

ЭРОЗИЯ ПОЧВ
И РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

ВЫПУСК 12

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И СОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА УСТЬЕВ РЕК БАССЕЙНА ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ

История формирования и эволюция гидрографической сети бассейна озера Иссык-Куль тесно связана с геологической историей Иссык-Кульской котловины и самого озера. Иссыккульская котловина и положительные структуры окаймляющих хребтов возникли не менее 270 млн лет назад (средний карбон). Однако главные черты современного рельфа сформировались в период новейшего орогенеза (конец палеогена), когда произошло заложение основных речных систем. Широкое развитие среди отложений тян-шанского комплекса ($N^3_1-N^{1-3}_2$) озерных фаций свидетельствует о появлении в это время пра-Иссык-Куля. Конфигурация и размеры древнего водоема отличались от современного: существовала система со облающихся небольших мелководных озер, приоценное озеро было больше современного (Горячев 1959).

Четвертичная история развития озера и речной сети

На границе неогена и четвертичного периода ($N^3_2 + Q_1$) сформировалась современные горные сооружения Кунгей Алатау, Терский Алатау, хребты Киргизский и Кетменский. Резкое увеличение высот горных хребтов и углубление котловины вызвали значительную регressive озера, уровень которого оказался на 250-300 м ниже современного, что подтверждается наличием подводной террасы на материковом склоне (Забиров и др., 1973). Древняя гидросеть не сохранилась, но бурением вскрыты отложения джукинской свиты, представленной аллювиальными конусами выноса и озернодельтовыми осадками с фауной пресноводных моллюсков.

К нижнечетвертичному времени Иссык-Кульская впадина приобрела почти современный облик. Возникшие в нижнеюрское время разрозненные водоемы претерпевали значительные изменения, разрастаясь и сливаясь в единный водоем во влажные периоды и значительно сокращаясь в сухие. Высокие уровни озера фиксируются в виде древнеозерных отложений и фрагментов абразионно-аккумулятивных террас. Раннечетвертичные (Q_1) озерные осадки обнаружены на высотах 90-100 м над современным уровнем озера. В джергапанское время (Q_2) была сформирована основная (3-я) иссыккульская терраса высотой от 30 до 80 м над современным озером. Площадь Иссык-Куля составляла около 8000 км² (Касов, Семенцов, 1960). По данным геохимического анализа и ископаемой флоре и фауне озеро было проточным (сток через Бомжское ущелье по долине р.Чу). Возраст отложений по U_{238} датируется как 110 тыс.±200 лет; по методу C_{14} - 48050 лет. Этим озерным отложениям соответствуют 4-7-я террасы рек ($aQ_2-aQ_2^2$), сложенные валуно-галечным аллювием 20-40 м. Отложения древнеозерной

УСТЬЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ

джергапанской террасы разделяются на озерно-дельтовый комплекс молниеных на высоте около 30 м (михайловские стоя). Их абсолютный возраст по C_{14} - 26340±540 лет (IQ_3^2). По данным З.В. Алешинской и др. (1971) уровень озера контролировался Карагачским порогом стока с отметкой 1640 м. abs.

Синхронные этому высокому уровню озера аллювиальные отложения (aQ_3^2) слагают 3-ю террасу в речных долинах и аллювиальные конусы выноса на приозерной равнине. Максимальные уровни озера, вероятно, были разделены регressive фазой, которая соответствовала первой ксеротермической эпохе в начале среднего плеистоцена. Береговую линию регressive водема связывают с подводной террасой на глубинах 150-170 м (первое межледниковье).

Сокращение прошли горного опледенения и уменьшение стока рек в эпоху второго межледникова привели к новому снижению уровня озера в конце второго плеистоцена. Из-под вод озера освободилась обширная плюсовая верхняя плюсина озера. Плюсниковый врез составил около 100 м (Раниман, 1959). В результате вдоль всего иссыккульского побережья были выработаны эрозионные речные долины, сохранившиеся в виде затопленных подводных долин. Регressive эрозия проникала далеко вверх по рекам вслед за отступавшими ледниками, уничтожая оставленные ими формы ледникового рельфа. На подгорных равнинах выносились огромные массы обломочного материала, общее количество которого оценивается в 700 км³.

Береговая линия последледниковой регressive располагалась на отметках 1500 м abs., т.е. на 110 м ниже современного уреза. Площадь водной поверхности озера сократилась до 4226 км². С этого времени начинается история Иссык-Куля как бессточного, солоноватого водоема, абсолютный возраст которого по соотношению $U_{234}-U_{228}$ определен в 110 тыс.±40 лет. Реки иссыккульского бассейна, за исключением малых водотоков наиболее засушливых западных и северо-западных районов Принисыкулья, не теряли связи с устьяющими озером и образовали эрозионные долины на подгорном склоне (Букин, 1975). Отрыв этих рек от озера способствовало быстрое снижение его уровня, уменьшение стока в период максимального развития горно-долинного опледенения и отмелость подводного склона. К группе водотоков, "потерявших" связь с озером, относятся Камак-Суу, Кабырга, Чет- и Чон-Кой-Суу.

История Иссык-Куля как бессточного водоема продолжалась до второй половины позднего плеистоцена, когда началась деградация последнего долинного опледенения и в связи с этим увеличился сток рек. Следствием распада ледников явился новый подъем уровня Иссык-Куля, охвативший временной промежуток Q_3-Q_4 . Этот подъем уровня совпал с началом новой плюсовой эпохи, увеличением влажности и похолоданием климата.

УСТЬЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ

Раннеголоценовая трансгрессия озера оставила на приозерной равнине четкие абразионные и аккумулятивные формы озерного генезиса. Высота отметки уровня раннеголоценового водоема не превышала +10-12 м над современным уровнем. Площадь водной поверхности озера составляла около 6220 км². Озеро имело сток через Бoomское ущелье, однако продолжительность проточной стадии была небольшой, так как в озерных осадках позднего плейстоцена и раннего голоцена встречаются солоноватые формы диаграммовых водорослей, типичных и для современного солоноватого Иссык-Куля.

В период максимума раннеголоценовой трансгрессии происходила абразия приозерной равнине по всему периметру озера. Хорошо сохранившиеся клифы простягиваются четкими обрывами высотой от 5 до 80 м. Глубоко врезанные в поверхность приозерной равнине долины рек превратились в интересионные заливы. Реки впадали в вершины длинных глубоких заливов, формируя дельты выполнения.

Интенсивная абразия берегов озера, сложенных рыхлыми песчаногалечными и глинистыми породами, обусловила поступление в береговую зону большого количества терригенного материала и накопление его на подводном склоне. По данным бурения мощность этих отложений составляет от 5-6 до 50 м. Перемещение материала вдольбереговыми потоками приводило к отщеплению заливов от озера пестранными пересыпями и установлению в них лиманного режима. Остатки древних пересыпей встречаются практически во всех речных долинах и имеют возраст по данным C¹⁴ 1140±160 лет (Алешинская и др., 1971). Реже сохранились лиманные отложения, представленные горизонтально сложенными суглинками с растительными остатками, прислоненными к песчаным пересыпям с их внутренней стороны. Большая мощность этих отложений (до 10 м) свидетельствует о длительности периода, когда связь рек с озером была утрачена. Абсолютный возраст лиманных отложений составляет по данным C¹⁴ 300-400 лет (Озера Тиль-Шань..., 1980).

