она отгораживала пра-Дунайский залив от моря (рис. 2). Акватория залива представляла собой сложно расчлененную эрозионную поверхность с положительными и отрицательными формами рельефа. Положительные формы послужили основанием, на котором зародилась первичная аккумуляция наносов, как это обычно бывает в природе [7, 14]. Механизм аккумуляции контролировался резким изгибом к западу береговой линии, структурным изгибом поперечного профиля вкрест простирания береговой линии и чередованием положительных и отрицательных форм эрозионного рельефа.

На участке падения наносодвижущей способности волн и сопутствующих волновых течений обособливались условия выпадения прибрежно-морских пляжеобразующих наносов из вдольберегового потока, который распространялся от северо-востока, от устья Днестра. Это было вызвано эффектом "гидравлической буны" на продолжении стокового речного течения из основного гирла. Со временем длина косы увеличилась за счет локализации отдельных ее звеньев и результатив-

ного продвижения дистальной оконечности косы к юго-западу, пока единое тело косы не заняло все расстояние вплоть до Истрийского выступа (рис. 2 а). В этом случае основная струя речного потока также локализовалась, видимо, при этом образовав относительно стабильную прорву. По этой прорве речная вода вырывалась в море, а ее поток мог влиять как "гидравлическая буна". С наветренной (т. е. северо-восточной) стороны "буны" аккумуляция наносов происходила по типу "входящего угла", где формировалась веерообразная генерация штормовых волноприбойных валов. Поэтому первоначально перегораживающее аккумулятивное тело к северу от основного русла (пра-Георгиевского) имело вид хоккейной клюшки. К югу от основного (пра-Георгиевского) русла пра-Дуная мощность вдольберегового потока наносов была значительно меньше по причине небольших источников питания. Поэтому с юга объем аккумуляции был значительно меньше, и, как следствие, размеры веерообразной генерации прибрежно-морских валов был в несколько раз меньше.

Со временем, по мере повышения уровня моря и тектонического воздымания герцинского массива Добруджи, основное русло Дуная отклонялось к северу и речной поток, по крайней мере, дважды прорывал первичную косу [2, 6, 7]. Так последовательно формировались пра-Сулинское и пра-Килийское гирла. Как и в процессе развития пра-Георгиевского, так и у этих последних гирл происходило зарождение и развитие веерообразных генераций с морской стороны. Т. е. процесс формирования "гринду" проходил по одному и тому же типу, по одной и той же закономерности. Так возникли "гринду" Караорман, Летя и Жебриянское. Между ними образовывались второстепенные валы на месте конкретного положения морского края дельты.

Размеры отдельных штормовых валов и их совокупностей значительно различаются между собой линейными параметрами, площадью и ориентацией как в пределах отдельных гряд (Китук, Лупилор, Сэрэтуриле, Караорман, Летя и др.), так и в пределах всей дельты. Данные различия связаны со значительными колебаниями во времени гидродинамического режима моря, мощности вдольбереговых потоков наносов, водности Дуная, вовлечением в волновую переработку источников наносов разной продуктивности. Немаловажное значение имело изменение уклонов исходного подводного склона, на который надвигался осадочный конус дельты Дуная. Во всех случаях песчаные поверхности валов явились современным очагом зарождения и развития эоловых процессов.

Современное состояние прибрежно-морских песчаных гряд. В настоящее время гряды Летя, Караорман, Красникол, Лупилор находятся во внутренней части дельты, вдали от ее морского края, вне пределов влияния морского гидрологического фактора (рис. 1). Поэтому дальнейшее их развитие контролируется аэральными (континентальными) физико-географическими процессами. Надежно выявлено, что на участках современного нарастания морского края дельты быстро возникают многочисленные аккумулятивные формы, обычно сложенные

песком или алевритом [12, 13, 17]. Они и образуют наиболее крупные очаги эолового рельефа, как например, на косах Жебриянской, Отножной, Восточной, Курильской и др. Там же, где морской край отступает, песчаные наносы, естественно, не накапливаются, а уже давно существующие песчаные формы размываются. В этой связи процессы размыва дельты негативно сказываются на проявлении эоловых процессов. С другой стороны, прослежена четкая тенденция к снижению стока наносов в дельте, в том числе и подвергающихся эоловому влиянию, в течение минувшего столетия [9, 10]. Это означает такую же устойчивую тенденцию к сокращению появления новых песчаных и алевритовых форм, к размыву уже существующих форм, а следовательно — к развитию эолового морфолитогенеза.

Современное месторасположение гряд Китук, Сэрэтуриле и Жебриянской обуславливает непосредственное влияние морского гидрологического фактора, а потому они продолжают активно формироваться и по настоящее время. Особенно интенсивно нарастает Жебриянская гряда и ее самая северная оконечность в виде кос Перебойная и Жебриянская со всеми элементами нарождающейся генерации [13, 15, 16]. Как и на более ранних этапах развития, основным источником наносов, питающим Жебриянскую косу, является Северо-западный поток наносов, который зарождается далеко на северо-востоке, в районе м.Бол.Фонтан. С учетом не только надводной [16], но также и подводной части Жебриянской генерации, оказалось, что мощность этого потока оценивается равной не менее 250 тыс. м³/год.

Длина участка полной разгрузки потока составляет около 9 км, начиная от южной части пересыпи Сасыкского лимана. Наиболее интенсивное обмеление подводного склона и нарастание береговой линии происходит вдоль южного фланга длиной около 4 км. Удельный объем аккумуляции составляет не менее 60 м³/м²год, а оголовки Жебриянской косы удлиняются со средней скоростью 30 м/год в течение 1980–2002 гг. В частности, только за период последних 2 лет (2000–2002 гг.) на дистали выросло последовательно 3 вала, длиной более 1 км каждый. В результате коса фактически соединилась с о.Белгородским, — их разъединяет только канал стока сгонно-нагонных вод в Солёный Кут (глубина 0,6–0,8 м и ширина до 15–25 м), по которому также сбрасывается вода из отмирающего Белгородского гирла.

К северу от старой генерации Жебриянской косы стали формироваться новые подводные и надводные штормовые валы. За счет этого растет площадь новой генерации косы. Дальнейший рост площади приведет к полному перехвату наносов, поступающих от северо-востока, развороту валов и контура береговой линии, как это было ранее при формировании "клюшки" у древних гирл Георгиевского и Сулинского. Затем, по мере влияния эолодинамики, заливы Белгородский Кут, Солёный Кут и Полуночный Кут окончательно обмелеют и превратятся в плавни так же, как в них превратились участки на месте современных дельтовых островов Белгородского, Полуночного и др.

В отличие от Жебрианской, гряды Сэрэтуриле и Китук характеризуются иным морфодинамическим режимом развития, который определяется иными источниками питания. Главным источником наносов, из которого питаются названные гряды, оказался в основном твердый сток Дуная, в гораздо меньшей мере — поступление наносов из абразионных источников во вдольбереговом потоке [13]. Поэтому развитие рельефа гринду и подводного склона практически полностью контролируются стоком Дуная — его Георгиевского и Сулинского рукавов. В течение XX века сток взвешенных наносов подвергся существенному антропогенному изменению, особенно — после строительства плотин у Железных Ворот. По сравнению с периодом естественного режима (до 1920 г.) произошло его уменьшение почти в 2 раза (с 67 млн т/год до 28–38 млн т/год) [10, 17]. Произошедшие изменения незамедлительно сказались на морфологии и динамике морского края и взморья Дуная к югу от Сулинского и Георгиевского рукавов.

К югу от Сулинского гирла, на участках расположения песчаных гряд Сэрэтуриле и Китук процессы размыва являются доминирующими. Интенсивность размыва и отступления берега колеблется в значительных пределах от места к месту (от 3,7 до 17,5 м/год) [17, 19]. Сравнения карт, составленных в разные годы, показали, что в среднем за многолетний период для береговой линии гряды Сэрэтуриле характерны существенные внутригодовые и межгодовые горизонтальные деформации, хотя в среднем за последние 200 лет отмечается динамическая стабильность. Гряда Китук в настоящее время отгораживает лагуну Синоэ от моря и, по сути, морфологически представляет собой пересыпь. В своей северо-восточной части она испытывает сильное отступление (до 17,5 м/год), а в юго-западной части, наоборот, выдвигается в сторону моря. Но скорости выдвигения морской береговой линии в 5–10 раз медленнее, чем у Жебрианского "гринду".

Следовательно, важнейшим источником наносов для развития эолового рельефа в дельте Дуная являются непосредственно поверхности имеющихся уже песчаных гряд-"гринду". Особенно большое значение имеют обширные песчаные поля на поверхности Летя и Карарман (рис. 1).

