

**СТРУКТУРА  
И ДИНАМИКА  
КОМПОНЕНТОВ  
ПРИРОДЫ  
ТЯНЬ-ШАНЯ**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО  
„ИЛИМ“  
ФРУНЗЕ 1973**

*Л. Г. Никифоров, В. Н. Коротаев*

**ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ НАНОСОВ  
В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ  
ВОДОЕМОВ**

**(На примере оз. Иссык-Куль)**

В пределах береговой зоны морей и океанов, как правило, существуют аккумулятивные формы, созданные в результате продольного и поперечного перемещения наносов. Наиболее характерными формами рельефа, образовавшимися при вдоль-береговом перемещении наносов, являются косы, а при поперечном перемещении — бары. Однако большинство береговых аккумулятивных форм — полигенетические, т. е. представляют собой образования, возникшие при комбинации обоих типов перемещений наносов.

Следует отметить, что в пределах побережья Иссык-Куля нет ни одной аккумулятивной формы типа косы, несмотря на существование условий, способствующих их образованию. Для береговой зоны оз. Иссык-Куль наиболее характерны примкнувшие аккумулятивные террасы и береговые бары. Строение аккумулятивных форм рельефа свидетельствует о преобладании поперечного перемещения наносов в береговой зоне Иссык-Куля. Однако это не означает отсутствие вдоль-берегового переноса материала в пределах подводного склона. В предлагаемой статье рассматривается участие каждого из упомянутых процессов в формировании рельефа береговой зоны.

Основными и пока единственными отличительными признаками аккумулятивных форм, созданных поперечным перемещением наносов, является состав материала, их слагающего, и параллельность береговых валов, выдержанная на относительно большом расстоянии. Эти признаки свойственны всем без исключения аккумулятивным формам на берегах озера. Материал, слагающий аккумулятивные формы, донного происхождения, а перекрещивающийся рисунок береговых валов характерен только для дистальных окончаний береговых баров. Примкнувшие террасы формируются, как правило, на участках мелководных заливов, береговые валы на их поверх-

ности строго параллельны, а высота их к краям постепенно уменьшается. В морфологии береговых баров отмечаются несколько иные особенности. В центральной их части береговые валы также параллельны, но по Мере движения к дистальному окончанию они перекрещиваются, а в отличие от примкнувших террас уменьшение высоты валов гораздо меньше. Учет морфологии и строения аккумулятивных форм, основаный на приведенных признаках, необходим потому, что в строении береговой зоны озера встречаются бары, которые в процессе эволюции примкнули к берегу и в результате этого образуют поверхность, сходную по строению с примкнувшей террасой.

Наиболее интересны аккумулятивные формы на восточном берегу оз. Иссык-Куль в районе п-ва Сухого хребта и на западном — в районе возвышенностей Бозбартак. Первый представляет собой обширную поверхность древней озерной аккумулятивной террасы, бровка ее расположена на относительной высоте около 13 м. По обе стороны от древнего абразионного ктифа, в северном и южном направлениях, развиты две аккумулятивные формы — примерно одинаковых размеров. С обе стороны озера описанная древняя абразионно-аккумулятивная система опоясана современной террасой шириной около 1500 м, на которой развита серия низких береговых валов, параллельных друг другу. В составе материала, слагающего поверхность низкой террасы, довольно часто находятся черепки посуды XIV—XVIII вв., глиняные гальки и литефикации лонного происхождения. Это обстоятельство, а также морфология современной террасы и строение ее береговых валов указывают на преобладающее в настоящее время попреречное перемещение паносов. Однако строение берега при более высоком уровне озера, казалось бы, свидетельствует о заначательном участии в динамике продолженного перемещения паносов, поскольку древний абразионный клиф сопровождается двумя аккумулятивными формами, росшими в северном и южном направлениях. В то же время достаточно сравнить размеры аккумулятивных форм с длиной участка размыва, чтобы убедиться в их несоответствии. Кроме того, древний клиф сложен осадками, в составе которых значительное участие принимает глинистый материал. Учитывая вышесказанное, можно предположить, что как в древности, так и в насторожнее время аккумулятивные формы создавались в основном путем попреречного перемещения паносов, а также из материала, поступившего со дна. Поэтому древние аккумулятивные формы генетически не являются косами. Следует отме-

тить, что расположение Сухого Хребта не способствует развитию вдольбереговых потоков наносов — практически волны могут подходить к берегу только по нормали. Попытаемся проследить образование абразионно-аккумулятивных систем типа «крылатого мыса».