Местоположение древних пересыпей в иссыккульских долинах связано с региональными особенностями гидродинамики озера, мощностью потока вдольбереговых наносов, уклонами подводного склона и тектоническим режимом побережья. В одних случаях, акумуляция проходила в глубине интересионного залива (реки Тюп, Джыртапан, Ирлык, Чон-Кызыл-Су, Барскаун, Тон, Ордо-Кочкор), где и сейчас сохраняются заливы и бухты. В других случаях, долины рек блокировались по линии абразионных обрывов (Джети-Огуз, Джукук, Чиккан, Ак-Терек, Тосор, Тура-Суу, Тор-Айтыр, Чон-Урюкто, Кутурага, Ой-Тал). При достаточной мощности вдольбереговых потоков озерных наносов это приводило к заполнению вершин подводных долин и исчезновению интересионных заливов. В современную стадию таким рекам пришлось искать выход в озеро, бружаща по поверхности гольчевой озерной террасы, прорезая береговые валы и спуская воды лагун. В устьях этих рек в настоящее время дельты либо не образуются из-за малого

стока наносов, либо представляют собой небольшие аккумулятивные выступы, окаймленные береговыми барами (Джети-Огуз, Чиккан).

Большинство долин рек южного, восточного и частично северного побережий сохраняют и сейчас интересионные заливы и формируют дельты выполнения. Возраст современных дельт за пределами древних пересыпей определяется временем последнего высокого стояния уровня озера – вторая половина XIX в. (около 150 лет). Устьевое уширение наиболее многоводных рек, сток наносов которых колеблется от 35 до 86 тыс. т в год, за этот период составило от 1 до 3 км; средняя скорость прироста речных дельт за последние 30 лет варьировалась от 0,02 до 0,06 км².

Таким образом, на общем фоне колеблющегося уровня озера Иссык-Куль интенсивность эрозионно-аккумулятивных процессов в устьях рек в каждом конкретном случае определяется величиной стока наносов (от 0,4 до 80 тыс. т в год), уклонами подводного склона (от 0,002 до 0,1) и структурно-тектоническими особенностями побережья. С региональными характеристиками дельтообразующих факторов связаны морфогенетические типы дельт (от блокированных на открытом берегу до многорукавных выполненных заливов), геоморфология долино-речного комплекса в пределах приозерной равнины (от прямолинейной врезанной долины до серии вложенных аллювиальных конусов), характер связи реки с озером и реликтовой подводной долиной (река-залив-каньон или река-озеро).

Морфогенетические типы речных дельт

В литературе по устьевым процессам (И.В. Самойлов, 1952; В.Н. Михайлов и др., 1977, 1986) значительное внимание уделяется вопросам влияния уровня приемного водоема на русловые процессы в низовых рек. Протес устьевого удлинения реки при постоянном базисе эрозии сопровождается уменьшением уклонов и разделением русла на рукава. При стабильном уровне водоема на протяжении длительного времени происходит постепенное усложнение геоморфологического строения дельты от простого аллювиального выступа до многорукавной полигенетической аллювиальной-дельтовидной равнинны. Значительные по амплитуде и сравнительно непродолжительные по времени трансгрессии или регрессии приемного водоема, как это имело место на озере Иссык-Куль, существенно влияют на эволюцию устьевой области реки, прерывая ее поступательное развитие и усиливая механизм формирования дельт из-за изменений направленности и интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов.

Все многообразие водотоков бассейна озера Иссык-Куль можно разделить на три группы, различающиеся по характеру своей связи с озером, структуре гидросети и морфологии устьевых областей: 1) реки, имеющие постоянный сток в озеро; 2) временные водотоки, впадающие в озеро; 3) управляющие связь с озером, но сохранившие подземный сток в него. Последние группу водотоков устьевых областей в наименее время не формируют. На предгорной равнине между окаймляющими озеро горами и низкой

озерной террасой наблюдаются "сухие дельты", где волотки фильтруются в толщу древних аллювиально-дельтовых отложений, утрачивая русловую форму.

Вторая группа волотков довольно широко распространена на южном и отчасти на северном побережье, где в местах выхода к озеру селевых потоков формируются своеобразные *выдвинутые дельты* в виде аккумулятивных выступов, оконтуренных береговым валом (Корогаев, 1967). Возможны две разновидности таких дельт: а) перекрывающие селевым конусом выноса голоценовую террасу и пляж; б) с врезом русла селевого потока в опложении низкой озерной террасы и формирующие конуса выноса на пляже и подводном склоне.

Устьевые участки рек по степени волнового воздействия могут быть разделены на впадающие: а) на открытый берегу (влияние озертного фактора преобладающее); б) в открытые бухты (влияние озертного фактора ослаблено); в) в короткие заливы длиной до 4 км (влияние озертного фактора ослаблено); г) в длинные заливы длиной более 4 км (преобладание речных факторов). Всего по особенностям динамической связи речного потока с озером и специфике устьевых морфолигиднамических процессов выделено 8 типов дельт рек Иссыккульского бассейна (Рис. 1): 1) аллювиально-дельтовые конуса ("сухие дельты"); 2) аккумулятивные выступы селевых потоков; 3) блокированные (временно клововидные); 4) выдвинутые неразветвленные, окаймленные береговым баром; 5) выполнения заливов, блокированные или многорукавные, дугобразные, окаймленные береговым баром;

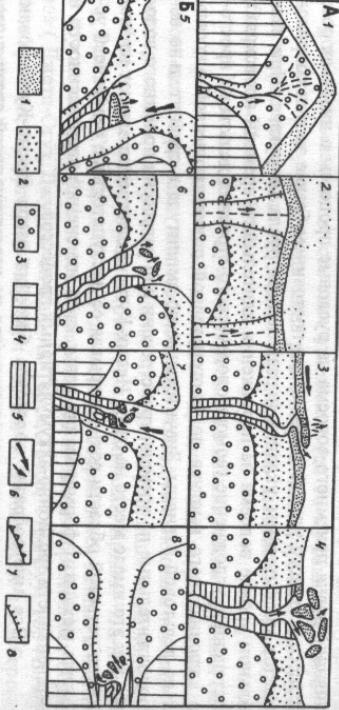


Рис. 1. Основные типы дельт рек бассейна озера Иссык-Куль: А - на открытом берегу. Б - в бухтах и заливах. 1-8 - назначения донь в тексте. Условные обозначения: 1 - сорванные пляжи и устьевые обработки; 2 - голоценовая озерная терраса; 3 - верхнечетвертичные аллювиальные конусы; 4 - паводковые зернистые террасы; 5 - днища долин; 6 - направление водотоков наносов и стоковых течений; 7 - опушка болотистой зоны; 8 - уступы речных долин.

7) выполнения заливов неразветвленные, клововидные и 8) выполнения заливов многорукавные, лопастные.

Речные дельты развиваются на фоне медленных (или быстрых) во времени изменений климата и геологических структур. Последнее иногда находит непосредственное отражение в морфологическом типе дельты, интенсивности накоплений аллювиальных отложений и скорости выдвижения дельты. Сопоставление особенностей тектонических структур Иссык-Кульской котловины с местоположением дельт показало, что в пределах одних и тех же структур реки формируют различные по типу дельты. На фоне быстрых и значительных по амплитуде колебаний уровня озера тектонические движения не находят своего отражения в морфологическом облике дельт. Особенности глубинной тектоники и новейшие движения проявляются в деформациях речных и озерных террас, строении береговой линии: погружение шарниров синклиналей в сторону озера обусловило появление некоторых заливов и бухт; на продолжении осей антиклиналей сформированы наиболее крупные полуострова – Сухой Хребет и Кара-Булун. Таким образом, определяющим фактором формирования иссыккульских дельт является характеристика речного стока, особенности связи реки с озером, уклоны подводного склона. В настоящее время в условиях снижения уровня озера в среднем на 5-6 см в год все устьевые зоны вновь обрастают равнинами на относительно поднимавшихся берегах независимо от геологической структуры побережья.

