

ТРАНСГРЕССИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЯ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДЕШИФРИРОВАНИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ)

Сравнительное дешифрирование высотных аэро- и космоснимков на период регрессии и современной трансгрессии Каспия показало, что в пределах отмелого побережья Калмыкии и Сев. Дагестана трансгрессивные изменения захватывают широкую полосу, где преобладают затопление, образование лагун в тыловой части ветровой осушки и смещение всего комплекса последней в сторону суши. В пределах Предгорного Дагестана основные изменения концентрируются в узкой прибрежной полосе, причем здесь активно протекает волновое преобразование профиля береговой зоны (абразия – на крутых участках, формирование валов и баров с лагунами за ними – на низменных).

Современный подъем уровня Каспийского моря, с 1978 г. составивший уже более 2 м, вызвал существенные изменения в береговой зоне. Изучение этих изменений чрезвычайно важно для выработки стратегии хозяйствования в условиях смены режима моря с регрессивного на трансгрессивный. Такое изучение выполнено на основе сопоставительного дешифрирования разновременных аэроснимков и космических снимков. На период регрессии моря использовали высотные аэрофотоснимки м-ба 1:100000 и 1:200000 1977–78 гг. и космические снимки с орбитальной станции "Салют" 1975 г.: на начало трансгрессии (1982–86 гг.) фотоснимки со спутников "Ресурс Ф-1" м-ба 1:200000 с разрешением 10–12 м; для характеристики современной обстановки – спектрозональные и многозональные снимки 1991 г. со спутника "Ресурс Ф-2" м-ба 1:200000 и 1:600000 с разрешением соответственно 10 и 15 м. Кроме того, использовали сканерные снимки со спутника "Ресурс 0-1" 1992 г. м-ба 1:200000 с разрешением 40 м. Большинство снимков выполнено в один и тот же сезон года (в июне-июле), что повышает достоверность дешифрирования в этом районе, где существенны сезонные колебания обводненности.

В итоге проведенного сравнительного дешифрирования разновременных материалов составлены схемы трансгрессивных изменений в береговой зоне для восьми участков российского побережья (рис. 1–Б); три из них приведены на рис. 2, 3, 4. Ниже дается анализ изменений по всем 8 участкам.

1. Калмыцкое побережье, северная часть (участок 1). Побережье Калмыкии характеризуется преобладанием отмелых берегов "осушного" типа [1, 2]. Вдоль берега протягивается широкая полоса ветровой осушки, плотно заросшая тростником. Это существенно затрудняет идентификацию линии уреза, которая отличается здесь большим непостоянством, испытывая значительные смещения под воздействием сгонно-нагонных явлений. Однако на снимках очень четко прослеживается внешний край тростниковых зарослей, занимающих поверхность осушки. Хотя тростник способен выдерживать слой морской воды до 1,5–2 м, тростниковый покров вдоль калмыцкого побережья, по-видимому, под влиянием речных стоковых течений, направленных параллельно берегу моря, никогда не выходил за глубины 0,5–0,7 м. Изобата 1 м проходила в 5–6 км от его внешнего края. Поэтому можно предположить, что любые изменения глубин в результате пассивного подъема уровня моря, волнового размыва или нарастания грунтового субстрата приведут к смещению внешнего края тростниковых зарослей в сторону суши (при возрастании глубин) или дальше в море (при аккумуляции наносов и нарастании берега). Таким образом, миграция морского края тростниковой растительности может служить косвенным критерием определенных динамических преобразований береговой зоны, которые лежат в основе изменений растительного покрова. На этом допущении основывалась интерпретация результатов дешифрирования аэрокосмических снимков.

Сравнительное дешифрирование показало, что за период современной трансгрессии (1978–91 гг.) положение внешнего края тростниковой осушки в северной части калмыцкого побережья (от п-ова Вышкинская коса до района Лагани) изменилось мало. Это можно объяснить влиянием прилегающего к побережью обширного мелководья авандельты Волги, которое играет своеобразную "буферную" роль, сдерживая воздействие подъема уровня



Рис. 1 (А)

Рис. 1. Российское побережье Каспийского моря:

А – на космическом снимке со спутника "Ресурс 0-1", выполненном 13 августа 1991 г. (*I* – лагуна, образовавшаяся в тыловой части зоны осушки вдоль побережья Калмыкии); *Б* – схема расположения участков дешифрирования разновременных космо- и аэрофотоснимков

