

**А. Б. Муркалов**, ст. преподаватель,

**В. В. Неведюк**, студент,

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,

кафедра физической географии и природопользования,

геолого-географический факультет,

ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

## НАНОСЫ МОРСКИХ ПЛЯЖЕЙ КАК ИНДИКАТОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПЕРЕСЫПИ ДНЕСТРОВСКОГО ЛИМАНА, ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Северо-западное побережье Черного моря относится к лиманному типу. Здесь в ходе голоценовой трансгрессии пересыпами были отчленены от моря эрозионные долины рек. Одной из таких пересыпей является Днестровская, которая отделяет от моря Днестровский лиман. В ней постоянно существует, обеспечивая взаимодействие лимана с морем, Цареградское гирло. Гирло обеспечивает выход в море по искусственному каналу судов из порта Белгород-Днестровский и портопункта «Бугаз». Пересыпь в настоящее время полностью освоена. По ней проложены шоссейная и железная дороги, построен мост, большие площади занимает курортное, берегозащитное и частное строительство. Пляжи пересыпи развиваются в условиях сильного и постоянного антропогенного влияния. Особое внимание в данной статье уделено изучению состава наносов морских пляжей в связи с протекающими на данном участке берега процессами.

**Ключевые слова:** Черное море, пересыпь, береговая зона, пляжи, наносы.

### Введение

Пересыпь Днестровского лимана является неотделимой частью устьевой области реки Днестр. Её морфология, динамика, наносы и отложения изучаются кафедрой физической географии Одесского университета достаточно продолжительное время [1, 4, 5]. Длина пересыпи составляет 9,8 км [3]. Для исследованного участка береговой зоны характерным является самый высокий энергетический потенциал во всей литодинамической ячейке: от мыса Большой Фонтан до Жебриянской бухты. Согласно [4], расчетные ветроэнергетические характеристики (условные единицы) для данного участка следующие: результирующий вектор ветро-волновой энергии  $E = 30,07$  (наибольшее значение в пределах литодинамической ячейки), вдольбереговая наносодвижущая сила  $T_{рез} = 1,8$  (минимальна для открытого берега), размах миграций  $A = 37,4$  (максимален для всего участка), степень лобового воздействия  $B_{эн} = 31,92$ , относительная интенсивность вдольберегового перемещения наносов  $i = 0,05$ , коэффициент воздействия на подводный склон  $t = 0,06$ . Таким образом, данный участок берега характеризуется высоким энергетическим потенциалом (открытость практически всем морским румбам), общим сносом наносно-

го материала на юго-запад, преобладанием миграций наносов (отдельных подвижек), существенным значением поступления наносов с подводного склона и мощным лобовым воздействием волнения. Кроме названных физико-географических условий, как показали ранее проведенные исследования [2, 5], основное влияние на пересыпь оказывали два главных фактора — судоходный канал и жесткое берегозащитное сооружение (рис. 1, 2 Б). Оценка современного состояния пересыпи Днестровского лимана проведена в целом ряде работ [1, 3, 4]. Отмечено, что пересыпь деградирует главным образом вследствие того, что при её экономическом освоении не были учтены генезис, особенности географического строения и условия существования.

Пляжи, по особенностям динамики, морфологии, генезиса, развития и состава наносов, наиболее быстро изменяются при изменении условий в литодинамической ячейке в целом и на отдельных ее участках в частности. Они индикаторы протекающих процессов, своеобразное «лицо» береговой зоны. Изучение изменений высокодинамичных природных систем под влиянием антропогенного фактора — в данном случае пляжей и состава слагающих их наносов — очень актуально в настоящее время. Таким образом, проведенное исследование актуально с теоретической и практической точек зрения.

Полученные материалы опираются на теорию береговедения. При их анализе, в частности, учитываются следующие три основных представления о развитии береговой зоны:

1. Емкость аккумулятивных форм определяется совокупностью природных условий и является величиной, испытывающей отклонения от среднего при изменении последних [3, 5];

2. Любые изменения в береговой зоне отражают сложное взаимодействие надводной и подводной частей, при этом морфологические изменения сопровождаются изменением состава наносов, восстановление рельефа протекает в обратном порядке [2, 3];

3. Потоки и подвижки наносов формируют единую взаимосвязанную литодинамическую систему, изменения в любой из частей которой отражаются во всех частях во времени, структуре, пространстве [2, 3, 5].

Эти три положения определяют теоретическое значение статьи. Соответственно, *предметом исследования* являются наносы морских пляжей Днестровской пересыпи, а *объектом* — песчаная Днестровская пересыпь на северо-западном побережье Черного моря.

### **Фактический материал и методы наблюдений**

Исходными данными для написания данной статьи послужили результаты многолетних стационарных наблюдений за пляжами пересыпи Днестровского лимана в натурных условиях, литературные материалы других авторов, стационарные и маршрутно-экспедиционные наблюдения кафедры физической географии ГГФ ОНУ, в том числе — и с участием авторов данной статьи, личные наблюдения авторов.