Наиболее многочисленная группа рек с небольшими расходами воды (менее 2-3 m^3/s) извещенных наносов формирует блокированные (временно клововидные) дельты на открытом берегу. Устьевая часть таких рек расположена на одной линии с контуром берега; русло блокировано гипертрофированной предустевой косой, направленной в сторону преобладающих волнений. При прохождении дождевых паводков, когда резко увеличиваются расходы воды, в блокирующей косе образуется прорыв и временно формируется клововидная дельта. Реки с расходами не менее 4 m^3/s при впадении на открытый берегу формируют выдвинутые неразветвленные дельты, окаймленные береговыми баром. Дельты этого типа на Иссык-Куле имеют устья рек Джети-Огуза, Чон-Урюкто, Дюре-Суу.

Для рек, впадающих в бухты и заливы озера, влияние волнения несколько ослаблено. Однако в открытых бухтах и заливах длиной менее 1 км этот фактор оказывает заметное воздействие на морфологию устьевых частей, где так же формируются блокированные (временно клововидные) дельты выполнения заливов. Некоторое отличие от подобных дельт на открытом побережье заключается в том, что предустевая коса отклоняет речное русло в противоположную сторону от преобладающих волнений за счет поступления озерных наносов вдоль настенного борта залива.

Реки с расходами более 4 m^3/s и значительным твердым стоком при впадении в залив формируют неразветвленные или многорукавные дугово-

разные дельты, окаймленные береговыми барами. Окаймляющий бар состоит из нескольких сегментов различной длины, и река находит выход в залив по нескольким проранам. Речные наносы накапливаются между береговыми барами и устьем в виде треугольных мелей и островов. Увеличение длины залива до 4 км значительно ослабляет влияние озерного фактора, что проявляется в отсутствии окаймляющего берегового бара. Озерные наносы, няющие небольшие лагуны между "кловом" дельты и бортом залива. Реки, впадающие в такие заливы, формируют *перевязанные клововидные дельты выполнения заливов*.

Реки, впадающие в заливы длиной более 7 км, формируют *многорукие лопастные дельты выполнения заливов*. Преобладают речные факторы дельтобразования, скорость прироста дельт связана с интенсивностью снижения уровня озера и стоком речных напоров. Лопастной характер внешнего края дельты определяется неравномерным выдвижением отдельных рукавов в озеро. Развитие таких дельт на Иссык-Кулье связано в некоторой степени со структурными особенностями областей, так как место впадения реки в залив приурочено к области максимального прогибания тектонической структуры и к наибольшим глубинам. Близость активных куполовидных поднятий приводит к отклонению русел рек, которые как бы "состыкивают" по наклонной плоскости от одного борта к другому. Подобные смещения речных русел наблюдаются в долинах рек Ирзыка и Джыргалана и связаны с современным поднятием брахиантит-линами горы Большой Бир-Баш.

Мирового океана, прошли или проходят этап развития, связанный с заполнением долинных заливов. Одни реки выполнили свою функцию заливами и теперь формируют различные типы дельт выдвижения или блокированые устья. Другие лишь частично заполнили залив альвионом и находятся на различном расстоянии от открытого озертного побережья. Различная степень воздействия волнового фактора на дельтовые участки таких рек приводит к специфике проявления устьевых процессов, отражающейся в морфологическом облике дельт выполнения заливов. Поскольку большинство рек в разное время проходило стадию развития, связанную с формированием дельты выполнения, в начале генетического ряда поступательного развития устьевых участков рек иссыккульского бассейна постепенно неравнозначные или многорукавные дельты выполнения заливов, развивающиеся под преобладающим влиянием речных факторов. По мере заполнения залива аллювиально-дельтовыми отложениями и выдвижением дельты в сторону открытого озера ее дальнейшее развитие будет происходить при нарастании озерных факторов, которые становятся преобладающими после заполнения залива речными и озерными отложениями и выхода реки на открытое побережье. В обобщенном виде генетический ряд развития устьевой области реки при постепенном снижении уровня

можно представить в виде блок-диаграммы (Рис.2). Непрерывность эволюционного ряда нарушается при трансгрессии озера, когда дельты выдвигаются на открытом берегу снова трансформировались в дельты выполнения длиных заливов (Коротаев, 1989).

Неразветвленные или многорукие дельты выполнения заливов

Многорукие дельты выполнения заливов, окаймленные береговым баром

Неразветвленные дельты выполнения заливов, окаймленные береговым баром

Неразветвленные блокированные дельты выполнения заливов

Неразветвленные или многорукие дельты выполненные береговым баром

Неразветвленные блокированные дельты выполненные на открытом берегу

Неразветвленные дельты выполнения заливов, окаймленные береговым баром

Рис.2. Генетический ряд развития устьевых областей рек, впадающих в озеро Иссык-Куль, при понижении его уровня

Морфология и динамика дельт

Для количественной оценки скорости и направленности современных геоморфологических процессов в речных дельтах иссыккульского бассейна применяется сравнительный анализ картографического материала и повторная фотограмметрическая съемка. Для получения информации о горизонтальных деформациях береговой линии и динамике гидрографической сети использованы крупномасштабные топографические карты и аэрофотоснимки различных лет залета за период 1943-1992 гг. Наземная фотограмметрическая съемка для получения стереоскопических моделей речных дельт была выполнена для устьев некоторых рек, имеющих удобные съемочные базисы и длительный период наблюдений на гидрометрологических постах в их бассейнах (1937-1992 гг.). Были получены картограммы и стереопары с перIODичностью 10 лет для рек восточного (Тюл, Джыргалан, Ирзыка, Каракол), юго-восточного (Джети-Огуз, Чон-и Кийи-Кызыл-Суу, Джукак, южного (Барсекон, Тамга, Тосор, Тон, Ак-Терек и северного Чон-Ак-Суу) побережий. Это позволило выявить не только динамику гидрографической сети для основных типов дельт, но и связь интенсивности процессов дельтобразования с гидролого-морфологическими характеристи-ками дельт.

стками рек и гидродинамикой устьевого взморья (Коротаев, Богомолов, 1988; Султаналиев, 1995).

Устье р. Тюп. берущей начало на северном склоне хребта Терской Ал-Тоо, является второй по величине расходом воды рекой иссыккульского бассейна. Тюп имеет средний многолетний расход воды (1937-1992 гг.; г.л. Тюп) – 10.84 м³/с, объем стока воды – 0.34 км³, средний расход взвешенных наносов – 2.4 кг/с, объем стока наносов – 75.7 тыс. т/год.

На прибрежной равнине река выработала плоскодонную долину шириной 1.5-2 км; русло свободно меандрирует, врезаясь в толщу древних аллювиально-дельтовых и озерных отложений. За последние 1000 лет река на придельтовом участке врезалась на 5-6 м, выработав проплывной профиль русла с уклоном 0.008-0.016. В вершине дельты, расположенной в 1.4 км от ее озерного края, русло реки разделяется на два рукава. Левый рукав, забирающий до 80% стока воды, ниже по течению делится еще на два, впадающие в озеро и образующие многочисленные острова и мели, характерные для многорукавной дельты выполнения залива. Дно залива является подводным продолжением долины Тюпа.

