

4. Исаченков В. А., Митасов В. И., Татарников О. М. Геоморфолгические линейменты Северо-Запада Русской равнины// Вопросы планетарной трещиноватости. Л.: Изд. Геогр. о-ва СССР, 1976. С. 34—39.
5. Татарников О. М. Древняя и современная водно-эрозийная сеть девонской куэсты// Проблемы эрозийных, русловых и устьевых процессов (7-е Межвуз. коорд. совещ.). Ижевск: Изд-во Удмурт. гос. ун-та, 1992. С. 90—91.
6. Исаченков В. А. О происхождении долинообразных понижений поверхности дочетвертичных пород Северо-Запада Русской равнины// Вестн. МГУ. Сер. 5, География. 1981. № 6. С. 46—50.
7. Татарников О. М., Павлов С. Ю. Ландшафтно-экологическая характеристика территории водосборного бассейна р. Обдех// Экологические проблемы Северо-Запада России. Псков: Изд-во Псков. пед. ин-та, 1992. С. 58—61.
8. Паасикиви Л. Б. Геологическое строение и история развития Хаанья-Локновского и Мыннистского поднятий// Вопросы развития геофизики. Л.: Недра, 1966. Вып. 5. С. 86—97.
9. Исаченков В. А. Проблемы морфоструктуры и древнеледниковой морфоскульптуры. Л.: Наука, 1988. С. 196.
10. Исаченков В. А., Татарников О. М., Митасов В. И., Михайлов И. И. Некоторые вопросы происхождения поверхности дочетвертичных пород северо-запада Русской равнины// Доледниковый рельеф северо-запада Русской равнины. Л.: Изд. Геогр. о-ва СССР, 1982. С. 69—81.
11. Маккаеве А. Н. Опыт количественной оценки рельефообразующей роли древних ледников на Северо-Западе Европейской части СССР// Геоморфология. 1975. № 2. С. 44—50.
12. Исаченков В. А. Происхождение крупных форм рельефа Северо-Запада Русской равнины// Геоморфология. 1981. № 4. С. 82—88.
13. Раукас А., Ряхни Э. О геологическом развитии впадин и бассейнов Чудского и Псковского озер// Изв. АН ЭССР. Геология. 1969. № 2. С. 113—127.
14. Каррукял П. Я. Следы плейстоценового погребенного льда и связанные с ним вопросы литоморфогенеза// Материалы гляциол. исслед. Хроника, обсуждения. 1986. Вып. 55. С. 78—83.

Псковский государственный педагогический институт

Поступила в редакцию
27.04.93

ON THE PRESERVATION OF DEVONIAN CUESTA IN THE PSKOV LOWLAND

O. M. TATARNIKOV, V. K. LESNENKO, I. I. MIKHAILOV

S u m m a r y

A remnant of Devonian cuesta located in the Pskov lowland and along the southern shore of the Pskovskoye Lake is rather well preserved because of its position «in the shade» of the Pskov-Chudskaya depression. During the glaciation the depression was filled with a vast block of stagnant («dead») ice, which was overflowed by an active ice; the latter however could not exert a considerable erosion on the bedrock. The preservation of the Baltic-Ladoga glint bordering the Guld of Finland from the south and another glint south-west of the Ilmen' Lake may be explained in a similar way.

УДК 551.435.36(621)

© 1995 г. Г. А. САФЬЯНОВ, М. ФАХТИ ЛОТФИ

ДИНАМИКА МОРСКОГО КРАЯ ДЕЛЬТЫ НИЛА

Уникальный пример резкого преобразования условий развития морских берегов — мероприятия по регулированию стока р. Нил. До начала нашего века дельта Нила выдвигалась в море. В связи с началом гидротехнического строительства на нижних отрезках рукавов Нила — Розетты и Дамьетты (строительством низкой Асуанской плотины в 1902 г.) начался размыв берегов. Сооружение высокой Асуанской плотины, водохранилище которой начало заполняться в 1964 г., привело к сокращению поступления аллювиальных наносов к берегам и резкой активизации размыва [1, 2].

