

GLACIAL LANAFORMS OF THE TIKSI REGION
(western coast of the Buor-Khaya Bay, Northern Yakutia)

M. G. GROSSWALD, V. B. SPEKTOR

Summary

Geomorphological research in Tiksi area, Northern Yakutia, revealed evidence for a former marine ice sheet centered on the East Siberian shelf. Fresh-looking U-shaped valleys, giant flutes, rock drumlins, tadpole rocks, scratched boulders, and impressive systems of glacio-tectonic ridges coupled with rock basins («hill-and-hole pairs») were uncovered in the area — all attesting to the past ice motion in landward (NE—SW) direction.

Beginning of lacustrine sedimentation in the rock basins was AMS-radiocarbon dated at 6450 ± 110 ; 6870 ± 80 , and 8500 ± 160 yr BP. Additional evidence for ice-marginal positions and ice-flow directions has been provided by «oriented lakes» of the Yana-Indigirka Lowland.

УДК 551.432.124(282.252.1)

© 1993 г. М. Н. ГУСЕВ

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МОРФОЛОГИЯ
РЕЧНЫХ ОСТРОВОВ В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ АМУРА

В своей морфологии и динамике острова отображают особенности, характер, направленность русловых деформаций как в целом для реки, так и для отдельных ее участков в частности. Однако вопросам изучения строения, особенностей и закономерностей формирования островов уделяется незаслуженно мало внимания. Работ на эту тему немного, в основном они посвящены условиям формирования островов [1—5], их динамике [5—8], классификации [9, 10]. Вместе с тем существующие представления о механизме, общей схеме формирования островов не дают ответа на вопрос — что же является основным двигателем их образования?

Краткая геологическая и геоморфологическая
характеристика района исследований

Исследования проблемы формирования островов проводились в верхнем течении Амура, на участке протяженностью около 900 км — от слияния Шилки и Аргуни и до устья Зеи. В соответствии с особенностями простираения долины и геолого-структурных условий здесь четко выделяются два отрезка реки — субширотный и субмеридиональный. Субширотный отрезок почти целиком располагается в пределах Верхнеамурской межгорной депрессии [11] в зоне сочленения крупных орографических единиц: горных сооружений Восточного Забайкалья на западе, системы хребтов Тукурингра-Джагды на севере и островов Большого Хингана на юге. Долина реки выработана в скальных породах юрского возраста, представленных преимущественно песчаниками, конгломератами, алеволитами, сланцами.

Расположенный ниже по течению субмеридиональный отрезок, параллельный Благовещенскому структурному шву, отделяет два крупных орографических объекта — Амуро-Зейскую равнину, в тектоническом отношении представляющую платформу, и отроги горных систем Ильхури-Алинь и Малый Хинган [12]. Здесь река прорезает рыхлые (в основном песчаные) озерно-аллювиальные отложения неоген-четвертичного возраста, слагающие с поверхности равнину, а также породы

интрузивного, метаморфического и вулканогенного комплексов, слагающие отроги горных сооружений и выступы коренного основания платформы.

Многочисленные разломы, главным образом северо-западного, северо-восточного и субмеридионального простираний, предопределили сложную блоковую структуру территории [13], что наряду с относительно высокой современной тектонической активностью территории [14] обусловило важную особенность геоморфологического строения. При пересечении рекой относительно приподнятых блоков долина сужается (до 3,0—3,5 км), а ширина ее дна редко превышает 1—2 км, пойма односторонняя. Река формирует здесь относительно прямолинейное врезанное русло либо глубоко врезанные макроизлучины. Ширина русла 500—700 м. Доля скальных берегов изменяется от 22 до 56%.

В пределах относительно опущенных блоков долина расширяется до 12—15 км. Резко возрастает ширина ее дна достигая местами 8—10 км, ширина русла увеличивается до 1—2 км. Выходы коренных пород в береговых склонах отступают в глубь долины. Доля скальных берегов уменьшается до 5—6%.

