

УДК 551.482.6

В. Н. Михайлов,
 М. В. Михайлова,
 А. Ю. Сидорчук
 Московский государственный
 университет

Г. Ф. Красножон
 Институт водных проблем АН
 СССР

В. Ф. Полонский
 Государственный океанографический институт

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОЙ ДЕЛЬТЫ ТЕРЕКА И ЕЕ ВЕРОЯТНОЕ ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ

Терек, одна из крупнейших рек Кавказа, характеризуется средними многолетними расходами воды и наносов в низовьях соответственно 277 м³/с и 510 кг/с /4/. В своем устье он образует обширную и весьма динамичную дельту в полнении. Современный этап развития дельты начался в 1911 году после крупной перестройки гидросети, получившей название Каргалинского прорыва /1/. Быстрое выдвижение русла Каргалинского прорыва в Аграханский залив в 50-60-е годы привело к значительному повышению отметок дна и уровней воды на устьевом участке Терека, что сопровождалось затоплением сельскохозяйственных угодий и населенных пунктов. Для борьбы с затоплениями велось обвалование русла, а в 1966-1967 гг. была разработана прорезь через Аграханский полуостров, сократившая длину русла почти на 25 км. Эта прорезь в дальнейшем была законсервирована, но в январе 1973 г. ледоходом были сорваны перемычки в ее голове и воды Терека устремились через Аграханский полуостров в Средний Каспий. Это положило начало новой, искусственно созданной стадии развития дельты Терека, стадии дельты выдвижения. В октябре 1973 г. по настоянию рыбохозяйственных организаций прорезь через Аграханский полуостров была пе-

рекрыта. Однако резкое ухудшение водохозяйственной ситуации в низовьях Терека и реальная угроза затопления правобережных понижений дельтовой равнины предопределили необходимость сброса вод Терека в море по кратчайшему пути, и в августе 1977 г. прорезь была открыта. В результате формирования новой дельты выдвижения Терека на открытое взморье разбивается на три периода: январь-октябрь 1973г. - начальный период выдвижения; октябрь 1973 - август 1977г. - период активного волнового размыва; с августа 1977 г. по настоящее время - основной период выдвижения.

Начальный период выдвижения новой дельты Терека на открытое взморье подробно исследовался экспедициями Бакинское отделение ЗаКНИГМИ /3,6,9/ и Института водных проблем АН СССР /5/. Этот период характеризовался в целом значительным стоком воды и наносов и умеренным ветровым волнением, что привело к активному выдвижению новой дельты /табл. 1, рис. 1/. Этому способствовало также значительное количество крупных наносов, поступивших в устьевой створ реки вследствие размыва дна и берегов в зоне активных переформирований русла Терека в результате увеличения уклона водной поверхности /2/. Уже к началу февраля 1973г. на устьевое взморье на 200 м выдвинулась баровая отмель. Основной речной сток направлялся тогда на северо-восток, навстречу преобладавшему ветровому волнению. Этим объясняется значительная асимметрия отмели - северное ее крыло в 2,9 раза больше по площади южного. К маю на устьевое взморье было вынесено 3260 тыс. м³ наносов, из них 1260 тыс. м³ крупнее 0,05 мм - в основном формирующих тело бара. Хотя объем выноса крупных наносов составил около 40% от общего, объем бара к началу мая достиг лишь 290 тыс. м³.

90% всех речных наносов /и 76% крупных, бароформирующих/ было унесено в море. Ареал отложений смешанных речных и морских донных отложений на устьевом взморье Терека в апреле 1973 г. составил 18 км² /6/. Размыв в основном был сосредоточен на северном крыле баровой отмели, площадь южного крыла несколько увеличилась; в результате к началу апреля асимметрия бара практически исчезла. Однако, с резким ростом в апреле величины вдольберегового потока волновой энергии, направленного на север, южное крыло бара было сильно размывто, а баровая бороздина развернулась на восток-северо-восток, т.е. была практически заблокирована.

Наиболее интенсивная волновая аккумуляция наносов в новой дельте Терека отмечалась в мае 1973г. Как и в апреле, энергия ветрового волнения была значительна, большая ее часть реализовалась в виде вдольберегового потока, направленного на север. Это привело, при весьма небольшом выносе речных наносов /740 тыс. м³, из них крупных 220 тыс. м³ к увеличению объема бара на 1080 тыс. м³; площадь бара по горизонтали - 29 м абс. достигла при этом 0,59 км², а длина - 680 м. Аккумуляция захватила практически оба крыла бара, асимметрия его резко уменьшилась. Баровая бороздина была полностью блокирована морскими наносами и развернулась практически на север.

