

MORPHOLOGY AND DYNAMICS OF THE LARGE RIVER COASTS IN THE FROST GROUND ZONE (MIDDLE LENA NEAR YAKUTSK AS AN EXAMPLE)

N.I. TANANAYEV

Summary

Major features of bank erosion within the middle course of the Lena River are related to the hydrological conditions of flowing water contact with different floodplain levels, and variations in floodplain lithology. Formative discharges of the spring freshet correspond to the frozen sandy strata of the high floodplain banks, thus promoting thermal erosion of the latter. Effectiveness of the thermal erosion increases with the increase in bank height and is highest for high floodplain and terrace levels. Morphology of the banks depends not on the rate of their washing out, but on the influx of the sediments at their base. Volume of eroded bank material exceeds the annual bedload runoff due to the large extent of the eroded bank within the studied Lena River reach.

УДК 551.435.13(282.251.3)

© 2014 г. Р.С. ЧАЛОВ, О.М. КИРИК, А.К. ИЛЬСОВ, Д.В. БОТАВИН

ВРЕМЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЛОЖНОРАЗВЕТВЛЕННОГО РУСЛА КРУПНЕЙШЕЙ РЕКИ (НА ПРИМЕРЕ ПРИАЛДАНСКОГО УЧАСТКА р. ЛЕНЫ)

Введение

Разветвления русла рек относятся к наиболее сложным по морфологии, структуре и режиму переформирования. Поэтому вполне закономерен все возрастающий интерес к ним. В бывшем СССР исследования разветвленных русел начались в середине XX в. и, расширяясь и углубляясь со временем, были в основном сосредоточены на больших и крупнейших реках (Северной Двине, Оби, Лене, Амуре и др.). Усилиями отечественных исследователей, изучавших русловые процессы на разветвленных реках, протекающих в разных регионах страны и характеризующихся разным размером (водностью), разработана детальная морфодинамическая классификация разветвлений, определены их структура и гидравлика потока в узлах разделения и слияния рукавов, установлены закономерности деформаций каждого типа разветвленного русла, обоснованы подходы к прогнозированию переформирования при изменении водности и стока наносов, проведении на них гидротехнических мероприятий; для ряда рек дана подробная характеристика руслового режима разветвлений с конкретными рекомендациями по его учету при разработке схем и проектов регулирования русел, сформулированы основные принципы управления русловыми процессами на разветвленных реках [1–8].

За рубежом внимание на русла рек этого типа обратили позже, но уже в 2006 г. состоялась международная конференция, материалы которой опубликованы в специальном сборнике. Однако зарубежные исследователи сосредоточились на реках предгорных областей, где формируются специфические разновидности разветвлений, и на лабораторном моделировании процессов разветвления. В упомянутом сборнике, например, имеется всего две статьи по большим рекам и обе посвящены руслу р. Брахмапутры [9, 10], показаны его переформирования на двух участках реки за многолетний период; но они относятся только к участку выхода реки из гор в предгорно-равнинную область, хотя здесь Брахмапутра уже становится большой рекой.

Результаты отечественных и зарубежных исследований создали надежную основу для создания общей теории русловых разветвлений, разработке принципов управления процессами в разветвленных руслах. Тем не менее проведение изысканий на реках, накопление базы данных о русловых деформациях неизбежно выявляют новые, ранее не известные их особенности, позволяющие уточнять прогнозы, вносить коррективы в составленные на перспективу схемы регулирования русел. В первую очередь это относится к крупнейшим рекам со слабоустойчивым руслом, соответственно, наиболее сложным и морфологически, и по режиму переформирования. В частности, на Лене в пределах Центрально-Якутской низменности, на которой развиты сопряженные и параллельно-рукавные разветвления с разветвлениями второго/третьего порядков и многочисленными пойменными ответвлениями, обнаружена периодическая трансформация одного типа русла в другой как следствие их эволюции, многолетних колебаний стока, а перед слиянием с Алданом – периодического подпора со стороны крупнейшего притока или спада уровней в бесподпорных условиях. Это явление временной (обратимой) трансформации сложноразветвленного русла, смены одного морфодинамического типа другим и его восстановление в литературе пока не рассматривалось.

Характеристика реки и морфология русла на приалданском участке

Река Лена на приалданском участке протекает близ восточной границы Центрально-Якутской низменности, геоморфологические условия соответствуют свободному развитию русловых деформаций. Она имеет широкопойменное русло. Среднегодовой расход $Q_{\text{ср}}$ (г.п. Табага) составляет 7250 м³/с, максимальный $Q_{\text{макс}} = 55000$ м³/с, летней межи (проектной) $Q_{\text{пр}} = 5700$ м³/с, зимней межи $Q_{\text{зим}} = 569$ м³/с. Водность Алдана характеризуется следующими данными: $Q_{\text{ср}} = 5200$ м³/с, $Q_{\text{макс}} = 48500$ м³/с, $Q_{\text{зим}} = 117$ м³/с. Сток взвешенных наносов равен 8.99 млн т, влекомых – 5.43 млн т, что составляет 37.6% от общего стока наносов [8]. Последнее является причиной того, что в межень река “тонет” среди обширных обсыхающих отмелей – побочней и осередков, благодаря которым в свободных условиях развития русловых деформаций формируется сложноразветвленное русло.