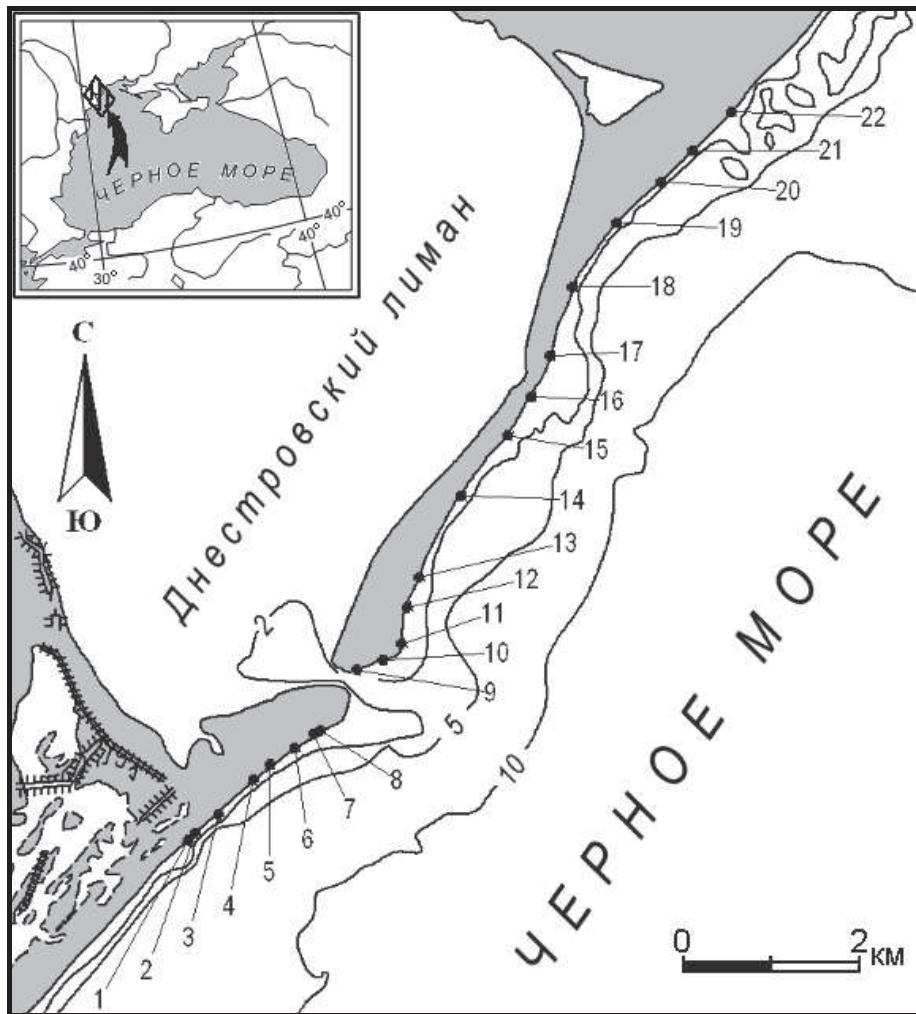


Рис. 1. Карта фактического материала: точками и номерами указаны соответственно место отбора проб пляжевых наносов и их номер, на врезке указано географическое положение района исследований

В результате наблюдений были отобраны образцы пляжевых наносов в 22 точках (проанализировано более 200). Отбор производился как в зависимости от изменения морфологии пляжей и состава наносов, так и сплошным опробованием на точках через каждые 500 м вдоль морского края пересыпи (рис. 1). Отобранные образцы подвергнуты полной лабораторной обработке. Положение береговой линии и мест отбора проб наносов фиксировалось GPS-приемником с параллельным определением координат контрольных точек. При обработке материала применены методы гранулометрического, литологического, петрографического, графического анализа и представления результатов. Использовались картографический, сравнительно-географический, статистический теоретические методы.

## Результаты исследований и их обсуждение

Исследования проведены после шторма от южного сектора горизонта в конце осеннего сезона. В связи с этим полученный материал должен рассматриваться как отражающий изменения в береговой зоне для данной совокупности природных условий. Отбор проб и фиксирование береговой линии произведены в течение суток после завершения шторма. Общее время полевых работ составило 8 часов (один световой день). В районе исследований подобный эксперимент проводился в 60-х годах с участием Ю. Д. Шуйского и Д. Я. Бертмана [1] на стационарных участках.

Маршрутно-экспедиционные исследования показали, что в географическом положении и соотношении подтипов и форм рельефа берегов пересыпи Днестровского лимана (рис. 2, А) не отмечено. Можно говорить о тенденции к смене подтипа берега. Она проявляется на мезо- и макроуровне (пляжи, эоловая зона). Наибольшее влияние на изменение рельефа пересыпи оказывает застройка и строительство. Ранее сооружения располагались еще в тыльной части пляжа (в том числе и за эоловой зоной), то сейчас эти строения размещаются в наиболее динамичной зоне — на пляже по причине неуклонного отступления береговой линии. Положение штормового вала в настоящее время приурочено к строениям, а эоловая зона уничтожена полностью.