Одной из наиболее ярко выраженных форм этого типа является п-в Челекен на Каспийском море, который по размежеванию в несколько раз больше Сухого Хребта. В. П. Зенкович (1946) считал, что челякенские косы образованы в результате деятельности вдольбереговых потоков наносов, направленных «лобица» Челекена на север и юг примерно равной мощности, поскольку косы по величине примерно одинаковы. Установлено, что ни северная, ни южная челякенские косы генетически таковыми не являются. Действительно, сейчас эти аккумулятивные формы развиваются по типу кос, но их возникновение связано с образованием серии береговых баров, обединенных в единую систему. Таким образом, на Челякене, несмотря на существование участка размызов, на «лобице», аккумулятивные формы образовывались главным образом при попреречном перемещении наносов. Если на Челякене волны, подходящие под углом к берегу, имеют достаточный разнос и производят работу по перемещению паносов вдоль берега, то на Сухом Хребте подходит волн под углом к берегу практически исклонен. Вероятно, материал размыва поступает спацца на пологий склон, где происходит его сортировка, а затем наносы выбираются к берегу и из них строятся аккумулятивные формы типа баров или примкнувших террас (рис. 1).

Происхождение аккумулятивных форм на Сухом Хребте,ゴ-видимому, связано с постепенным прилеплением к берегу значительного по размерам островного бара. Центральная часть его в настоящее время оказалась размытой. Попробуйте способ образования аккумулятивных форм описан И. А. Пряниковым (1966). Им доказано, что абразионно-аккумулятивная система Джарылгач-Тендря генетически является баром значительных размеров, прилепившимся к берегу, пограничная часть которого в дальнейшем была уничтожена абразией. На западном берегу Иссык-Куля в районе возвышенностей Бозбартак наблюдалась почти такое же развитие аккумулятивных форм. Единственное их отличие от форм Сухого Хребта в том, что здесь при идентичных гидродинамических условиях развито большее количество древних береговых баров, опускающихся с востока горы Бозбартак, и отсутствуют древние абразионные клифы, как бы расщелиняющие бары на две

берегу островных баров при очень незначительной роли продольного перемещения наносов (рис. 2).

На южном берегу оз. Иссык-Куль в районе мыса Кара-Булун многолетними стадионарными исследованиями прослежен механизм зарождения, формирования и роста баров в пределах подводного склона и последующее их притяжение к берегу (Коротаев, 1963, 1967). Хотелось бы обратить внимание только на конечный облик аккумулятивной формы, созданной при поперечном перемещении наносов.

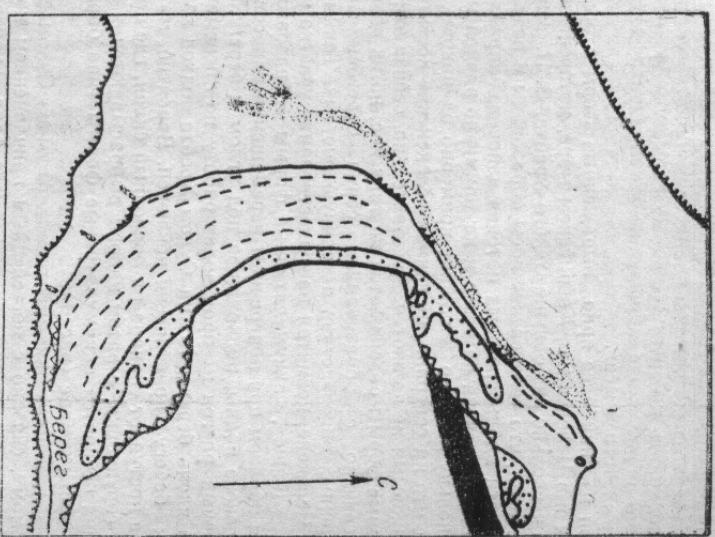


Рис. 1. Схема строения п-ва Сухой Хребет, сформированного на продолжении антиканаты Ичке-Тома.  
1 — холмогорья и гряды, связанные с положительными структурами; 2 — поверхность древнеозерной террасы; 3 — раннеголоценовые аккумулятивные формы; 4 — голоценовые береговые валы; 5 — абразионные обрывы; а) отверстие, б) актичес; 6 — поперечные формы: а) борта затопленных долин, б) песчаные валы.