До начала гидротехнического строительства развитие берегов дельты Нила

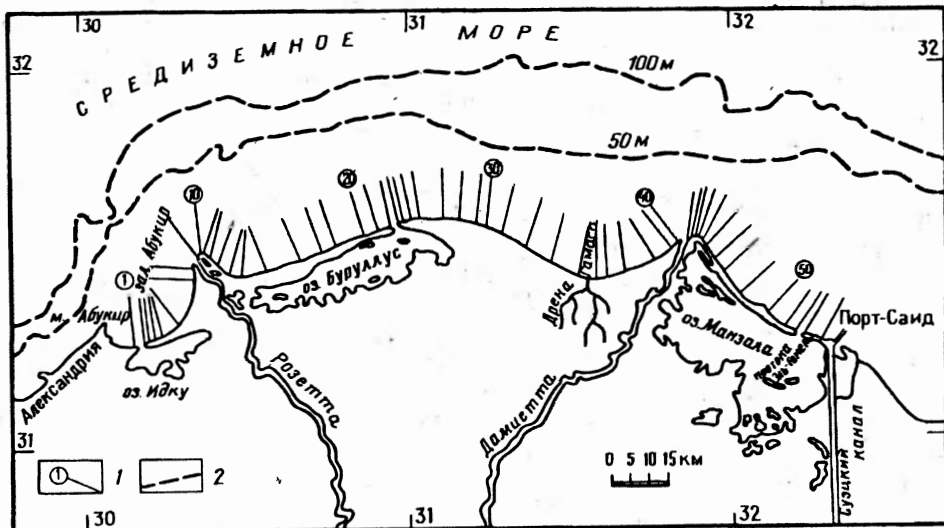


Рис. 1. Схема расположения промерных профилей на взморье Нильской дельты
1 — профили и их номера; 2 — изобаты

происходило под влиянием обильного поступления аллювиального материала в объеме 88—120 млн. т. в год [3], а также воздействия волн и течений. Последнее после прекращения притока аллювия стало единственным фактором формирования контура дельты и рельефа береговой зоны. Большой научный и практический интерес представляют динамика рельефа зоны разрушения волн у морского края дельты в фазу формирования нового состояния динамического равновесия (после зарегулирования стока р. Нил). Фактическим материалом для построения схем деформаций рельефа послужили результаты повторных промеров, проведенных по 54 поперечникам, распределенным более или менее равномерно по периметру 240 км дельты Нила (рис. 1).

На основании повторных промеров были составлены схемы динамики рельефа зоны разрушения волн до глубины 6 м за годичные периоды 1975/76, 1976/77, 1977/78 и 1978/79 гг. (рис. 2). Кроме того, был составлен итоговый план деформаций за период 1975—1979 гг. (рис. 3).

За годичный период 1975/76 гг. положительные деформации в основном сосредоточивались в восточной части побережья, тогда как отрицательные — в западной. Углубление дна достигало 2,5 м в западной части залива Абу-Кир, тогда как максимальное повышение дна произошло в устьевой части Розетты, несмотря на ограниченность области положительных деформаций, и достигло 3,5 м. В пределах залива Абу-Кир и на аккумулятивном выступе Розетты дно углублялось в основном во внешней части зоны разрушения волн, тогда как вблизи уреза происходила аккумуляция. По распространению положительных деформаций можно сделать заключение о перемещении наносов от устья Розетты как в заливе Абу-Кир, так и в восточном направлении.

От профиля 13 до мыса Буруллус устойчиво прослеживался размыв.

Восточнее Буруллуцкого выступа, в приурезовой части, размыв сменяется аккумуляцией, достигающей максимально 2,4 м, а к профилю 33 аккумуляция захватывает уже всю прибойную зону.

Подобное распределение деформаций рельефа на этом участке могло быть создано размывом на внешней стороне прибойной зоны и последующей аккумуляцией наносов в ее верхней части, смещенных, однако, в восточном направлении. Таким образом, вогнутость берега у дрены Гамаса испытывала в основном

положительные деформации, по-видимому, обусловленные конвергенцией встречных потоков наносов с запада и от устья Дамиетты.

К востоку от устья Дамиетты, у уреза размыв достигает 1,5 м и сменяется аккумуляцией (до 2 м и более) в нижней части прибойной зоны.

За период 1976/77 гг. в приурезовой части залива Абу-Кир в основном происходил размыв, а на больших глубинах он сменялся аккумуляцией. В дельтовой области Розетты размыв преобладал опять-таки в мелководной части, а аккумуляция — на больших глубинах. В дальнейшем, по мере движения к востоку, область небольших положительных изменений сосредоточивается лишь у уреза, а на глубинах средней и внешней части прибойной зоны размыв достигает 1 м. У протоки Буруллус зона отрицательных деформаций захватывает также и приурезовую область на расстоянии около 4 м. Далее к востоку в основном преобладает аккумуляция, имеющая максимальное значение до 3 м и тяготеющая преимущественно к приурезовой части берега.