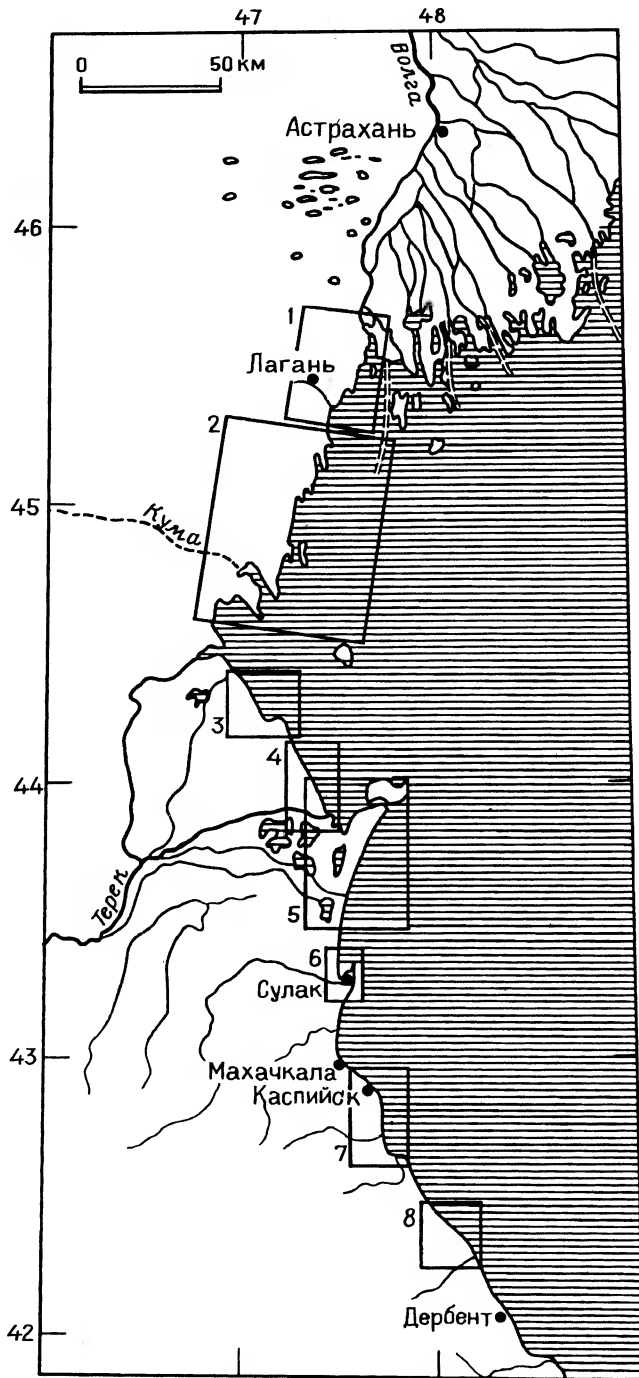


Рис. 1. (Б)

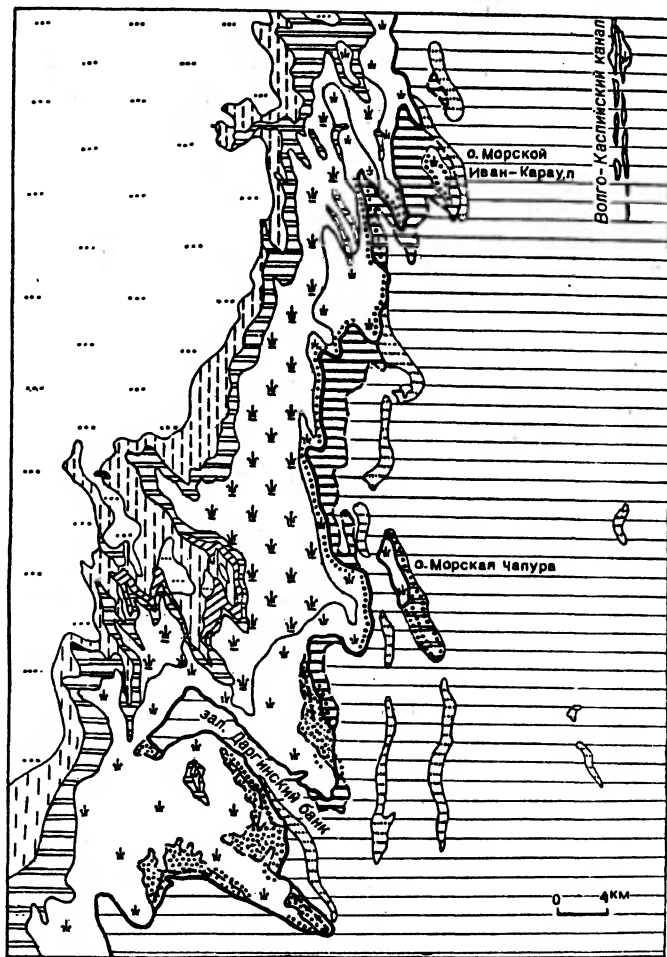


Рис. 2. Калмыцкое побережье Каспия, южная часть (участок 2). Схема дешифрирования изменений в береговой зоне моря по разновременным аэрокосмическим снимкам

