

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
<i>Маккавеев Н. И.</i> Эрозионные процессы на Русской равнине	6
<i>Косов Б. Ф., Константинова Г. С.</i> Районирование территории СССР по плотности оврагов	15
<i>Косов Б. Ф., Любимов Б. П.</i> Опыт районирования территории СССР по размываемости покровных горных пород	26
<i>Павлов Ю. И.</i> Максимальные модули весеннего стока с малых водосборов на равнинах СССР	38
<i>Лидов В. П., Зорина Е. Ф., Орлова В. К.</i> Морфология ручейков талой воды на склонах и определение концентрации переносимых ими наносов	43
<i>Чепурко Н. Л., Крутиков В. Л.</i> Некоторые особенности весеннего стока на Теплостанской возвышенности (Подмосковье)	51
<i>Жаркова Ю. Г., Петров В. Н.</i> Определение интенсивности смыва по обнаженным частям корней растений	58
<i>Онищенко С. К., Шкворец Г. С.</i> Особенности морфологии горных черноземов и горных лугово-черноземных почв в связи с процессами эрозии	61
<i>Заславский М. Н.</i> О методике выбора противозерозионных севооборотов	64
<i>Заславский М. Н.</i> Полосные посевы культур в противозерозионных севооборотах	73
<i>Несмеянова Г. Я.</i> Влияние эродированности почв на урожайность зерновых культур	77
<i>Гаель А. Г. и Смирнова Л. Ф.</i> Факторы дефляции и эродированность песчаных почв на среднем Дону	82
<i>Хмелева Н. В., Никулин Ф. В., Шевченко Б. Ф.</i> Движение обломков в поверхностном слое осыпи	101
<i>Ларионов Г. А.</i> Сезонная динамика водопроницаемости темных сероземов и коричневых почв Западного Тянь-Шаня	110
<i>Чалов Р. С.</i> Излучины реки Вычегды	128
<i>Лодина Р. В.</i> Сортировка аллювия в реках западной Грузии	143
<i>Борсук О. А., Лодина Р. В.</i> Русловой аллювий на верхней и средней Лене	149
<i>Корогаев В. Н., Сидорчук А. Ю.</i> Формирование дельтовых побережий в устьях северных рек	155

В. Н. КОРОТАЕВ, А. Ю. СИДОРЧУК

ФОРМИРОВАНИЕ ДЕЛЬТОВЫХ ПОБЕРЕЖИЙ В УСТЬЯХ СЕВЕРНЫХ РЕК

Речные системы севера Сибири в последние годы приобретают особое значение в связи с развитием геолого-поисковых работ и эксплуатацией целого ряда крупных месторождений газа, нефти и золота. Специфика природных условий и экономики Крайнего Севера такова, что основные перевозки оборудования, продовольственных и промышленных товаров в осваиваемые районы осуществляются в основном за счет водного транспорта. Короткая навигация на северных реках обуславливает напряженность судоходства и повышение требования к габаритам трассы фарватера. Мелководность рек делает задачу обеспечения гарантированных глубин достаточно сложной, требующей для своего решения выполнения комплекса исследовательских работ.

Первым шагом в этом направлении послужили экспедиционные гидрологические и геоморфологические работы Проблемной лаборатории эрозии почв и русловых процессов, начатые в 1969 г. Материалы полевых исследований, а также обобщение имеющихся данных по другим рекам позволили установить основные закономерности развития и деформаций устьевых баров, выяснить механизм формирования дельт, уточнить особенности гидродинамики отмелого устьевого взморья и разработать научно обоснованные схемы капитальных мероприятий, обеспечивающих поддержание гарантированных глубин по трассам судового хода и снижение заносимости землечерпательных прорезей. В данной работе рассматривается один раздел обширной устьевой темы — проблема формирования дельтовых побережий северных рек, развивающихся в условиях короткого периода руслоформирования и широкого распространения вечномерзлых грунтов.

На арктическом побережье СССР от Белого до Чукотского морей наиболее характерными являются два типа дельт: 1) дельты выдвигения на открытом морском берегу или в вершине открытых бухт (реки Оленек, Лена, Яна, Индигирка, Колыма) и 2) дельты выполнения заливов (затопленные долины рек

Северной Двины, Оби, Таза, Пура, Гыды, Енисея, Хатанги, Пясины) и лагун, отчлененных морскими барами и косами (реки Печора, Чаун и другие). Типичные эстуарии имеют устья рек Мезени, Анабара, Нижней Таймыры и Омолая.