На расстоянии около 20 км вдоль берега с центром вблизи дренажного канала Гамаса простирается область отрицательных деформаций. Размыв достигает иногда 2,5 м. Вместе с тем к востоку от дрены происходит значительная локальная аккумуляция (до 3,8 м). Гамасанская область обладает ярко выраженным обратным ходом деформаций по отношению к предшествующему году.

Устьевая область Дамиетты характеризуется небольшими отрицательными деформациями у уреза, сменяющимися на больших глубинах слабой аккумуляцией, далее, с ростом глубин, нарастает размыв, достигая 2—2,7 м. С перемещением к внешней части прибоя размыв существенно уменьшается.

Далее от устья Дамиетты к Порт-Саиду часто сменяют друг друга аккумуляция и размыв, при этом аккумуляция усиливается к востоку и в сторону уреза. Важно подчеркнуть существование к западу от молв Порт-Саида области размыва, особенно ярко выраженной на расстоянии 500—1000 м от уреза. Менее выраженный размыв на меньших глубинах прослеживался и в предшествующем годовом цикле.

В годовом цикле 1977/78 гг. дно, примыкающее к протоке Идку, на малых глубинах слабо размывалось, а на больших глубинах аккумуляция была гораздо более ярко выражена и достигала 1,8 м. Ближе к центру залива Абу-Кир сосредоточивались отрицательные деформации.

Размыв происходил также в устьевой области Розетты — он достигал 2,5 м и концентрировался в верхней части прибойной зоны. С обеих сторон он окаймлялся областями аккумуляции, также наиболее распространенными вблизи уреза. В районе Буруллусского выступа преобладал в основном размыв. К востоку от мыса Буруллус изменения рельефа были зеркально обратными по отношению к предшествующему году.

На устьевом взморье Дамиетты также размыв прошлого года сменился осадконакоплением на величину 1—2 м. Далее к востоку также преобладает аккумуляция, наиболее выразительная в нижней части прибойной зоны.

Годичные изменения 1978/79 гг. характеризовались существенным перевесом аккумулятивных процессов в пределах большей части зоны разрушения волн. Наиболее значительной аккумуляция была на устьевом взморье Розетты (от 1 до 5,4 м), эпицентр ее несколько смещен от устья в юго-восточном направлении. Поле аккумуляции продолжалось до протоки Буруллус, исключая лишь узкую приурезовую часть, где преобладал слабый размыв.

Аккумуляция происходила и к востоку от Буруллусского выступа, а также на основной части пространства от дрены Гамаса почти до устья Дамиетты. Положительные деформации были характерны и для берега от восточной стороны выступа Дамиетты до Порт-Саида, исключая лишь участок, примыкающий к устью.

Три локализованных участка зоны разрушения волн подверглись размыву: участок дна залива Абу-Кир у протоки Идку (до 1,5 м), в 6 км к востоку от протоки

Буруллус (до 3,7 м), средняя часть прибойной зоны на устьевом взморье Дамьетты и участок берега к юго-востоку от устья (до 2 м).

Как общую особенность динамики рельефа следует отметить опять-таки смену знака деформаций по отношению к изменениям прошлогоднего цикла. Смена знака движения в годичных циклах должна неизбежно приводить к уменьшению интегральной величины длительных изменений рельефа. Вместе с тем там, где деформации рельефа имеют направленный однозначный характер, они должны проявиться со временем еще более выразительно. Для выяснения обоснованности такого предположения обратимся к анализу схемы деформаций рельефа за четырехлетний период 1975—1979 гг. (рис. 3).

Отчетливо выделяются три области размыва и три области аккумуляции. Залив Абу-Кир — первая устойчивая область размыва. Наибольшие значения размыва за этот срок приурочены к внешней части зоны прибоа и достигают максимално 2,5 м.

Вторая область размыва обладает наибольшей площадью — от восточной части пересыпи Буруллус до района мыса Буруллус. Здесь не отмечается заметной зависимости интенсивности размыва от глубины.