На обеих реках за многолетний период выделяются циклы маловодных и многоводных лет (рис. 1). На Лене до 1938 г. наблюдалось заметное увеличение водности; за период с 1938 г. до середины 1950-х гг. относительно нормы стока она снижалась; с 1956 по 1962 г. – рост водности, затем до 1972 г. ее уменьшение; с 1972 по 1989 г. водность реки вновь растет, за исключением 1985–1986 г.; с 1990 по 1996 г. водность заметно уменьшается; затем до 2003 г. идут средние по водности годы, с 2004 по 2009 г. – многоводный период; с 2010 г. отмечается снижение водности. Пики водности Лены и Алдана в отдельные годы не совпадают, что выражается в преобладании влияния в узле слияния либо притока на Лену, либо главной реки на Алдан. Так, с 1993–2000 гг. водность Алдана, в отличие от Лены, увеличивалась; с 2008 по 2009 г., наоборот, повышалась водность Лены.

После 2009 г. водность снижается на обеих реках.

Русло Лены представляет собой сложную систему сопряженных разветвлений,

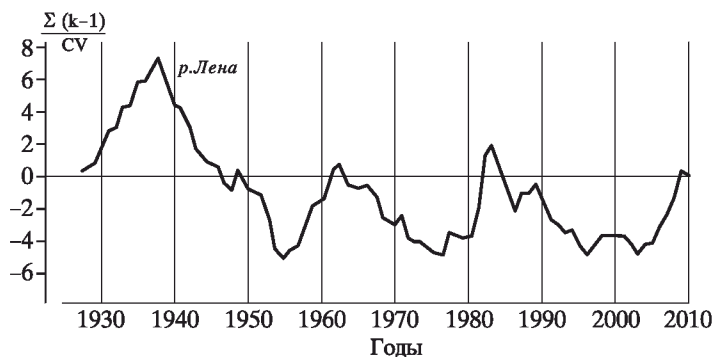


Рис. 1. Разностная интегральная кривая модульных коэффициентов годового стока р. Лены (г.п. Табага)

между островами часть водной массы перемещается из верхней его части в левый рукав (15%).

В следующем Арбынском разветвлении (о-ва Мунхасыт и Арбын, объединенные отмелями) большая часть расхода воды сосредоточена в правом рукаве (57%); левый рукав, хотя и сравнительно многоводный (45%), но сток в нем рассредоточен по вторичным разветвлениям и особенно по протокам в узле его слияния с правым рукавом.

В Усть-Алданском дельтовом разветвлении русло разделяется на два основных рукава, между которыми располагается архипелаг островов (его морфология, условия формирования, процессы аккумуляции в условиях взаимодействия потоков сливающихся рек и режим деформаций рассмотрены в монографии [4] и подробно проанализированы в специальной статье [11]). Эти рукава резко выделяются своей водностью: 46% – левый, протока Турий Взвоз и 49% – правый, Арбынская протока. Последняя образует “короткое” слияние с Алданом и лено-алданскую стрелку, протока Турий Взвоз – “длинное” слияние, соединяется с объединенным потоком Арбынской протоки и Алдана уже ниже по течению от его устья.

На заходе в Арбынскую протоку поток Лены огибает несколько островов, объединенных массивным побочнем, отделенными от правого берега побочным протоком. На остальном протяжении ее русло относительно прямолинейное, ширина его 1.3 км от островов до правого пойменного берега и 0.5 км при обсыхании отмелей. При слиянии с Алданом происходит резкое расширение акватории и здесь формируется перекаат типа устьевого бара – Усть-Алданский.

Закономерности переформирования русла

Приведенное по данным 2011 г. рассредоточение стока по рукавам было иным на разных временных этапах (табл. 1), отражая переформирования русла всего преалданского участка Лены. На протяжении XX в. и до настоящего времени происходило периодическое развитие то одних, то других рукавов, изменение их водности (табл. 1) и, соответственно, изменение трассы судового хода (рис. 2).

В Хайтыалаахском разветвлении (рис. 3) до 1959 г. основным был правый рукав – Атаринская протока, затем, вплоть до 2005 г., левый – Хайтыалаахская протока. Ее истоки, располагаясь между о-вами Баакыч и Кенели, ориентированы поперек основного направления реки; соединяясь с левобережной Намской протокой, она делает крутой изгиб. На всем протяжении протока глубокая, за исключением перекаатов на заходе и при слиянии с Намской протокой, где систематически выполнялись землечерпательные работы.