Формирование дельты у каждой из перечисленных рек отличается своими особенностями, связанными с характером распределения твердого и жидкого стока, геологическими условиями и ветроволновой обстановкой, но в рамках выделенных типов процессы дельтообразования несут общие черты и обнаруживают единую направленность развития. Для низовий рек арктической зоны характерен короткий период открытого русла (средняя продолжительность ледостава — от 250 дней и более), когда по дельтовым протокам проходит основная часть водного стока и происходят наиболее существенные русловые деформации. К началу весеннего половодья береговые склоны и прирусловые отмели в северных реках находятся еще в мерзлом состоянии, что обуславливает некоторое уменьшение доли твердого стока по отношению к периоду летних паводков, особенно если последние по мощности не уступают весеннему половодью. Развитие авандельтовой зоны во многом определяется ледовой обстановкой на устьевом взморье, толщиной слоя сезонного протаивания в грунтах прибрежных мелководий и характером распределения твердого стока между весенним половодьем и летними паводками.

Более контрастны и принципиальны различия в механизме образования и морфологическом облике между дельтами выдвижения и выполнения. Это прежде всего проявляется при попытках уточнить критерии выделения границ дельты.

Обычно морская граница дельты проводится по условной линии, оконтуривающей со стороны моря надводные русловые острова и подводные мели с формами эрозионно-аккумулятивного рельефа речного генезиса (осередки, устьевые косы, устьевые бары, русловые и баровые ложбины и т. п.). Сухопутная граница дельты, ее вершина, связывается с началом деления основного русла на рукава, имеющие самостоятельный выход в море, и с зоной заметного распластывания волны паводков (Самойлов, 1952). Эти критерии справедливы и оправданы только для дельт выдвижения, где вершина дельты (вершина «веера» протока) совпадает с геологическими и историческими границами дельты. Во втором случае, когда мы имеем дело с дельтой заполнения заливов, критерии разветвления на рукава и распластывание волны паводков теряют смысл из-за широкого развития в пределах долин (например, рек Оби, Енисея, Пура, Таза) пойменной многорукавности при которой происходят многократное дробление и слияние речных протоков на сотнях километров от устья, снижение и возрастание волны паводков на разных участках русла, причем в устье река может выходить несколькими параллельными потоками. Геологические границы дельты выходят далеко за пределы даже устьевой области, поскольку за длительный исторический отрезок

времени речными наносами заполнялись заливы, глубоко вдававшиеся в сушу. Дельтовые образования вытягивались вдоль долины и наследовали ее форму (или форму залива). В этом случае современной дельтой целесообразнее считать участки аллювиальной равнины от последнего узла разветвления до морского края дельты для каждого отдельного рукава.

Еще более выпукло различие между основными типами дельт проявляется в механизме формирования дельтовой равнины. Реки, впадающие на морское побережье или в открытых бухтах, испытывают сильное «давление» со стороны морских факторов: ветрового волнения, вдольбереговых течений, штормовых нагонов и приливных явлений, во многих случаях определяющих эволюционный путь дельты и ее геоморфологию. Одним из ярких случаев существенного вмешательства морских процессов на формирование дельты может служить пример реки Яны.

Дельта Яны представляет собой типичную дельту выдвижения в открытый Янский залив, и ее развитие во многом определяется спецификой гидро- и литодинамики береговой зоны моря Лаптевых. Морфологический анализ современных и древних форм речной и морской аккумуляции позволяет говорить о преобладании морских факторов в процессе формирования дельтовой равнины. Расшифровка эволюции дельты на этапе позднее, чем несколько тысяч лет тому назад, затруднительна из-за плохой сохранности древнего рельефа и чрезвычайной скудности геологического материала на район исследования. Можно предполагать, что в ранние этапы, вероятно, с конца сартанского времени, Яна заполняла вершинную часть прямоугольного в плане залива, акватория которого претерпела значительные изменения под влиянием тектоники и эвстатических колебаний уровня Ледовитого океана. К моменту наступления климатического оптимума в начале голоцена Яна выдвинула свою дельту в открытую часть Янского залива и ее развитие протекало примерно в том же плане, как мы наблюдаем в современную эпоху.