Вторым источником наносов для эоловых процессов в дельте являются современные прибрежно-морские аккумулятивные формы гидрогенного происхождения (в т. ч. и пляжи), которые окаймляют морской край дельты (рис. 3). Размеры и состав наносов пляжей меняются на всем протяжении дельтового берега. В настоящее время наиболее интенсивно процесс аккумуляции наносов происходит в пределах Килийской дельты, в системах ее основных рукавов — Очаковского и Старо-Стамбульского. С меньшей интенсивностью наносы аккумулируются вокруг Сулинского и Георгиевского рукавов. Поэтому южнее всех рукавов на протяжении нескольких километров пляжи оказались самыми крупными. Они обычно представляют собой пляж полного профиля, с четко выраженным штормовым валом, шириной

до 20–40 м. В общем же их ширина и высота невелики — соответственно до 50–60 м и до 1 м.

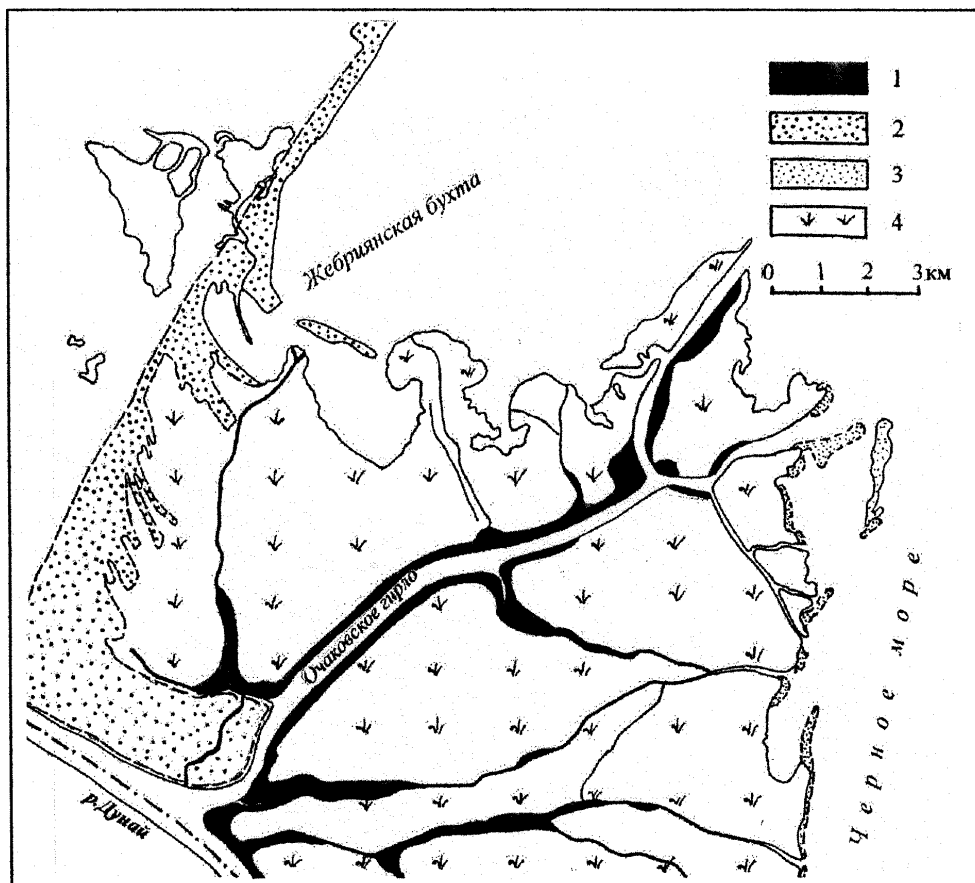


Рис. 3. Карта-схема расположения песчаных гряд в северной части Килийской дельты Дуная: 1 — речные гряды; 2 — Жебриянское гирло; 3 — современные морские аккумулятивные формы; 4 — плавни

Названные пляжи достаточно многочисленны, поддерживаются поступлениями наносов соответствующей крупности из рукавов и с подводного склона взморья. Кроме того, эти же наносы отгораживают от моря отдельные мелкие заливы и бухты, формируют первичные зачаточные косы, острова, бары, пересыпи [12, 15]. Особенно много таких пионерных форм находится в северо-восточной части Килийской дельты между гирлами Шабаш и Быстрое. Они низкие и узкие, сильно зависят от закрепления растительностью. Их развитие контролируется скоростью выдвигания морского края в непосредственной близости дельтовых гирл. Быстрое выдвигание, подчас более 100 м/год [13, 15], способствует частому и быстрому изменению контуров береговой линии. Это значит, что так же быстро меняется экспозиция береговой

линии по отношению к результирующему вектору ветро-волновой энергии. Следовательно, в месте резкого изменения контура берега и изобат взморья падает наносодвижущая способность волн и течений. Соответственно смещается очаг аккумуляции наносов вдоль берега, на прежнем месте аккумуляция прекращается. Следовательно, при большом количестве наносов эти эфемерные аккумулятивные формы (в т. ч. и пляжи) остаются мелкими. Да еще к тому же, они постоянно меняют свое местоположение. Все это позволяет выделить весьма специфический источник эоловых наносов — эфемерный и мобильный, при очень слабой эффективности.

Третьим источником наносов, принимающих участие в эоловом морфо- и литогенезе в дельте Дуная, являются прирусловые валы, которые сформировались вдоль дельтовых рукавов (рис. 3). Наиболее крупные и эффективные валы для эоловых процессов расположились вдоль крупных рукавов гирл и каналов [2, 7]. Для них характерен асимметричный поперечный профиль. Наивысшие отметки приурочены к берегам русел, а в сторону межгирловых пространств они понижаются. Наиболее высокие гряды окаймляют Килийское, Сулинское и Георгиевское гирла. Ширина гряд может достигать 2,5 км, а высота — до 4 м. Размеры гряд определяются величиной стока наносов и амплитуды колебания уровня. Поэтому в вершине дельты, где их значения в общем максимальны, высота гряд больше (до 4 м у Измаильского чатала), чем вблизи морского края дельты (до 1,5 м ниже Старой Килии). Значительно различается ширина левобережной и правобережной гряд. Правобережная более широкая (0,15–2,5 км), чем левобережная (0,2–1,0 км).

Состав наносов. В соответствии с происхождением песчаных аккумулятивных тел в дельте Дуная находится их вещественный и гранулометрический состав. Самыми крупными наносами сложены прибрежно-морские гряды Жебриянская, Летя и Караорман. Пески этих "гринду" и морского берега в северной части Жебриянской бухты имеют в общем одинаковый состав, обусловленный процессами механической прибрежно-морской дифференциации абразионного (но не аллювиального!) осадочного материала. Четким и недвусмысленным показателем принадлежности наносов к группе аллювиальных и прибрежно-морских абразионных, кроме гранулометрического, является вещественный состав, по которому они разделяются [6, 7]. В прибрежно-морских абразионных наносах преобладающей оказалась фракция 0,1–0,25 мм (до 80%), с примесью ракушечного детрита и целых створок раковин моллюсков типичных морских видов (*Cardium edule*, *Venus gallina*, *Mytilus galloprovincialis*, *Donax*, *Tapes*, *Ceritium* и др.), как можно видеть на рис. 4. Рассчитанный коэффициент сортировки указывает на высокую отсортированность абразионного мелкозема на глубинах >4,5 м — в подавляющем большинстве случаев $S_0 < 2$ (рис. 5). Такие низкие значения, ненамного превышающие 1, указывают на доминирование монофракционного состава.