Июнь, июль и август 1973 г. характеризовались повышенным стоком воды и наносов - проходили летние паводки. На устьевое взморье было вынесено за три месяца 4870 тыс. м³ наносов, из них 1760 тыс. м³ крупнее 0,05 мм. Аккумуляция наносов была преимущественно сосредоточена на северном крыле бара, южное иногда даже размывалось. Это привело к

некоторому увеличению северной асимметрии бара /до 1,33/. Баровая боровина продолжала разворачиваться на юго-восток. В августе 1973г. большая часть баровой отмели вышла на поверхность, на устьевых косах появилась растительность, отмель приобрела морфологические черты дельты, объем ее составил 4420 тыс. м³, площадь - 1,24 км², выдвигание в море - 1040 м. Возникший мысовый эффект способствовал аккумуляции в дельте морских наносов из вдольберегового потока /хоть интенсивность его была невелика/, а растительность на поверхности дельты начала задерживать здесь мелкие наносы.

В сентябре-октябре уменьшился сток воды и наносов, одновременно усилилось ветровое волнение. Волны в основном способствовали разрушению новой дельты. В сентябре размывалось северное крыло, асимметрия дельты уменьшилась. В октябре размыв сосредоточился на южном крыле дельты, в результате ее асимметрия снова увеличилась, а на южном крыле сформировалась новая боровина, развернутая на восточно-юго-восток, навстречу преобладающему волнению. В целом деятельность морского волнения привела к уменьшению длины новой дельты Терека до 840 м и распластыванию ее вдоль берега. Объем дельты уменьшился незначительно, вынос речных наносов в основном компенсировал размыв.

31 октября 1973г. прорезь через Аграханский полуостров была перекрыта, первый период формирования новой дельты Терека закончился. Он продолжался 10 месяцев. Исследователям была предоставлена редкая возможность проследить развитие в природных условиях бара и дельты на открытом взморье с первоначально ровным дном. За время развития дельты на взморье было вынесено 9780 тыс. м³ речных насо -

сов, из них 3470 тыс. м³ /35,5% / крупнее 0,05 мм, непосредственно идущих на формирование дельты. Более 6000 тыс. м³ мелких наносов было вынесено речной струей далеко в море, где они образовали ареал смешанных речных и морских наносов площадью около 140 км² /6/. Размыв морского края новой дельты в первые и последние месяцы первого периода привел к выносу в море и значительного количества крупных наносов /несколько более 1 млн. м³/. Несмотря на это объем дельты Терека к концу октября 1973 г. составлял 4380 тыс. м³. Частицы наносов мельче 0,05 мм составляли лишь 12% веса материала, аккумуляировавшегося в дельте /5/, но они еще менее существенно влияют на объем дельты, так как кольматируют пространство между более крупными частицами. Так что увеличение объема дельты способствовал материал вдольберегового потока наносов, весьма активного у северного побережья Аграханского полуострова. С мая по август 1973г. в дельте отложилось около 2 млн. м³ наносов из вдольберегового потока. В итоге литодинамическая деятельность морского волнения привела к увеличению объема новой дельты Терека на 1 млн м³. По материалам наблюдений Бакинского отдела Закаспийского института /9/ в 1973 г. у побережья Аграханского полуострова вдольбереговое перемещение было вовлечено 3,8 млн. м³ наносов, из них более 1 млн. м³ аккумуляировалось в новой дельте Терека, что в общем совпадает с приведенными выше оценками.

Во втором периоде развития новой дельты Терека, который происходил при полном отсутствии выноса речных наносов и продолжался 46,5 месяцев, на фоне быстро понижающегося уровня Каспийского моря происходила волновая переработка дельтового выступа. Этот период формирования дель-