части. Это свидетельствует о существовании в данном районе «крылатых мысов», созданных в результате приращения к

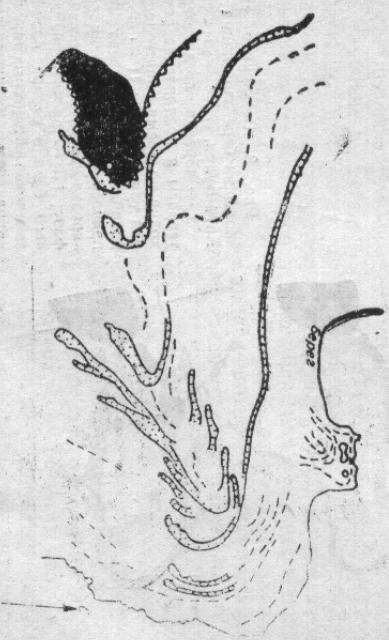
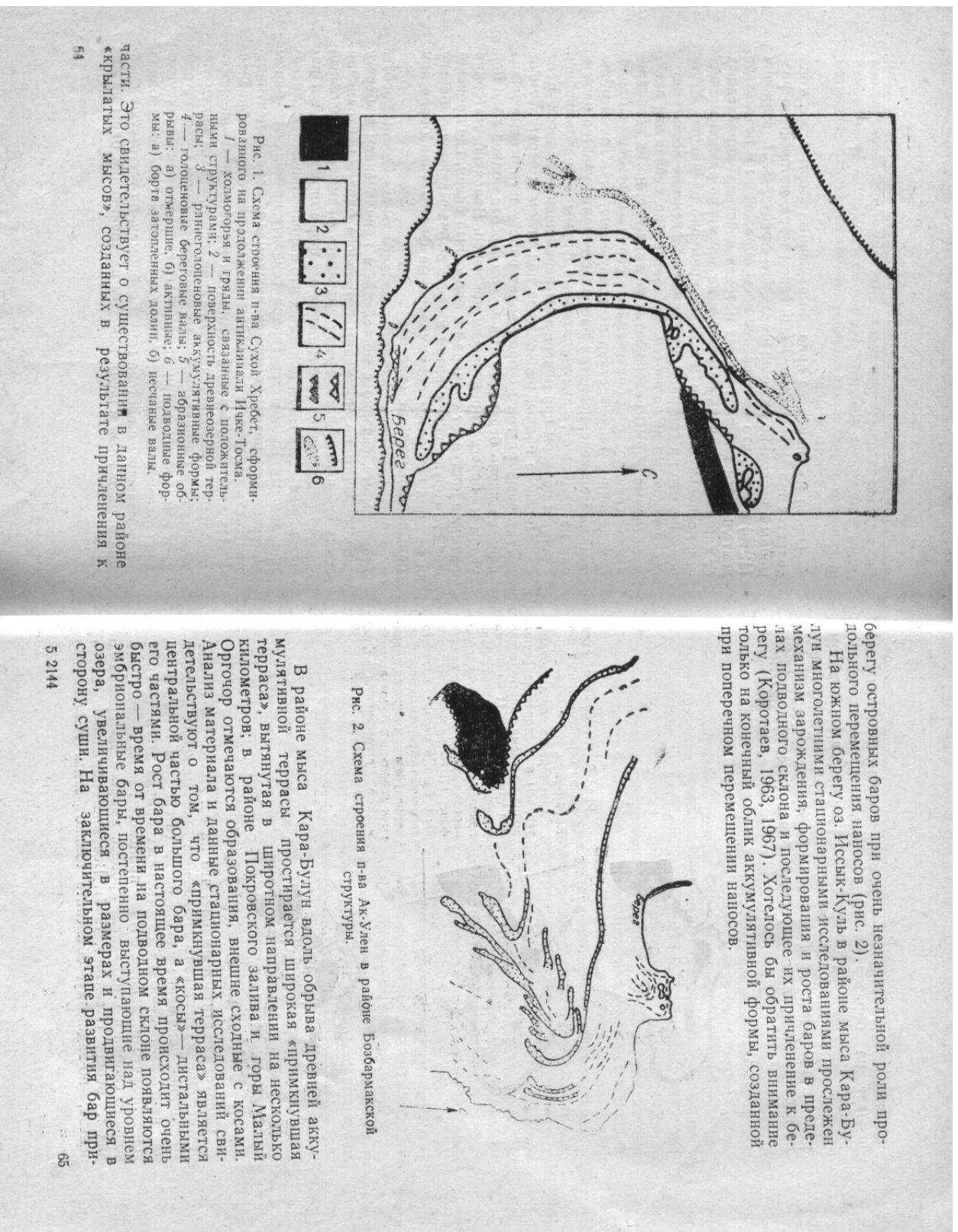


Рис. 2. Схема строения п-ва Ак-Уллен в районе Бозбормакской структуры.