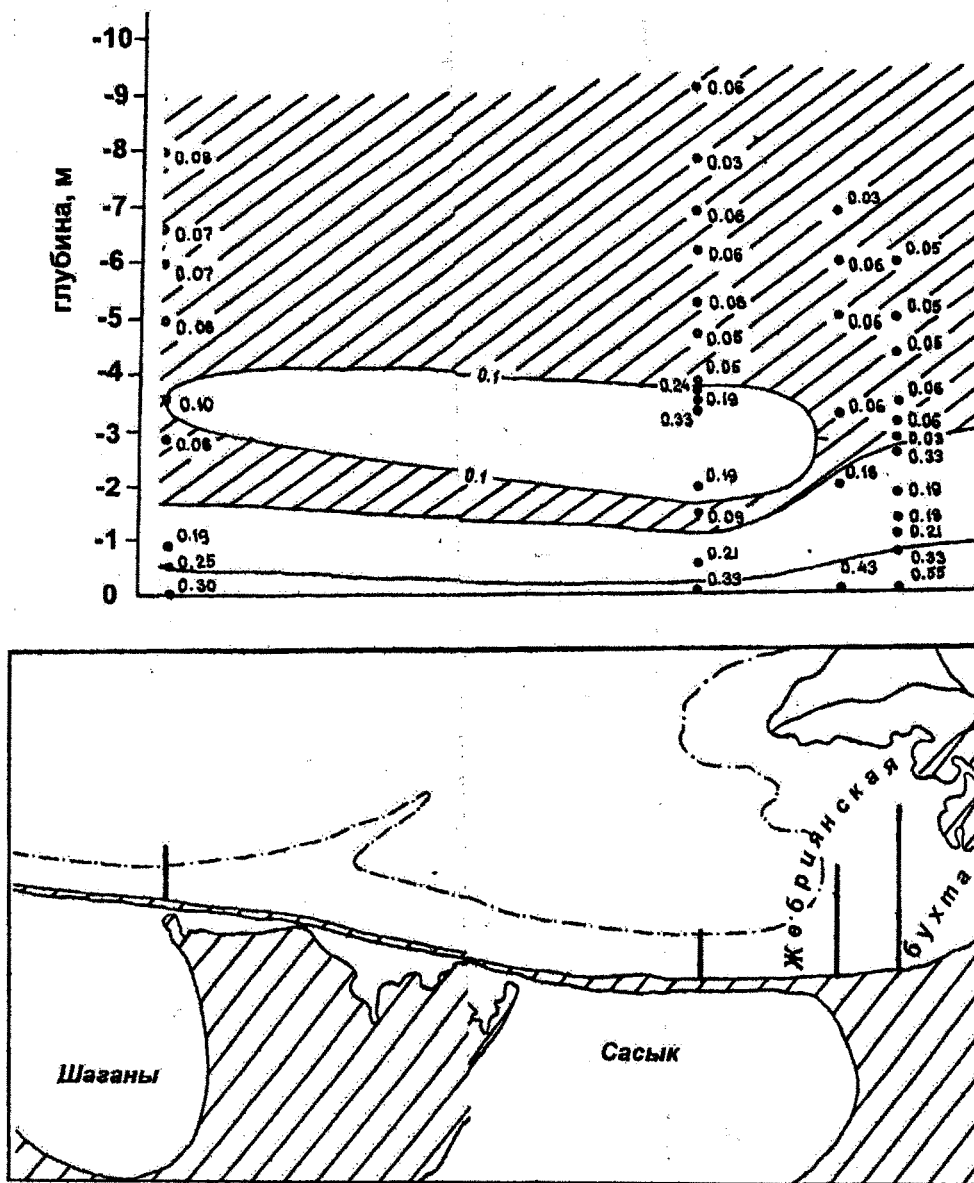


Рис. 4. Карта-схема распределение медианного диаметра (Md , мм) наносов на подводном склоне Черного моря на участке между лиманом Шагань и Жебриянской бухтой

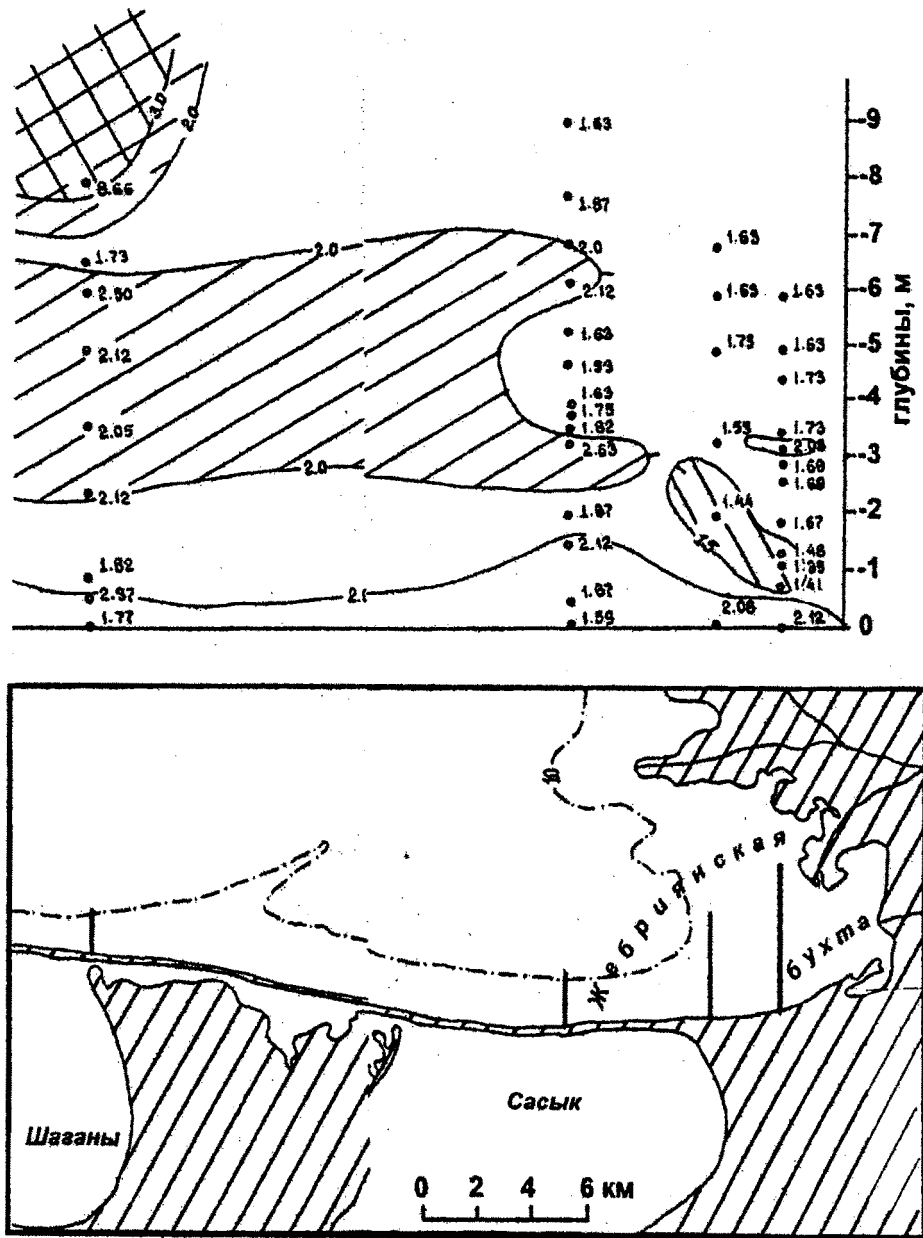


Рис. 5. Карта-схема распределения коэффициента сортировки наносов (S_0) на подводном склоне Черного моря на участке между лиманом Шаганы и Жебриянской бухтой

На поперечном профиле в Жебриянской бухте (в створе бывшего причала для катеров) эти закономерности подтверждаются (рис. 6).

Они также указывают на четкую зависимость медианного диаметра и коэффициента сортировки наносов от рельефа подводного склона, как это обычно бывает в береговой зоне [14, 16]. Содержание ракушечного биогенного материала повышено в интервале глубин 0,0–1,5 м, где Md достигает 0,6 мм. Зато ниже свала глубин, на глубине >4,5 м значения $Md < 0,1$ мм при концентрации $CaCO_3 < 10\%$. Следовательно, помимо минералогического, и эти признаки показывают, что вся совокупность пелитовых фракций представлена терригенными наносами абразионного происхождения из вдольберегового потока наносов. А это значит, что здесь на подводный склон мелкозем поступает не из Дуная, а из вдольберегового потока наносов. И, соответственно, оценка его мощности меняется: с учетом новейших данных исследований о распределении наносов на берегу и подводном склоне она составляет >250 тыс. м³/год. Видимо, и эта причина обусловила быструю заносимость вершины Жебриянской бухты. Этот вывод следует учесть при разработке проектов природопользования в Жебриянской бухте, в том числе — и при возможном строительстве судоходного глубоководного шлюзованного канала.

Лабораторный анализ проб, отобранных на современном берегу Килийской дельты Дуная, показал, что преобладающими являются прежде всего алевриты (0,1–0,01 мм) — до 70–80 %, а также мелкозернистые пески (0,1–0,25 мм). Причем, в сфере прямого влияния северо-западного вдольберегового потока наносы являются в целом более крупными. Не исключено, что часть пелитовых фракций уходит вдоль морского края дельты дальше к югу.