Изобата 5 м удалена от озерного края дельты на 125 м, 10 м – на 625 м. Наибольшие глубины в заливе (до 17 м) расположены на его сопряжении с открытой акваторией озера. Средняя глубина Тюльского залива – 12.5 м при общей длине залива – 4.5 м.

Анализ аэроснимков 1943, 1956, 1986 и 1988 гг., а также топографических карт крупного масштаба (1970 и 1988 гг.) позволяет представить схему заполнения залива: 1) после завершения лиманной стадии и прорыва реки к озеру аллювиально-дельтовые отложения заполнили долинный залив примерно на участке длиной 2.5 км; 2) за последние 50 лет произошло перераспределение речного стока в пользу левого рукава дельты; 3) постепенно отмирают и не выделяются в озеро участки дельты, связанные с системой правых рукавов; 4) выдвижение дельты за счет устьевого удлинения активных рукавов составило за период 1943-1956 гг. от 1/5 до 200 м; за период 1943-1986 гг. – 1.5 км. За это время уровень озера понизился на 2.41 м, количество вынесенного рекой материала составило около 4.25 млн тонн. Отметь вершинной части Тюльского залива, а также большая мутность рек на вод обусловили повышенную скорость выдвижения дельты по сравнению с другими реками бассейна. Прирост площади дельты Тюпа происходил следующим образом: 1870-1943 гг. – 1406 м², 1943-1965 гг. – 984 м², 1965-1976 гг. – 313 м² и 1976-1986 гг. – 703 м². Средняя скорость прироста дельты за 1870-1986 гг. – 46.5 м². Общий объем дельтового конуса реки Тюп за этот же период составил 8.97 млн м³.

Устье р. Джыргалана – наиболее многоводной реки бассейна озера Иссык-Куль. Среднемноголетний расход воды за период 1930-1992 гг. – 21.3 м³/с, объем стока воды – 0.67 км³; расход взвешенных наносов – 2.97 кг/с, объем стока наносов – 94 тыс. тонн (г.л. Михайлова). При выходе из предгорий Терской Ал-Тоо река имеет меандрирующее русло в пределах

плоскодонной долины с крутостенными бортами высотой 10-30 м, выработанной в древнеозерных отложениях. Долина расширяется вниз по течению: от 0.9 км в районе с.Джыргалана до 1.9 км у с.Михайлова. На этом участке река формирует 11 синусоидальных и ометовидных излучин.

На поверхности дельтовой поймы выделяются несколько береговых линий, фиксирующих стояние уровня озера на отметках +3 м (от уровня 1992 г.), +8 м и +13 м, что соответствует 1930, 1870 и 1800 г.г. В настоящее время река врезалась в отложения этих террасовых поверхностей на глубину 4-6 м, следуя за поникающимся уровнем озера; высота современной поймы – 1 м.

Средний уклон продольного профиля Джыргалана в пределах прибрежной равнини составляет 0.000875, увеличиваясь на верхнем конце участка до 0.000937. Ширина русла реки на придельтовом участке – от 30 до 50 м, глубина реки – 1.8-2 м, скорость течения – 1 м/с. У вершины дельты ширина русла уменьшается до 20 м, глубина до 1 м, скорость течения – до 0.5 м/с.

Вершина дельты расположена в 1.7 км от озерного края дельты, где русло Джыргалана разделяется на два магистральных и один второстепенный рукав. В зоне впадения рукавов в озеро их русла дробятся на множество коротких и мелких рукавов и проток, формирующих дельтовые острова, мели и образующих сложную систему многорукавных дельтовых разветвлений. Подводным продолжением долины реки Джыргалан является залив Пржевальского, где глубины более 10 м начинаются в 50 м от озерного края дельты. Половодный склон в заливе до глубины 12 м круто обрывается, имея уклон 0.2; в интервале глубин 12-30 м дно выпотягивается и уклоны составляют не более 0.007. Устьевое взморье р. Джыргалана относится к приглубым, с крутым свалом глубин.

Динамика гидрографической сети дельты и скорость заполнения долинного залива в устье Джыргалана изучена на основе сравнительного анализа карт из издания 1976 г., аэроснимков 1986 г. и фотогеодолитных съемок за период 1943-1988 гг. Сравнительный анализ картографических материалов и полевое геоморфологическое картографирование территории позволили сделать вывод, что за последние 300-400 лет река заполнила своими отложениями долинный залив длиной около 6 км, при понижении уровня озера за это время на 13-14 м. Положение старых дельтовых рукавов и пягинных озер указывает на постепенное смещение главного русла Джыргалана к правому берегу долины. Формирование современного дельтового разветвления оказилось приуроченным к стоянию уровня озера на отметке 1610 м абсолют. в 1920-1930 гг. Тенденция к отмиранию левых систем рукавов и перемещение стока в правые рукава сохраняется и сейчас.

За последние 50-60 лет устьевое удлинение дельты составило около 1.2 км. Уровень озера за это время понизился на 3-4 м, а река вынесла к вершине залива около 4.4 млн тонн взвешенных наносов. Площадь прироста наземной дельты за период 1955-1976 гг. равна 111.6 тыс.м², 1976-1986 гг. –

209 тыс. m^2 и 1986-1992 гг. – 154,4 тыс. m^2 . Среднеголовая скорость прироста дельты за 37 лет составила 12,8 тыс. m^2 , объем дельтовых накоплений за период 1870-1992 гг. – около 9 млн m^3 .

Устье р. Ирдык. При выходе из предгорий северного склона хр. Терской Ала-Тоо река образует веер мелких водотоков на поверхности верхнечетвертичного аллювиального конуса выноса. Ниже с. Ирдык она вновь собирается в единный поток, который формирует дельту, врезанную в древнечетвертичные отложения. По данным за 1950-1973 гг. среднеменного расхода воды равен 1,34 м³/с, объем стока – 0,042 км³; среднеголовой расход взвешенных наносов (1964-1971 гг.) – 2,46 кг/с, объем стока наносов – 77,6 тыс. тонн в год. Уклоны волновой поверхности на придельтовом участке 0,0025, в дельте – 0,0035. Глубины русла не превышают 1 м, ширина – 20 м. Хорошо выраженная в рельефе кругостенная и плоскодонная долина на образована рекой вдоль южного склона горы Бир-Баш. На днище русло реки формирует крутые излучини среди старых лиманно-дельтовых отложений при высоте поймы 3-4 м. Ниже береговой линии 1870 г. высота поймы уменьшается до 2 м и река образует пологие излучини, часто меняет положение русла, иногда используя для прорывов пониженные участки (бывшие остаточные запивы).

Вершина дельты р. Ирдык приурочена к береговой линии на абсолютной отметке 1610 м, где русло раздelenо на рукава, впадающие в залив Ирдык. В настоящее время длина залива от вершины до выхода в залив Пржевальского составляет 1,9 км. В конце XIX в. (1910 г.), когда уровень озера был на 8-9 м выше современного, длина залива была не менее 3 км. От края паземной дельты подводный склон круто (уклон 0,058) спускается до глубины 31 м, где он выплаживается в интервале глубин 50-60 м до уклонов 0,016, а затем снова увеличивает крутизну до 0,062 на глубине 80 м.