В районе мыса Кара-Булун вдоль обрыва древней аккумулятивной террасы простиралась широкая «примкнувшая терраса», вытянутая в широтном направлении на несколько километров, в районе Покровского залива и горы Малый Ортоор отмечается образование, внешне сходные с косами. Анализ материала и данные стадионарных исследований свидетельствуют о том, что «примкнувшая терраса» является центральной частью большого бара, а «косы» — листальными цепочками. Рост бара в настоящее время происходит очень быстро — время от времени на подводном склоне появляются эмбриональные бары, постепенно выступающие над уровнем озера, увеличивающиеся в размерах и проникающие в сторону суши. На заключительном этапе развития бар при-



членяется листальными окончаниями к сушке, постепенно на-  
ползает на образовавшуюся лагуну, и присоединяется к  
внешнему краю «примкнувшей террасы». Таким образом,  
описанная эволюция аккумулятивных форм дает основание  
рассматривать многие образования на берегах озера в качест-  
ве нескольких крупных береговых баров (рис. 3).

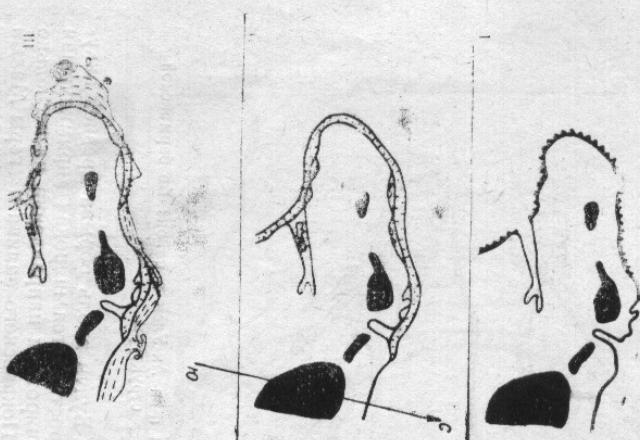


Рис. 3. Возможная схема заложения береговой линии п-ва Каракуль.  
I — abrasion (древнебореальной террасы и подтопление речных долин во время раннетретичного трансгрессии); II — формирование «примкнувшего бара» (прилегание его к берегу и блокировка долин в третессионную фазу); III — расщепление древнего бара в первый последний лотеновой трансгрессии; формирование «примкнувшей террасы» и небольших баров в современную третессионную фазу.

Следует обратить внимание, что на оз. Иссык-Куль существует преимущественно попечное перемещение паносов. Постоянное понижение уровня озера (в среднем 7 см в год), на наш взгляд, — одна из основных причин этого явления. Известно, что в данном случае происходит перестройка подводного склона и усиливается процесс выброса материала со дна к берегу (Леонтьев, 1949). Все многообразие процесса пельзы, по-видимому, объясняется только этим. Необходимо

рассмотреть общий баланс паносов в береговой зоне и источники поступления материала в пределы подводного склона.

Считается, что большая часть паносов волнового поля составляют терригенные отложения, количество которых определяется твердым стоком рек, впадающих в бассейн. Однако оз. Иссык-Куль характеризуется в этом отношении особыми условиями. Многократная смена трансгрессий и третессий в течение четвертичного периода обустроила глубокое врезание рек в подгорную равнину и последующее подтопление речных долин. В раннеголоценовое время почти все долины и сани были блокированы пересыпями и отделены от озера. Сейчас, после прорыва древних пересыпей, большинство рек впадает в глубокие ингрессионные заливы, что сопровождается эрозионными каньонами, прослеживающимися до значительных глубин. Весь терригенный материал, приносимый реками, скапливается или к вершине залива, или попадает в подводные каньоны и поэтому не поступает в пределы подводного склона. Реки же, которые впадают в озеро на открытом берегу, как правило, малооидные, среднегодовой расход их не превышает 1 м<sup>3</sup>/сек/год.