Третья область размыва обрамляет устье Дамьетты — ее эпицентр смещен к юго-востоку от устья. Максимум размыва (до 2 м) концентрируется на глубинах, примыкающих к урезу. По направлению к юго-востоку размыв постепенно уменьшается и выклинивается вблизи уреза. Вместе с тем небольшой размыв сохраняется вблизи уреза даже у мола Порт-Саида.

Области размыва разделены тремя областями аккумуляции. Размеры областей аккумуляции последовательно нарастают в восточном направлении и, кроме того, прослеживается тенденция к постепенному отдалению преобладающей аккумуляции от уреза и к смещению ее на большие глубины при движении с запада на восток.

Первая область аккумуляции примыкает к устьевому взморью Розетты и расположена в основном в 100—200 м от уреза. Максимальные значения седиментации достигают 3,5 м. По направлению к юго-востоку поле аккумуляции клиновидно смещается от источника поступления наносов — устья Розетты. Однако на удалении около 15 км от устья величина уменьшения глубин уже не превышает 1 м, и поле аккумуляции выклинивается.

Вторая область аккумуляции занимает пространство залива, примыкающего к каналу Гамаса. Наибольшие значения аккумуляции (до 2,7 м) тяготеют к верхней части прибойной зоны, однако по направлению к востоку максимальная аккумуляция отдалается от уреза. Поле аккумуляции на траверсе дрены Гамаса разделено участком слабого размыва.

Третья область аккумуляции, треугольная в плане с основанием на внешней части прибойной зоны, располагается на восточном фланге контура дельты Нила. Наибольших значений (3 м) седиментация достигает на внешнем крае, где довольно обширное поле аккумуляции оконтурено изопакитой 2 м. Вершина треугольника аккумуляции касается уреза в районе профилей 50—51. По-видимому, решающую роль в формировании этого наиболее обширного аккумулятивного поля сыграло торможение, направленное к востоку вдоль берегового перемещения наносов, молами Порт-Саида, которые выходят на глубину 11 м и имеют длину около 8 км.

Выводы

1. Составленные на основании повторных промеров картограммы деформаций рельефа в зоне глубин 0—6 м за периоды 1975/76, 1976/77, 1977/78, 1978/79 гг. позволили установить следующее: а) изменения рельефа за годичные интервалы характеризовались значительными пространственными и временными различиями. Наибольшие величины годичного осадконакопления (3,5—5,4 м) были приурочены к участкам на 6 км восточнее протоки Буруллус, устьям Розет-