1 – внешний край тростниковой осушки и береговая линия в 1978 г.; 2 – то же в 1991 г.; 3 – морские аккумулятивные формы (валы, бары), появившиеся: а – на открытых мелководьях, б – на месте тростниковой осушки, в – на поверхности затопленных террас и дельт; 4 – подводные аккумулятивные формы (валы, гривы), размытые при подъеме уровня моря; 5 – песчаная осушка, появившаяся (зона нарастания берега); 6 – тростниковая осушка: а – сохранившаяся, б – образовавшаяся на месте суши в связи с затоплением берега (зона смещения тростниковой осушки в сторону суши); 7 – затопленные морем участки бывшей тростниковой осушки или поверхности дельт (зона отступления берега); 8 – лагуны, образовавшиеся в тыловой части тростниковой осушки или за молодыми барами; 9 – участки осухания лагун при сгонах; 10 – зона подтопления вдоль лагун; 11 – котловины выдувания, заполнившиеся водой; 12 – участки активной аккумуляции вдоль старого русла Терека – комплекс прирусловых валов с зарослями тростника; 13 – тростниковые плавни с окнами открытой воды в пределах старой дельты Терека; 14 – городская застройка; 15 – суша; 16 – морская акватория

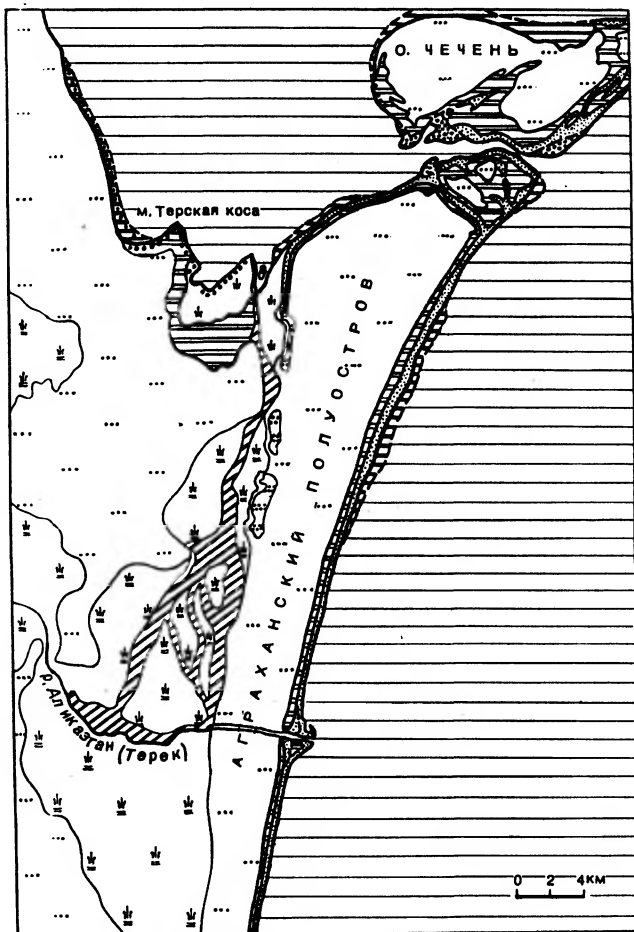


Рис. 3. Аграханский полуостров (участок 5). Схема дешифрирования изменений в береговой зоне по разновременным аэрокосмическим снимкам
Условные обозначения см. на рис. 2

моря. По имеющимся представлениям [3, 4], это буферное влияние будет сnivelировано при повышении уровня моря до отметки $-26,5$ м, когда именно подъем уровня Каспия, а не речной сток, будет определять основные процессы и явления на окружающих авандельту низменных берегах.

В силу указанных причин, в северной половине калмыцкого побережья, примыкающего к авандельте Волги, продолжались аккумулятивные процессы, которые были столь характерны для этого района на протяжении предшествующего длительного регрессивного периода. Они особенно заметны в кутовых частях заливов между типичными для этого отрезка побережья фестончатыми выступами берега (у п-ова Вшивый, вдоль западного борта Ильмень-Татарской бороздины), где на небольших участках, протяженностью 2–3 км, наблюдается нарастание берега на ширину до 0,5–1 км. На юге этого отрезка побережья влияние подъема уровня моря несколько возрастает, что выразилось в расширении тростниковой осушки вдвое (с 1 до 2 км) за счет ее разрастания в сторону суши. С тыловой стороны осушки появилась лагуна сложной конфигурации, шириной 1–2 км, питаемая нагонными водами и подтоком грунтовых вод, зеркало которых реагирует на подъем уровня моря. С береговой стороны лагуны прослеживается увлажненная полоса подтопления. В пределах прибрежной территории суши также ощущается увеличение увлажненности: появились участки подтопления вдоль Каспийского канала, несколько новых озер и пятен тростниковых зарослей в котловинах.