Участки размыва берегов являются еще одним источником поступления терригенного материала в береговую зону. На Иссык-Куль протяженность абразионных берегов составляет около 15% от общей длины береговой линии. Чаще всего размыты подвергаются или суглинистые отложения древней береговой террасы, или выдающиеся в озеро части конусов выноса. В первом случае в береговую зону попадает настолько тонкоизернистый материал, что большая часть его сразу же выносится за пределы береговой зоны, во втором — валуно-галечный материал, не отличающийся высокой подвижностью и поэтому концентрирующийся вблизи источника поступления. Таким образом, количества рыхлого материала, поступающего в береговую зону при размыве берегов, также познательно и не может способствовать развитию вдольбереговых потоков паносов. Это вызывает увеличение дефицита паносов на подводном склоне, что, в свою очередь, усиливает подачу материала со дна к берегу, т. е. основное значение приобретает попечное перемещение паносов.

Следует отметить, что на всех берегах, в той или иной степени лишенных твердого стока рек, буде, по-видимому, преобладать попечное перемещение паносов, так как морское дно выступает в качестве единственного источника поступления материала в береговую зону. Например, в бессточных областях Каспийского моря отсутствуют типичные

аккумулятивные формы, созданные продольным перемещением наносов. Широко известно развитие баров на Мексиканском побережье и в Южной Калифорнии, пустыни Сахара и на Аравийском п-ве, на берегах Западной Австралии, т. е. во всех беспочвенных областях Земли.

типа баров широкоразвиты в приустьевых частях крупных систем и образовавшие их приурочено к местам мониторного поступления материала в береговую зону. Одна из причин возникновения приустьевых баров — особенность гидродинамического режима в тех местах устьевых областей, где наиболее ярко выражено взаимодействие речного и морского режимов. Именно такая зона расположена в полосе, протягивающейся вдоль морского края устьевого участка. Однако главное при образовании приустьевых баров, по-видимому, — изменение уклона подводного склона.

Данные многолетних исследований показывают, что участки локальных подводных отмелей с уклонами, не превышающими 0,01, а чаще измеряемыми тысячными долями, являются неизбежным и основным условием образования бара на вицебском крае отмелей. К генетическим разновидностям подводных отмелей относится предельное взморье рек, где в переходной зоне изменения уклонов от 0,1 к 0,01 и менее строятся сначала подводные, а затем и остревые приусадебные бары. Однако последние в значительной степени азогенные, привязаны к устьям рек, и существенно по происхождению отличаются от береговых баров.

На Каспийском море, например, нет ни одного берегового бара, который не был бы приурочен к одной из многочисленных потребленных положительных структур.

погребенных положительных структур. В структурной межгорной впадине — огромный метасинклиналь, ограниченная с севера и юга мегантреками хребтов Кунгур и Терской Алатау.

В современной ее структуре можно выделить читающиеся области: складчато-дислокационные приподнятые края и слабонаклонные внутреннюю область с развитием отдельных антиклинальных складок и куполов. Таковы в восточной части владины Тюпская синклиналь, брахиантиклинальная система поднятий Тосма со структурными зонами Ичке-Тосма и Теке, Джергалаанская синклиналь и система куполов Бирдаш. Следующая на юг структурная зона поднятий протягивается от гор Оргоч до начала Покровской бухты. В этой зоне все положительные структуры являются брахиантклинальными поднятиями, сложенными неоген-четвертичными отложениями. Синклинальные же понижения гемицелие, как правило, прямое отражение в рельфе, сложенные четвертичными отложениями. Погружение шармийской толщей антиклинальных структур в западном направлении обусловило появление полуостровов Сухой Хребет, Кара-Бурун и т. д., а синклиналь — глубоких заливов Тюпского Джергалакского, Покровского и т. д.

Дальнейшему подъему ведущее к озеру подходит

Шарылдасская антиклиналь, северное крыло которой разделено на две волны Иссык-Куля. Еще западнее расположены антиклинальные складки Кызыл-Тау, Боз-Джак и Кызыл-Эсек. Их северные крылья полого наклонены к озеру, а южные — ограничены крупными разломами. На западном побережье антиклинальные складки Кызыл-Тау и Боз-Джак возвышаются над Бозбармаком (рис. 4).