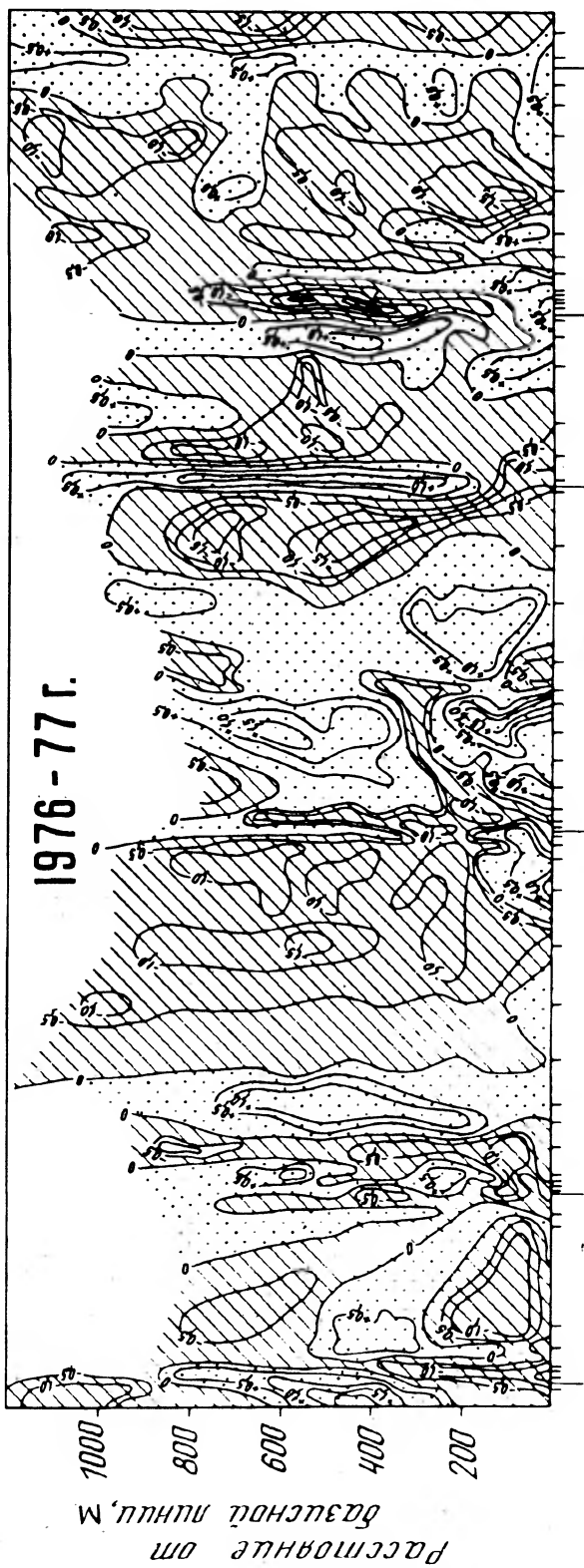


Рис. 2(а)

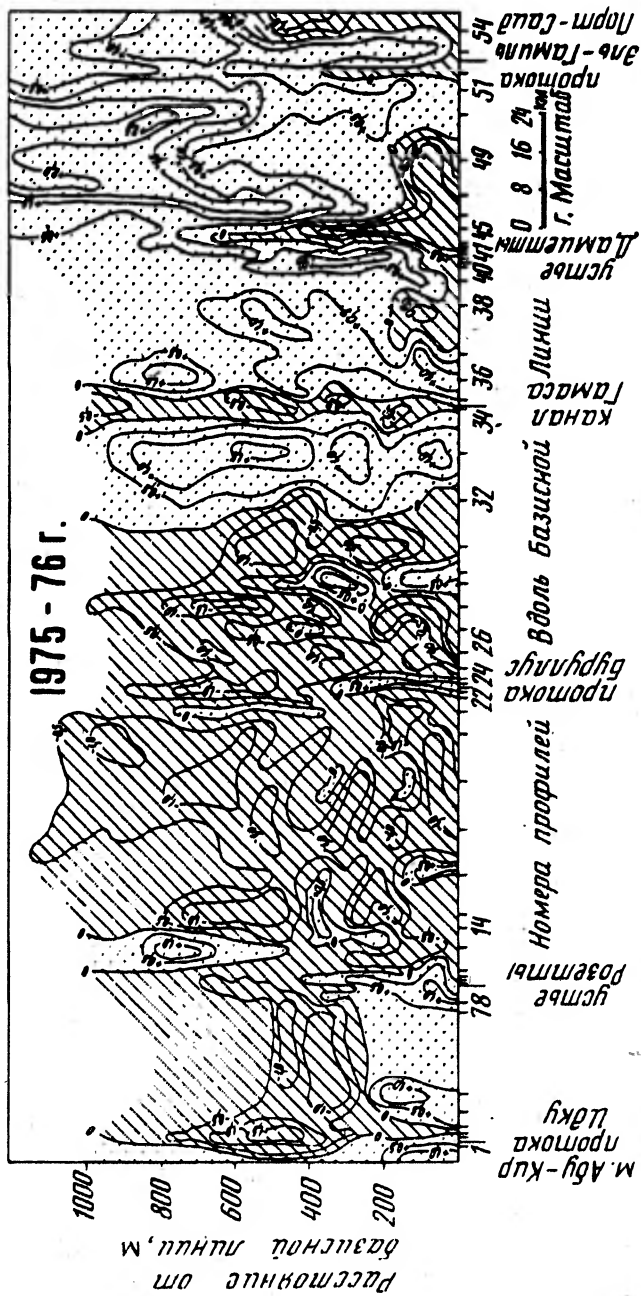


Рис. 26)