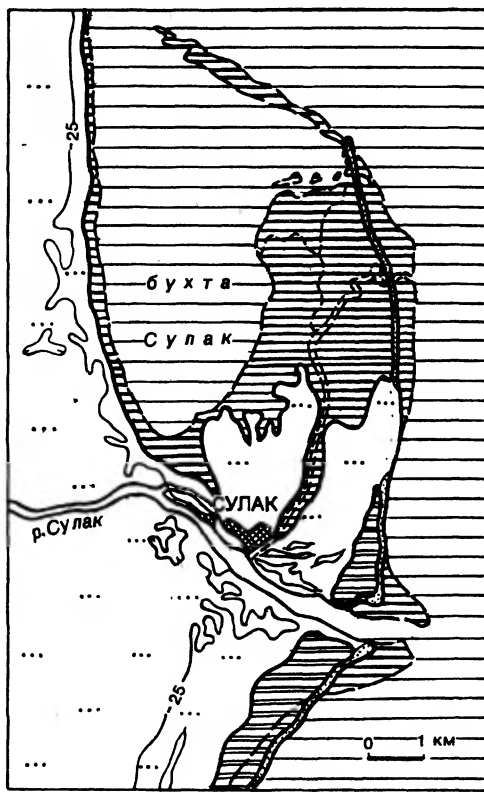


Рис. 4. Дельта р. Сулак (участок 6). Схема дешифрирования изменений в береговой зоне по разновременным аэрокосмическим снимкам
Условные обозначения см. на рис. 2

Существенные "внутренние" изменения отмечаются по космическим снимкам в районе г. Каспийский (Лагань). В его окрестностях оказались затопленными обширные пространства лугов, пастбищ, полей, отгороженных системой вододерживающих дамб, построенных здесь при падении уровня моря в расчете на задержание воды при нагонах для дополнительного увлажнения угодий (прибрежная морская вода здесь значительно опреснена волжскими водами). Удерживаемая дамбами морская вода теперь (в условиях трансгрессии моря) подошла почти вплотную к городу и окружила участок с очистными сооружениями, в результате чего появилась угроза попадания сточных вод в основной водозаборный канал, откуда осуществляется водоснабжение населения. Часть территории города попадает в зону ниже -25 м, где уже теперь наблюдается подтопление низин, а в дальнейшем возможно и затопление морскими водами.

2. Калмыцкое побережье, южная часть (участок 2). Для этого отрезка побережья Калмыкии (между о. Морской Иван-Караул и Кизлярским заливом), расположенного южнее авандельты Волги (рис. 2), характерно некоторое увеличение уклонов береговой зоны и более существенное влияние подъема уровня моря. Это влияние выразилось, прежде всего, в заметном отступании морского края тростниковой осушки практически вдоль всего этого района. Величина отступления иногда составляет $1-1,5$ км. Произошел разрыв части аккумулятивных форм донного прибрежного рельефа – вдоль береговых валов, грив. Аккумуляция осадочного материала наблюдается только в приустьевой части Зап. Даргинского Банка, куда поступают выносы р. Кумы, которые позволяют прибрежным аккумулятивным процессам в какой-то степени компенсировать подъем уровня моря.

В то же время вдоль отступающих участков местами появилась кайма новых тростниковых зарослей, имеющих на фотоснимках продольно-полосчатый рисунок. Это свидетельствует о формировании здесь серий молодых береговых валов, развивающихся за счет

материала размыва морского края осушки и верхней части подводного берегового склона. Таким образом, существовавшее ранее распределение о пассивном (без волновой перестройки профиля береговой зоны и перераспределения наносов) затоплении трансгрессирующим морем низменных берегов Калмыкии не соответствует действительности. По видимому, уклоны береговой зоны на этом отрезке (особенно в приурезовой части) оказались достаточными для проявления работы морского волнения.

Отмечается также значительное расширение осушки за счет ее разрастания в сторону суши: в 1978 г. ее ширина была 1–2 км, а теперь 5–10 км. Осушка как бы наступает на прибрежную территорию. В тыловой части осушки вдоль всего этого побережья к 1991 г. (дата дистанционной фотосъемки) сформировалась устойчивая лагуна, ширина которой варьирует в течение года. Эта лагуна хорошо видна даже на мелкомасштабных сканерных снимках среднего разрешения, полученных со спутников "Ресурс 0-1" (рис. 1–А), где она выделяется в виде черной извилистой полосы на светлом фоне полупустыни со стороны суши и зарослей тростника со стороны моря. За лагуной по цветному снимку удастся выделить, кроме того, зону подтопления шириной около 3 км, имеющую более сочную, по сравнению с окружающими полупустынями, растительность.

3. Район Брянской и Суюткиной кос (участок 3). Южнее Кизлярского залива, где непосредственно к морю выходит новокаспийская морская равнина, в голоцене и в современную эпоху преобладали абразионно-аккумулятивные процессы, выразившиеся в образовании серии аккумулятивных форм вдоль голоценовых стадийных береговых линий, чередовавшихся с отрезками питающих их абразионных уступов.

Брянская и Суюткина косы – наиболее крупные морские аккумулятивные формы этого района – соответствуют последним этапам развития новокаспийского бассейна. Они последовательно формировались (Брянская коса – в XVI–XVII вв., Суюткина – в XVIII–XIX вв.) в периоды повышения уровня моря и интенсивного размыва соседних выступов дельты Терека, материал которых переносился господствующим юго-восточным волнением к северу и питал растущие аккумулятивные формы.