Гранулометрические характеристики наносов рассчитаны по методу Траска. Анализ полученных результатов показал, что вдоль берега Днестровской пересыпи в целом распределение  $Md$  (срединного размера зерен),  $S_o$  (сортировки) и  $S_k$  (асимметрии) подчинено одним и тем же закономерностям (рис. 3). При продвижении с северо-востока на юго-запад значения увеличиваются в районе берегозащитного сооружения и оголовка. На остальных участках значение варьируется около среднего. Значения  $Md$  увеличиваются от 0,33 до 0,49 мм. В среднем по участку составляет 0,36 мм. Однако, для сравнения, в 2000 г. эти величины составляли соответственно 0,32–1,0 и 0,48 мм. То есть наносы стали более мелкими. Величина  $S_o$  изменяется в пределах от 1,27 до 2,15, в среднем равна 1,45. В 2000 г. она была соответственно 1,46–2,86, а среднее значение 2,0. Это свидетельствует о том, что наносы стали более отсортированными (ряд фракций выпал) и более однородными, отражают более однородные условия формирования состава.

$S_k$  изменяется в пределах от 0,86 до 1,46 и в среднем составляет 1,0. В 2000 г. они были равными соответственно 0,85–2,0 и 1,86. Значит, увеличилась правосторонняя асимметрия за счет увеличения содержания песчаных фракций.

Ведущей фракцией является 0,5–0,25 мм. Ее содержание вдоль берега уменьшается на участках размыва и оголовке от 76,68 до 37,11, в среднем составляет 58,8 %. На участках размыва песчаные фракции активно выносятся и замещаются более крупными (рис. 3Б, 4). В районе южного оголовка содержание ведущей фракции  $S_o$  минимально, а у северного близко к максимальному. Это связано с тем, что наблюдения проводились после южного шторма, при котором песчаный материал не может быстро пересечь судоходный канал, а вначале оттягивается на конус подводного скло-

на (рис. 2). В 2000 г. ведущей фракцией была также фракция 0,5–0,25 мм. Значение  $S_0$  изменялось от 22,2 до 66,1 %, в среднем составляя 44,5 %. Это свидетельствует о том, что за 10 лет содержание ведущей фракции увеличилось на 14,3 %.