Река на рассматриваемом отрезке характеризуется относительно высокой транспортирующей способностью, о чем свидетельствуют высокие скорости течения, изменяющиеся от 1,0—2,0 м/с в межень, до 3,0—3,5 м/с — в паводок, а местами — до 4,0—4,5 м/с. Столь значительные скорости течения обусловлены, во-первых, относительно большими уклонами продольного профиля, которые изменяются вниз по течению от 0,00025—0,00027 до 0,00015—0,00017, составляя в среднем 0,00020—0,00021. Во-вторых, для Амура характерен резко неравномерный сток. Более 90% годового стока приходится на теплый (май — октябрь) сезон, соответствующий периоду муссонных дождей [15]. При этом амплитуда колебаний уровней воды достигает 8—12 м. На высокую транспортирующую способность потока указывает относительно крупный состав руслообразующих наносов, представленных гравийно-валунно-галечным материалом.

В верхнем течении Амур принимает много притоков. Но все они относительно низкопорядковые и не оказывают существенных изменений в уровненом режиме главного русла (за исключением наиболее крупных из них — рек Амуэрхэ и Хумаэрхэ).

Геоморфологическое строение островов

Анализ морфографических характеристик островов позволил установить, что в пределах относительно узкопойменных прямолинейных участков реки преобладают вытянутые острова сигарообразной, овальной, веретенообразной формы. На искривленных участках русла острова изогнуто-вытянутые. В пределах широкопойменного дна долины преобладают острова изометричных очертаний, напоминающих чаще всего ромб, многоугольник.

Соотношение линейных размеров островов по осям, ориентированным вдоль и поперек русла (именуемое в дальнейшем коэффициентом вытянутости островов) изменяется от 0,3—0,6 до 70—90 (рис. 1). Однако преобладают острова (73,7%) с коэффициентом вытянутости (K_v) не более 6 и не менее 2. Средневзвешенная величина $K_v = 4,3$.

54% всех островов имеют ширину не более 100—300 м (рис. 2), что не превышает 40% ширины русла. Такие острова образованы в основном в условиях относительно узкого дна долины. На участках резкого расширения дна долины, в зоне впадения притоков формируются относительно широкие (до 1 км и более) острова.

В процессе исследования геоморфологического строения долины реки, а также островов, установлено, что формируются острова согласно следующим закономерностям.

1. Большие уклоны продольного профиля реки от 0,00028—0,00030 до 0,00017—0,00019, глубоко врезанное русло, грубообломочный состав руслообразующего аллювия, представленного гравийно-валунно-галечным материалом, сравнительно

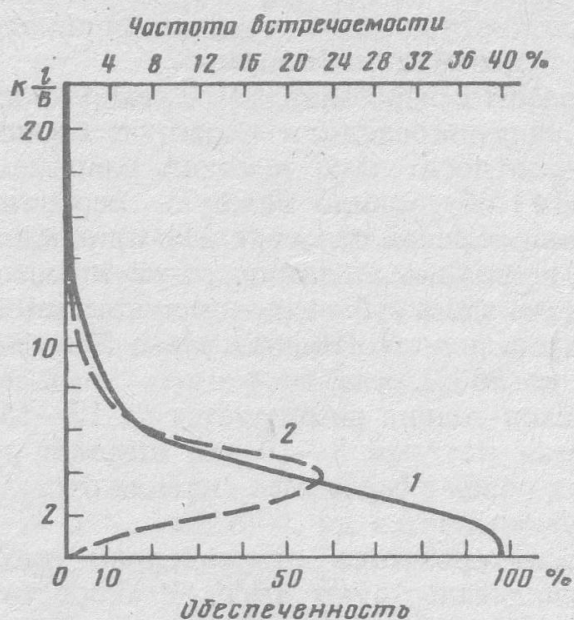


Рис. 1

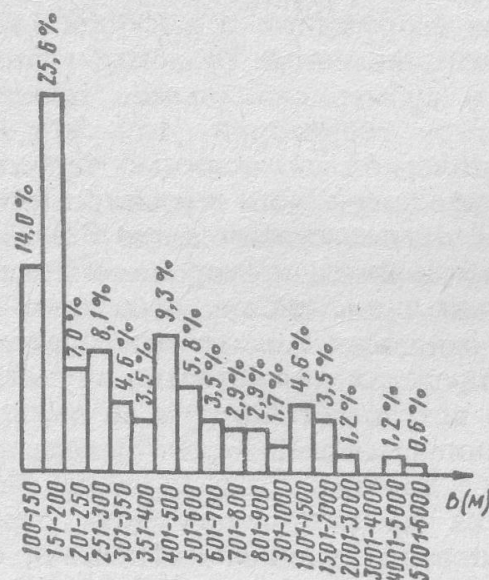


Рис. 2

Рис. 1. Кривые обеспеченности (1) и частоты встречаемости (2) островов с различным коэффициентом вытянутости в русле верхнего Амура

Рис. 2. Гистограмма распределения значений ширины островов в русле верхнего Амура

узкое днище долины свидетельствуют, что формирование островов происходит в условиях врезающегося потока.