ты исследован экспедициями Терско-Сулакской устьевой станции /ТСУС/ и ИВП АН СССР. Морское волнение в 1974-77 гг. отличалось повышенной энергией /в среднем $4,3 \cdot 10^{-2}$ Дж/с м²/. Однако почти за четыре года непрерывного воздействия волн дельтовый выступ не был полностью разрушен /хотя объем слагающего его материала уменьшился почти в 1,5 раза/, а был лишь несколько распластан вдоль берега. Площадь надводной части дельты практически не изменилась: размыв в основном сосредоточился на подводной части дельты, значительный уклон морского склона которой не соответствовал уклону равновесных пляжей Каспия. К августу 1974г. вдоль северного крыла дельты, уже покрытой растительностью, формируется серповидный морской бар. Его морской край несколько срезает линию свала глубин дельты, проходя ближе к берегу. К октябрю 1974г. морской бар удлиняется и перекрывает устье бывшей баровой бороздины. В результате размыва северного крыла практически исчезает асимметрия дельты. В конце 1974 г. южное крыло морского бара смещается на 100 м к берегу и причленяется к правой устьевой косе дельты 1973 г. Размыв морской край дельты на южном крыле продолжается и в 1975 г., перемещение морского бара к берегу составляет здесь около 350 м. Северное крыло дельты более стабильно, поэтому асимметрия дельты снова несколько увеличивается. Общая выдвинутость дельты в море к концу 1975 г. сокращается до 700 м при одновременном росте протяженности ее морского края. Объем дельты уменьшается до 3750 тыс. м³, т.е. интенсивность волнового размыва составляет в среднем 33,3 тыс. м³ в месяц. Уменьшается уклон мористого склона дельты: если в период ее активного выдвигания он составлял 0 01 то к концу 1975 г. он не превы-

шал 0,004.

В 1976-1977 гг. волновая активность оставалась весьма значительной, увеличилась доля ветров северных румбов. Поэтому, несмотря на выполаживание продольного профиля верхней части дельты, интенсивность ее размыва даже несколько увеличилась, составив в среднем $34,3 \text{ тыс. м}^3$ в месяц. Размыв практически полностью сосредоточился на подводной части дельты, поэтому надводный морской бар, прикрытый широкой зоной межководья, в своей наиболее выступающей в море части сдвинулся к берегу более чем за два года лишь на 30 м. Длина дельты к концу 1977 г. составила 700 м, объем ее уменьшился до 2830 тыс. м^3 . Так как размыву подвергалось в основном северное крыло дельты, появилась острая асимметрия дельты /0,69/. Всего к концу второго периода развития новой дельты Терека в море было унесено 1560 тыс. м^3 крупных наносов. Дельтовый выступ представлял собой серповидный морской бар, отгораживавший от моря лагуну, в которой располагались заросшие тростником и вышедшие на поверхность из-за понижения уровня моря южная и северная устьевые косы дельты 1973 г.

Третий период развития новой дельты Терека начался с новым открытием прорези в августе 1977 г. и изучается экспедициями МГУ, ТСУС, ИВП АН СССР, Сенжавгипроводхоза. Начало периода характеризовалось близкими к норме значениями средних месячных расходов воды и повышенной долей крупных фракций в составе выносимых на вяморье речных наносов; последнее объясняется возобновлением интенсивных переформирований русла в низовьях реки. В результате из 8460 тыс. м^3 наносов, вынесенных рекой к концу мая 1978 г., $2970 \text{ тыс. м}^3 / 35\%$ были крупнее 0,05 мм. Ветровое волнение

достигало в этот период максимальной за все время формирования новой дельты Терека силы - в среднем $6,5 \cdot 10^{-2}$ Дж/с. м. Однако большая часть этой энергии реализовалась в виде вдольберегового потока, направленного на север, что привело к активному вдольбереговому перемещению наносов, частично аккумуляровавшихся в дельте. Поэтому приращение объема дельты к маю 1978г. составило 2740 тыс. м³, причем устье бороздины расположилось на юго-востоке, чему способствовали преобладающее волнение с юга и сохранившиеся в рельефе дельты 1973г. остатки старой бороздины.

Лето 1978г. характеризовалось в бассейне р. Терек значительными паводками. Так как в результате размывов в низовьях реки пропускная способность русла увеличилась, то впервые за всю историю формирования русла Карралинского прорыва в его устьевом створе были зафиксированы расходы воды до 800 м³/с. Дельта сильно выдвинулась в море. При этом увеличение ее объема в равной степени происходило за счет речных и морских наносов, перемещавшихся во вдольбереговом потоке. В 1978г. формируется большое количество внутренних водоемов - лагун, в которых начинают оседать мелкие наносы. Большие скорости течения в паводок привели к спрямлению бороздины, ее устье развернулось на восток. Аккумуляция наносов происходила довольно равномерно, с некоторым превышением на северном крыле, поэтому южная асимметрия дельты несколько уменьшилась.