Косы, бары, пересыпи, островные гряды сложены мелкими, тонкими песками, которые представляют собой продукт прибрежно-морской дифференциации тех наносов, которые вынесены из Дуная. Этими анализами подтверждены более ранние литодинамические исследования [7, 16]. Следовательно, такая крупность является благоприятной для эолового разноса наносного материала с поверхности этих аккумулятивных тел.

Прирусловые валы сформировались прежде всего вдоль крупных рукавов. Они полностью сложены дунайским аллювием, в котором преобладают алевро-пелитовые фракции [6, 7]. В сухом состоянии эти наносы легко перемещаются ветром. Но во влажном виде ветропесчаных поток не зарождается.

Ветровой режим. На морском берегу одной из важнейших характеристик ветрового режима является его направление по отношению к оси простирания данной аккумулятивной формы. Это обусловлено тем, что именно морской пляж является основным источником наносов для ветропесчаного потока. Пляж полосой разной ширины оконтуривает пересыпи, террасы, косы, бары, острова. Анализ ветрового режима дельты Дуная за многолетний период (1945–2000 гг.) показал, что для всех гидрометеорологических станций и постов в дельте характерно доминирование ветров от северных и южных румбов (рис. 7). На долю ветров СЗ, С и СВ направлений в сумме приходится

40,75 % годового времени, а на долю ЮВ, Ю и ЮЗ направлений — 32,09 %. Особенно большой повторяемостью характеризуется ветер северного направления — 17,51 %. Очень высок процент штилей, 14,85 %. Эти данные свидетельствуют о том, что основной ведущий эоловый перенос чаще всего происходит в субмеридиональном направлении, причем, преимущество имеют ветры от северных румбов. Эту закономерность нужно детализировать.

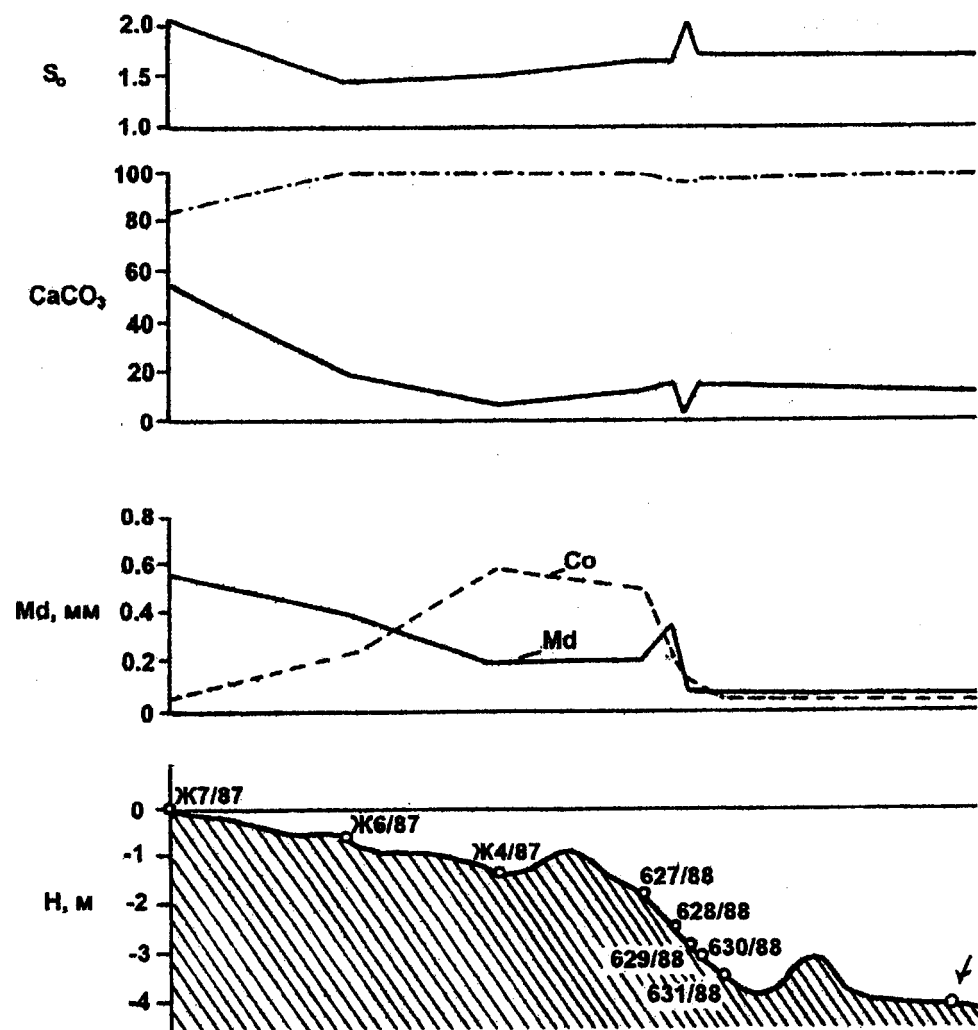


Рис. 6. Распределение основных гранулометрических характеристик наносов на поперечном профиле подводного склона в Жебриянской бухте (створ бывшего причала для катеров): S_0 — коэффициент сортировки; $CaCO_3$ — ведущая фракция 0,1–0,25 мм, %; Md — медианный диаметр, мм; C_0 — ведущая фракция 0,1–0,25 мм, %; Ж7/87 — индекс и номер пробы наносов; H , м — глубина моря

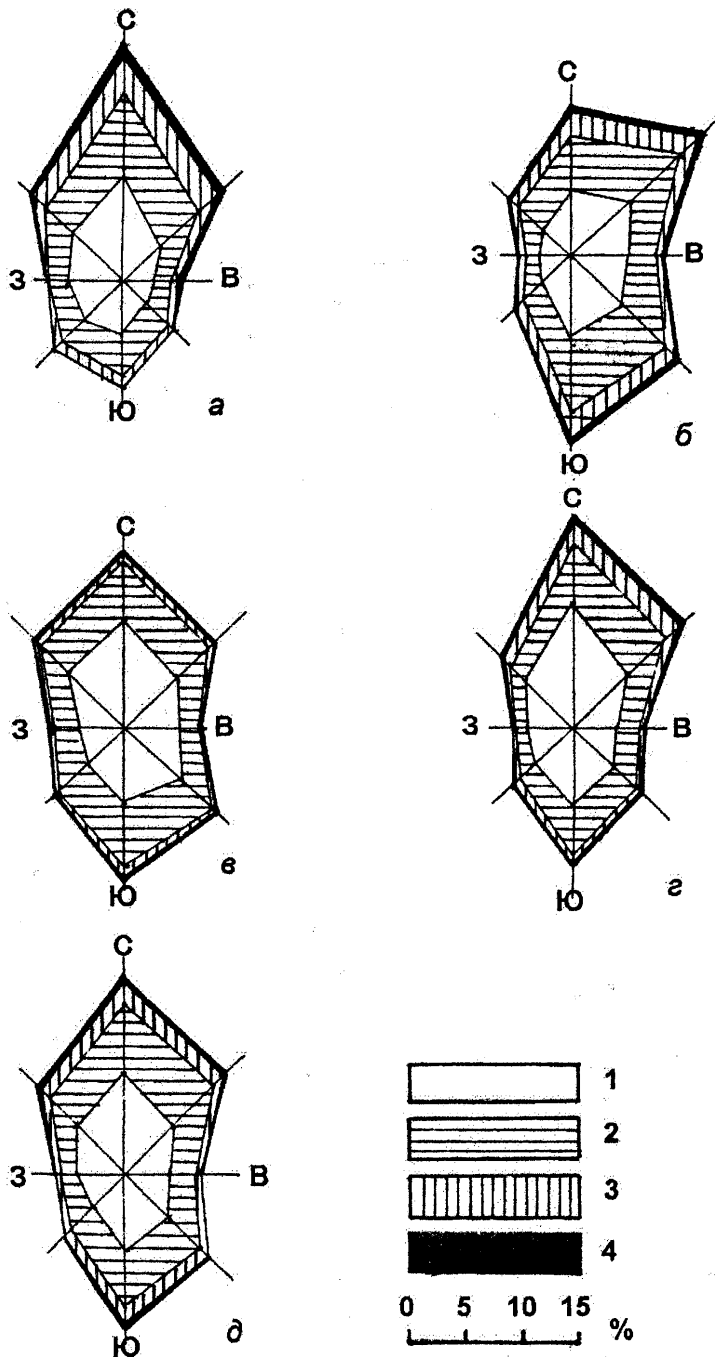


Рис. 7. Розы повторяемости ветров по градации скоростей и по сезонам по данным станции "Вилково": а — зима; б — весна; в — лето; г — осень; д — год. Градации скоростей: 1 — 1-4 м/с; 2 — 5-9 м/с; 3 — 10-15 м/с; 4 — 16-20 м/с

Наибольшей наносодвижущей силой обладают ветры со скоростью > 10 м/с на высоте флюгера. В течение одного и того же промежутка времени они способны перемещать в 10–20 раз больше наносов, чем ветры со скоростями < 10 м/с. В годовом разрезе времени среди сильных ветров так же наибольшей повторяемостью характеризуются ветры от северной и южной сторон горизонта (рис. 7). Причем, повторяемость ветров от северной стороны горизонта со скоростями 10–15 м/с в 1,45 раза больше, чем от южной стороны, а со скоростями 16–20 м/с и более — в 3,78 раза больше. Соотношение ветров северного и южного румбов резко различается для скоростей 10–15 м/с и 16–20 м/с. Северный ветер со скоростями 16–20 м/с повторяется в 4,7 раза чаще, чем южный. В то же время со скоростями 10–15 м/с ветры этих направлений имеют очень близкую повторяемость — соответственно 1,6 % и 1,3 % годового времени. Следовательно, на всей площади дельты действуют сильные ветры, способные развить активную эолодинамику.