Преобразования этого отрезка побережья продолжались и в последние десятилетия регрессивного этапа и были связаны главным образом с размывом отдельных участков берега в условиях нарастающего дефицита наносов в береговой зоне в связи со смещением основного стока Терека к югу, а затем – с искусственным выводом его в другой район берега (за Аграханскую косу). Уже в 1950-х годах отмечался размыв корневых участков Брянской и Суюткиной кос [5], чему в немалой степени способствовали ветровые нагоны. Четверть века спустя вокруг Брянской косы, где крутизна подводного берегового склона менее значительна, сформировалась в условиях понижения уровня моря довольно широкая (до 400 м) осушка, покрытая травянистой растительностью, что привело к отмиранию уступа размыва. Однако размыв корневой части Суюткиной косы продолжался. За это время берег отступил здесь на 150–200 м, а материал размыва накапливался в дистальной части косы, где произошло нарастание берега примерно на ту же величину. Аккумулятивные процессы приурочены также к устьям искусственных каналов, проведенных для сброса поливных вод (Брянского, Кизляр-Каспийского). В устье Брянского канала к 1980 г. сформировалась небольшая дельта, выдвинутая в море примерно на 700 м и густо поросшая тростником.

Современный подъем уровня моря вызвал повсеместное подтопление низменных участков берега и частичное затопление осушки и глинистых бенчей в основании некоторых уступов размыва. Это привело к усилению разрушения берега и активизации ранее отмерших береговых уступов. Большое значение при этом по-прежнему имеют ветроволновые нагоны, высота и рельефообразующая роль которых на этом отрезке побережья возрастает с юга на север.

Дешифрирование современных космических снимков показывает, что нагонные воды полностью перекрывают сохранившиеся местами участки молодой террасы 1929 г. и непосредственно достигают подошвы уступа размыва, подрезающего новокаспийскую равнину. По краю тростниковой осушки почти на всем ее протяжении образовались узкие, но протяженные береговые валы. На расстоянии 0,5–1 км мористее их прослеживается еще одна линия валов с выступающими над водой гребнями; часть их в районе Брянской косы и севернее ее существовала и прежде, но большинство ранее не прослеживалось.

При нагонах целиком затапливается и отмеченная выше дельта в устье Брянского канала, прислоненная к отмершему ранее абразионному уступу. В ее тыловой части сформировалась довольно широкая лагуна с постоянным обводнением. Это свидетельствует

о том, что в условиях современной трансгрессии аккумуляция твердых выносов канала не поспевает за быстрым подъемом уровня моря, и дельта все более переходит в подводное состояние.

Заметно расширение в последние годы осушки и возрастание обводнения в пределах дистальных окончаний Брянской и Суюткиной кос. Это особенно характерно для Брянской косы, окруженной более отмелым подводным склоном. Нагонными водами прорван самый внешний вал этой косы, и морем периодически затапливается бывшая лагуна за валом, имеющая ширину 1–1,5 км и протяженность около 10 км. Аналогичные обводненные лагуны образовались также за стадияльными валами Суюткиной косы. У ее дистального окончания, куда продолжает поступать с юга осадочный материал со стороны абразионных уступов, сформирован узкий молодой вал, окаймляющий внешний край осушки и протягивающийся на расстояние более 6 км, полностью повторяя очертания выступа Суюткиной косы. О продолжении здесь аккумулятивных процессов даже в условиях подъема уровня моря свидетельствует также формирование в 1–3 км от берега широкой подводной аккумулятивной платформы.

Таким образом, в современной динамике отрезка берега южнее Кизлярского залива продолжают активно сказываться процессы аккумуляции и размыва при все возрастающей роли последних. Эта тенденция сохранится и впредь при продолжении подъема уровня моря.

4. Побережье старой дельты Терека южнее Суюткиной косы (участок 4). На протяжении многих десятилетий этот участок служил источником питания Суюткиной косы осадочным материалом, поступавшим в береговую зону за счет волнового размыва невысоких (1–3 м) береговых уступов, выработанных как в корневой части самой косы, так и в пределах старых дельтовых лопастей Терека. В предшествующий регрессивный период это был выровненный абразионный берег, хотя в максимум регрессии (перед 1978 г.) размыв протекал довольно вяло и только во время нагонов: вдоль уступа размыва была сформирована почти непрерывная полоса тростниковой осушки шириной около 1 км. Ровная линия берега осложнялась лишь небольшими (до 100 м) выступами миниатюрных дельт, развивавшихся в 1960–70-е годы в устьях искусственных каналов.

Современный подъем уровня моря вызвал повсеместное затопление таких дельт, как и узкой полосы ветро-волновой осушки. Это несомненно вызвало активизацию уступов размыва, хотя количественно оценить отступление берега по космическим снимкам не представляется возможным. В условиях современной трансгрессии осуществляется некоторая перестройка системы подводных валов, протягивающихся субпараллельно берегу. Результаты дешифрирования показывают, что на отдельных участках (где сохранились старые валы и появились новые) насчитывается сейчас до четырех линий подводных валов.