2. Особенности литологического строения островов свидетельствуют, что они — образования аккумулятивные, т. е. формирование их связано с аккумуляцией обломочного материала, переносимого рекой.

3. Значительная доля низких островов (около 36%), особенности их морфологии (полого понижающаяся заросшая древесно-кустарниковой растительностью от оголовка к ухвостью поверхность) и литологического строения (преобладает русловая фацция аллювия) свидетельствуют, что они находятся в начальной стадии своего формирования.

4. Предшествующими исследованиями влияния островов на структуру потока [3, 16] установлены критерии разграничения русел со вторичным разветвлением от собственно разветвленных с одиночным узлом разветвления. Остров в русле не оказывает сколько-нибудь заметного влияния на структуру потока, когда его коэффициент вытянутости находится в интервале 3,5—4,0, а также в том случае, когда ширина острова не превышает 40% ширины русла [16]. Морфометрический анализ исследованных нами островов показал, что большинство их отвечают этим критериям.

Влияние изменений природных условий на формирование островов

Характер русловой деятельности определяется сочетанием различных природных условий [10, 17—19 и др.], среди которых наиболее существенное влияние оказывают особенности геологического и геоморфологического строения долины.

Влияние геологических условий проявляется через структурные особенности территории, а также через физико-механические свойства пород, слагающих долину. На исследуемом отрезке Амур последовательно пересекает блоки с различным характером вертикальных смещений. На участках относительно приподнятых блоков, острова в русле либо отсутствуют, либо крайне редки. В последнем случае они располагаются поочередно у противоположных берегов. Соотношения их линейных размеров отвечают критериям относительно прямолинейных неразветвленных русел [16]. Максимальное количество островов, на-

ибольшие их размеры наблюдаются при пересечении рекой относительно опущенных блоков, что объясняется следующим. В пределах относительно опущенных блоков отмечаются расширенные днища долины, где доминируют рыхлые отложения, легко поддающиеся размыву. Вследствие этого здесь резко увеличивается твердый сток реки. В условиях относительного выполаживания продольного профиля водной поверхности по сравнению с участками реки на приподнятых блоках, транспортирующая способность потока падает, что способствует местной аккумуляции наносов и формированию островов. Кроме того, в связи с наличием широкой поймы в несколько раз возрастает ширина пояса горизонтальных деформаций потока по сравнению с участками реки в пределах приподнятых блоков. Это ведет к частым плановым миграциям динамической оси потока. А неустойчивое положение динамической оси благоприятствует формированию разветвленного русла [3, 4].

Наличие в основании практически всех островов крупно-грубообломочного материала свидетельствует о том, что начало их формирования связано в первую очередь с выносом в русло большого количества относительно крупных наносов. Этому могут способствовать местные геологические условия, проявляющиеся главным образом через физико-механические свойства пород, слагающих долину, как, например, на участке от устья р. Челбучи до устья р. Буринда. В состав руслообразующего аллювия, слагающего и основание островов, входят продукты разрушения местных скальных пород — конгломератов. Поступление их в большом количестве в русло (что способствует формированию здесь многочисленных островов) обусловлено прежде всего низкими прочностными свойствами пород, что в свою очередь predeterminedено высокой степенью выветрелости, карбонатностью цемента и значительной трещиноватостью конгломератов, слагающих борта и русло.

Наряду с геологическим на формирование островов большое влияние оказывает и геоморфологический фактор, проявляющийся в основном через изменение гидродинамических особенностей потока. К таковым относятся: впадение притоков, наличие подпоров воды, вызванных резким сужением днища долины или крутыми поворотами реки, возникновение кривой спада водной поверхности, обусловленной резким расширением днища долины, а также сочетание всех этих факторов (таблица).

Исследования островов показали, что в 70% случаев их формирование predeterminedено прежде всего местными особенностями геологического и геоморфологического строения долины и связано с общим характером стока наносов реки, обусловленным выносом в главное русло большого количества крупного материала. Так, часть переносимых наносов периодически приостанавливает свое движение в благоприятных для этого геоморфологических условиях, создавая необходимые предпосылки для формирования островов.