Наиболее суровым ветровым режимом характеризуется зима. В течение этого сезона сильные ветры имеют наибольшую повторяемость, но особенно — ветер северного румба. Со скоростью 10–15 м/с он повторяется в 3,3 раза чаще, чем южный, со скоростью > 15 –20 м/с — в 2,64 раза чаще. Соотношение ветров с северной (СЗ, С, СВ) и южной (ЮЗ, Ю, ЮВ) составляющих по указанным выше градациям имеет близкие значения и соответственно равно 2,67 и 2,87.

Весенний и осенний сезоны являются переходными между зимой и летом [16], поэтому им присущи особенности как зимнего, так и летнего сезонов. Особенно суровыми являются март и ноябрь. Их ветровой режим характеризуется такими же параметрами, как и зимних месяцев [3, 11]. Май и сентябрь весьма близки летнему сезону. Апрель и октябрь являются типичными переходными месяцами, потому их ветровой режим сильно варьирует. В общем за многолетний период для этих месяцев характерно преобладание ветров с северной и южной составляющими. Соотношение повторяемости ветров этих направлений весьма приближено к 1 (1,15–1,57), особенно для градации 10–15 м/с. Что касается направлений действия по отдельным румбам, то северные ветры со скоростями 15–20 м/с повторяются в 2,2 раза чаще, чем южные, особенно весной. В то же время осенью это соотношение устойчиво держится на уровне 1,65–1,80.

Летом сильные ветры дуют значительно реже. Их повторяемость, в сравнении с другими сезонами, в 3–15 раз меньше, хотя форма розы повторяемости сохраняется такой же, как и в среднем за год (рис. 7).

По повторяемости в году в среднем за многолетний период доминирующие направления ведут себя по разному. Наибольшей стабильностью во временном разрезе характеризуется южный ветер — его повторяемость во все сезоны и по всем градациям скоростей > 10 м/с весьма близки средним годовым значениям. Разброс не превышает 15 %. Но повторяемость северного ветра, наоборот, подвержена сильным колебаниям (в 3–10 раз) от сезона к сезону года.

Использованная информация показала, что ветровой режим территории дельты Дуная является умеренным. Ветры со скоростями > 20 м/с бывают только от южного направления: обычно наблюдается всего 2 случая в году, причем, средняя непрерывная продолжительность каждого случая равна 12 час, а максимальная — 44 час [3, 11]. Для этой территории, как показал фактический материал, типичным выступает меридиональный воздушный перенос по интегральной энергии (включая скорость, повторяемость и продолжительность действия). Следовательно, создались условия для доминирования меридионального эолового перемещения наносов, который чаще всего обуславливает максимальную мощность ветропесчаного потока при данной общей экспозиции песчаных аккумулятивных форм.

Эоловые процессы в дельте Дуная. В зависимости от естественной истории формирования, гранулометрического состава наносов, условий увлажнения, длины разгона ветрового потока, рельефа подстилающей поверхности, простираения береговой линии или площадей песчаных тел, создались разнообразные условия для протекания эоловых процессов на различных участках дельты Дуная. Взаимодействуя с подстилающей песчаной поверхностью, ветровой поток формирует эоловое движение песка в виде ветропесчаного потока. В условиях морских побережий, с разнозернистыми песками, массовое перемещение наносов начинается при скорости ветра 4,5 м/с на высоте 0,1 м, или 6–7 м/с на стандартной высоте флюгера. Основными характеристиками ветропесчаного потока являются емкость, мощность и направление движения. Их определения и условия формирования были изложены ранее [4].

Используя данные инструментальных наблюдений Гидрометеослужбы Украины за ветровым режимом в дельте Дуная, а также опубликованные данные различных авторов о количестве перенесенного песка ветрами разных скоростей, нами был выполнен расчет емкости ветропесчаных подвижек по разным румбам и емкость ветропесчаного потока в целом. По этим данным была построена роза емкости потока (рис. 8). На ней можно видеть, что в соответствии с ветровым режимом наибольшие эоловые подвижки наносов происходят от северной стороны горизонта (румбы СЗ, С и СВ). Оказалось, что их значения соответственно равны 8,7; 30,5 и 18,4 м³/м²·год. Несколько меньшие значения, но все же достаточно высокие, имеют подвижки от южного (Ю) румба — 13,2 м³/м²·год. Поскольку ветропесчаный поток представляет собой алгебраическую сумму двусторонних противоположных миграций наносов за единицу времени (год), то, в зависимости от простираения береговой линии, дельтовых морских и речных песчаных гряд, его емкость будет меняться от места к месту не только в пределах дельты в целом, но и каждой гряды в отдельности. Поэтому есть смысл кратко рассмотреть протекание эоловых процессов отдельно для каждой морфологической единицы в дельте.

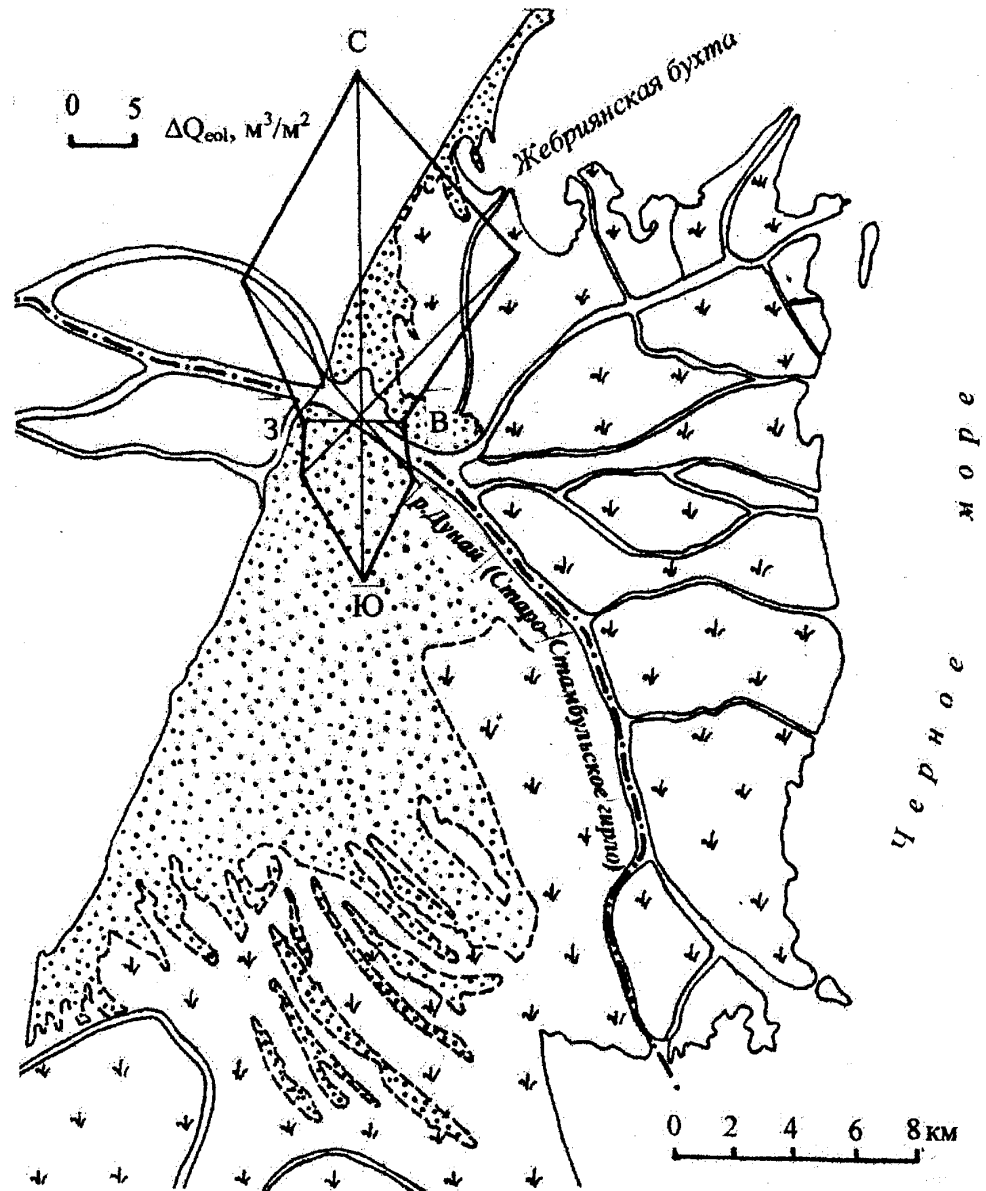


Рис. 8. Роза емкости ветропесчаных подвижек наносов в дельте Дуная в среднем за многолетний период (1945–2000 гг.): ΔQ_{eol} , m^3/m^2 в год