Разработка левого рукава – Хайтыалаахской протоки – до состояния судоходного рукава произошла благодаря систематическому образованию заторов между о-вом Кенели и правым берегом, в обход которого поток устремляется по поперечной протоке к левому берегу. В 1970-е гг. водность Хайтыалаахской протоки при высоких уровнях достигала 42%; при низком уровне снижалась до 30%. Обратное соотношение было характерно для Атаринской протоки: понижение водности при высоких уровнях и повышение при низких. Русло правого рукава очень неустойчиво.

В середине 1970-х гг. была сделана попытка (по рекомендациям НИИВТа [2]) углубления Прямой протоки и проложения по ней трассы судового хода. Однако разработанные прорези быстро заполнились наносами, и дальнейшего развития этот рукав не получил, что явилось следствием его расположения среди островов.

Непосредственно выше Хайтыалаахского узла стрежень потока переваливает от правого коренного берега к о-ву Баакыч, вызывая интенсивный размыв берега (со скоростью 15 м/год) и образование в нем хорошо выраженной вогнутости. Оказывая на поток направляющее воздействие, она способствует отклонению его стрежня (и судового хода) в правую часть русла к истокам Атаринской протоки. Это привело к росту побочня у о-ва Баакыч (ниже вогнутости), который в 1997–2011 гг. сместился по ухвос-

Изменения относительной водности основных рукавов приалданских разветвлений р. Лены (% от общего расхода воды)

96

тью на 2000 м и надвинулся на заход в Хайтылаахскую и Прямую протоки, перекрыв его. В результате произошло перераспределение стока в узле разветвления. Сначала левый и правый рукава стали практически одинаковыми по водности и были таковыми в течение около 10 лет, составив в это время верхнюю часть параллельно-рукавного разветвления (в ниже расположенных звеньях произошла аналогичная трансформация разветвлений). В этих условиях Прямая протока превратилась в сплошное мелководье, тогда как Атаринская протока интенсивно развивалась и с 2005 г. доминирует по водности и развитию; в нее была перенесена трасса хода, а сама протока вновь стала звеном сопряженных разветвлений.

О-в Кенели между протоками Прямой и Хайтылаахской в центральной части интенсивно размывается. Его берег является вогнутым для излучины Хайтылаахской протоки и для плесовой лощины между перекатами протоки Прямой. В 1969 г. ширина острова в самой узкой части равнялась 750 м, в 1997 – 480 м, в настоящее время – 250 м, т.е. за 14 лет смыто 230 м ширины острова; суммарная скорость размыва берегов составила 18 м в год. Можно ожидать, что через 15 лет эта часть острова размоется, что повлечет за собой либо отмирание нижней части Хайтылаахской протоки, либо нижней части Прямой протоки в зависимости от того, куда направится течение. Однако это может произойти и раньше из-за различия уровней половодья в той и другой протоке, особенно если будет экстремально высокое половодье.

В Атаринской протоке к настоящему времени сформировалось русло с побочными, расположенными в шахматном порядке и относительно стабильными из-за наличия в них мерзлого ядра. По мере развития протоки она заметно углублялась; увеличение ее водности