Вершина дельты Яны находится в 150 км от устья, где от русла отходят правые рукава Самандон, Дурганова, Кочевая и Камелек. В 90 км от устья находится узел разветвления двух основных протоков дельты — Куогастаах и Главное русло, забирающих 20 и 40% общего стока (Налимов, 1965). Современная динамика устьевого взморья Янской дельты отличается формированием по ее внешнему краю на глубине 1—2 м цепи надводных и подводных аккумулятивных образований типа береговых баров, которые прорываются крупными протоками, образующими свои устьевые бары. Меридиональная циркуляция воздушных масс и пути перемещения циклонов в этом секторе Арктики способствуют образованию ветрового поля с равнодействующей за многолетний период (1960—1972 гг.) от северо-северо-востока по всем градациям скоростей за навигационный сезон. Преобладающее число наиболее сильных штормовых ветров (более 18 м/сек) наблюдается с северо-запада.

В отдельные годы может происходить смена направлений равнодействующей ветра и относительное ослабление (или усиление) влияния нагонной (или сгонной) половины ветровых румбов. Для Янского залива отмечаются периоды преобладания сильных ветров (более 8 м/сек) с северо-северо-востока (1960—1965 гг.), с северо-запада (1966—1972 гг.) и с севера (1967, 1970). Конкретным результатом таких изменений направления ветровой равнодействующей, а следовательно, и направления фронта ветрового волнения, способного оказать существенное рельефообразующее воздействие на устьевом взморье, являлись периодические смещения устьевых баров на запад и восток, причем суммарный эффект таких перемещений за 20 лет (1951—1972 гг.) составил 0,5 км для устьевого бара протоки Главное русло. Ветроволновая обстановка накладывает отпечаток и на гидродинамику взморья, обуславливая отклонение стоковых течений в сторону преобладающих волнений. Нагонные подъемы уровня в устьях основных протоков не превышают 1—1,7 м, а приливы — 10—15 см.

Мелкие протоки на фронтальном краю дельты блокированы морскими наносами и отмирают, а сток распределяется по двум основным рукавам дельты на западной и восточной периферии дельты. Мелководные акватории между краем дельты и цепью береговых баров заполняются речными наносами и постепенно осушаются. На поверхности дельтовой равнины можно выделить несколько серий древних береговых баров и разделяющих их понижений, причем морские отложения занимают большую часть площади дельты и располагаются между неширокими «лентами» аллювиальных отложений — поясов меандрирования рек.

На разновозрастных элементах прибрежно-дельтовой равнины мерзлотные процессы проявляются в различных криогенных формах. Для русловых осушек и песчаных отмелей в море, периодически затопляемых в прилив или нагон, характерно отсутствие растительности и полигональной трещиноватости. Мощность сезонно-протаивающего слоя доходит до 0,6—1,0 м. Поверхность новейшей морской террасы и участки низкой поймы (0,5—1,5 м), ежегодно заливаемые в высокие паводки и покрытые влаголюбивыми травами (сфагнум, осока, лисохвост северный), осложнены скрытым полигональным микрорельефом, буграми пучения и морозобойными трещинами. Высокая пойма и более древняя морская терраса (2—5 м) с постоянным режимом увлажнения отличается полигонально-валиковым микрорельефом и распространением повторно-жильных льдов. Слой сезонного оттаивания составляет 0,6—0,8 м. Ландшафтно-геокриологические признаки хорошо дешифрируются на аэроснимках и служат одним из критериев выделения генетически неоднородных и разновозрастных типов рельефа, помогающих восстановить эволюционный путь дельты.

Механизм формирования подобных дельтовых равнин представляется нам в следующем виде. Мелководность Янского залива (средняя глубина не превышает 12 м) обуславливает полную ре-

фракцию морских волн, подходящих к взморью дельты, и переработку наносов, транспортируемых рукавами Яны, с образованием подводных валов и гряд, которые, перемещаясь вверх по подводному склону, на глубине, равной половине высоты волны, выходили на поверхность, причленились друг к другу, и формировали надводные береговые бары. Следующая серия подводных валов образовывала цепь баров несколько мористее предыдущей, отшнуровывая узкую лагуну. Часть аллювиального материала в районе впадения основных проток под влиянием речного потока образует мощные авандельты в виде устьевых баров, выдвигающихся в залив далее общей линии надводных баров.