Конец 1978г. и особенно первая половина 1979г. характеризовались малым стоком воды. Средние месячные расходы воды не превосходили 170 м³/с, уменьшаясь до 15 м³/с. Поэтому почти за год между съемками 28 июля 1978г. и 28 августа 1979г. на устьевое заморье поступило лишь 3570

Характеристики речных и морских факторов

| Дата съемки | Средний месячный расход воды Q м ³ /с | Общий объем речных наносов между съемками ΔW_0 10 ³ м ³ | Объем наносов крупнее 0,05мм между съемками $\Delta W > 0,05$ 10 ³ м ³ | Объем наносов крупнее 0,05мм между съемками $\Delta W > 0,05$ 10 ³ м ³ | Объем наносов крупнее 0,05мм между съемками $\Delta W > 0,05$ 10 ³ м ³ | Объем наносов крупнее 0,05мм между съемками $\Delta W > 0,05$ 10 ³ м ³ | Полный поток волновой энергии между съемками N_0 Дж/с.м. 10 ⁻² |
|-------------|--|---|--|--|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 3.1.73 | | | | | | | 0,72 |
| 5.П.73 | 120 | 320 | 320 | 220 | | | |
| 3.Ш.73 | 177 | 1120 | 1440 | 410 | 220 | 630 | 1,21 |
| 1.У.73 | 176 | 740 | 2180 | 350 | | 980 | 1,86 |
| 6.У.73 | 117 | 1090 | 3270 | 280 | | 1260 | 3,55 |
| 1.У1.73 | 130 | 740 | 4010 | 220 | | 1480 | 2,66 |
| 3.УП.73 | 210 | 2150 | 6160 | 530 | | 2010 | 1,54 |
| 31.УШ.73 | 287 | 3270 | 9430 | 1220 | | 3230 | 1,65 |
| 30.1Х.73 | 162 | 270 | 9700 | 180 | | 3410 | 3,39 |
| 31.Х.73 | 36 | 80 | 9780 | 20 | | 3430 | 4,62 |
| 24.У.75 | - | - | 9780 | - | | 3430 | 4,60 |
| 13.1Х.77 | - | 1060 | 10840 | 330 | | 3760 | 4,21 |
| 30.У.78 | 141 | 7400 | 18240 | 2640 | | 6400 | 6,50 |
| 28.УШ.78 | 317 | 6270 | 24510 | 1620 | | 8020 | 2,84 |
| 23.УШ.79 | 111 | 8570 | 28080 | 710 | | 8730 | 5,20 |
| 20.У.80 | 106 | 2540 | 30620 | 220 | | 8950 | 5,20 |
| 20.УШ.80 | 115 | 1900 | 32520 | 150 | | 9100 | 3,19 |

и морфология новой дельты Терека

| Бюльбере- говой поток волновой энергии + на север - на юг | Объем дельты в мо- мент съёмки | Измене- ние объема дельты между съёмкам | Объем наносов, принесен ных /+/ и унесен ных /-/ волне- нием | Площадь дельты по гори- зонтали -29 м абс. | Соотно- шение площадей северной и южной частей дельты | Длина дельты до го- ризон- тали -29 м абс. |
|--|--|--|---|---|---|--|
| $N_{\text{в}}$ Дж/с.м. $\cdot 10^{-2}$ | W_d , 10^3 м^3 | ΔW_d , 10^3 м^3 | M , 10^3 м^3 | F_d км ² | F_c/F_o | $l_{\text{д}}$ м |
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 0,15 | | 240 | 20 | | | |
| -0,28 | 240 | -50 | -460 | 0,09 | 2,89 | 200 |
| 0,48 | 190 | 210 | -140 | 0,10 | 1,75 | 210 |
| 1,80 | 400 | -110 | -390 | 0,26 | 1,09 | 410 |
| 1,56 | 290 | 1300 | 1080 | 0,21 | 2,14 | 340 |
| 0,26 | 1590 | 1000 | 470 | 0,59 | 1,27 | 680 |
| 0,39 | 2590 | 1830 | 610 | 0,50 | 10,33 | 680 |
| 0,38 | 4420 | -80 | -260 | 1,24 | 1,33 | 1040 |
| 1,00 | 4340 | 40 | 20 | - | 1,19 | 840 |
| 2,01 | 4380 | -630 | -630 | - | 1,39 | 840 |
| 0,89 | 3750 | -920 | -1250 | 1,35 | 1,17 | 730 |
| 4,49 | 2830 | 2740 | 100 | 1,25 | 0,69 | 700 |
| 0,50 | 5570 | 4790 | 3170 | 1,67 | 0,67 | 930 |
| 2,84 | 10360 | -20 | -730 | 2,18 | 0,89 | 1380 |
| 3,20 | 10340 | 150 | -70 | 2,71 | 0,64 | 1400 |
| 0,64 | 10480 | 120 | -30 | 2,53 | 0,65 | 1160 |
| | 10610 | | | 2,57 | 0,62 | 1490 |