Однако почти в 30% случаев формирование островов нельзя объяснить особенностями изменений геологического или геоморфологического строения. Такие острова обычно отмечаются в относительно прямолинейных отрезках русла, где ширина днища долины на всем протяжении остается практически стабильной, а если и изменяется, то ненамного и плавно, без резких скачков. В силу отсутствия сколько-нибудь крупных притоков, способных существенно изменить сток в главном русле, здесь нет условий для резких (по длине потока) колебаний в количестве переносимых потоком наносов. Практически не меняется вдоль течения и величина поступающего со склонов обломочного материала. Склоновые процессы повышенной интенсивности (в частности, медленная солифлюкция), а также так называемые катастрофические процессы (обвальные, осыпные, оползневые) на бортах долины в местах распространения островов развиты слабо и, следовательно, практически не оказывают влияния на их формирование. Локальные незначительные изменения в характере и интенсивности поступления обломочного материала в русло, обусловленные действием других склоновых процессов также не могут рассматриваться в качестве серьезной причины резких

Формирование островов в различных благоприятных для того геоморфологических условиях

Геоморфологические условия	В зоне подпора, вызванного		В зоне кри-вой спада, вызванного резким расширением днища долины	В зоне влияния притоков	В расширенных днища долины	Всего
	резким сужением днища долины	крутыми изгибами русла				
Количество островов, $\frac{\text{ед.}}{\%}$	$\frac{2}{0,5}$	$\frac{70}{16,3}$	$\frac{25}{5,8}$	$\frac{50}{11,6}$	$\frac{155}{36,0}$	$\frac{302}{70,2}$
Суммарная площадь островов, $\frac{\text{км}^2}{\%}$	$\frac{2,22}{1,1}$	$\frac{25,07}{12,5}$	$\frac{10,34}{5,2}$	$\frac{10,51}{5,3}$	$\frac{79,18}{39,5}$	$\frac{127,32}{63,6}$

Примечание. Проценты даны от общего количества островов (430) в русле верхнего Амура и их общей суммарной площади (200,06 км²).

изменений твердого стока, которые могли бы приводить к периодически полному насыщению потока наносами. Этому в значительной мере препятствует высокая транспортирующая способность потока. Также не обнаруживается связи между пространственным расположением островов и определенной формой берегов.

Острова в пределах таких отрезков реки вытянуты вдоль по течению, имеют сигарообразную, каплевидную, реже — изогнуто-вытянутую и сегментную форму. Чаще наблюдаются одиночные острова вдоль берегов поочередно то слева, то справа. Встречаются и группы из 2—5 островов, общий контур которых в плане имеет форму вытянутого вдоль русла овала. Высота островов, как правило, не превышает 3—4 м. От берегов они отделяются относительно узкими (от первых десятков до 100—120 м) обычно неглубокими (не более 1,5—2,5 м) протоками. Динамическая ось потока в межень располагается вдали от острова — у противоположного, чаще всего скального берега. Подобные острова сформированы в пределах относительно устойчивых отрезков русла, обычно глубоко врезанного в скальные породы, как, например, на участках от устья р. Амазар до устья р. Ольдой, от устья р. Челбучи до устья р. Буринда, от устья р. Буссевская до устья р. Мостовка. На таких участках Амура широко развиты крупные побочни, которые располагаются в русле в строгой последовательности у противоположных берегов, вытягиваясь вдоль реки на расстояние от нескольких сотен метров до 2—4 км. Поверхность побочней, наклоненная в сторону русла под углом 2—4°, сложена гравийно-галунно-галечным материалом с песчаным заполнителем. Местами к побочням приурочены острова, отделяющиеся друг от друга узкими протоками. Эти данные свидетельствуют о том, что в пределах таких отрезков русла преобладает побочневый тип (по классификации И. В. Попова [9, 10]) русловых деформаций, характеризующихся тем, что основные переформирования русла осуществляются в форме перемещения крупных донных гряд, сложенных влекомыми наносами. Подтверждением этому служат результаты наших морфометрических исследований, согласно которым в большинстве случаев ширина островов не превышает 40% от средней ширины русла, и более чем у $\frac{1}{3}$ всех островов отношение их длины к ширине колеблется от 3,0—3,5 до 4,0—4,5. В соответствии с критериальными зависимостями, разработанными В. В. Ивановым [16], полученные данные указывают на то, что острова в нашем случае по отношению к руслу — формы более низкого порядка и они не оказывают существенного сопротивления потоку, а деформации осуществляются по типу прямолинейного русла. Одна из главных особенностей таких русел — грядовое перемещение наносов [3, 4, 10, 20]. Это еще раз свидетельствует, что отличительная особенность руслового процесса на исследуемых участках Амура — ярко выраженное грядовое перемещение наносов. Именно оно определяет набор и морфологию русловых форм и позволяет предметно рассмотреть вопросы формирования островов, связанные с характером руслового процесса.