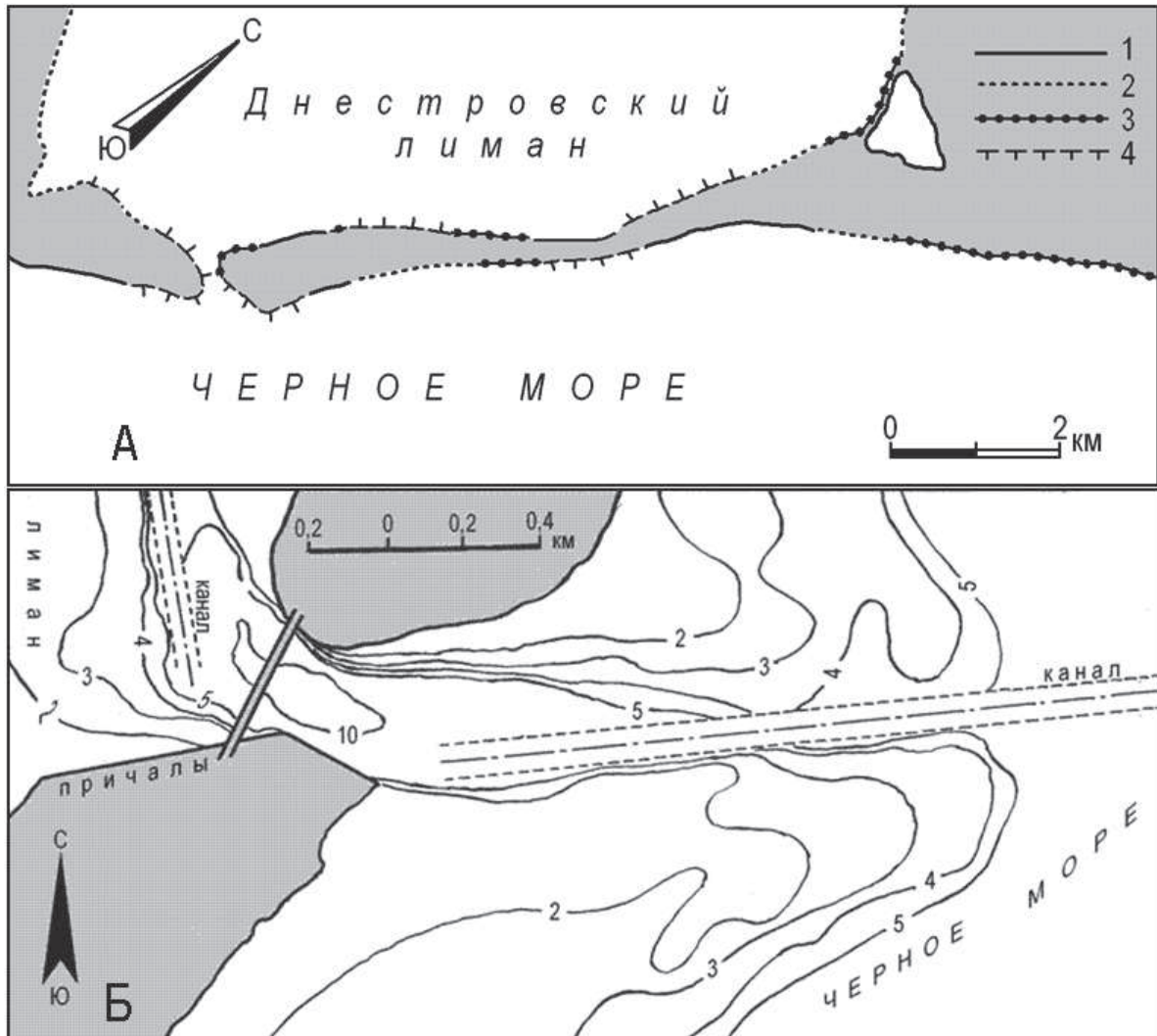


Рис. 2. Типы берегов пересыпи Днестровского лимана (по Ю. Д. Шуйскому) — (А): 1 — аккумулятивные в режиме отступления, 2 — аккумулятивные динамически стабильные, 3 — аккумулятивные в режиме наступания, 4 — искусственные и антропогенно измененные; расположение искусственной выемки на морской части подходного Днестровско-Цареградского судоходного канала (Б): сплошные тонкие линии — изобаты, в метрах

Как можно видеть, в общем пляжевые наносы существенно поменяли состав. Произошло общее уменьшение крупности наносов на 25 %, но при этом расширился диапазон крупности в отдельных точках. Соответственно, стала лучше отсортированность, диапазон крайних значений  $S_0$  снизился на 60 % и масса наносов стала более однородной. На это указывают и изменения ведущей фракции 0,25–0,5 мм — ее содержание выросло почти на 15 %.