тыс. м³ речных наносов. Размывы русла в низовьях Терека практически прекратились, в прорези началась аккумуляция наносов. В результате вынос крупного материала еще более уменьшился - до 710 тыс. м³ /20%/. В то же время ветро-волновая активность на взморье была значительной - $5,2 \cdot 10^{-2}$ Дж/с м. Морской край дельты размывался, здесь сформировалась вторая линия морских баров, отделивших от моря значительные по площади лагуны, увеличилась южная асимметрия дельты. К началу лета 1980 г. в условиях еще более пониженного стока воды на устьевое взморье было вынесено 2540 тыс. м³ наносов. Доля крупных наносов стала совсем незначительной - 8,7% /220 тыс. м³/. Продолжался размыв морского края дельты столь же мощным, как и в 1979г., ветровым волнением, вторая линия морских баров окончательно оформилась, несколько отступив в сторону берега. Лагуны, отделенные этими барами, стали областью аккумуляции наносов. Балансовые наблюдения, проведенные экспедицией МГУ летом 1980 г., показали, что 20-50% поступающих в вершину новой дельты наносов аккумулируется в этих лагунах /в основном в южной/, причем 95% наносов мельче 0,05 мм.

В мае-июне 1980г. в бассейне Терека прошли паводки средней величины. Вторая цепь морских баров была прорвана, блокированная в 1979г. бороздина спрямилась, в ее устье за линией морских баров образовался новый устьевой бар дельты Терека. За июль-август 1980г. на бар было вынесено 1900 тыс. м³ наносов, из них лишь 150 тыс. м³ /7,9% крупнее 0,05 мм. Объем устьевого бара к концу августа составил 120 тыс. м³; около 30 тыс. м³ крупных наносов было унесено в море. Вначале на баре была одна бороздина, развернутая на юг. Однако с усилением ветров северных румбов в

августе начало размываться северное крыло бара и сформировалась вторая бороздина, устье которой было развернуто на северо-восток.

Наблюдения в новой дельте Терека в 1981-1982 гг. показали, что существенных изменений в ее морфологии по сравнению с 1980 г. не произошло. Вторая цепь морских баров продолжает смещаться в сторону берега, южная асимметрия дельты несколько уменьшается. Устьевой бар несколько размывается в периоды штормов и существенно увеличивается в летние месяцы, так как 1981-1982 гг. в бассейне Терека были многоводными. На устьевом баре сформировался осередок, который иногда очень хорошо выражен /если достаточно глубоки обе баровые бороздины/; иногда он примыкает к одному из крыльев бара, в зависимости от того, какая из бороздин получает преимущественное развитие. Общая длина дельты с баром /по горизонтали - 29 м абс./ в июле 1981 г. составляла 1400 м, в июле 1982 г. - 1500 м.

За третий период формирования новой дельты Терека /по август 1980 г./ на устьевое взморье было вынесено 22740 тыс. м³ речных наносов, из них 5680 тыс. м³ /25%/ крупнее 0,05 мм. Из вдольберегового потока наносов в дельту поступило около 1500-2000 тыс. м³, в основном в течение 1978 г. Размыто ветровым волнением не менее 1000 тыс. м³ крупных наносов. Прирост объема дельты составил за это время 7780 тыс. м³, из них примерно 65% приходится на речные наносы и 35% - на морские. Из вынесенных рекой крупных наносов в дельте отложилось около 90%. Что же касается мелких наносов, то, хотя большая их часть была вынесена за пределы устьевое взморья, только за лето 1980 г. около 600 тыс. м³ отложилось в лагунах дельты.

Примечания к таблице 1: 1 - по в/п Аликазган; 2 и 3 - сумма объемов взвешенных наносов по в/п Аликазган, взвешенных наносов - по зависимости на рис. 6.32 /9, стр. 229/, равны дна и берегов - по данным /2/, объемный вес наносов определяется по табл. 3 /7, стр. 13/; 4, 5 - те же характеристики для фракции наносов крупнее 0,05 мм определены по данным гранулометрического анализа взвешенных наносов, грунта дна и берегов; 6 - вычислен по формуле $N_0 = \frac{\rho g \Sigma h^2 c P}{8 \Sigma P}$, где ρ - плотность воды, g - ускорение свободного падения, h^2 и c - квадрат высоты волны и групповая скорость волны 50% обеспеченности, вычисленные для глубины 3 м по средней за месяц скорости ветра данного румба, P - повторяемость данного направления ветра. Суммируются мощности волнения румбов от СВ через В к ЮЗ; 7 - $N_{\lambda} = \frac{\rho g \Sigma h^2 c \sin \lambda \cos \lambda P}{8 \Sigma P}$, λ - угол между направлением луча волны и генеральной линией берега, остальные обозначения прежние; с 8 по 13 - по съемкам новой дельты Терека, выполненным экспедициями БО ЗаНИГМИ, ТСУС, МГУ, ИВП АН СССР, Севкавгипроводхоза.