В целом, при подъеме уровня моря произошло дальнейшее усиление типичных для этого отрезка берега абразионных процессов.

5. Аграханский полуостров (участок 5). Для Аграханского полуострова – самой крупной голоценовой морской аккумулятивной формы Каспийского моря (по происхождению – бара, впоследствии получившего черты свободной аккумулятивной формы вдольберегового питания – косы [1]), в регрессивный период были характерны песчано-ракушечные пляжи, окаймлявшие со стороны моря практически весь полуостров. На высотном аэрофотоснимке 1978 г. четко прослеживается широкая полоса увлажненных пляжей с сериями узких береговых валов. Только на крайнем севере, в дистальной части Аграханской "косы" развивались тростниковые осушки вокруг небольших песчаных островов, разделенных сгонно-нагонными протоками. Кайма несколько более обнаженных песчано-илистых осушек протягивалась также со стороны Аграханского залива.

В конце 50-х годов, после смещения устья р. Сулак к югу, приток наносов к Аграханской косе резко сократился, что вызвало размыв ее корневого участка со скоростью до 10 м/год [5]. Однако к началу трансгрессии моря (1977–78 гг.) этот участок оказался в волновой тени за молодой косой, активно развивавшейся от старой дельты Сулака, и размыв здесь практически прекратился.

Наращение осушек в дистальной части Аграханской косы в этот период продолжалось, поскольку сюда поступал осадочный материал со стороны нового устья р. Терек, искусственно выведенного в 1973 г. на морской край Аграханского п-ова для возможного аварийного сброса речных вод при сильных паводках. У этого устья формировалась быстро растущая молодая дельта [3, 6], нарушившая прямолинейность выровненного берега Аграхана.

Подъем уровня моря, начавшийся в 1978 г., вызвал существенные изменения в развитии берегов Аграханского п-ова (рис. 3). Космический снимок 1991 г. ясно фиксирует частичное затопление морем тростниковой осушки на его восточном и северном берегах, где береговая линия отступила примерно на 1 км. Характерной особенностью береговой зоны стало формирование практически вдоль всего морского побережья полуострова и вокруг о. Чечень узкого берегового бара в соответствии с известной моделью реакции береговой зоны на подъем уровня моря [7, 8]. Перехлестывание морских волн через вершину бара и подъем зеркала грунтовых вод обусловили повсеместное образование за баром такой же узкой лагуны, сопровождающей его на всем протяжении.

На западном побережье Аграхана обводнилась серия крупных котловин выдувания, образовавшихся ранее в связи с золовой деятельностью и до 1978 г. остававшихся сухими.

Заметные изменения произошли в "новой" дельте Терека, которая в 1978 г. только начинала формироваться после повторного открытия искусственной прорези через Аграхан в 1977 г. В начале трансгрессии дельта имела площадь менее 0,5 км², выдвигание ее в море составляло 0,3–0,4 км/год. Несмотря на подъем уровня моря дельта продолжала формироваться и к сентябрю 1987 г. выдвинулась от берега на 1,4 км, а ее площадь достигала 3,2 км² [6]. Однако в дальнейшем дельтовая аккумуляция уже не смогла противостоять подъему уровня моря, что вызвало сокращение площади дельты вследствие затопления ее низменных берегов, расширения площади лагун и размыва ее морского края.

При возможном подъеме уровня моря до отметки –25 – –26 м новая дельта Терека будет полностью затоплена, а общая линия берега Аграханского п-ова значительно сместится в сторону суши. Вероятно возобновление сильного размыва корневого участка Аграханской косы после затопления защищавшей его косы Сулакской дельты.

6. Дельта Сулака (участок 6). Клювовидная дельта р. Сулак образует значительный выступ берега в прикорневой части Аграханского п-ова. Под влиянием преобладающих юго-восточных волнений дельта отклоняется к северу и в целом имеет меридиональную ориентировку. В середине нашего столетия северная оконечность дельты выдвигалась в море со скоростью 100–200 м/год [9], отделяя от моря Сулакскую бухту. В 1957 г. нижний отрезок Сулака был искусственно спрямлен для ускорения сброса паводковых вод во избежание наводнений в бассейне реки. Искусственный канал вывел сток реки южнее дельты, где активно стала формироваться пионерная дельта, перехватывающая основной объем твердых выносов реки. Морской край старой дельты в условиях недостатка питания наносами стал размываться под воздействием волн еще до того, как падение уровня моря сменилось его подъемом [6, 9]. Материал размыва перемещался к северной оконечности старой дельты и шел на построение узкой и длинной (до 5 км) косы, почти полностью перегородившей устьевую часть Сулакской бухты. Эта коса играла роль своеобразного волнолома, защищавшего корневого участка Аграханского п-ова от воздействия волн.