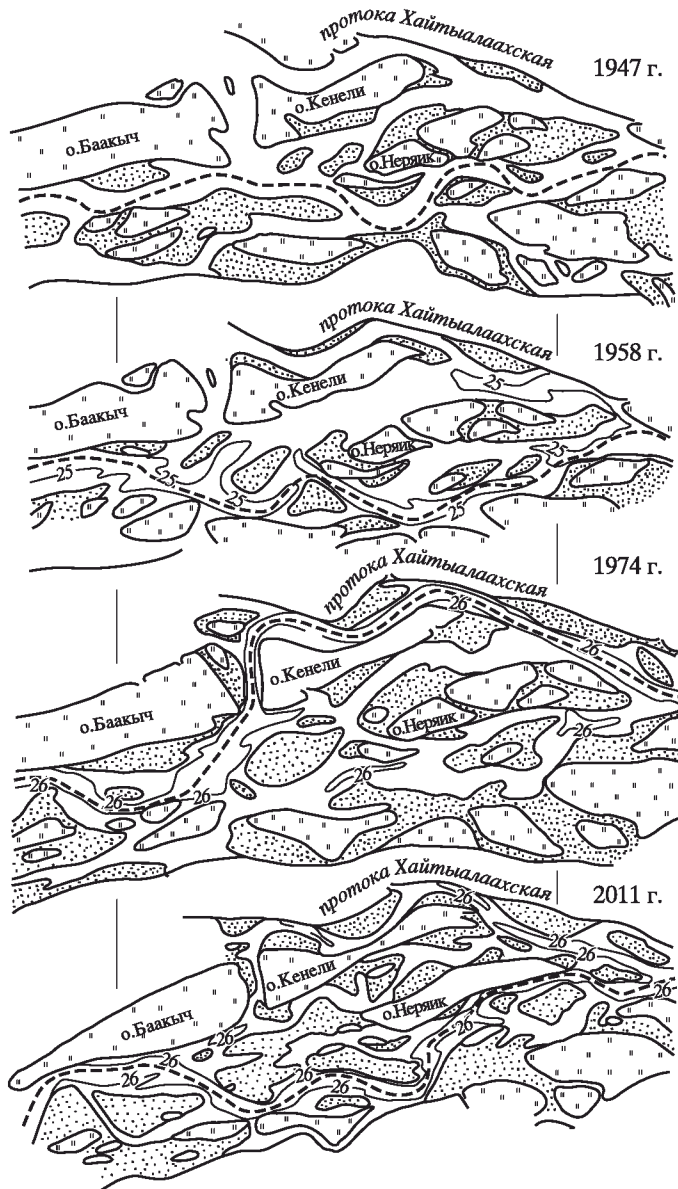


Рис. 3. Сопоставленные планы Хайтылаахского разветвления русла р. Лены и нижней части смежного (сверху) одностороннего разветвления у о-ва Баакыч за 1947–2011 гг.

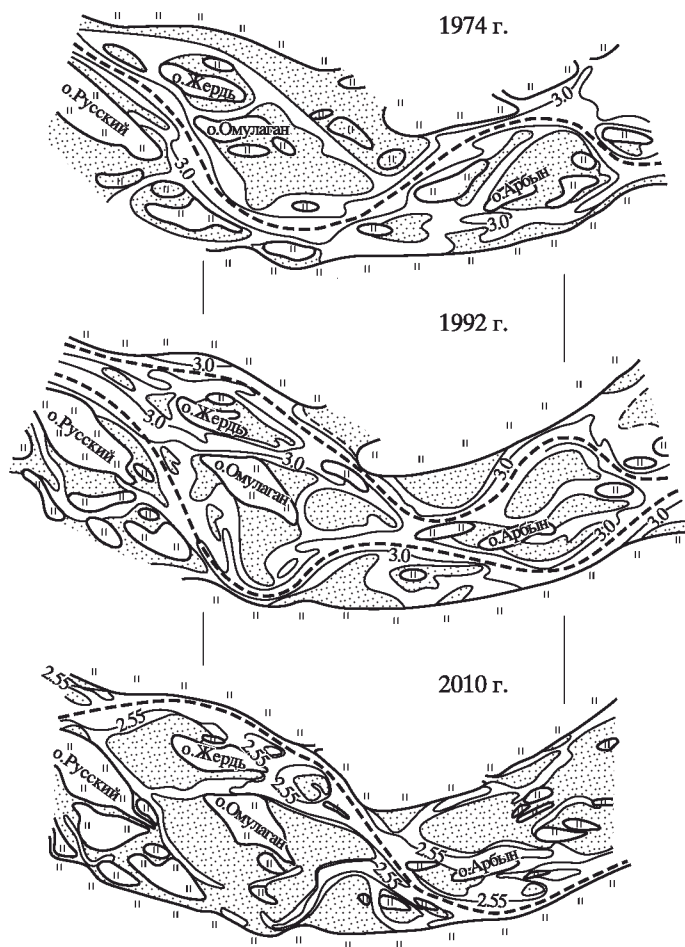


Рис. 4. Сопоставленные планы Омуганского разветвления русла р. Лены за 1974–2011 гг.

способствовало отторжению побочной от левого берега в нижней части протоки и образованию длинной плесовой лощины. В ближайшее время в нижней части Атаринской протоки может произойти отторжение массивной косы на раздельной стрелке между ней и объединенным потоком проток Прямой и Хайтыалаахской. Уже в 2011 г. здесь образовался глубокий узкий поперечный проток непосредственно в ухвосте острова между плесовой лощиной вдоль него и плесовой лощиной в устье объединенного потока Прямой и Хайтыалаахской проток. Это приведет вместе с переформированиями по длине Атаринской протоки к сокращению ее длины, увеличению уклона и скоростей, и,

как следствие, к еще большему сосредоточению расхода воды в этом рукаве.

Новый цикл переформирований Хайтыалаахского разветвления – восстановление сначала на 10–15 лет параллельно-рукавной системы и затем преимущественное развитие левого рукава – очевидно, может произойти через 40–50 лет. Этому будет способствовать спрямление потока под правый берег на смежном выше по течению прямолинейном участке русла при достижении его изгибом у о-ва Баакыч критической величины (отношение длины стрелки потока l к шагу изгиба L , $l/L \sim 1.4-1.6$); в этом случае заход в Атаринскую протоку окажется за плечом правого берега, его перекроет массивный побочень, а поток направится к истокам Прямой и Хайтыалаахской проток. Второй возможный вариант развития левого рукава – расчленение о-ва Баакыч вследствие его размыва со стороны главного русла (здесь формируется упомянутая выше вогнутость его берега) и переход потока по образуемому прорану в нижнюю часть левобережной Намской и далее в Хайтыалаахскую протоку.