Сопоставление морфометрических характеристик новой дельты Терека и гидрологических условий ее формирования /табл. 1/ позволяет отметить следующие закономерности:

В периоды повышенного стока воды бороваина дельты спрямляется, располагаясь на линии, продолжающей русло реки. С увеличением вдольбереговой составляющей волновой энергии, направленной на север, бороваина разворачивается на юг, стремясь расположиться в юго-восточной части дельты. Речной сток стремится выпрямить подводную бороваину устьевого бара дельты Терека; волнение стремится развернуть бороваину устьем против направления господствующей

щего ветра.

Соотношение площадей крыльев дельты, расположенных к северу и к югу от осевой линии, продолгающей ось русла, в целом изменяется в соответствии с миграцией бороздины. В периоды преобладания вдольберегового переноса на юг происходит преимущественно намыв северного крыла дельты. Речной сток также способствует преимущественному росту северного крыла дельты, делает ее асимметричной. Направленный на север вдольбереговой перенос приводит к относительному увеличению южного крыла дельты. Анализ данных по ветру на побережье Аграханского полуострова за 1936-1960 гг. /4/, а также подробный расчет вдольберегового волнового переноса за 1968-1980 гг. показывают, что в районе новой дельты Терека господствуют вдольбереговые течения, направленные на север, которые на современном этапе развития дельты способствуют повороту бороздины на юг и, при наличии речного стока, выравниванию площадей северного и южного крыльев дельты.

Исходя из всего вышесказанного, можно предположить, что по крайней мере в ближайшее десятилетие, до 1990 г., выдвигание новой дельты р. Терек будет происходить на восток, без поворота в северном направлении.

Таблица 2
Длина устьевого бара новой дельты Терека
при разных соотношениях стока воды и энергии
волнения

| У с л о в и я | | Q_m м ³ /с | P кг/м ² | \bar{U} кг/Дж | 10^{21} кг | U_b м |
|---------------|--------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|--------------|------------|
| Q_m . макс | N_o . макс | 1000 | 2,5 | 1,4 | 73 | 1100 |
| Q_m . макс | N_o . мин | 1000 | 2,5 | 2,05 | 82 | 1240 |
| Q_m . мин | N_o . мин | 300 | 0,7 | 0,3 | 15 | 260 |
| Q_m . мин | N_o . макс | 300 | 0,7 | 0,26 | 3 | 50 |
| Q_m . ср. | N_o . ср. | 500 | 1,0 | 0,46 | 81 | 560 |

При выдвигении новой дельты Терека в море с севера с юга она будет обрамляться морскими барами. За морскими барами в дельте будут оставаться лагуны. Однако время существования этих лагун, видимо, будет непродолжительно, т.к. они будут интенсивно заполняться алевроитами и глинистыми наносами. Поэтому по мере удлинения новой дельты Терека края дельты будут преобразовываться в дельтовую пойму, редко затопляемую паводковыми водами.

Анализ современного баланса наносов в новой дельте р. Терек показывает, что на современном этапе развития аккумуляция морских наносов наблюдается в основном в периоды максимальных паводков, когда речная струя создает мысовый эффект и способствует задержке в дельте наносов из вдольберегового потока. Доля этих наносов в общем объеме аккумуляции по мере выдвигения дельты уменьшается: в первый период формирования новой дельты она составила около 55%, в третий период - не более 35%. Поэтому, в первом приближении можно предположить, что морские факторы совершают в основном работу по разрушению морского края дельты

Таблица 3

Оценка длины новой дельты Терека в 1990 году /по осредненным гидрометеорологическим данным с 1968 по 1978 г. /

| Qcp, м ³ /с | Qм, м ³ /с | ρ кг/м ³ | T·10 ⁻³ кг/Дж | D, м | Ке | Нк, м | Δt, лет | Δlg, м | Δls, м |
|---------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|---------|----|----------|------------|-----------|-----------|
| 130 | 500 | 1,0 | 0,46 | 400 | 31 | 6,0 | 10 | 740 | 560 |

Тогда для прогностического расчета дальнейшего выдвигения в море новой дельты Терека может быть использован метод оценки относительного влияния реки и моря и гидролого-морфометрических зависимостей /А/ Он основывается