На северной подсекции — вышеназванных Кызыл-Курултая, Акалаташ и Базалаташ, Кызыл-Курултай и Пришио. Итогенсивные неопектонитические движения нашли свое отражение в районах растущих брахиантиклинальных складок в деформациях древнеозерных и речных террас береговые линии которых в некоторых случаях приподняты на 50—60 м.

Сравнивая карту морфологии берегов оз. Иссык-Куль со структурной схемой, нетрудно убедиться, что в каждом отдельном случае береговые бары приурочены к периклинальным или крыловым частям антиклинальных складок, примкнувшие террасы развиты на участках, соответствующих

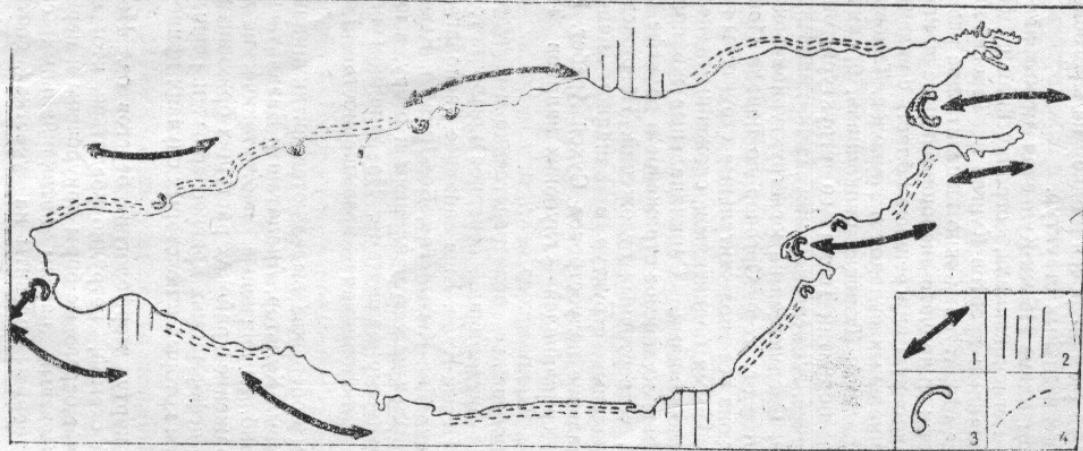


Рис. 4. Временчатая схема расположения тектонических структур и аккумулятивных форм.  
1 — оси положительных структур; 2 — аллювиальные конусы выноса валунисто-галечникового состава; 3 — раннеголоценовые бары; 4 — параллельные береговые валы голоценового возраста.

щих синклинальным структурам. Подобная связь береговых баров с положительными структурами в пределах побережья впервые была установлена Лабораторией экспериментальной геоморфологии географического факультета МГУ и подтверждена большим фактическим материалом (Леонтьев, Никифоров, 1965а, 1965б, 1966а, 1966б; Никифоров, Самойлова, 1967а, 1967б; Никифоров, Лукьянова, 1967; Миокин, Никифоров, 1968). Не вызывает сомнений, что приуроченность береговых баров к районам развития положительных структур на берегах Иссык-Куля не составляет исключения из той общей закономерности, которая отмечается на побережье Каспийского моря.

Механизм образования структурно-обусловленных береговых баров представляется нам следующим образом. Подводная отмель, образованная в пределах краевой части антиклинальной складки, в результате тектонического поднятия, в какой-то момент достигнет глубины, достаточной для образования подводной аккумулятивной формы. Критическая глубина для разных бассейнов, по-видимому, будет неодинаковой, так как она определяется высотой волн. Еще одним основным условием образования подводной аккумулятивной формы является наличие относительно резкого перегиба подводного склона в сторону уменьшения уклона, что возникает на периферических частях положительных структур. Таким образом, при соблюдении данных условий на краевой части подводной стмели возникнет подводная аккумулятивная форма, которая по мере своего роста будет постепенно пропилиться в направлении судна и выйдет из-под уровня моря.