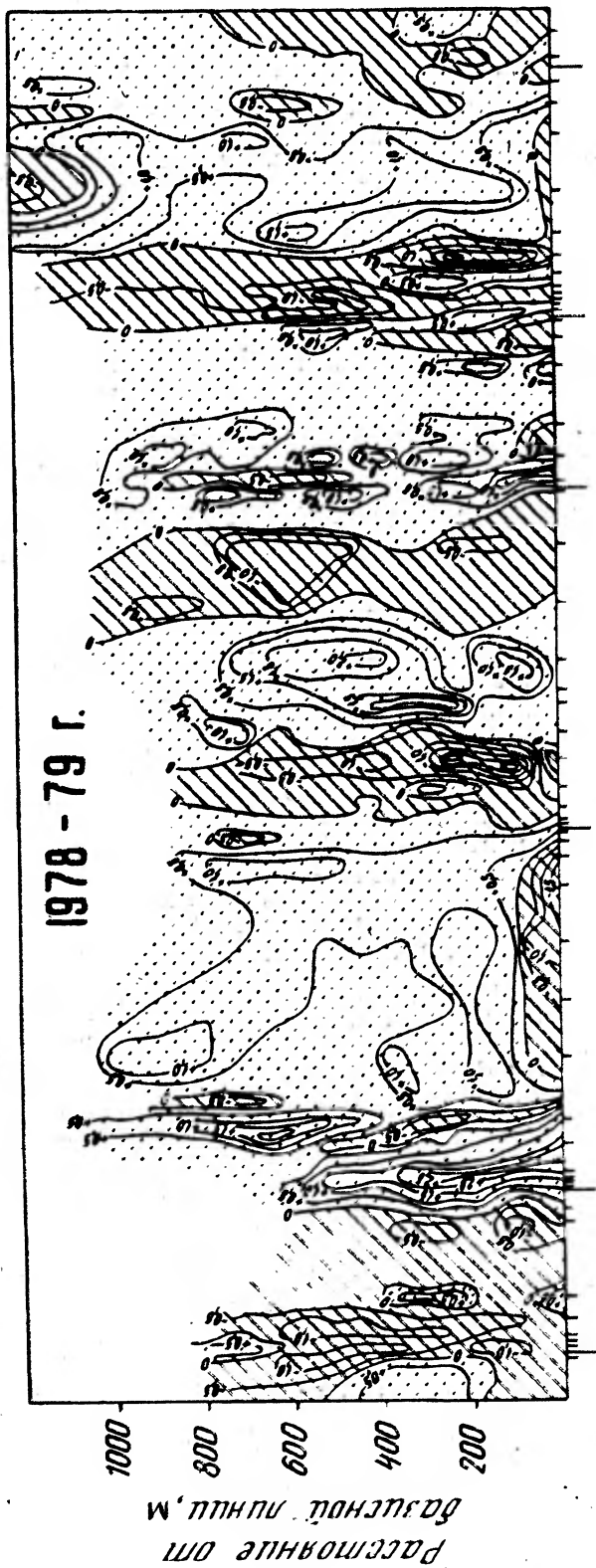


Рис. 2(б)