Жебриянская генерация гряд ("гринду") представляет собой северную часть некогда единой косы, отгораживающей пра-Дунайский залив от моря. Ее площадь относительно невелика — 20 км². В плане она представляет собой прямоугольный треугольник, больший катет которого простирается с северо-северо-востока на юго-юго-запад. По-

этому наибольшие ветропесчаные подвижки могут развиваться именно вдоль линии этого направления. Большая часть гряды, исключая только косы Перебойную и Жебриянскую, находится вдали от морского берега вне влияния прибойного потока, и в этой связи поступление новых порций песчаных наносов в большом количестве практически исключено. Поэтому эоловой переработке подвергаются ранее отложившиеся наносы, а источником наносов стало переотложение уже имеющегося материала. Ветропесчаный поток формируется подвижками в основном от северных (СЗ, С, СВ) и южных (ЮЗ, Ю, ЮВ) румбов. Суммарные величины подвижек от каждого из этих румбов соответственно равны $57,6 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{год}$ и $25,8 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{год}$. Алгебраическая сумма названных двусторонних миграций ($57,6 - 25,8 = 31,8 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{год}$) характеризует емкость ветропесчаного потока, которая составляет $31,8 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{год}$. Такую емкость следует признать большой [6, 7], но вместе с этим эоловые формы в пределах Жебриянского "гринду" сравнительно невелики — средняя высота равна 2–3 м, а максимальная — до 6 м. Описанные процессы весьма существенно влияют на формирование экологических систем внутри дельты, а потому оказывают воздействие на экологическую ценность участков Дунайского Биосферного заповедника.

Небольшая фактическая высота эолового рельефа на Жебриянской гряде объясняется влиянием прежде всего мощности, а не емкости ветропесчаного потока. А мощность, в свою очередь, зависит от многих факторов, и прежде всего — от влажности наносов, мощности слоя сухого песка, плотности и проективного покрытия растительности, длины разгона ветрового потока над песчаной поверхностью и др. Действие всех этих факторов направлено на уменьшение емкости потока. В зависимости от проявления того или иного фактора в каждом конкретном случае мощность ветропесчаного потока будет разной. Это значит, что разным будет и эоловый рельеф, а, следовательно — и субстрат для развития дельтовой фауны и флоры.

Многочисленные экспериментальные исследования в разных физико-географических условиях береговой зоны показали, что мощность ветропесчаного потока в общем составляет до 25–30 % от величин емкости. Причем, в условиях береговой зоны (включая и дельтовый тип берегов) при сходных ветровых условиях мощность эоловых подвижек от берегового сектора (в сторону моря) больше на 10–15 % по сравнению с подвижками со стороны моря. Такая разница определяется в первую очередь длиной разгона ветрового потока [4, 5]. Это значит, что экосистемы такого типа в дельте Дуная формируются под доминирующим влиянием береговых подвижек эоловых наносов.

В условиях развития Жебриянской песчаной гряды наибольшую длину разгона имеют ветры северного и южного направлений, как уже отмечалось выше, а несколько меньшую длину разгона имеют ветры СЗ и СВ направлений. Соотношение эоловых подвижек от С и Ю румбов равно 2,31. Это значит, что сумма годовых подвижек от С румба имеет не только большую длину разгона, но и емкость, бо́льшую

в 2,31 раза. Поэтому массовое перемещение наносов происходит обычно от северных румбов в сторону южных. В этом же направлении смещались и эоловые формы рельефа, что также влияло на состояние фауны и флоры экосистемы. Но в настоящее время Жебриянская песчаная гряда полностью покрыта древесной, кустарниковой и травянистой растительностью, над которой ветровой поток чаще всего полностью гасится. Это гашение потока приводит к ослаблению (иногда — полному прекращению) эоловых процессов. Как следствие, эоловые формы на поверхности "гринду" нединамичны, полностью стабильны. И только в местах активной хозяйственной деятельности, особенно на участках активной широкомасштабной добычи строительных песков, развиты интенсивные деструктивные процессы. Аккумулятивный эоловый процесс практически полностью прекратился, а господствующее положение заняли деструктивные процессы дефляции.

Аналогичным образом развиваются эоловые процессы в пределах *песчаных гряд Летя и Караорман*. Но так как площадь этих гряд значительно больше (соответственно 170 и 70 км²), то на них высота эоловых форм рельефа значительно больше. Самые высокие дюны в дельте Дуная (высота до 12 м) находятся на гряде Летя. Несколько меньше высота дюн (до 7 м) характерны для гряды Караорман. Следует отметить тот факт, что на большей площади гряд Караорман и Летя господствуют формы, высотой 2,5–3,5 м.

Несколько иначе развивается эолодинамика на косах Перебойная и Жебриянская. До настоящего времени они находятся под непосредственным и активным влиянием морских гидрогенных факторов. Это значит, что эоловый рельеф наиболее активно взаимодействует с рельефом волнового происхождения, т. е. обе косы находятся в стадии активного прибрежно-морского развития. Источником наносов для эоловых процессов является морской пляж, который испытывает сильную волновую аккумуляцию наносов, как это обычно бывает на участке разгрузки вдольберегового потока. Отсюда наносы ветровым потоком подаются в центральную и тыльную части кос. В соответствии с их простиранием, ветропесчаные подвижки от В, ЮВ и Ю румбов поставляют наносы в эоловую зону, а подвижки от С, СЗ, З и ЮЗ, наоборот, сдувают наносы с песчаной поверхности кос в море. Алгебраическая сумма количества песка от указанных направлений определяет емкость ветропесчаного потока. Сумма ветропесчаных подвижек за год со стороны моря равна 22,8 м³·м²/год, в то время, как сумма со стороны суши больше и составляет 49,9 м³·м²/год. Поэтому ветропесчаный поток направлен со стороны суши в сторону моря и равен 26,6 м³·м²/год. Коэффициент эолового сноса ($K_{eol} = P_b / P_m$) составил 2,18 — это значит, что в море с поверхности пляжа сдувается в 2,18 раза больше наносов, чем поступает в эоловую зону [5]. В результате эоловые формы развиты плохо, являются мелкими, представлены в виде небольшой гряды кучугуров, высотой до 2,0–2,5 м (рис. 9). Эоловая гряда смещается в сторону моря вслед за линией уреза, как это обычно бывает в районах доминирования береговых ветров.