В следующем узле разветвления – Омуганском, образованном о-вами Жердь и Омуган (рис. 4), до начала 1990-х гг. основным по водности был правый рукав, образующий при огибании островов хорошо выраженную излучину. К 1996 г. массивные отмели перекрыли заход в этот рукав, чему способствовали происходящие в это время переформирования в Хайтыалаахском узле: увеличение водности и постепенное развитие Атаринской протоки благоприятствовали смещению главного течения реки в Омуганском узле влево к истокам левого рукава, тогда как правый оказался за

плечом правого берега. Это привело сначала к развитию протоки между о-вами Жердь и Омулаган, а затем левого рукава. Однако на протяжении 10–15 лет сток воды между основными рукавами узла разветвления распределялся практически равномерно. С учетом такого же распределения расходов воды в Хайтыалаахском узле оба они (Хайтыалаахский и Омулаганский) образовали в 1990-е – начале 2000-х гг. параллельно-рукавное разветвление. Подобная ситуация сохранялась до 2005–2007 гг., после чего произошло сосредоточение расходов воды в левом рукаве, что соответствовало преимущественному развитию Атаринской протоки выше по течению. Это привело так же, как и обмеление Хайтыалаахской и Прямой проток и развитие Атаринской протоки в вышележащем узле, к восстановлению системы сопряженных рукавов – правой протоки Атаринской и левого рукава у о-вов Жердь и Омулаган.

Переформирования в Омулаганской узле вызвали соответствующую перестройку русла в Арбынском узле (рис. 4). В 1960–1970-е гг. здесь основным рукавом по водности был левый рукав у о-ва Арбын, в котором сосредотачивалось более 80% общего расхода воды. Перестройка русла выше по течению сопровождалась развитием правого рукава, и в 1990-е гг. этот узел являлся продолжением параллельно-рукавной системы. В 2005–2007 гг. с обмелением правого рукава у о-ва Омулаган произошло сосредоточение потока в правой Арбынской протоке, т.е. Омулаганский узел восстановился как звено в системе сопряженных разветвлений.

Таким образом, на Лене, типичной крупнейшей реке со слабо устойчивым руслом, переформирования сопряженных разветвлений, заключающиеся в попеременном развитии на следующих друг за другом временных этапах в каждом звене левых–правых–левых и правых–левых–правых рукавов, включают в себя достаточно продолжительной этап трансформации их в параллельно-рукавное русло, охватывающее весь участок русла с разветвлением этого типа. Длительность этапов преимущественного развития в каждом последующем звене – левого–правого–левого рукавов – или трансформация их в единое параллельно-рукавное разветвление зависит от устойчивости русла, интенсивности русловых деформаций и от водности соответствующих периодов. Так, 15-летнее (1990-е – начало 2000-х гг.) существование переходного параллельно-рукавного разветвления совпало во второй половине этапа с началом многоводного периода на р. Лене, а в первой – с повышенной водностью Алдана при маловодье на Лене, когда на весь приалданский участок распространялся подпор от притока. Косвенным подтверждением этого может служить то, что предыдущее изменение развитости рукавов произошло вскоре после многоводного периода на Лене. К сожалению, в это время русло реки не было обеспечено необходимыми данными мониторинговых наблюдений (отсутствовали регулярные съемки и промеры), что позволяет только делать предположения.

Вся система сопряженных рукавов, трансформирующаяся периодически в параллельно-рукавное русло, состоит из трех звеньев и замыкается общим изгибом русла в районе Арбынского узла влево на ~30°. Вследствие этого ленский поток в целом

Таблица 2

Периодическое развитие (+) и обмеление (–) левых и правых протоков, характер половодий и влияние Алдана на приалданский участок Лены [4, 11, с добавлениями]

Рукав (протока)	Годы						
	до 1925	1926–1952	1953–1968	1969–1980	1981–1993	1994–2007	с 2008
Арбынская, правая	+	–	+	–	–	+	–
Турий Взвоз, левая	–	+	–	+	+	–	+
Характер половодий	высокие	низкие	высокие	низкие	низкие	высокие	низкие
Влияние Алдана	БП	П	БП	П	П	БП	П

Примечание: БП – бесподпорное, П – подпорное.