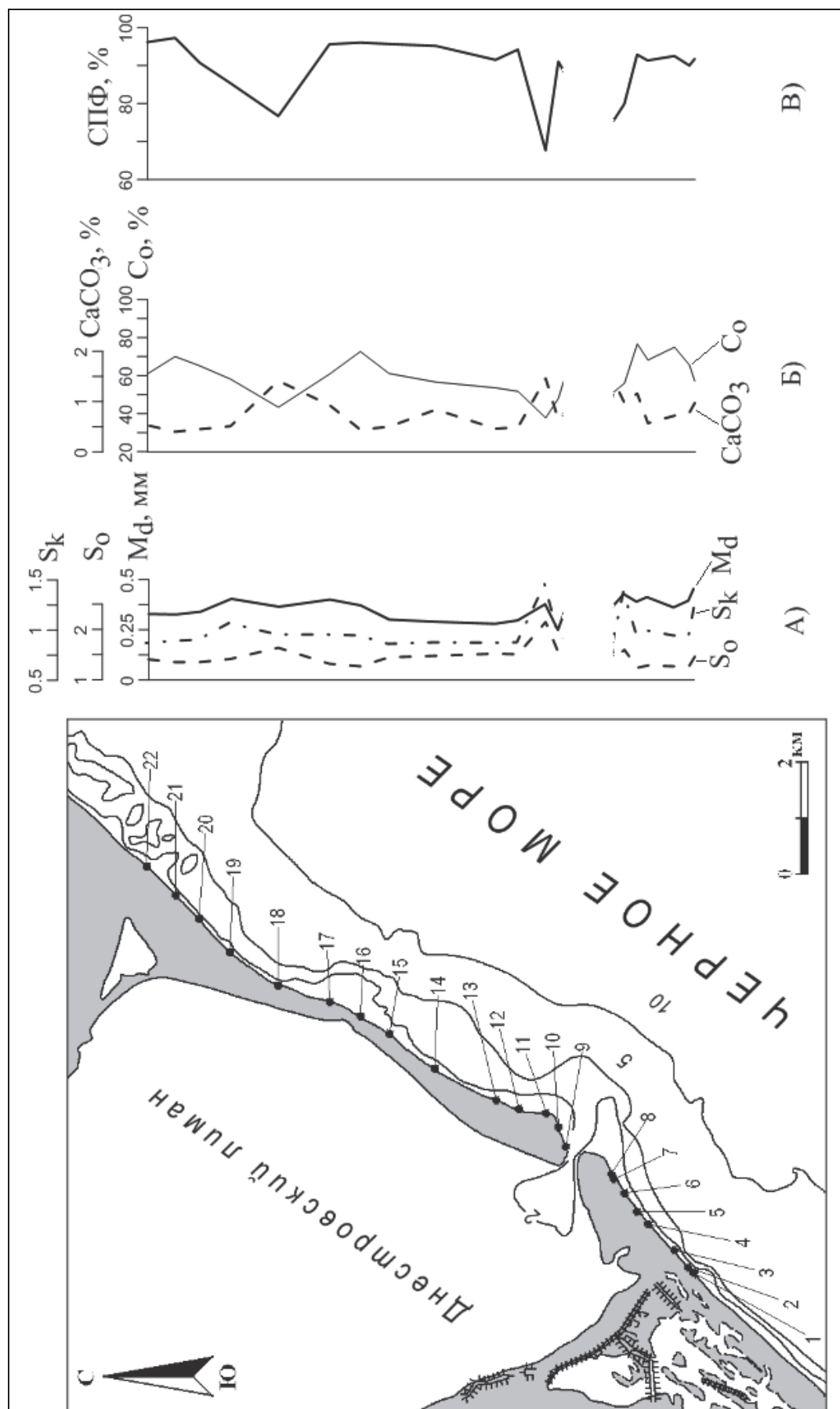


Рис. 3. Карта-схема распределения основных гранулометрических характеристик наносов морского пляжа на пересыпи Днестровского лимана: А)  $M_d$  — медианный размер фракции,  $S_o$  — коэффициент сортировки,  $S_k$  — коэффициент асимметрии; Б)  $C_o$  — содержание ведущей фракции,  $CaCO_3$  — карбонатность; В) СПФ — содержание песчаных фракций