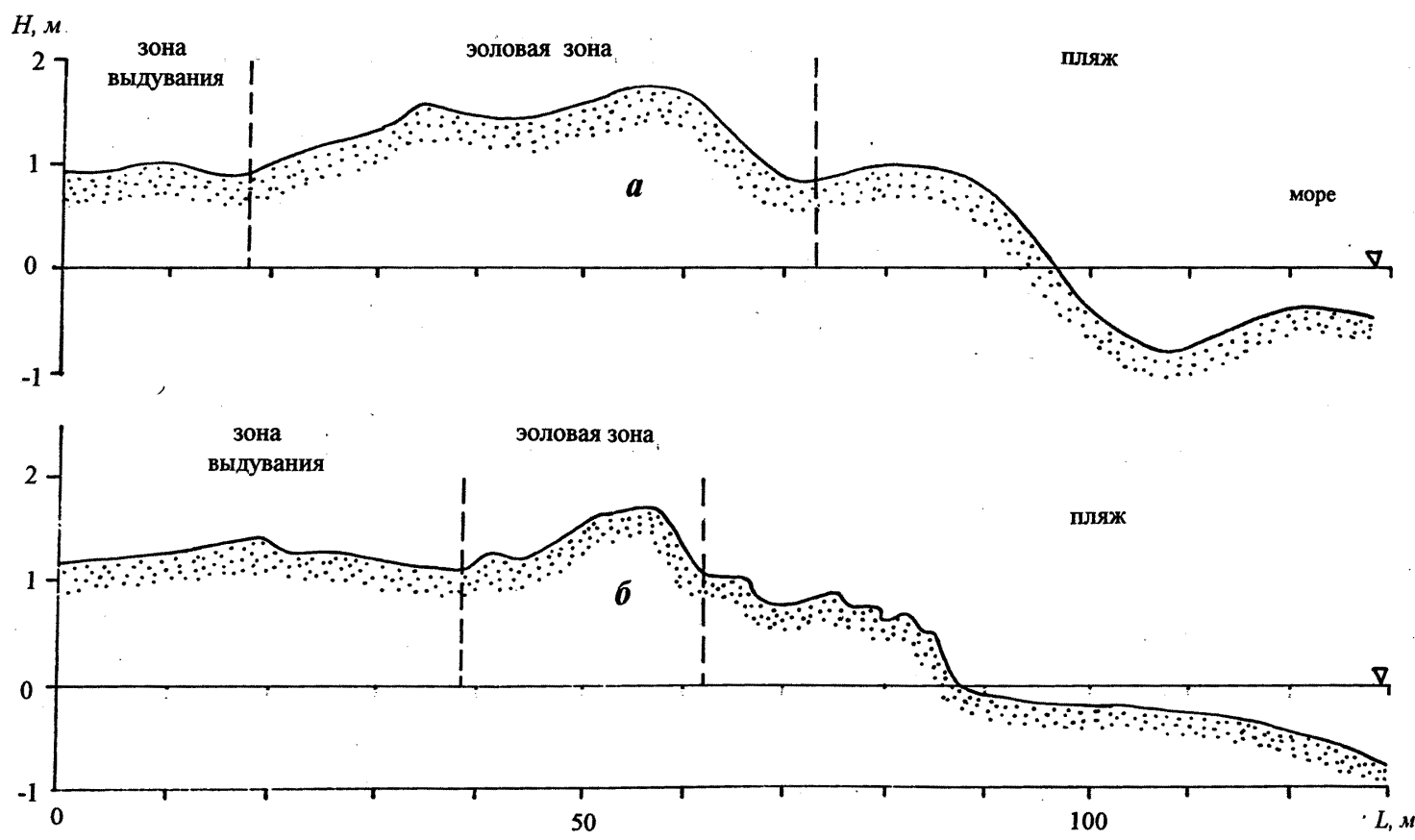


Рис. 9. Поперечные профили вкрест простирания Жебриянской косы

Другие крупные *песчаные гряды Лупилор, Китук и Красникол* вытянуты в виде узких песчаных полос, шириной от 0,3 до 3,9 км. Они простираются несколько по-иному, чем предыдущие, поскольку образовались под влиянием различных дельтовых русел и при разной экспозиции береговой линии по отношению к направлению действия вдольберегового потока наносов [6, 7]. Они ориентированы в основном с ВСВ на ЗЮЗ. Гряды Китук и Лупилор представляют собой пересыпи, которыми отгораживаются от моря озера Змейка, Синое и Разельм. Как и на косах Перебойная и Жебриянская, здесь источником наносов для эоловых процессов является морской пляж. Береговая линия моря отступает [17–19], что приводит к постоянному размыву и сокращению ширины эоловой зоны и морского пляжа. Следовательно, так же постоянно сокращается источник эоловых наносов, а ветровой поток не насыщается.

Величина морских (СВ, В, ЮВ) ветровых подвижек песка равна $22,8 \text{ м}^3 \cdot \text{м}^2 / \text{год}$, а береговых (СЗ, З, ЮЗ) — $43,1 \text{ м}^3 \cdot \text{м}^2 / \text{год}$. Получается, что мощность ветропесчаного потока равна $\{(22,8) - (43,1)\} = (-20,3) \text{ м}^3 \cdot \text{м}^2 / \text{год}$. Это значит, что ветропесчаный поток имеет отрицательный знак, т. е. направлен со стороны суши в сторону моря. Значение сноса оценивается как большое. Коэффициент эолового сноса равен 1,89 и это указывает на массовое сдувание наносов с поверхности названных гряд в море. Поэтому высота гряды невелика, всего 0,7–1,3 м. Через нее штормовые волны могут относительно беспрепятственно переплескивать на тыльную сторону гряды, а потому рельеф "гринду" формируется в основном морским гидрогенным фактором.

Гряда Красникол располагается внутри дельты Дуная и удалена от морской линии берега на 12–15 км. Следовательно, в настоящее время морские волны ее не достигают и не принимают участия в ее формировании, а гидрогенный фактор не взаимодействует с эоловым. Источником наносов являются ранее отложившиеся, происходит постоянное их эоловое перевевание. Параметры ветропесчаного потока в общем схожи с теми, которые рассчитаны для песчаных гряд Лупилор и Китук. Здесь также наносы сдуваются, но не в море, а в прилегающие плавни, и назад на гряду больше не возвращаются. По этой причине высота гряды небольшая, всего лишь 0,4–0,9 м. Эта величина меньше на 31–69 % высоты штормового заплеска ветровой волны, которая составляет 1,3 м в условиях изученного побережья. Следовательно, со времени выхода из-под влияния морского гидрогенного фактора высота гряды Красникол уменьшилась на 0,4–1,0 м именно за счет эолового сноса.

Гряда Сэрэтуриле располагается на морском крае дельты Дуная, севернее Георгиевского гирла. Ее береговая линия ориентирована с севера на юг. Так же, как и у гряды Китук, в настоящее время она подвергается размыву со стороны моря и соответствующему сокращению размеров эоловой зоны. Величина суммы всех за год ветропесчаных подвижек от морских румбов (СВ, В, ЮВ) равна $28,6 \text{ м}^3 \cdot \text{м}^2 / \text{год}$, а от противоположных береговых румбов (ЮЗ, З И СЗ) — всего лишь

18,9 м³·м²/год. В результате емкость ветропесчаного потока составляет (28,6 – 18,9) = 9,7 м³·м²/год. Поэтому коэффициент эолового сноса оказывается равным < 1, т. е. 0,66. Такая величина говорит о доминирующем поступлении наносов в эоловую и лиманную зоны, хотя и в сравнительно небольшом количестве. Такая закономерность повлияла на процессы эолодинамики.

На гряде Сэрэтуриле эоловые формы рельефа развиты сравнительно хорошо, особенно в ее южной части. Высота эоловых форм колеблется от 1,9 до 2,2 м, в соответствии с емкостью ветропесчаного потока. Если искусственно нарушить такую эволюцию гряды, то создается риск развития дефляционных процессов. Это означает физическое разрушение гряды в целом, как это имеет место на грядах Китук и Лупилор, на Жебриянской косе, и как планируется под влиянием строительства судоходного шлюзованного канала на Жебриянском участке.

Взморье Килийской дельты, как и гряда Сэрэтуриле, экспонирована в общем от С на Ю. Поэтому характеристики емкости ветропесчаного потока будут в целом аналогичными. А вот параметры мощности ветропесчаного потока будут существенно отличаться. Данные отличия обусловлены небольшими размерами тех аккумулятивных форм (пляжи, косы, бары, пересыпи и др.), которыми окаймляется Килийская дельта вдоль морского края. Их высота колеблется от 0,4 до 1,5 м, а ширина достигает 100–150 м. Они сложены плотными, тонкозернистыми илисто-песчаными и алевритовыми наносами. Наносы такого состава, уплотненные и влажные, в меньшей мере поддаются влиянию давлению ветрового потока, чем более рыхлые среднезернистые пески гряд Летя, Караорман, Жебриянская, Китук и др.

Во время действия сильных морских ветров вдоль изрезанной береговой линии морского края дельты Дуная формируется штормовой нагон воды, и гидрометеорологическое повышение уровня достигает 1 м и даже более над ординаром. В результате некоторые из баров, кос, пересыпей, пляжей, островов затапливаются частично или полностью, и ни о каком эоловом движении наносов речи быть не может. К тому же общая высокая влажность наносов способствует быстрому поселению растительности, которая рассеивает ветровой поток. Поэтому мощность подвижек со стороны моря оказывается совсем небольшой, несмотря на очень высокую емкость. Такая реакция подстилающей поверхности на действие ветра ведет к практически полному отсутствию эоловых форм на морском крае. А поперечный профиль через эти формы представляет собой пляж полного профиля, развитие которого контролируется морским фактором и несущественно — эоловым фактором.