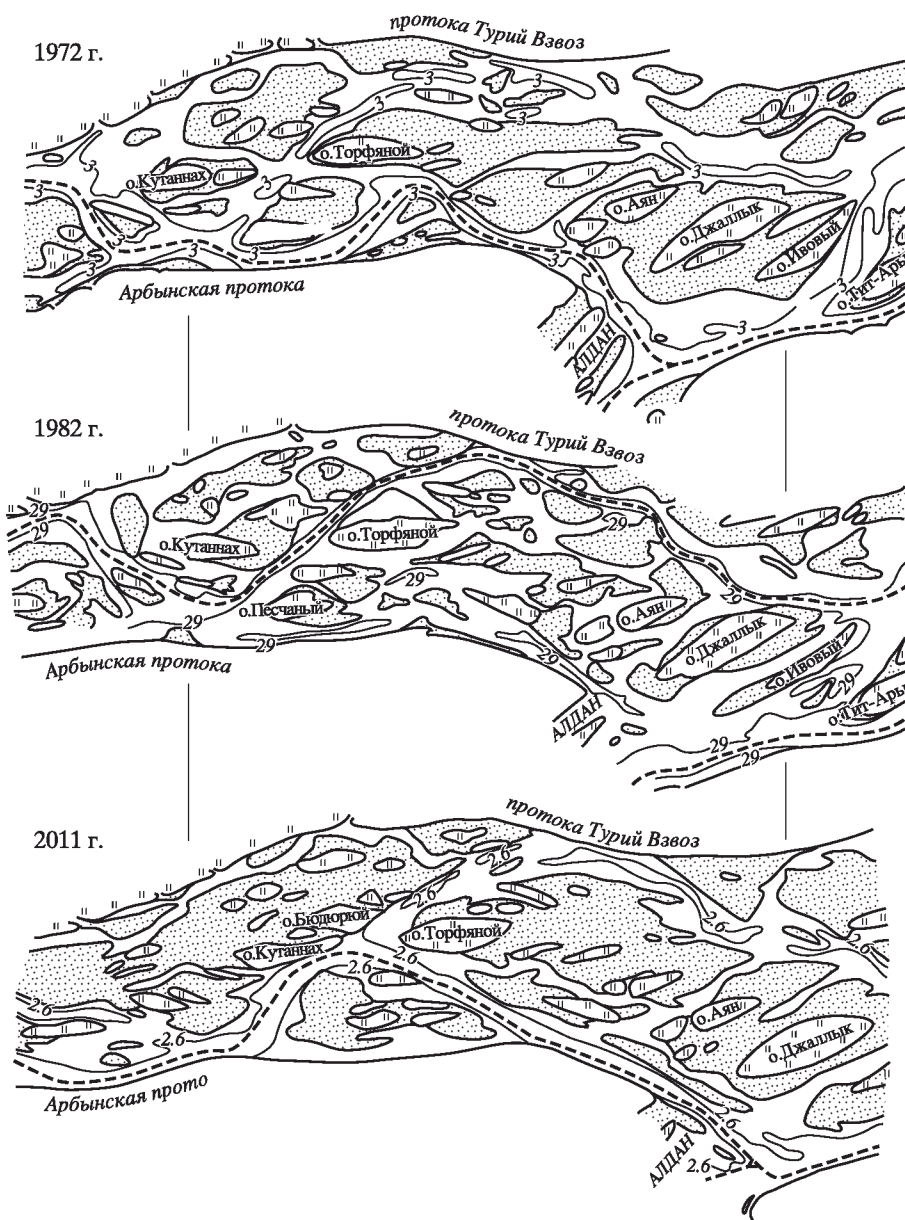


Рис. 5. Сопоставленные планы Усть-Алданского разветвления русла р. Лены за 1972–2011 гг.

направляется к правому берегу, оставляя слева перед Усть-Алданским дельтовым разветвлением систему прибрежных протоков, суммарная водность которых даже в половодье составляет 10–15% от общего расхода воды в реке.

Усть-Алданское разветвление занимает особое положение на приалданском участке, т. к. его формирование определяется процессами в узле слияния рек. Сложность и разнообразие происходящих здесь эрозионно-аккумулятивных процессов обусловили их неоднократное освещение в литературе [4, 11, 12]. Большая часть расхода воды в Лене сосредоточивается периодически в правой Арбынской протоке, непосредственно сливающейся с Алданом, или в протоке Турый Взвоз (рис. 5). Между обоими рукава-

ми расположен архипелаг островов, по которым значительная часть расхода воды из Арбынской протоки перемещается в протоку Турий Взвоз, и только впадение Алдана делает ее снова многоводной. Перемещение главного течения реки из одного рукава в другой совершается каждые 15–25 лет. Его расположение в правом рукаве совпадает с периодами преобладания средних и высоких половодий и преимущественно бесподпорных условий на Лене (табл. 2). Соответственно, трасса судового хода периодически располагается то в одном, то в другом рукаве, хотя прямую корреляцию между развитием рукавов и ее положением проводить нельзя, т.к. последнее определяется техническими условиями организации судоходной обстановки и выполнения дноуглубительных работ, которые очень сложны в Турьем Взвозе из-за большой ширины и расположения трассы в значительной ее части среди островов. До 1925 г. (бесподпорные условия) судовый ход находился в Арбынской протоке; с 1926 до начала 1950-х гг. развивалась протока Турий Взвоз (преобладали условия подпора), в которую он был переведен. В начале 1950-х гг. вновь начала развиваться Арбынская протока, тогда как заход в Турий Взвоз был перекрыт большими побочными. В конце 1960-х гг. опять намечилось перемещение главного течения реки в протоку Турий Взвоз, и с 1974 по 1981 г. здесь проходил судовый ход. В 1971 г. в ней сосредоточивался в 1.5–2 раза больший расход, чем измеренный в 1954 г. Кроме того, водность протоки вниз по течению растет за счет поступления части стока из правого рукава по многочисленным поперечным протокам.