Современный подъем уровня Каспия изменил всю ситуацию на берегу (рис. 4). Самым существенным изменением является затопление морскими водами более половины старой дельты Сулака (вместе с продолжающей ее к северу молодой косой), а также низменных берегов Сулакской бухты. В результате, к 1991 г. море оказалось в угрожающей близости от пос. Сулак. Затопление молодой северной косы вновь открыло доступ морскому волнению к корневому участку Аграханского п-ова, где активизируются процессы размыва берега. Последние до некоторой степени сдерживаются узким протяженным (около 4 км) баром, сформировавшимся на мелководье в пределах затопленной части старой дельты Сулака.

К 1991 г. изменился характер и пионерной дельты р. Сулак, выносы которой уже не могут компенсировать подъем уровня моря. Кроме того, подпор речного течения вызвал заметное сокращение объема твердого стока. Поэтому море интенсивно наступает на дельту, дистальная часть которой подверглась пассивному затоплению. В тыловой части дельты по обе стороны речного канала сформировались широкие (0,5–0,8 км) лагуны с постоянным обводнением, отчлененные от моря узкими береговыми барами.

В случае дальнейшего повышения уровня моря процесс размыва и затопления обеих дельт (старой и новой) будет продолжаться. При отметке уровня моря –25 м будет затоплена не только пионерная дельта, но и практически вся площадь старой дельты, включая территорию пос. Сулак. Сильный подпор реки сделает возможным прорыв речных вод в Сулакскую бухту.

7. Дагестанское побережье в районе г. Каспийска (участок 7). До современной трансгрессии моря для этого отрезка побережья (между г. Каспийск и м. Буйнак) были характерны широкие (до 150 м) песчаные пляжи, окаймлявшие сформированные здесь молодые

регрессивные террасы 1929 и 1940 гг. Формирование этих террас привело тогда к затуханию процессов абразии и отмиранию большинства клифов этого побережья. На космическом снимке 1991 г. хорошо видно, что современный подъем уровня моря привел к почти полному затоплению поверхности этих молодых террас. Урез моря подошел к подножию бывших абразионных уступов, что вызвало их активизацию. Известно, что сильному размыву в настоящее время подвергается берег в районе Каспийска и Манаса. Однако проследить развитие абразии по мелкомасштабным снимкам не удастся.

На низменных аккумулятивных участках берега трансгрессивные изменения более заметны. Здесь у уреза формируется крупный береговой вал высотой 1,5–2 м [7, 8], за которым развиваются обводненные лагуны за счет перехлестывания штормовых волн через вершину вала и подтока грунтовых вод, реагирующих на повышение уровня моря. Обширная лагуна такого рода прослеживается юго-восточнее г. Каспийска, где она протягивается вдоль берега на расстояние около 10 км при ширине 200–300 м. Несколько дальше от моря произошло увлажнение дниц старых лагунных впадин, которые сейчас заболочены и поросли тростником. Цепочка таких заболоченных лагун прослеживается параллельно береговой линии почти до м. Буйнак.

На суше, в отдалении от моря, также заметно увеличение обводненности территории. В частности, увеличилась площадь водного зеркала озера Большие Турали, заполнилась водой ранее сухая котловина к западу от него.

8. Дагестанское побережье в районе озера Аджи (участок 8). Сравнительное дешифрирование высотных аэрофотоснимков 1979 г. и космических снимков 1991 г. показало, что на этом отрезке побережья произошли изменения того же типа, что и на предыдущем отрезке. Здесь также абразионные участки чередуются с аккумулятивными, причем проследить изменения первых по мелкомасштабным снимкам не удастся. Главной особенностью аккумулятивных участков является формирование вдоль берега цепочки обводненных лагун за береговым валом. Узкие лагуны, шириной до 100 м, а близ оз. Аджи (наиболее обширный аккумулятивный участок) – до 200 м, тянутся с небольшими интервалами вдоль всего этого отрезка побережья.

Заключение

Сравнительный анализ высотных аэроснимков и космических снимков на период регрессии моря (в основном, 1978–79 гг.) и период трансгрессии (1991–92 гг.) показал, что влияние подъема уровня Каспийского моря возрастает с севера на юг по мере увеличения уклонов береговой зоны и перехода аккумулятивного типа берега к преимущественно абразионному. Проследить развитие абразии по мелкомасштабным снимкам весьма затруднительно, хотя этот процесс местами (особенно в пределах городских застроек) постепенно приобретает катастрофический характер. Однако на отменных берегах, где повышение уровня моря вызывает значительные смещения береговой линии, эти изменения фиксируются по аэрокосмическим снимкам очень отчетливо.

Наиболее ярко они прослеживаются в северной половине российского побережья (за исключением самого северного участка, примыкающего к авандельте Волги, которая смягчает влияние современной трансгрессии), где полоса трансгрессивных изменений захватывает зону шириной до нескольких километров. Здесь преобладают затопление морем низменных участков с некоторым волновым преобразованием профиля береговой зоны (формирование серии береговых валов у уреза), образование лагун в тыловой части ветровой осушки и смещение всего комплекса осушки в сторону берега. Пассивное затопление морем наблюдается только в дистальных частях крупных аккумулятивных форм (кос, дельт).