Бухты между выдвигающимися аллювиальными телами отчленяются от моря береговыми барами, заполняются речными наносами мелких проток и постепенно выравнивают внешний край дельты в пологую дугу. На современном этапе формирования дельты процессы устьевого удлинения характерны лишь для двух проток — Куогастаах и Главное русло, концентрирующих до 45—60% общего стока, поступающего в дельту, и имеющих крупные устьевые бары, выдвинутые в море на 10 км до глубины 5—6 м.

Совершенно иной морфологический облик и механизм образования имеют дельты рек, впадающих в длинные и узкие заливы, где штормовые нагоны кратковременны и не вносят существенных изменений в процессы дельтообразования. В качестве примера рассмотрим историю развития рельефа дельтовых равнин рек Таза и Пура, являющихся наиболее типичными среди дельт выполнения заливов.

Основой для появления и формирования ингрессионных заливов типа Обской, Тазовской, Гыданской и Енисейской губ послужила древняя гидрографическая сеть, заложенная в конце неогена — начале четвертичного периода в палеогеновом фундаменте Западносибирской платформы и частично приуроченная к основным структурным зонам, например Пуровскому прогибу и желобу Св. Анны на шельфе Карского моря. Днища древних долин Оби, Надыма, Пура, Енисея располагаются на 150—200 м ниже современного уреза, а устья подводных продолжений этих долин привязаны к изобатам 400—500 м (Лазуков, 1972). Долины выполнены мощной толщей четвертичных осадков, преимущественно морского и дельтового генезиса, накопившейся в течение трех трансгрессий (ямальской, казанцевской и каргинской). Современный облик долин сложился как результат заполнения ингрессионных заливов аллювиально-дельтовыми отложениями и переработки их русловым процессом по типу пойменной многорукавности.

Устьевые области рек Таза и Пура, впадающих в вершинную часть Тазовского эстуария, имеют близкую историю развития и чрезвычайно однотипную морфологию долин и дельт. От верхней границы устьевой области (100 км от устья), устанавливаемой по дальности проникновения сгонно-нагонных колебаний уровня, русла обеих рек представлены системой из двух главных рукавов,

самостоятельно впадающих в губу, и пойменных протоков, интенсивно меандрирующих и расчленяющих дно долин на крупные островные массивы, образуя сложную гидрографическую и озерную сеть. При впадении главные рукава образуют дельты, морфологический облик которых резко различен: левый рукав р. Таз (собственно река Таз) и правый — р. Пур (Большой Пур) формируют много-рукавные дельты веерной формы; правый рукав р. Таз (Малый Таз) и левый — р. Пур (протока Безымянная) имеют постепенно расширяющиеся вниз по течению русла (от 1 до 3 км) с цепочкой кулисообразно построенных островов, мелей и перекатов. Морфологически дельты рек Таза и Пура представлены ложбинно-островной поймой высотой 5—6 м, в настоящее время покрытой густыми зарослями ерника и редко затопляемой во время высоких половодий. К морскому краю поверхность дельт заметно снижается, ложбинно-островной рельеф поймы сменяется проточно-островным, где низкие (1—1,5 м) дельтовые острова покрыты болотно-травянистой растительностью. Наибольшую развитость эти молодые пойменные образования, находящиеся еще в стадии формирования, получают в расширяющихся устьях протоков Малого Таза и Безымянной (Коротаев, Чалов, 1973). Обе системы рукавов формируют в пределах взморья устьевые бары, представляющие собой конусообразные мелководья с переуглубленной (судоходной) баровой ложбиной в центральной части конуса. Постоянные стоковые течения, направленные из Тазовского эстуария в Карское море, ограничивают выдвигание устьевых баров изобатой 2,5 м. Неаккумулятивный материал выносится далее в губу и накапливается в виде подводных мелководных банок на перегибах и в расширениях залива. Эти мели могут располагаться на расстоянии до 100 км от устья впадающих рек, поскольку во время половодья узкий и длинный залив представляет собой как бы продолжение долины реки, где наблюдаются все элементы гидрологического режима: пик половодья, летняя межень, сгонно-нагонные явления, причем скорости стокового течения достаточны для перемещения и перетолжения наносов.