В первые годы эксплуатации судового хода по протоке Турий Взвоз землечерпательные работы по его трассе не проводились. Однако впоследствии развитие кос в ухвостьях островов в нижней части рукава привело к искривлению и обмелению фарватера, и для поддержания гарантированных глубин потребовались регулярные дноуглубительные работы в больших объемах (до 2 млн м³ в год). Это совпало с многоводным периодом и бесподпорными условиями на Лене, которые неблагоприятно сказываются на протоке Турий Взвоз и способствуют развитию правой Арбынской протоки, образующей короткое слияние, имеющей сравнительно неширокое русло и проходящей вдоль береговой высокой поймы.

В 1980–1990-е гг. происходило перераспределение стока сначала в пользу левого, а затем правого рукава; но трасса судового хода сохранялась все это время в правом рукаве – Арбынской протоке. В настоящее время (с 2008 г.) вновь доминирует по водности протока Турий Взвоз (трасса судового хода остается в Арбынской протоке).

Отмеченные циклы имеют разную продолжительность (от 10 до 25 лет), но в целом они короче в 2–3 раза циклов, обусловленных развитием системы сопряженных разветвлений на Лене.

Переформирования в узле разветвления Арбынской протоки и протоки Турий Взвоз в Усть-Алданском узле во многом определяются состоянием рукавов выше по течению в Арбынском узле. В годы, когда главное течение реки проходит в левом рукаве Арбынского узла, поток, выходящий из него, рассредоточивается по нескольким протокам между островами и затем концентрируется у захода в Арбынскую протоку Усть-Алданского разветвления у правого берега. Здесь же прокладывается трасса судового хода, которая только ближе к узлу меняет свое положение в протоках среди островов.

В 2010-е гг. в связи с развитием правого рукава в Арбынском узле ситуация стала определяться направляющим воздействием его правого вогнутого берега. Отсюда поток направляется в сторону захода в протоку Турий Взвоз, огибая обширный побочень, объединяющий группу островов (Бюдюрюй, Песчаный и др.). Это способствует увеличению водности протоки Турий Взвоз. Бывший основной заход в Арбынскую протоку вдоль правого берега вследствие этого прекратился в побочный проток, забирающий около 20% расхода воды.

Таким образом, периодическое развитие рукавов в Усть-Алданском узле разветвления дельтового типа определяется, в первую очередь, подпорными или бесподпорными

условиями во время половодий на Лене со стороны ее притока Алдана. Бесподпорные условия (точнее – Лена оказала подпор для Алдана, что соответствует многоводным периодам лет) благоприятствуют развитию правого рукава, образующего короткое слияние вдоль лено-алданской стрелки; в маловодные периоды Лена оказывается в подпоре от Алдана, и ее поток, обходя возникшую водную преграду, устремляется в левый рукав – протоку Турий Взвоз, углубляя ее. На эти процессы оказывают влияние переформирования в сопряженной системе рукавов выше по течению, что не всегда совпадает по направленности деформаций с влиянием подпоров/бесподпорных условий: развитие в каждом звене системы рукавов левого–правого–левого (последний – в нижнем арбынском звене) обеспечивает направление потока в правую Арбынскую протоку Усть-Алданского узла; наоборот, развитие правого–левого–правого рукавов затрудняет заход в Арбынскую протоку и способствует повышению водности в левом рукаве – протоке Турий Взвоз. Ситуация, при которой сопряженные разветвления трансформируются в параллельно-рукавные, оказывается относительно нейтральной для состояния узла разветвления Арбынской протоки и протоки Турий Взвоз, который в этом случае зависит от местных русловых деформаций и того, что было создано на предыдущем этапе.

Заключение

В основу анализа русловых переформирований на приалданском участке р. Лены положены многолетние (1969–2011 гг.) исследования научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева МГУ. Они позволили получить, систематизировать и обобщить уникальный материал о русловом режиме одного из самых сложных участков Лены и выявить закономерности периодического развития рукавов в сопряженных разветвлениях и в разветвлении дельтового типа в узле слияния крупнейшей реки России с самым крупным своим притоком. Переформирования сопряженных рукавов на разветвленных реках достаточно хорошо известны [3, 5, 7, 8, 13], и схема их развития в общем подтверждается для Лены. Однако, если на средних и больших реках периодичность переформирований не сопровождается временной трансформацией сопряженных разветвлений в параллельно-рукавные, то это оказывается характерным для крупнейшей реки. При этом переходной этап от крайних положений потока в системе рукавов по правилу “восьмерки” (так назвал развитие сопряженных разветвлений Н.И. Маккавеев [1]) достаточно продолжительный (10–15 лет), соизмеримый по длительности с развитием одного или другого рукава на реках меньшей водности. Кроме того, на продолжительность существования параллельно-рукавного русла оказывает влияние многолетние колебания стока: им способствуют многоводные периоды лет, тогда как в маловодные периоды время их развития сокращается.