Река Ирдык впадает в залив двумя рукавами, примерно одинаковой длины (1,5 км), устья которых расположены под крутыми бортами долины; левый рукав забрасывает большую часть стока. Механизм заполнения долино-го залива речными отложениями на протяжении последних 60 лет не был одинаков: в период 30-60 гг. русло формировали неразветвленные дельты по оси залива, оставляя незаполненными боковые остаточные запивы вдоль обоих бортов долины; в 70-е годы произошли прорывы в один из остаточных заливов и разделение русла на два рукава, которые стали выдвигать свои региональные дельты в залив вдоль бортов долины, оставляя между собой часть акватории залива Ирдык.

Площади дельтовых накоплений за период 1870-1955 гг. увеличились на 121,25 тыс. m^2 , 1955-1976 гг. – на 247 тыс. m^2 , 1976-1986 гг. – на 77,5 тыс. m^2 , 1986-1992 гг. – на 73,75 тыс. m^2 . Среднеголовая скорость прироста составила 14,05 тыс. m^2 в год. Объем дельтового конуса за период 1870-1992 гг. составил 3,815 млн m^3 .

Устье р. Каракол. Берущей начало на северном склоне хр. Терской Алагоо. По выходе из горного ущелья она формирует аллювиальный конус

УСТЬЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ

выноса, на котором расположен г. Каракол. Ниже его река сформировалася в древнезерзных отложениях плоскодонной долину шириной до 550 м. Борта долины крутые, местами обрывистые, высотой до 23 м. Медандрюра и образующая сегментные излучини, река впадает в небольшой боковой залив, открывающийся в залив Пржевальского. Уклоны русла в дельте колеблются в пределах 0,0020-0,0023; на придельтовом участке – от 0,003 до 0,005.

Основной гидрометрический пост расположен в устье р. Кашка-Су, в районе высоких предгорий. Среднемноголетние расходы воды за период 1937-1992 гг. – 6,99 м³/с, взвешенных наносов – 0,7 кг/с; головой объем стока воды равен 0,22 км³, наносов – 23,02 тыс. тонн.

За последние 50-60 лет устьевая область р. Каракола подверглась мощному антропогенному прессу: берега реки в устьевой части укреплены дамбами, построены водяные мельницы и мосты. В 1870 г. залив имел длину около 1,8 км, а береговая линия располагалась на отметке 1615 м абсолютной высоты. За последние 50 лет река вывинтила свою дельту на 1 км, следуя за отступающим озером и оставив по обоим берегам узкие остаточные заливы. В 1943 г. река впадала в левый остаточный залив и полностью его заполнила. Позднее (с 1960 г.) река круто поворачивает на север и формирует в заливе Пржевальского многорукавную дельту вымывания. Аэрофотосъемка 1988 г. показывает, что за период 1960-1988 гг. заметных изменений в динамике устья р. Каракол не было.

Прирост дельты р. Каракола характеризуется следующими данными: 1870-1943 гг. – 132,5 тыс. m^2 , 1943-1955 гг. – 145 тыс. m^2 , 1955-1965 гг. – 120 тыс. m^2 , 1965-1976 гг. – 127 тыс. m^2 и 1976-1988 гг. – 35 тыс. m^2 . Средняя скорость прироста составила 13 тыс. m^2 в год. Объем дельтовых накоплений за период 1870-1988 гг. равен 1,48 млн m^3 .

Устья рек Чон-и Кичи-Кызыл-Суу. берущих начало на северном склоне хр. Терской Алагоо. При выходе из предгорных увалов на приозерную равнину большая часть их вод разбрасывается на орошение, долины V-образной формы сменяются плоскодонными крутостенными долинами на приозерной равнине. Ширина долины Чон-Кызыл-Суу – от 0,5 до 1 км, Кичи-Кызыл-Суу – от 0,2 до 0,5 км. Уклоны на придельтовом участке обеих рек 0,022, в нижнем течении 0,0013. В настоящее время реки интенсивно превращаются в собственные отложения, образуя узкие ящикообразные каноны глубиной до 5 м. Ширина русла в нижнем течении колеблется от 120 до 400 м, глубины не более 0,5 м; скорости течения до 1 м/с. Современный аллювий – мелкий гравий и песок. После прорыва блокирующих перекрытий и выхода на озерную гипсокарбонатную террасу, реки меандрируют.

Основные гидрологические показатели р. Чон-Кызыл-Суу (г. пл. Лесной Кордон) за период 1930-1992 гг.: среднемноголетние расходы воды – 4,89 м³/с, взвешенных наносов – 0,6 кг/с; объем стока воды – 0,15 км³, наносов – 19 тыс. тонн в год; р. Кичи-Кызыл-Суу (г. п. Покровка), соответственно 1,2 м³/с и 0,53 кг/с, 0,04 км³ и 16 тыс. тонн в год.

Обе реки образуют единую устьевую область при впадении в Покровскую бухту озера. До 1960 г. р. Чон-Кызыл-Суу впадала в осевой части бухты, но затем ее русло было искусственно обваловано и выведено под левый берег долины.

В верхнем пойсе, когда уровень озера Иссык-Куль понижался на 100 м (до 1500 м абсолютного), обе реки сливались, образуя единую русло, о чем свидетельствует их подводное продолжение в виде расширяющегося вниз по течению каньона. В трангрессивные фазы голоценового периода долины обеих рек были перегорожены песчаной пересыпью на отметках 1615 м абсолютного и превращены в лиманы. Около 300-400 лет назад реки прорвали естественную дамбу и стали впадать в озеро, формируя дельту выполнения в вершине бухты, образованной на месте подтопленных речных долин.

Механизм заполнения Покровской бухты наносами обеих рек проходил следующим образом: 1) до прорыва блокирующей пересыпи позднеголоценового возраста лиманы в подтопленных и отчененных от озера долинах; 2) после прорыва 300-400 лет назад они начали формировать региональные дельты выполнения. Более многочная и насыщенная наносами Чон-Кызыл-Суу активно наращивала свою дельту, постепенно откапывая к левому берегу долины под действием вдольбереговых течений направлена к вершине бухты. Геоморфологический анализ аэроснимков показывает, что ее дельтовый конус после прорыва блокирующей пересыпи выдвинулся на 1 км.

Последовательность наращивания площа дельт обоих рек за период 1870-1988 гг. была следующей: 1870-1943 гг. – 320 тыс. м²; 1943-1955 гг. – 90 тыс. м²; 1955-1965 гг. – 117,5 тыс. м²; 1965-1976 гг. – 150 тыс. м² и 1976-1988 гг. – 53 тыс. м². Общий прирост берега, включая смежные участки осушек, составил 730 тыс. м², среднегодовая скорость прироста – 6,35 тыс. м² в год. Объем дельтовых накоплений за период 1870-1988 гг. равен 1,656 млн. м³.

Устье р. Джукука. В пределах наклонной подгорной равнины выражена узкая, U-образную долину с высотой бортов до 30 м. Ширина долины увеличивается от 0,55 км в среднем течении до 1,5 км в низьях. Со временем русло шириной от 3 до 8 м в пределах придельтового участка разветвляется на многочисленные рукава. Уклоны здесь составляют от 0,0179 до 0,023, в дельте уменьшаются до 0,004-0,009. Русло реки врезано в песчано-галечные отложения древней пересыпи на глубину 2-3 м. В настоящее время р.Джукука впадает неразвитенным руслом в Покровский залив, формируя клювовидную дельту, окаймленную береговыми барами.