В южной половине российского побережья Каспия вследствие более крутых уклонов береговой зоны основные трансгрессивные изменения концентрируются в сравнительно узкой прибрежной полосе (первые километры), причем здесь активно проявляется волновая переработка профиля береговой зоны в полном соответствии с известной моделью реакции береговой зоны на подъем уровня моря [7, 8]: абразия береговых уступов – на крутых участках и формирование крупного берегового вала у уреза с широкой лагуной за ним – на более отменных участках. Последний случай хорошо прослеживается на космических снимках от г. Каспийска до м. Буйнак.

Представленные результаты анализа разновременных съемочных материалов указывают на целесообразность организации аэрокосмического мониторинга побережья Каспия для контроля за состоянием береговой зоны в условиях колебаний уровня моря.

1. *Леонтьев О.К., Халилов А.И.* Природные условия формирования берегов Каспийского моря. Баку: Изд-во АН Аз СССР, 1965. 205 с.
2. *Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Рычагов Г.И.* Геоморфология берегов и дна Каспийского моря. М.: Изд-во МГУ, 1977. 210 с.
3. ТЭД "Каспий". Основные положения Технико-экономического доклада: "Защита народнохозяйственных объектов и населенных пунктов прибрежной полосы Каспийского моря в пределах Российской Федерации", тт. 3, 5. М., рукопись, фонды МГУ и Роскомвода, 1992.
4. *Михайлов В.Н., Кортаев В.Н., Полонский В.Ф. и др.* Гидролого-морфологические процессы в устьевой области Волги и их изменение под влиянием колебания уровня Каспийского моря // Геоморфология. 1993. № 4. С. 97–107.
5. *Леонтьев О.К., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д.* Эволюция берегов Терского побережья Каспийского моря за последние 25 лет // Вопросы географии, 1982. Вып. 119 "Морские берега". М.: Мысль. С. 122–132.
6. *Михайлов В.Н., Михайлова М.В.* Закономерности формирования дельт выдвигания на открытом морском побережье // Вестн. МГУ. Сер. геогр., 1991. № 5. С. 36–44.
7. *Игнатов Е.И., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д.* Современное состояние берегов Каспийского моря // Рекреационные ресурсы Каспийского моря: проблемы использования и охраны. М.: Наука, 1989. С. 13–18.
8. *Игнатов Е.И., Каплин П.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д.* Влияние современной трансгрессии Каспийского моря на динамику его берегов // Геоморфология. 1992. № 1. С. 12–21.
9. *Леонтьев О.К., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д.* Динамика морского края дельты Сулака // Вестн. МГУ. Сер. геогр. 1987. № 2. С. 83–87.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
17.03.95

УДК 551.435(571.121)

© 1997 г. М.О. ЛЕЙБМАН, И.Д. СТРЕЛЕЦКАЯ, М.А. КОНЯХИН

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПОВЕРХНОСТИ ЮЖНО-БОВАНЕНКОВСКОЙ СТРУКТУРЫ (СРЕДНИЙ ЯМАЛ) С 1949 ПО 1990 гг.

Проанализированы аэрофотоснимки залетов 1949, 1970, 1976, 1985 и 1990 гг. На двух репрезентативных участках изучали форму и размеры озер, динамику речного русла, возникновение или консервацию криогенных оползней, термоденуляционных и термоэрозионных форм. Анализ естественной динамики природных условий позволяет оценить естественный сорокалетний тренд, на который в исследованном районе впоследствии наложились техногенные изменения, приведшие к современному облику ландшафта.

В настоящее время широко распространена точка зрения о высокой динамичности рельефа Среднего Ямала [1–5]. Отдельные данные о развитии оврагов, смещении меандр, отступании стенок термоцирков были получены в южной части Бованенковского месторождения.

1. По данным В.В. Ловчука и его коллег (Тюменская геолого-разведочная экспедиция) отступление стенки термоцирка в июле-августе 1985 г. происходило со скоростью от 5–20 см в сутки и за 23 дня составило более 2 м.

2. Согласно наблюдениям А.Ю. Сидорчука (МГУ им. М.В. Ломоносова), за период дождей 16 дней в августе 1990 г. длина одного оврага увеличилась на 3 м, а двух других на 0,5 м.

3. По данным сотрудников Санкт-Петербургского Гидрогеологического института смещение меандр реки Се-Яха в середине 80-х гг. происходило со скоростью 2,8 м в год.

Однако каким образом можно экстраполировать результаты таких измерений на более длительные периоды времени, чтобы судить о длительной динамике поверхности?

Мы проанализировали аэрофотоснимки залетов 1949, 1966, 1970, 1976, 1985, 1988 и 1990 гг. различных масштабов, а также результаты своих полевых наблюдений в 90-х годах.