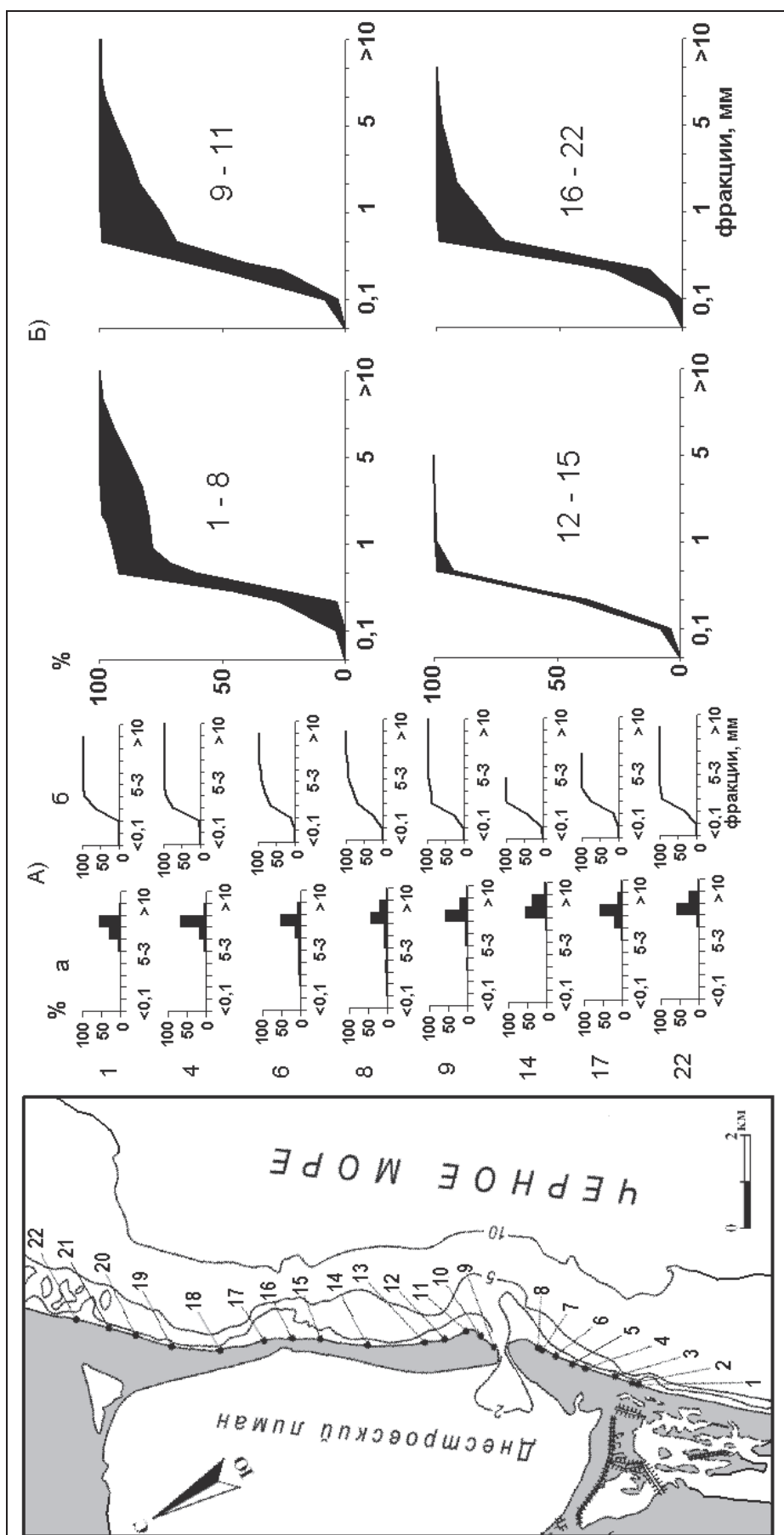


Рис. 4. Изменчивость фракционного состава наносов морского пляжа на пересыпи Днестровского лимана: А) (а, б) — типы гистограмм распределения и кумулятивных кривых, соответственно; Б) — поля кумулятивных кривых

Содержание суммы песчаных фракций (СПФ) подчиняется тем же закономерностям, что и  $C_o$ . По сравнению с 2000 г. содержание песчаных фракций увеличилось на  $\approx 15\%$ . Такое уменьшение  $Md$  и увеличение СПФ,  $C_o$  вероятно приводит к формированию более подвижных пляжей, увеличению параметров слоя волновой переработки при неизменных природных условиях. Ведь уменьшение размера зерен песка требует меньших затрат волновой энергии. А если величины энергии в общем находятся на том же уровне, то в волновую переработку будет вовлечено больше наносов. Значит, возрастут величины вертикальных и горизонтальных деформаций пляжей.

Вклад биогенного источника в питании береговой зоны участка исследований и состав наносов пляжей оценивался с помощью вычисления карбонатности  $CaCO_3$ . Оказалось, что содержание карбоната кальция возрастает на участках размыва и дистальных оголовках. Значения изменяются от 0,40 до 1,46. Максимальные значения характерны для участков с наиболее крупными фракциями, представленными створками раковин или детритом.

Анализ формы и распространения кумулятивных кривых вдоль пересыпи Днестровского лимана показал (рис. 4), что в её пределах представлено главным образом два вида кривых и три вида полей кумулянт: S- и Г-образные, широкие S-, широкие Г- и узкие Г-образные, соответственно. Для участков аккумуляции наносов характерен S-образный тип и S-образное широкое поле. Для участков динамически стабильных соответственно — S- и Г-образные кривые и Г-образное широкое поле кумулятивных кривых. Для участков размыва характерны Г-образные кривые и Г-образное узкое поле (рис. 4). Следует заметить, что переходными от типа к типу являются кумулятивные кривые, представленные на рис. 5, Б, б. Данный тип кривой, кроме указания смены типа берега и протекающих процессов, по-видимому, отражает эволюцию гранулометрического состава наносов во времени. В данном случае — смену гранулометрического типа пляжей.

На основании анализа гранулометрического состава наносов пересыпи можно провести ее районирование и выделить 4 зоны:

- а) южная часть: от пересыпи Будакского лимана до Цареградского гирла;
- б) дистальный оголовок северной части Днестровской пересыпи;
- в) узкий отрезок пересыпи (расположение берегозащитного сооружения);
- г) северная часть пересыпи до прикорневой части в районе Каролино-Бугаза.

В целом по всей пересыпи отмечают, как и для отдельных её участков, изменения фракционного состава. По сравнению с 2000 г., за 10 лет содержание фракций  $>10$  и 5–3 мм уменьшилось на 5,9 % и 0,07 %, соответственно (рис. 5, А, В). Такие же изменения характерны и для фракций 0,25–0,1 —  $< 0,1$  мм (5,3 % и 8,33 %). Отмечено увеличение содержания песчаных фракций за счет вытеснения более крупных на 0,2–16,1 %. Этот факт требует более глубокого изучения, поскольку в данном случае появляется вопрос об источнике песчаного материала, особенно фракций 0,5–0,25 мм. Последние обычно аккумулярованы в эоловой зоне, которая сейчас в основном уничтожена.