на рассмотрении баланса наносов на морском крае дельты и зависимостей между морфологическими параметрами дельты и определяющими их факторами. Были получены две формулы: для величины выдвигания дельты за год на открытое взморье

$$\Delta l_g = 3000 \frac{\gamma \cdot (T - 0,00025)}{T H_k} \quad (1)$$

и для длины устьевго бара

$$l_b = K_b Q_m^{7/15} \rho^{-5/9} \quad (2)$$

Здесь T - критерий развития устьевго бара, равный соотношению характерных значений речного и морского фактора; γ - удельный среднегодовой расход дельтообразующих наносов в устьевом створе; H_k - высота дельты; Q_m - максимальный расход воды в половодье; ρ - среднегодовая мутность дельтообразующих наносов; K_b - коэффициент, зависящий от величины T и определяемый по графической связи /8, рис.2А, стр.254/. Проверка формул (1) и (2) по данным о выдвигании новой дельты Терека и размерах ее устьевго бара в 1973-1980 гг. показала хорошее совпадение расчетных и натуральных данных. Был произведен расчет основных характеристик дельты Терека - скорости выдвигания и длины бара при различных соотношениях стока воды и наносов, с одной стороны, и энергии волнения, вычисленной по среднегодовой скорости ветра, с другой /табл.2/. Скорость выдвигания дельты может варьировать от 480 до -10 м/год, а длина бара изменяется от 1240 до 50 м. Последнее не означает, что если за годом с максимальным стоком воды и минимум энергии волнения наступит маловодный и штормовой год, то устьевый бар будет размыт на 1200 м.

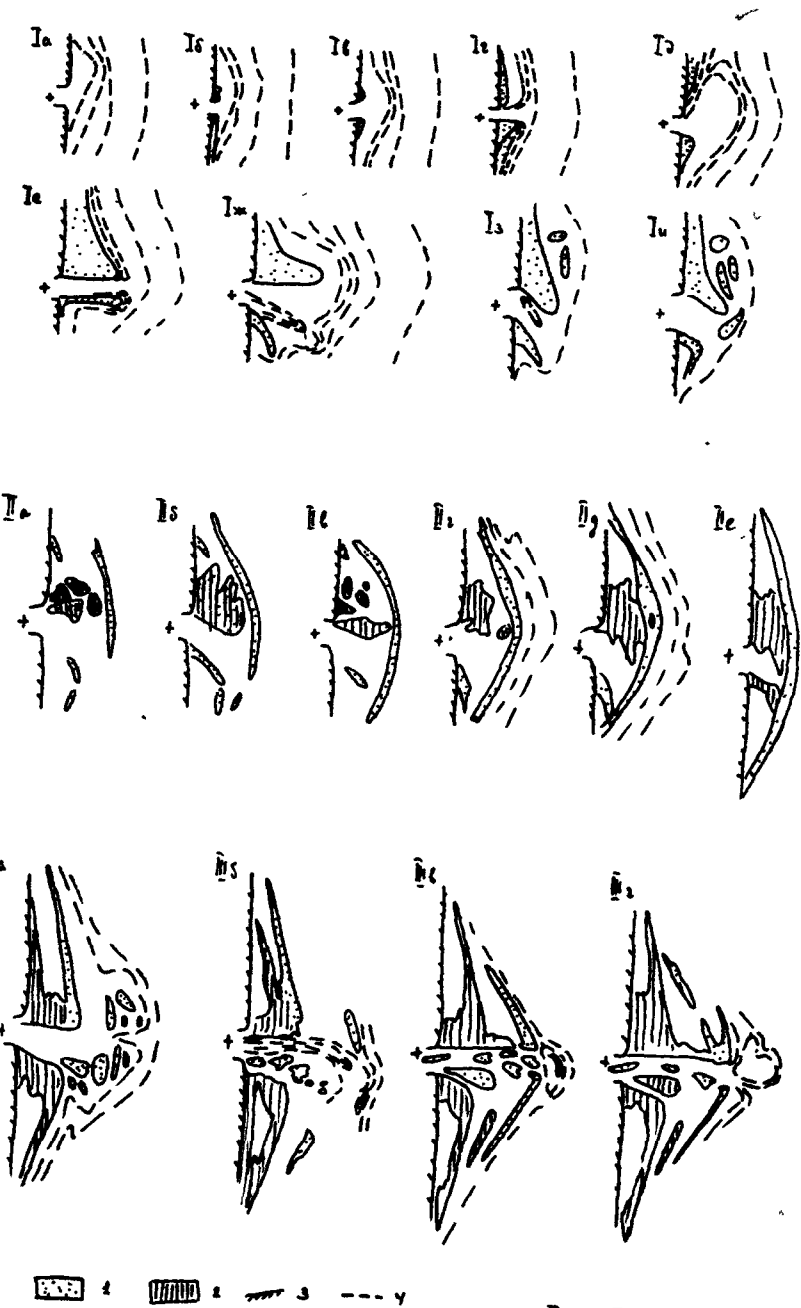


Рис. I. 500 μ

рис. 1. Сопоставленные схемы новой дельты Терека:

1 - в первый период формирования /а - февраль 1973 г., б - март 1973г., в - апрель 1973г., г - май 1973 г., д - июнь 1973г., е - июль 1973г., ж - август 1973г., з - сентябрь 1973г., и - октябрь 1973г./по данным БО ЗапНИГМИ /6,9/, ТСУС, ИВП АН СССР; 11 - во второй период формирования /а - август 1974г., б - октябрь 1974г., в - декабрь 1974г., г - май 1975г., д - август 1975г., е - август 1977г. /по данным ТСУС, ИВП АН СССР, МГУ; 111 - в третий период формирования /а - август 1979г., б - август 1980г., в - август 1981г./ по данным МГУ, Севкавгипроводхова, ИВП АН СССР. Условные обозначения: 1 - песчаные острова и бары; 2 - заросшие растительностью острова, отмели и бары; 3 - линия берега Аграханского полуострова, 4 - изобаты.

Фактические наблюдения показывают, что за четыре года полного отсутствия стока воды и значительного по силе волнения второго периода развития дельты Терека ее длина сократилась лишь на 140 м. Данные табл. 2 могут быть использованы лишь как средние за длительный промежуток времени. Поэтому для расчета вероятного выдвижения новой дельты Терека в море к 1990 г. воспользуемся средними за 10 лет характеристиками стока и ветрового волнения. Расчет показан /табл. 3/, что к 1990 г. вероятная длина надводной части дельты будет составлять 1460 м, длина подводной ее части /устьевого бара/ - в среднем 560 м. В конкретный год длина устьевого бара будет определяться соотношением стока реки и ветрового волнения.

Выводы

1. Формирование новой дельты Терека на открытом морском побережье - уникальный природный процесс, изучение которого дает некоторые новые представления о механизме процессов дельтообразования.

2. История формирования новой дельты разделяется на три этапа: начальный /1973г./, когда была сформирована первичная баровая отмель; второй /1974-1977 гг./, когда в отсутствие резкого скачка базовая отмель разрушалась морским волнением, и современный /1978-1982гг./, когда продолжается выдвигание дельты в море. В июле 1982 г. длина надводной дельты составила 1100 м, подводной ее части /бар/ - 400 м.

3. Формирование новой дельты Терека отражало взаимодействие между выносом речных наносов, разрушающим воздействием волнения и вдольбереговым поступлением морских наносов.

4. Анализ истории формирования новой дельты позволяет дать приближенный прогноз ее вероятного развития в будущем. К 1990г. ее надводная часть достигнет длины 1460 м, подводная часть /бар/ - 560 м.

Литература

1. Алексеевский Н.И., Михайлов В.Н., Сидорчук А.Ю. Формирование русла Каргалинского прорыва. - В сб.: Комплексные исследования Каспийского моря, вып. 12, 1983.
2. Алексеевский Н.И., Никулин А.С., Сидорчук А.Ю., Поволоцкий М.Я. Перестройка продольного профиля русла р.Терек в условиях увеличения уклона водной поверхности. - Труды Севкавказского государственного университета, вып. 9, 1982.

3. Байдин С.С. Возможное будущее устьевых областей Терека, Волги и Урала. Труды ГОИН, вып.129, с.90-118, 1976.
4. Байдин С.С., Скриптунов Н.А., Штейнман Б.С., Ган Г.Н. Гидрология устьевых областей Терека и Сулака. М.: Гидрометеиздат, с.199, 1971.
5. Гришин Н.Н., Дебольский В.К., Красножон Г.Ф., Котков В.М., Семенов С.С. О начальной стадии формирования устьевого участка реки /на примере р.Терек/, - Водные ресурсы, №6, с.119-125, 1975.
6. Динамика наносов в реках и водохранилищах. М.: Стройиздат, с.248, 1978.
7. Караушев А.В. Теория и методы расчета речных наносов. Л.: Гидрометиздат, с.271, 1977.
8. Полонский В.Ф. Новый метод прогнозирования процесса формирования устьевых баров и выдвижения конусов выноса рек. В сб.: Береговая зона моря, "Наука", с.148-156, 1981.
9. Штейнман Б.С., Авимов С.А. Исследование формирования пионерных дельт /на примере устья р.Терек/. - Труды ЗапНИГМИ, 1981, № 78/84, с.85-95.