Большая водность реки при большом стоке наносов и слабоустойчивом русле, благоприятствующая интенсивным переформированиям на всех уровнях проявления русловых процессов, является, по-видимому, причиной более значительной на Лене, по сравнению с другими реками с сопряженными разветвлениями русла (например, Обью, Северной Двиной), продолжительности этапов (до 50–60 лет) преимущественного развития той или иной системы рукавов и существования переходного этапа между ними. Последний соответствует временной трансформации сопряженных разветвлений в параллельно-рукавное, причем длительность этого этапа составляет от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{4}$ продолжительности основных этапов.

На приалданском участке Лены на развитие сопряженных разветвлений и их временную трансформацию в параллельно-рукавные влияет периодически возникающий подпор от слияния с Алданом. Вместе с тем состояние русла – развитие левого или правого рукава в нижнем звене или параллельно-рукавного разветвления, в свою очередь, содействует развитию левого или правого рукавов в ниже расположенном разветвлении дельтового типа (Турьего Взвоза или Арбынской протоки перед слиянием с Алданом), направляя поток на заход в один из них, способствуя или задерживая воздействие подпорных или бесподпорных условий в узле слияния рек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Маккавеев Н.И.* Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 347 с.
2. *Чернышов Ф.М.* Повышение эффективности путевок работ на многорукавных участках рек. Новосибирск: НИИВТ, 1973. 324 с.
3. *Чалов Р.С.* Географические исследования русловых процессов. М.: Изд-во МГУ, 1979. 232 с.
4. Водные пути бассейна Лены. М.: МИКИС, 1995. 600 с.
5. Русловые процессы и водные пути на реках Обского бассейна. Новосибирск: РИПЭЛ-плюс, 2001. 300 с.
6. *Алексеевский Н.И., Чалов Р.С.* Гидрологические функции разветвленного русла. М.: Изд-во МГУ, 2009. 240 с.
7. *Чалов Р.С.* Русловедение: теория, география, практика. Т. 2. Морфодинамика речных русел. М.: КРАСАНД, 2011. 960 с.
8. *Чалов Р.С., Лю Шугуан, Алексеевский Н.И.* Сток наносов и русловые процессы на больших реках России и Китая. М.: Изд-во МГУ, 2000. 216 с.
9. *Mosselman E.* Bank protection and rivertraining along the braided Brahmaputra – Janruna River, Bangladesh // Braided Rivers: Process, Deposits, Ecology and Management / Special Publication Number 36 of the International Association of Sedimentologists. Hong Kong. 2006. P. 277–287.
10. *Sarker M.H., Thorne C.R.* Morphological response of the Brahmaputra-Padma-Lower Meghna river system to the Assam. Earthquake of 1950 // Braided Rivers: Process, Deposits, Ecology and Management / Special Publication Number 36 of the International Association of Sedimentologists. Hong Kong. 2006. P. 289–310.
11. *Ермакова А.С., Кирик О.М.* Морфология и переформирования русла на Усть-Алданском участке р. Лены // Геоморфология. 2006. № 2. С. 62–73.
12. *Лодина Р.В., Чалов Р.С.* О влиянии притоков на состав наносов и деформации русла главной реки // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1971. № 4. С. 65–70.
13. Проектирование судовых ходов на свободных реках // Тр. ЦНИИЭВТ. М.: Транспорт, 1964. Вып. 36. 262 с.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
14.03.2012

TEMPORAL TRANSFORMATIONS OF LARGE BRAIDED RIVER CHANNEL (NEAR ALDAN REACH OF THE LENA RIVER AS AN EXAMPLE)

R.S. CHALOV, O.M. KIRIK, A.K. IL'ASOV, D.V. BOTAVIN

Summary

The paper presents an analysis of the Lena River channel deformations at the adjacent braids near its confluence with the Aldan River. It is shown that the intermittent phase of temporal transformation of the adjacent braids channel into the parallel arms channel occurs between the longer stages of dominant development of left or right arms. Duration of that shorter phase depends mainly upon the average water discharge relatively to its long-term fluctuations, flow backing conditions caused by inflowing tributaries and local channel deformation conditions. In turn, channel deformations at the adjacent braids influence the development of main arms of the internal delta situated at the confluence of the Lena and Aldan Rivers, where the main control is associated with alternation of flow backing or no backing conditions related to different discharge ratios between the main river and its main tributary.