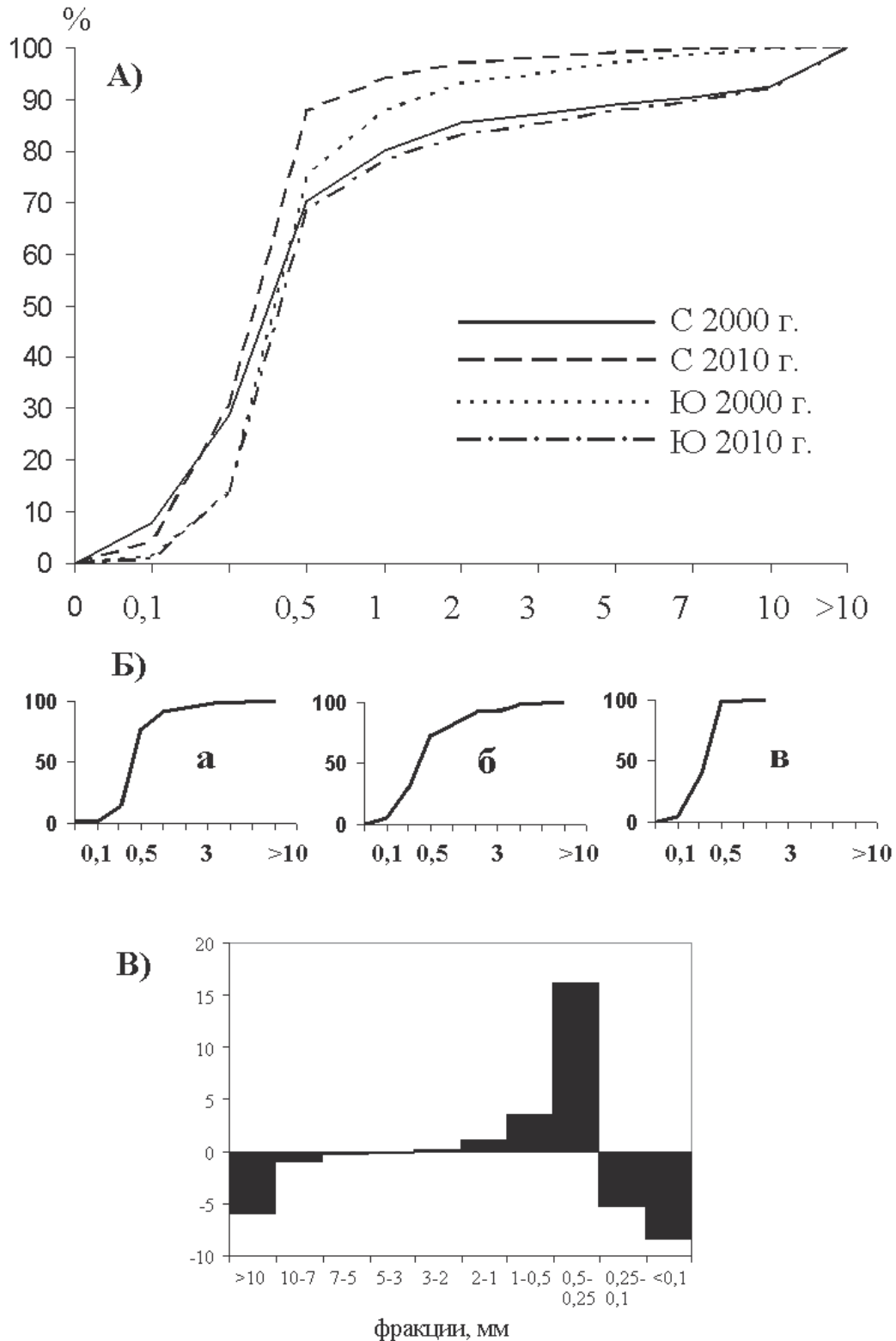


Рис. 5. Поле кумулятивных кривых (А) северной и южной (С и Ю) частей Днестровской пересыпи. Примеры кумулятивных кривых, отражающих смену гранулометрического типа наносов морского пляжа и динамику берегов района исследований (Б): а — участок аккумуляции, б — динамически стабильные, в — участки размыва; результирующие изменения фракционного состава наносов морских пляжей с 2000 по 2010 г. (В)

На основании анализа фактического материала можно произвести первичный расчет объемов вредного и несанкционированного специалистами изъятия наносов пляжей. При этом песчаные наносы увозились неизвестно кем и неизвестно куда. При общей длине пересыпи 9800 м и объеме наносов, заключенных в слое волновой переработки, 40–80 м<sup>3</sup>/м, частное и курортное строительство привело к изменению фракционного состава — исчезли более крупные фракции, содержание мелких увеличилось. С морского края береговой зоны днестровской пересыпи, в результате вредоносного изъятия было вывезено около 8–10 % наносов пляжей (особенно крупных, наиболее востребованных в строительстве фракций). Суммарно за 10 лет это составило величину 5,684 млн м<sup>3</sup>, или в среднем 568,4 тыс. м<sup>3</sup>/год, что в среднем по длине берега составляет 58 м<sup>3</sup>/м·год. Таким образом, за минувший период 2000–2010 гг. в пределах данного участка берега ежегодно изымалась величина, равная объему деформаций пляжей. Изъятие крупных фракций компенсировано поступлением более мелких фракций, главным образом фракций 0,5–0,25 мм. Это, в свою очередь, приводит к повышению динамичности пляжей, если в окружающей среде сохраняются те же физико-географические условия.