Современная долина р.Джукука имеет продолжение на подводном склоне, переходя в подводный каньон пра-Чон-Кызыл-Суу. Средний уклон тальвага подводной долины до глубины 40 м составляет 0,0225; более крутое участок подводного склона с уклонами 0,111 располагается на озере в выдвинутого дельтового конуса.

УСТЬЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ

Среднегодовой расход воды р.Джукука за период 1932-1992 гг. (г.п.Джукучак) равен 6,31 м³/с, взвешенных наносов – 0,55 кг/с; объем стока воды – 0,20 км³, наносов – 17,3 тыс. тонн.

Анализ топографических карт (1943, 1988 гг.) и аэрофотоснимков (1956, 1986 гг.) выявляет довольно простой механизм заполнения долинного залива: с 1870 по 1943 г. река постепенно выдвигает свою дельту вперед за понижающимся уровнем озера, постепенно откапываясь к левому берегу залива под действием вдольбереговых течений.

За период инструментальных наблюдений и по данным геоморфологического анализа за период 1870-1986 гг. площа дельтовых накоплений составили: в 1870-1943 гг. – 180 тыс. м², 1943-1955 гг. – 40 тыс. м², 1965-1976 гг. – 40 тыс. м², 1976-1988 гг. – 33 тыс. м². Среднегодовая скорость прироста наземной дельты составила 6,13 тыс. м². Объем дельтового конуса за период 120 лет равен 1,75 млн. м³.

Устье р. Барской. расположено на южном берегу оз. Иссык-Куль. Долина ее является типичной для этой части побережья – узкая, глубоко врезанная, имеет крутые борта и плоское днище с меандрирующим руслом. В нижнем течении русло разветвленное. Магистральный рукав имеет ширину 16 м, глубину 0,5 м. Средние уклоны на придельтовом участке и в дельте от 0,023 до 0,015; скорости течения достигают 1 м/с.

В настоящее время воды реки разбираются на орошение и лишь незначительная их часть во время половины сезона достигает озера. По данным гидрометрического поста в устье р.Сасык за период 1937-1992 гг. среднегодовой расход воды равен 4,28 м³/с, взвешенных наносов – 0,9 кг/с; объем стока воды – 0,13 км³, наносов – 28,4 тыс. тонн в год.

В верхне устьевой части долины р.Барской перегораживает массивная песчанная пересыпь шириной 200 м, прорезанная руслом под левым берегом долины. В западе и на продолжении долины, развита ее подводная (подтопленная) часть до глубины 100 м. Длина залива 550 м при средней ширине – 600 м. Уклоны подводного склона по тальвагу затопленной долины колеблются от 0,051 до 0,055. В верхней части залива река формирует клювовидную дельту, окаймленную береговым баром.

История формирования дельтового конуса началась после завершения лиманной стадии развития долины и прорыва реки через пересыпь к озеру. За период 1950-1986 гг. морфология дельты не претерпела серьезных изменений. Клювовидная дельта постепенно и медленно выдвигалась по оси залива. Площа дельтовых накоплений за 120-ти летний период следующие: 1870-1965 гг. – 35 тыс. м², 1965-1976 гг. – 22,5 тыс. м² и 1976-1986 гг. – 12,5 тыс. м². Средняя скорость прироста равна 1,66 м² в год, объем дельтовых накоплений за 120 лет составил 1,8 млн. м³.

Устье р. Тамга, имеющей U-образную ущельвидную долину, открывающуюся в одноименный залив. Близость препорогов обуславливает селевой характер потока. По данным г.п. Тамга за период 1936-1992 гг.

среднегодовой расход воды равен $1.14 \text{ м}^3/\text{с}$, взвешенных наносов – $0.002 \text{ кг}/\text{с}$; объем стока воды – 0.04 км^3 , наносов – $0.06 \text{ тыс.тонн в год}$.

Русло р.Тамга в нижнем течении укреплено дамбами, прямолинейное, ширина его – 5 м , глубина – 0.5 м ; скорости течения – $1.2\text{--}1.3 \text{ м}/\text{с}$; выптано травянисто-галечным косами с песчанным заполнителем. Долину р.Тамги продолжает в озере короткий (до 500 м) и узкий залив (ширина $400\text{--}500 \text{ м}$). Максимальные глубины в заливе около 50 м , изобета 10 м начинается в 50 м от края наземной дельты. Средние уклоны подводного склона в пределах устьевого взморья 0.014 .

Динамика дельты не спокойная: после прорыва блокирующей перекладой косой длиной 100 м под левый борт долины (1969 г.), река постепенно отклонялась вправо, блокировала по голоценовой озерной террасе, перекрывая ее своими отложениями (1956 г.). Руслу постепенно отклоялись блоки-прорвала блокирующей косы в осевой части залива и стала впадать в озеро двумя рукавами. Площади дельтовых накоплений следующие: $1870\text{--}1943 \text{ гг.} - 112.5 \text{ тыс.м}^2$, $1943\text{--}1965 \text{ гг.} - 17.5 \text{ тыс.м}^2$, $1965\text{--}1976 \text{ гг.} - 10 \text{ тыс.м}^2$ и $1976\text{--}1986 \text{ гг.} - 15 \text{ тыс.м}^2$. Средняя скорость прироста дельты – 1.0 тыс.м^2 в год; объем дельтового конуса за $120 \text{ лет} - 0.87 \text{ млн.м}^3$.

Алатко. Прорезав узким и глубоким ущельем предгорные системы хр.Кызыл-Кунгей и Узун-Кыр, река на приозерной равнине образует разную долину с крутыми берегами. Ширина долины предгорной системы от 100 до 600 м . Дно долины сложено гравийно-галечным материалом, где Тосор образует многорукавное русло. Ширина русел рукавов достигает 5 м при глубине 0.8 м . Скорость течения убывает по мере приближения к устью от 1.5 до $1.0 \text{ м}/\text{с}$. Средний уклон от устья до предгорий – 0.0343 .

По данным г.п. Колол (10 км от устья) среднегодовой расход воды за период $1937\text{--}1992 \text{ гг.}$ равен $2.42 \text{ м}^3/\text{с}$, взвешенных наносов $0.29 \text{ кг}/\text{с}$; объем стока воды – 0.08 км^3 , наносов – 9 тыс.тонн в год .

Долина р.Тосора в период максимума голоценовой трансгрессии была блокирована мощной пересыпью шириной 500 м . Перед нею во время современной регрессии озера была сформирована озерная терраса шириной 200 м . Река Тосор в настоящее время впадает в вершину Тосорской бухты, формируя блокированное устье. Пригубное устьевое взморье (уклоны 0.047) и волновые явления не позволяют этой реке образовать дельту.

За 30-ти летний период (1956–1986 гг.) река дажды меняла место втекания в озеро, мигрируя в зависимости от преобладающих волнений и направления вдольбереговых течений. В 1968 г. река впадала в озеро прямолинейным руслом по центру бухты, в 1985 г. она разделилась на два рукава, один из которых наследовал старое русло, а второй блокирующей косой был отклонен к правому берегу долины. Береговая линия в районе устья реки Тосор сместилась в сторону берега на расстояние 100 м за счет его размытия во время польема уровня озера на 16 см за период 1976–1982 гг.

УСТЬЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ

Устье р. Тона впадающей в одноименный залив. Выше слияния с р.Ак-Саем в 3.5 км от устья обе реки имеют валунно-галечные порожисто-водотальные русла в крутостенных глубоко врезанных ущельях. Ширина долин не превышает $200\text{--}250 \text{ м}$, высота бортов над дном достигает 100 м , ширина русел – от 7 до 10 м , глубина – $0.4\text{--}0.5 \text{ м}$. После слияния рек ширина долины Тона увеличивается до $400\text{--}550 \text{ м}$, форма долины приобретает яшикообразный характер. Ширина русла увеличивается до 20 м , глубины – до 1 м . Большая часть долины Тона обвалована и превращена в рыболовные пруды, русло до самого устья канализовано. Уклоны после слияния с р.Ак-Саем – 0.0055 (р.Ак-Сай до слияния имеет уклоны 0.018 , р.Тон – 0.027).

По данным г.п. Тура-Суу среднегодовой расход воды Тона после слияния с Ак-Саем равен $5.2 \text{ м}^3/\text{с}$, взвешенных наносов $0.6 \text{ кг}/\text{с}$; объем стока воды – 1.04 км^3 , стока наносов – 18.9 тыс.тонн . Болльшие уклоны не позволяют трансгрессирующему водам озера дально заходить вверх по долине. Во время максимума трансгрессии длина залива составила $5\text{--}7 \text{ км}$, а в $20\text{-}30\text{-е годы} - 4 \text{ км}$. За последние $50\text{--}60 \text{ лет}$ река образовала киповинную дельту выполнения залива в ее вершинной части. Прибрежные остаточные емкости в виде узких заливов заполнялись озерными наносами и частично аллювием, когда река выходила к ним. На карте 1943 г. хорошо виден брошенный рекой аллювиальный выступ в осевой части залива, а река впадает в левый залив. Фототелодолитная съемка 1964 г. показала, что этот залив был полностью выполнен речными наносами, а залив справа от "клова" дельты начал постепенно отшнуровываться от озера, пустив на пересыпь отделившуюся патагуну от озера, а река снова стала выдвигаться в залив неразветвленным руслом у его левого берега, постоянно смывая русло влево. Устьевое взморье р.Тона притягнуто: до глубины 7 м идет крутой склон (уклоны 0.103), который затем по тальвегу подводной долины несколько выпложивается до глубины $50\text{--}55 \text{ м}$ ($0.028\text{--}0.055$).

Прирост дельты составил за период 1955–1965 гг. – 10.3 тыс.м^2 , 1965–1976 гг. – 10 тыс.м^2 и 1976–1986 гг. – 15 тыс.м^2 . Общий прирост дельты за период 1870–1986 гг. равен 155 тыс.м^2 . Средняя скорость прироста за год – 1.66 тыс.м^2 , объем дельтовых накоплений – 1.01 млн.м^3 .

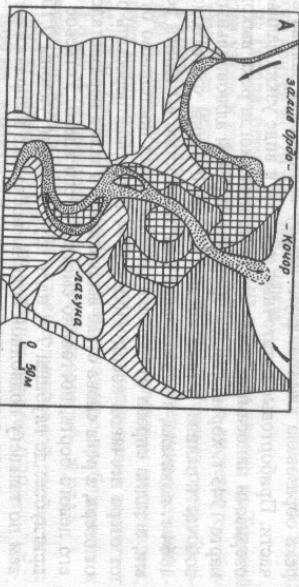
Устье р.Ак-Терек. Миния предгорные ували (горы Кокон-Альыр, Думана, Кызыл-Коо, Кара-Коо, Терек) в 2 км ниже с.Кызыл-Туу долина меняет каньонообразный характер на плоскодонный, и ширина ее увеличивается до 500 м . Средний уклон в придельтовой части составляет 0.0035 . Водный сток реки по г.п. Кызыл-Туу имеет следующие характеристики: среднегодовой расход воды – $4.07 \text{ м}^3/\text{с}$, объем стока – 0.13 км^3 .

От истоков до устья р.Ак-Терек неразветвленное мелкое гравийно-галечное русло. В 4 км ниже с.Кызыл-Туу река формирует пойму, а русло образует излучины. Ширина русла $10\text{--}12 \text{ м}$, глубина – $0.3\text{--}0.5 \text{ м}$; скорость течения $0.3\text{--}0.4 \text{ м}/\text{с}$. Река Ак-Терек впадает в озеро в вершине залива Ордо-Кочор, глубина которого достигает 55 м . От устья реки глубина быстро

нарастает: избогта 10 м находится в 150 м от берега, уклоны подводного склона 0,047-0,20.

В 20-30-е годы река впадала на 700 м выше современного устья. За последующие 20 лет она выдвинула клювовидную дельту на 0,5 км в залив, образовав вдоль правого борта остаточный залив, который впоследствии (к 60-м годам) был отщен от озера пересыпью и превратился в лагуну. В середине 60-х годов река сформировала на приусадебном участке две ометливые излучины и впадала клювовидным устьем в центральной части залива; в конце 70-х годов русло резко сдвинулось и река стала заполнять остаточный залив под правым бортом долины. Заполнив его за 10 последних лет, река опять нашла выход в озеро в центральной части залива Орлов. Кочор (1987 г.), образовав теперь уже стече небольшой остаточный залив.

Площади дельтовых накоплений за период 1955-1965 гг. составили 71,25 тыс. м², 1965-1976 гг. - 57,5 тыс. м², 1976-1986 гг. - 12,5 тыс. м². Общий привод дельты за период 1870-1986 гг. - 300 тыс. м², среднегодовая скорость привода - 2,6 тыс. м². Объем дельтовых накоплений в целом составил 1,43 млн м³ (Рис.3).



(Б) Р.А.К.-Терек за период с 1955 по 1986 гг. Условные обозначения дельтовой полосы, образовавшейся в: 1 - 1870-1943 гг., 2 - 1943-1955 гг., 3 - 1955-1965 гг., 4 - 1965-1976 гг., 5 - 1976-1986 гг., 6 - современные пляжи и дельтовые рукава, 7 - направления северо-восточных потоков конусов и стоковых течений.

Б.Н. Коротаев, Э.Н. Султаналиев
стадия 1. Миграционный тип характерен для заливов длиной более 4 км, где в процессах дельтообразования преобладает речной фактор (пр. Тюл, Джергатан). Здесь формируется многорукавная лопастная дельта выполненная заливом с устьевым удлинением барового типа. Река постепенно выдвигает дельту вдоль одного из бортов подтопленной долины, оставляя боковой остаточный залив вдоль другого борта (стадия 1 на рис.4А). После прорыва дельтовый конус начинает смещаться в сторону бокового залива, заполняя его и выдвигая многорукавную дельту вдоль противоположного борта залива (стадия 2). Второстепенные дельтовые рукава либо отмирают (стадия 3), либо имеют очень короткий период активного развития (в половодье или паводки). Процесс миграции русла повторяется многократно, пока интересационный залив не заполнится полностью.

Выводы

Бассейн озера Иссык-Куль представляет собой уникальную природную лабораторию, значительные колебания уровня которой и специфика структурно-геологических условий отразились на морфологии долин, руслоевых процессах и эволюции устьевых областей рек. Глубокая разрезация озера в позднем плеистоцене (110 м ниже современного уровня) привела к коренной перестройке гидрографической сети, врезанию рек в отложения подгорных равнин и поверхность осушенного иссыккульского шельфа. Врезание русел рек происходило одновременно с выдвижением речных дельт вслед за падающим уровнем озера. Была сформирована густая сеть канонобразных эрозионных долин шириной 0,6-2 км с глубиной вреза от 10 до 50 м.