Исследованиями установлено, что выход подводного бара на поверхность осуществляется при условии хотя бы кратковременного осушения его гребня, а это происходит в результате сезонных или постоянных колебаний уровня бассейна и одновременного тектонического подъема морского дна. После выхода на поверхность бара основную роль в его формировании играют процессы берегового перемещения планосов. Следует отметить, что первичная подводная аккумулятивная форма может быть создана и при доминировании продольного перемещения наносов, но в дальнейшем в ее эволюции преобладает попреречное перемещение материала. По мере продвижения аккумулятивной формы в сторону суши на поверхности подводной отмели в пределах последней будет происходить рефракция волн, в результате чего их движение будет осушествляться по нормали к берегу. Вдольбереговые перемещения паносов могут продолжаться на внешнем крае отмели в тече-

ние времени, которое необходимо для полного цикла развития береговых баров, прицепления их к берегу и неуклонного роста аккумулятивной формы в ширину до внешнего края подводной отмели.

Таким образом, донное продольное перемещение наносов может играть значительную роль в период зарождения подводной аккумулятивной формы, а также выступить в качестве источника поступления материала, так как наносы, перемещающиеся в зоне берега в пределах подводного склона, в определенной степени могут восполнять потери, которые возникают при изъятии части рыхлого материала со дна при движении его в сторону суши. В мелководной зоне после рефракции волн основную роль приобретает поперечное перемещение наносов. В результате этого образуются седи береговых валов, слагающих бары. Рост последних не может продолжаться беспредельно и контролируется более глубокой зоной, оконтуривающей подводную отмель с трех сторон. В связи с этим по мере роста дистальные окончания бара будут отгибаться на подводной отмели в сторону суши, как бы оконтуривая зону примерно равных глубин. В результате изменения очертаний береговой линии бара в дистальных его частях волны будут подходить под некоторым углом к берегу, и в образовании бара примет участие б е р е г о в о е продольное перемещение наносов.

Следовательно, если значение донного вздоха берегового перемещения наносов, выступающего в качестве поставщика рыхлого материала для образования баров, может быть значителльно, то роль берегового продольного перемещения наносов сводится главным образом к формированию дистальных окончаний берегового бара. Основное же значение при образовании аккумулятивных форм в береговой зоне не только Иссык-Куль, но и аналогичных водоемов типа Арала имеет поперечное перемещение патосов. Предварительный анализ преимущественного распространения береговых аккумулятивных форм, созданных при поперечном перемещении патосов, и ограниченного питания береговой зоны показал, что указанные процессы характерны для берегов морей аридных стран. Это, конечно, не значит, что бары и другие аккумулятивные формы не могут быть образованы на берегах Морей других природных зон. Не исключено, что описанные особенности развития береговой зоны свойственны также тропическим морям, которые отличаются высокой биологической продуктивностью и соответственно большими запасами донных наносов биогенного происхождения.

## Л И Т Е Р А Т У РА

Зенкович В. П. Динамика и морфология морских берегов. ч. 1, влаговые процессы. М.: «Морской транспорт», 1946.

Коротаев В. Н. Эволюция аккумулятивных форм озера Иссык-Куль. Тез. докл. 5-й научн. конф. физ.-геогр. станции АН Киргиз. ССР. Фрунзе, 1963.

Коротаев В. Н. Береговая зона озера Иссык-Куль. Фрунзе, «Издм», 1967.

Леонтьев О. К. Перестройка профиля аккумулятивного берега при понижении уровня моря. ДАН СССР, т. 66 № 3. М., 1949.

Леонтьев О. К., Никифоров Л. Г. Экспериментальные исследования взаимодействия эндогенных и морских экзогенных факторов на прибрежных берегах. Тез. 2-го Междунар. океаногр. конгр. М., 1966а.

Леонтьев О. К., Никифоров Л. Г. Экспериментальные исследования формирования береговых баров в условиях берегов поднятия. Тр. 10-й сессии берег. исслед. Таллин, 1966б.

Никифоров Л. Г., Самойлов А. А. Экспериментальные исследования роста пологихенных текtonических структур на морском мелководье. «Сов. геол.», 1967а, № 7.

Никифоров Л. Г., Самойлов А. А. Некоторые результаты экспериментальных структурно-генетических исследований. Тр. Никифорова Л. Г., Пукьянова С. А. Древние морские аккумулятивные формы в пределах Самурско-Дивининской низменности. Вестн. МГУ, серия геогр., № 2, 1967.

Мякокий В. С. Никифоров Л. Г. Береговые аккумулятивные формы на берегах Каспия как индикаторы существования погребенных локальных поднятий. Тр. ВГО, 1968.

Прапоров И. А. Исследование эволюции лагунного побережья при помощи гидролитогротического метода изучения динамики берега. «Океанология», т. 6, вып. 2, 1966.