## **Выводы**

Проведенные исследования и камеральная обработка полученных результатов позволила сделать следующие выводы:

Морские пляжи Днестровской пересыпи развиваются в условиях чрезмерного антропогенного воздействия. В настоящее время это отражается в смене морфологического и гранулометрического типа пляжей;

Воздействие канала и берегозащитного сооружения можно рассматривать как «естественный фон». Ведущим фактором за последние 10 лет, вызывающим морфологические и литологические изменения пляжей, стало безграмотное селитебное строительство на поверхности пересыпи. Оно оказывает постоянное и изменяющееся по знаку воздействие на природу пересыпи;

Частное, коммунальное и курортное строительство привело к изъятию из береговой зоны части наносов. Это отразилось в изменении фракционного состава — исчезли более крупные фракции, содержание мелких увеличилось. С морского края береговой зоны Днестровской пересыпи было изъято около 8–10 % наносов пляжей (особенно крупных, наиболее востребованных в строительстве фракций), это составило величину 5,684 млн м<sup>3</sup>, или 568,4 тыс. м<sup>3</sup> / год (до 58 м<sup>3</sup>/ м · год). Таким образом, за 10 лет в пределах данного участка берега ежегодно изымалась величина, равная объему деформаций пляжей. Изъятие крупных фракций компенсировано поступлением более мелких фракций, главным образом фракций 0,5–0,25 мм. Это, в свою очередь, приводит к повышению динамичности пляжей (при сохранении прежних окружающих физико-географических условий).

В настоящее время по гранулометрическому составу наносов и протекающим процессам пересыпь может быть районирована и разделена на

4 зони: а) южная часть от пересыпи Будаковского лимана до Цареградского гирла; б) дистальный оголовок северной части Днестровской пересыпи; в) узкая часть пересыпи; г) северная часть пересыпи до прикорневого отрезка в районе пос. Каролино-Бугаз.

## Литература

1. Бертман Д. Я., Шуйский Ю. Д., Шкарупо И. В. Опыт изучения динамики пляжей в зависимости от направления и силы действующего ветра // Океанология (Москва). — 1971. — Т. 11. — Вып. 3. — С. 450–459.
2. Березницкая Н. А., Муркалов А. Б. Современная динамика пляжей на пересыпи Днестровского лимана (Черное море) // Исследования береговой зоны морей: Гл. ред. Ю. Д. Шуйский. — Киев: Карбон Лтд, 2001. — С. 117–125.
3. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. — Москва: Изд-во АН СССР, 1962. — 710 с.
4. Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в северо-западной части Черного моря. — Москва: Недра, 1989. — 198 с.
5. Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В. Современное состояние пересыпи Днестровского лимана на побережье Черного моря // Причерном. Екол. бюллетень. — 2007. — № 4 (26). — С. 10–26.
6. Шуйский Ю. Д. Динамика песчаных пляжей на берегах неприливых морей по результатам многолетнего мониторинга // Приморье XXI век: Материалы науч. конф., посв. 115-летию Об-ва изучения Амурского края и 100-летию Дальневост. гос. университета / Под ред. П. Ф. Бровко. — Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1999. — С. 147–150.

**О. Б. Муркалов, В. В. Неведюк**

Одеський нац. університет імені І. І. Мечникова,  
кафедра фізичної географії і природокористування,  
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

## НАНОСИ МОРСЬКИХ ПЛЯЖІВ ЯК ІНДИКАТОР СУЧАСНОГО СТАНУ ПЕРЕСИПИ ДНІСТРОВСЬКОГО ЛИМАНУ, УЗБЕРЕЖЖЯ ЧОРНОГО МОРЯ

### Резюме

Пляжі пересипу Дністровського лиману розвиваються в умовах сильного антропогенного тиску. При цьому вплив судноплавного каналу і жорсткої берегозахисної споруди можуть розглядатися як «природний фон», провідна роль належить курортному і приватному будівництву. В даний час відбувається зміна морфологічного і гранулометричного типу пляжів. Відмічена зміна їх фракційного складу. Будівництво впливає на пересип як функціонування кар'єру по вилученню з берегової зони наносів. В статті наводиться фактичний матеріал вивчення пляжів і наносів морської зони пересипу.

**Ключові слова:** Чорне море, пересип, берегова зона, пляжі, наноси.

**A. B. Murkalov, V. V. Nevedyuk**

Mechnicov's National university of Odessa

Department of Physical Geography,

Dvoryanskaja St., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine

**SEDIMENTS OF MARINE BEACHS, AS INDICATOR  
OF THE MODERN STATE OF ALONG DNISTROVSKIY BARRIER  
(THE BLACK SEA COAST)**

**Summary**

Sandy beaches of Dnestrovskiy barrier develop in the conditions of strong anthropogenic influence. Thus the influence of navigable channel and hard coastal protection structure can be examined, as a «natural background», a leading role belongs to resort and private building. Presently there is changing of morphological and grain-size type of beaches. The change of they fraction composition is marked. The building influence on the barrier like a quarry's existing by extraction from the sediments waterside area. The actual material of beaches study and sediments of the barrier marine area adduced in the article.

**Key words:** Black Sea, barrier, coastal zone, beaches, sediments.