Главным результатом голоценовой трансгрессии Иссык-Куля (10-13 м выше современного уровня) стало превращение всех речных долин сначала в интересионные заливы, а затем - в лиманы, когда в долинах были развиты пересыпи, а реки утратили связь с озером. Лиманная стадия пересыпи, восстановили связь с озером Иссык-Куль.

Современная фаза развития устьевых областей рек иссыккульского бассейна происходит на фоне устойчивой тенденции уровня озера к снижению в среднем на 5-6 см в год. За последние 150 лет уровень озера упал на 12 м и достиг отметки 1606,3 м абсолют. (1992 г.). Возраст современных речных дельт (120-150 лет), сформированных реками уже за пределами древних пересыпей, определяется временем последнего высокого стояния уровня озера - второй половиной XIX в. Устьевое удлинение наиболье многоводных рек за этот период составило от 0,001 до 3 км, средняя скорость привода плосади речных дельт - от 0,001 до 0,05 км² в год и объемы дельтовых накоплений - от 0,9 до 9 млн м³.

Анализ многолетней динамики речных дельт иссыккульского бассейна позволил описать механизм заполнения долинных заливов и выделить три типа заполнения заливов (Рис.4).

А. *Миграционный тип* характерен для заливов длиной более 4 км, где в процессах дельтообразования преобладает речной фактор (пр. Тюл, Джергатан). Здесь формируется многорукавная лопастная дельта выполненная заливом с устьевым удлинением барового типа. Река постепенно выдвигает дельту вдоль одного из бортов подтопленной долины, оставляя боковой остаточный залив вдоль другого борта (стадия 1 на рис.4А). После прорыва дельтовый конус начинает смещаться в сторону бокового залива, заполняя его и выдвигая многорукавную дельту вдоль противоположного борта залива (стадия 2). Второстепенные дельтовые рукава либо отмирают (стадия 3), либо имеют очень короткий период активного развития (в половодье или паводки). Процесс миграции русла повторяется многократно, пока интересационный залив не заполнится полностью.

Б. Прорывной тип характерен для закрытых заливов, где в процессе формирования дельтового участка преобладает речной фактор (Рис. 4, Б). Однако здесь происходит чередование периодов развития киповидной неравнительной дельты выполнения с периодами формирования многорукавной лопастной дельты (стадии 2 и 3), что обусловлено прорывным характером устьевого удлинения (р. Ирдык). Прорывы русел и пробление дельтовых водотоков на рукава происходит вследствие резкого изменения гидравлических характеристик речного потока (потери напора по длине, уменьшение уклонов водной поверхности, временного увеличения насыщенности потока наносов за счет селевых паводков). Как правило, прорыв главного водотока происходит в пониженные участки, ранее бывшие остаточными заливами.

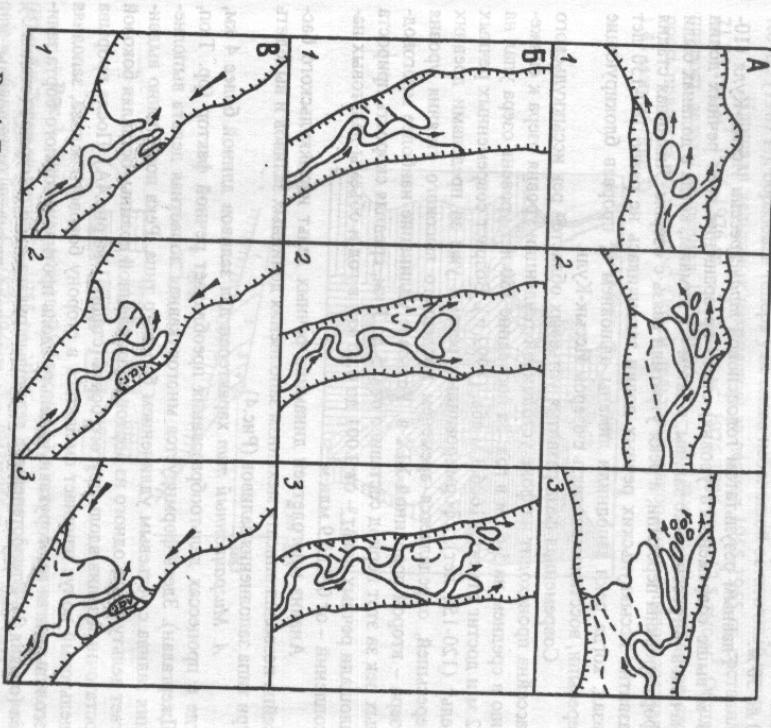


Рис. 4. Типы заполнения заливов в результате эволюции дельт: А – миграционный, Б – прорывной, Б – лагунно-персистентной; 1–3 – стадии заложения дельт.

УСТЬЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ

В.Лагунно-персистентной тип (Рис. 4, В) заполнения характерен для заливов длиной менее 4 км, где в процессах формирования дельты помимо речных начинают участвовать и озерные факторы (волнение, вдольбереговые течения). Река, как правило, образует киповидную дельту, смешенную к одному из бортов залива в зависимости от направления преобладающих в этом районе волновых течений (рр. Тон, Ак-Терек). Перемещение дельты наветренного берега залива озерных наносов приводит к отклонению выдвинувшегося дельтового конуса к противоположному борту и периодическому формированию песчаных пересыпей между берегом и “кипом”, дельты, появлению лагунных озер.

ЛИТЕРАТУРА

- Алешинская З.В., Бондарев Л.Г., Воскресенская Т.Н.,
Лефлат О.Н. Разрез новейших отложений Иссык-Кульской впадины. М.:
изд-во МГУ. 1971.
- Букин В.М. Морфология и рельеф дна озера Иссык-Куль // Авто-
реф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук. Фрунзе. 1975.
- Голячев А.В. Мезо-кайнозойская структура, история тектониче-
ского развития и сейсмичность района озера Иссык-Куль. М.: изд-во АН
СССР. 1959.
- Забиров Р.Д., Коротаев В.Н., Никифоров Л.Г. Некоторые
вопросы четвертичной истории Иссык-Кулья // Геоморфология. 1973. №4.
- Квасов Д.Д., Селиверстов Ю.П. Некоторые вопросы палео-
географии Иссык-Кульской котловины // Тр. Лаборатории озероведения АН
СССР. Том 10 (Проблемы исторического озероведения). М.-Л.: изд-во АН
СССР. 1960.
- Коротаев В.Н. Береговая зона озера Иссык-Куль. Фрунзе: Илим.
1967.
- Коротаев В.Н. Формирование устьев рек в условиях колеблюще-
гося уровня (на примере рек внутренних водоемов) // Вестник
МГУ. Сер. 5. География. 1989. №6.
- Коротаев В.Н., Богомолов А.Л. Дельты малых рек как при-
родные модели процессов дельтообразования // Физико-географические
исследования озера Иссык-Куль и его берегов. Фрунзе: Илим. 1988.
- Озера Тянь-Шаня и их история (Физическая география
и палеогеография). Л.: Наука. 1980.
- Рандман Е.Я. Геоморфология Иссык-Кульской котловины и ее
горного обрамления. М.: изд-во АН СССР. 1959.
- Султаналиев Э.Н. Современная морфодинамика и история раз-
вития устьевых областей рек иссыккульского бассейна // Автореф. дисс. на
соиск. уч. степ. канд. геогр. наук. М.: изд-во МГУ. 1995.