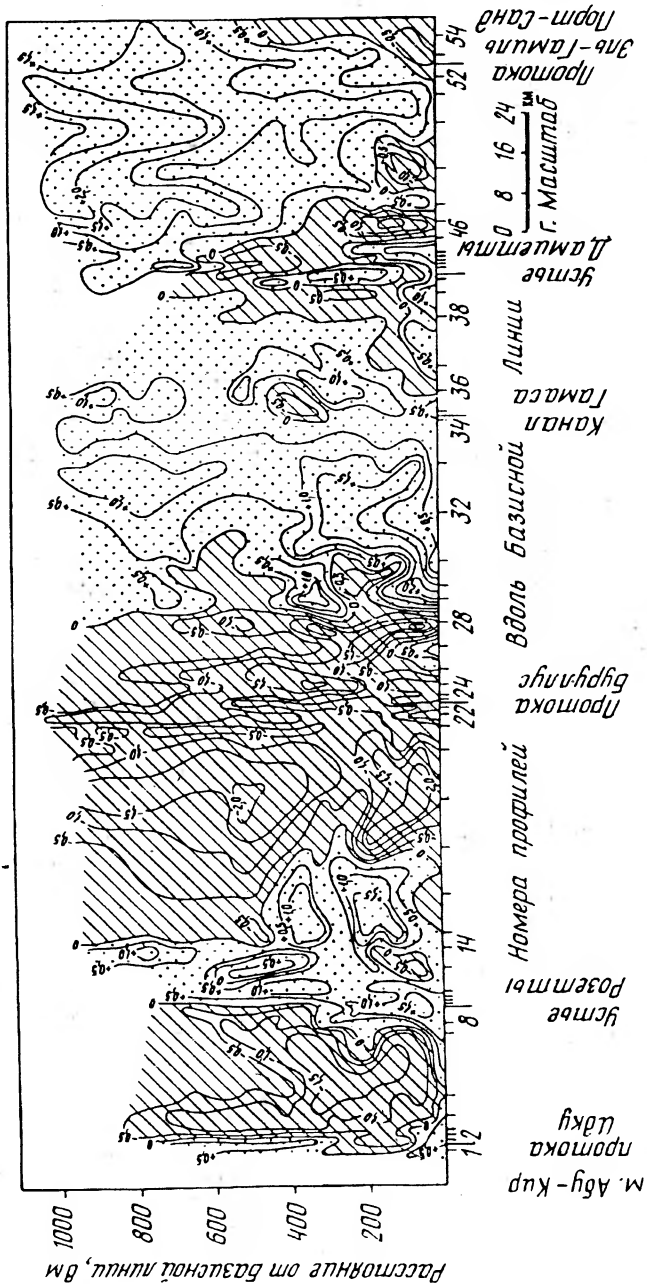


Рис. 3. Схема интегральных деформаций рельефа морского края дельты Нила с 1975 по 1979 г. Условные обозначения см. рис. 2

ты и Дамьетты, каналу Гамаса; б) размыв преобладал в западной части побережья, а аккумуляция — в восточной части его; в) траверсы устья Розетты, канала Гамаса характеризовались ярко выраженной знакопеременной деформацией рельефа от года к году; г) залив Абу-Кир и участок берега в районе пересыпи Буруллус характеризовались устойчивым размывом; д) максимальные изменения рельефа были свойственны зоне 100—500 м от уреза берега. Исключение составила лишь восточная часть побережья, где максимальная аккумуляция происходила на удалении 500—1000 м от линии берега.

2. Картограмма деформаций рельефа за период 1975—1979 гг. позволяет сделать заключение о более длительных тенденциях развития рельефа: а) выявляются три устойчивые области размыва: залив Абу-Кир, участок Буруллусского выступа и восточная сторона аккумулятивного выступа Дамьетты; б) установлены три области аккумуляции: приустьевое взморье Розетты, участок, примыкающий к каналу Гамаса, побережье, примыкающее к молу Порт-Саида, исключая вершину угла, образуемого молом и берегом; в) на картограммах контуры значительных изменений рельефа не замкнуты на глубинах более 6 м, что подтверждает наличие этих изменений на больших глубинах; г) асимметрия в расположении изопакит аккумуляции относительно устья Розетты прямо указывает на преобладающее вдольбереговое перемещение наносов в юго-восточном направлении; д) нарастание абсолютной величины размыва вдоль Буруллусской пересыпи с запада на восток хорошо согласуется с соответствующим нарастанием вдольбереговой составляющей потока волновой энергии. Однако на траверсе протоки Буруллус размыв уменьшается, что, по-видимому, связано с влиянием стока из протоки и локальным замедлением вдольберегового перемещения наносов.

3. Анализ деформаций рельефа прибойной зоны у морского края крупнейшей дельты указывает на их далеко не однозначный характер и не подтверждает традиционного заключения, что уменьшение речного стока сопровождается общим размывом дельты. Новые тенденции морфодинамики морского края дельты в основном определяются перераспределением накопленных ранее на взморье наносов продольным (вдольбереговым) и поперечным перемещением под действием волн и течений при значительной роли контура берега.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зенкович В. П.* Некоторые элементы динамики морского края Нильской дельты // Новые исследования береговых процессов. М.: Наука, 1971. С. 35—49.
2. *Сафьянов Г. А., Фахти Лотфи М.* Баланс наносов морского края Нильской дельты // Вестн. МГУ. Сер. 5, География. 1983. № 6. С. 48—57.
3. *Inman D. L., Aubrey D. G., Pawka S. S.* Application of nearshore processes to the Nile delta sedimentology // Proc. of the Seminar on the Nile delta sedimentology: UNDP/UNESCO Project of Coastal Protection Studies. Alexandria, 1976. P. 205—255.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
16.11.93

DYNAMICS OF THE DISTAL MARGIN OF THE NILE DELTA

G. A. SAFYANOV, M. FAKHTI LOTFI

Summary

Repeated sounding along 54 sections across the offshore margin of the Nile delta (1975 to 1979) revealed considerable variations in the sea floor topography changes in time and space. In general, erosion prevailed in the west of the outer delta and sedimentation (accretion) in the east. New trends in the delta distal margin morphodynamics became evident after the Nile discharge had been regulated by the dam; they are mostly result from the earlier accumulated sediments redistribution by waves and currents, the coast outlines being of considerable importance.