Прирусловые валы образовались вдоль крупных речных русел, которые характеризуются субширотным простиранием. Это означает, что наиболее сильные и часто повторяющиеся ветры от северных и южных румбов оказывают существенное влияние на эти валы. В настоящее время на большинстве прирусловых валов произрастает древес-

ная растительность, с подлеском, которая надежно укрывает поверхность валов от ветрового воздействия. Даже если бы растительность отсутствовала, то эоловые формы все равно не зарождались. Пелитовые наносы ведут себя иначе в ветровом потоке, по сравнению с песчаными [1]. Они могут длительное время находиться во взвешенном состоянии в воздухе и в виде атмосферной пыли перемещаться на большие расстояния. Частицы перелетают через гряды любой ширины и оседают на поверхности плавней и озер, способствуя нарастанию поверхности дельты.

Выводы

Рассмотренный фактический материал, его анализ и сопоставления с аналогами, позволили придти к нескольким важным выводам.

Эоловые процессы широко развиты в дельте Дуная, причем, особенно хорошо там, где распространены большие по площади песчаные поля — гринду Жебриянское, Летя, Караорман, Сэрэтуриле. В наибольшей мере здесь реализуется энергетический потенциал сильных и часто повторяющихся ветров. Механизм эолового морфолитогенеза во многом близок таковому в пустынях.

На поверхности других песчаных форм дельты эоловые процессы протекают так же, как и на морском берегу. На их поверхности ветропесчаные подвижки со стороны моря поставляют наносы в эоловую зону форм и наращивают ее высоту. Ветропесчаные подвижки со стороны суши, наоборот, сдувают наносы с поверхности эоловой зоны и морского пляжа в море, а также в близлежащие заливы и плавни. Разница величин противоположных по знаку подвижек составляют эоловую аккумуляцию. Простираение песчаных аккумулятивных форм по отношению к преобладающим наносодвижущим ветрам таково, что с большинства форм происходит сдувание наносов. Они теряются в море или заливах и плавнях, а потому крупные эоловые кучугуры не возникают. Если же все-таки появляются эоловые формы, то они невелики (высота до 1–2 м), зачаточные и представлены в виде отдельно стоящих бугров.

Ранее эоловым процессам в дельте Дуная существенного внимания не уделялось, природные механизмы формирования не вскрывались, а их рассмотрение чаще всего было направлено на обоснование фитомелиораций (залесение, создание лугов, высадка садов и виноградников) и добычи строительных песков. Тем не менее, эоловые процессы в дельте Дуная имеют большое значение для укрепления каркаса дельты, ее общего роста в высоту, наносообмена. Во-первых, эти процессы создают положительные формы рельефа, которые увеличивают ландшафтное разнообразие. Во-вторых, в результате повышаются абсолютные отметки территории дельты, мелеют плавни и дельтовые озера. В-третьих, эоловые формы (дюны, барханы, бугристые пески) являются убежищем для многих видов животных и, прежде всего, одичавшего домашнего скота (коров, лошадей). В процессе реинтродуцирования

некоторых видов животных (зубр, лось) они могут себе найти пристанище в дюнах.

Литература

1. Айбулатов Н. А. Динамика твердого вещества в шельфовой зоне. — Ленинград: Гидрометеоздат, 1990. — 272 с.
2. Алмазов А. М., Бондар К., Вагин Н. Ф. и др. Гидрология устьевой области Дуная / Под ред. Я. Д. Никифорова и К. Дьякону. — Москва: Гидрометеоздат, 1963. — 630 с.
3. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Черное море // Гидрометеорологические условия. — 1991. — Т. . — Вып. 1. — Отв. ред. Ф. С. Терзиев. — СПб: Гидрометеоздат. — 429 с.
4. Выхованец Г. В. Факторы формирования ветропесчаного потока наносов на береговых аккумулятивных формах / Исследование береговой зоны морей: Сб. научн. трудов. — Киев: Карбон Лтд, 2001. — С. 54–67.
5. Выхованец Г. В. Коэффициент эолового сноса и его рельефообразующее значение // Доповіді НАН України. — 2001а. — № 4. — С. 106–110.
6. Зенкович В. П. Загадка Дунайской дельты // Природа. — 1956. — № 3. — С. 86–90.
7. Зенкович В. П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. — Т. 2. — Москва: Изд-во АН СССР, 1960. — 316 с.
8. Котенко Т. Г., Волошкевич О. М. Створення Дунайського біосферного заповідника — один із шляхів вирішення екологічних проблем регіону // Екологічні проблеми басейну Дунаю в межах України: Гол. ред. В. Д. Романенко. — Київ: ДКНТ, 1996. — С. 102–111.
9. Михайлов В. Н. Гидрология устьев рек. — Москва: Изд-во Московск. унив., 1998. — 176 с.
10. Михайлова М. В., Михайлов В. Н., Левашова Е. А., Морозов В. Н. Естественные и антропогенные многолетние изменения стока воды и наносов Дуная и Килийского рукава дельты / Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища: Відп. ред. С. Д. Гопченко. — Одесса: ТЭС, 2002. — С. 137–139.
11. Справочник по климату Черного моря // Под ред. А. И. Соркиной. — Москва: Гидрометеоздат, 1974. — 406 с.
12. Шуйский Ю. Д. Береговые аккумулятивные формы на взморье дельты Дуная // Известия АН СССР. Сер. геогр. — 1966. — № 3. — С. 96–100.
13. Шуйский Ю. Д. Динамика морского края Килийской дельты Дуная // Труды ГОИНа. — 1984. — Вып. 172. — С. 50–60.
14. Шуйский Ю. Д. Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей. — Ленинград: Гидрометеоздат, 1986. — 240 с.
15. Шуйский Ю. Д. Килийская дельта Дуная и вопросы водных путей / Проблемы экологической безопасности транспортных коридоров в Черноморском регионе: Сб. научн. трудов. — Одесса: ОЦНТП, 2003. — 148 — 159.
16. Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в северо-западной части Черного моря. — Москва: Недра, 1989. — 198 с.
17. Gastescu P. Contributions to the coastal zone management in the Romanian sector of the Black Sea // Review Rouman. Geographie. — 1995. — Т. 39. — P. 71–78.
18. Trufas V., Selariu O. Procese morfologice a le tarmului romanesc al Marii Negre // Hidrotechn., Gospod., Apelor, Meteorol. — 1967. — Т. 12. — № 12. — P. 654–660.
19. Vespremeanu E. E. Geomorphological evolution of the Sfintu-Gheorghean mouth (Danube delta, north-west of the Black Sea) in the last 200 years // Review Rouman. Geol.: Ser. Geophys. & Geogr. — 1983. — Т. 27. — P. 61–68.

Г. В. Вихованець

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
кафедра фізичної географії та природокористування,
вул. Дворянська, 2, Одеса-26, 65026, Україна

ВПЛИВ ЕОЛОВОГО ФАКТОРУ НА РОЗВИТОК ДЕЛЬТИ ДУНАЮ

Резюме

Сучасні екологічні проробки, що виконувалися для заповідника в дельті Дунаю, не урахували характер впливу еолових процесів. Та ці процеси широко розповсюджені на всіх барах, косах, пересипах, пляжах названої дельти. Під їх впливом формується особливий субстрат для існування рослин і тварин, беруть участь у структурі водно-болотних угідь, утворюють добрий схов для багатьох видів тварин, сприяє зростанню висоти дельтової поверхні, закріплюють піщано-пасмовий каркас дельтового конуса.

Ключові слова: Дунай, дельта, рельєф, еоловий процес, пісок, вітропіщаний потік, акумуляція

G. V. Vykhovanets

National Mechnikov's University of Odessa,
Physical Geography Department
Dvoryanskaya St., 2, Odessa-26, 65026, Ukraine

AEOLIAN FACTOR IMPACT ON EVOLUTION OF DANUBE DELTA

Summary

In modern ecological studies under the substantiation of boundaries of the Biosphere reserve in the Danube delta the character of aeolian processes influence is not taken into account (discounted). At the same time, aeolian processes and relief forms are widely spreaded on all sandy bars, spits, barriers, beaches of this delta. Aeolian processes and sediments are forming the special ground substratum for vegetation and animals, create a structure of fresh-marsh wetland, can be for a shelter for a number of species of animals, promote growth of a height of the deltaic surface, participate in saving of a frame (skeleton) of a delta.

Key words: Danube, delta, relief, aeolian process, sand, wind-sand flow, accumulation