Механизм выполнения залива в условиях прогрессирующего снижения уровня нам представляется в следующем виде. Непосредственно перед выходом речного потока в залив формируется подводная мель — устьевой бар, первое морфологическое проявление устьевых процессов и начальный элемент дельты (Михайлов, 1971). По мере накопления наносов на осередке и устьевых косах бара в межень появляются низкие острова и осушки, которые впоследствии закрепляются растительностью (осоками, пушицей) и служат основой для образования дельтовых островов. Имея четкие боковые границы (борта залива) и направление стока, река широко блуждает, многократно дробясь на рукава, сливаясь снова, и не имеет определенного узла разветвления подобно вершине «веера» проток в дельте выдвигения. Река может втекать несколькими параллельными рукавами в залив, но обычно преиму-

щественное развитие получает временно один рукав, который в данный момент концентрирует основную долю стока. Этот рукав интенсивно удлиняется вследствие наращивания устьевых кос и барового осередка. В устье второго рукава сохраняется эстуаровидный залив с цепью островов и серией мелких перекатов. Заполнение его наносами начинается после того, как потери напора по длине, связанные с удлинением русла первого рукава, оказываются большими, чем по второму рукаву. Основной сток в этом случае перераспределяется в пользу второго рукава, и начинается активное формирование его устьевого бара и выдвигание в залив. Описанный процесс может повторяться многократно по мере выполнения залива, приводя к формированию многорукавного низовья реки, морфологически мало похожего на типичную дельту.

Следует отметить, что для устьевых участков северных рек не характерен процесс прорыва устьевых кос, выдвигающихся в море, как это имеет место у южных рек, где последовательное формирование подводных конусов на месте прорывов приводит к образованию пояса дельтовой равнины (Рогов, Байдин, 1971). Вероятно, здесь имеют значение широкое распространение вечномерзлых грунтов и малый твердый сток северных рек. Чередование правого и левого преимущественного выдвигания многорукавных дельт по основным рукавам приводит к смене условий заносимости на устьевых барах в результате перераспределения твердого стока в пользу того или другого рукава.

Суммируя все вышесказанное, можно предложить следующие схемы развития и формирования дельтовых равнин у рек, впадающих на открытом морском побережье или в закрытом заливе.

Дельта выдвигания. 1. Образование устьевых баров на отмеле устьевом взморье и появление цепи береговых баров на внешнем крае мелководья. 2. Формирование дельтовых островов, выдвигание отдельных дельт в море и заполнение бухт между ними и берегом примкнувшими морскими аккумулятивными формами. 3. Выравнивание морского края полигенетической дельтовой равнины, блокировка мелких протоков береговыми барами, их отмирание и концентрация стока в наиболее крупных рукавах по периферии дельты, формирующих устьевые бары за линией образования морских баров.

Дельта выполнения. 1. Образование устьевых баров на отмеле устьевом взморье при втекании главных рукавов в залив. 2. Формирование многорукавной дельты и нового устьевого бара в устье рукава, концентрирующего основную долю речного стока, и сохранение эстуаровидного расширения русла у другого борта залива, с островами, мелями, перекатами и устьевым баром. 3. Перераспределение большей части водного стока во второй рукав, заполнение залива между первой дельтой и бортом долины новой самостоятельной дельтой и выравнивание общего контура дельтовой равнины; в пределах речной долины широкое развитие получает пойменная многорукавность.

ЛИТЕРАТУРА

- Коротаев В. Н., Чалов Р. С. Современные процессы дельтообразования в южной части Тазовской губы. «Тр. ААНИИ», 1973, т. 314.
- Лазуков Г. И. Антропоген северной половины Западной Сибири. Изд-во МГУ, 1972.
- Михайлов В. Н. Динамика потока и русла в неприливных устьях рек. Л., Гидрометеиздат, 1971.
- Налимов Ю. В. Гидрологическая характеристика протоки. Главное русло дельты р. Яны. «Тр. ААНИИ», 1965, т. 268.
- Рогов М. М., Байдин С. С. О формировании дельт рек с большим твердым стоком. В сб.: «Геоморфология и литология береговой зоны морей и других крупных водоемов». М., «Наука», 1971.

ЭРОЗИЯ ПОЧВ И РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

Выпуск 4

(РАБОТЫ ПО ПРОБЛЕМНОЙ
МЕЖФАКУЛЬТЕТСКОЙ ТЕМАТИКЕ МГУ)

Под редакцией
Н. И. Маккавеева

ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

1974