Анализ островов на относительно прямолинейных отрезках реки показал, что в их расположении вдоль течения наблюдается определенная периодичность (рис. 3). Так, на относительно прямолинейном и устойчивом отрезке реки от устья р. Амазар (833-й км) до устья р. Ольдой (754-й км) расстояние между островами колеблется в нешироком диапазоне — от 2,2—2,3 км до 6,0—6,4 км. На относительно спрямленных и бесприточных участках расстояние между островами еще более стабильно. Например, на участке Амура протяженностью около 40 км, от устья р. Игнашиха до устья р. Уруша, а также от устья р. Уруша до устья р. Кудикан, одиночные острова отмечаются соответственно через 4,0—4,5 км от 2,0—3,5 км. Чем определена столь строгая выдержанность шага между островами, их группами? Что лежит в основе их формирования?

Учитывая, что основные русловые деформации связаны с грядовым движением наносов, логично предположить, что образование островов связано с формированием донных гряд. Действительно, продольные профили дна свидетельствуют о том, что ложе реки представляет собой сочетание перекатных участков, разделенных глубокими (до 5—6 м) плесами (рис. 3). Перекатные участки состоят из разновеликих гряд. Длина наибольших от 0,5—1,0 до 5,0—8,0 км. Это подтверждают и результаты промерных работ, выполненных сотрудниками Благовещенского технического участка, а также данные эхолотирования ГГИ. Расположение побочней вдоль берегов в шахматном порядке свидетельствует о том, что гряды перекошены в плане. Именно к ним и приурочены все острова. Приуроченность островов к побочням и объясняет причину их формирования последовательно вдоль противоположных берегов.

Выше отмечалось, что сток Амура характеризуется резкой неравномерностью не только на протяжении года, но даже и в течение периода открытого русла. По данным гидропостов интенсивность подъема воды (в паводки) нередко составляет более 8—10 см/час, а спад уровня — более 3—5 см/час. В таких условиях плановое положение динамической оси потока крайне непостоянно. При подъеме воды она спрямляется, а в условиях межени изгибается [4,18]. Устойчивое положение динамической оси в определенные фазы уровенного режима создает благоприятные условия для разветвления русла. В период паводков расходы донных наносов максимальны. В это время наиболее активно идет преобразование рельефа дна потока. Возрастают размеры гряд и скорости их перемещений. Дно приобретает волнистую поверхность благодаря образованию разнопорядковых гряд. Их пространственное положение, форма и размеры определяются общим структурным планом скоростного поля потока, положением его динамической оси. После прохождения паводка в результате спада уровня динамическая ось меняет свое положение (и тем резче, чем интенсивнее спад уровня) в соответствии с новой структурой скоростного поля, приспособившись к созданным в предшествующий период особенностям строения ложа потока. Возвышенные части крупных гряд — побочни выходят из-под воды, давая начало формированию островов. Однако в тыловой части побочней еще длительное время существуют протоки в силу того, что в период паводков динамическая ось потока спрямляется и течение из верхнего плеса сразу следует в нижний, расположенный вдоль того же берега, пересекая побочни в тыловой их части и формируя здесь протоки, которые отделяют побочни от берега. В межень наиболее возвышенные части побочней закрепляются растительностью и со временем превращаются в острова. Пара смежных островов, расположенных у противоположных берегов с примыкающими к ним отмелями, наблюдается в пределах единого переката, который представляет собой гряду, пересекающую русло на всю его ширину. Соединив последовательно смежные острова, получим, что длина таких гряд изменяется от 2,0—2,5 км до 5,0—6,0 км, составляя в среднем 3,5—4,0 км (рис. 3).

Приуроченность островов к грядовым формам свидетельствует, что в основе их формирования лежат процессы, связанные с образованием донных гряд. Именно они определяют столь закономерное расположение островов вдоль реки, строгую выдержанность расстояния между ними.

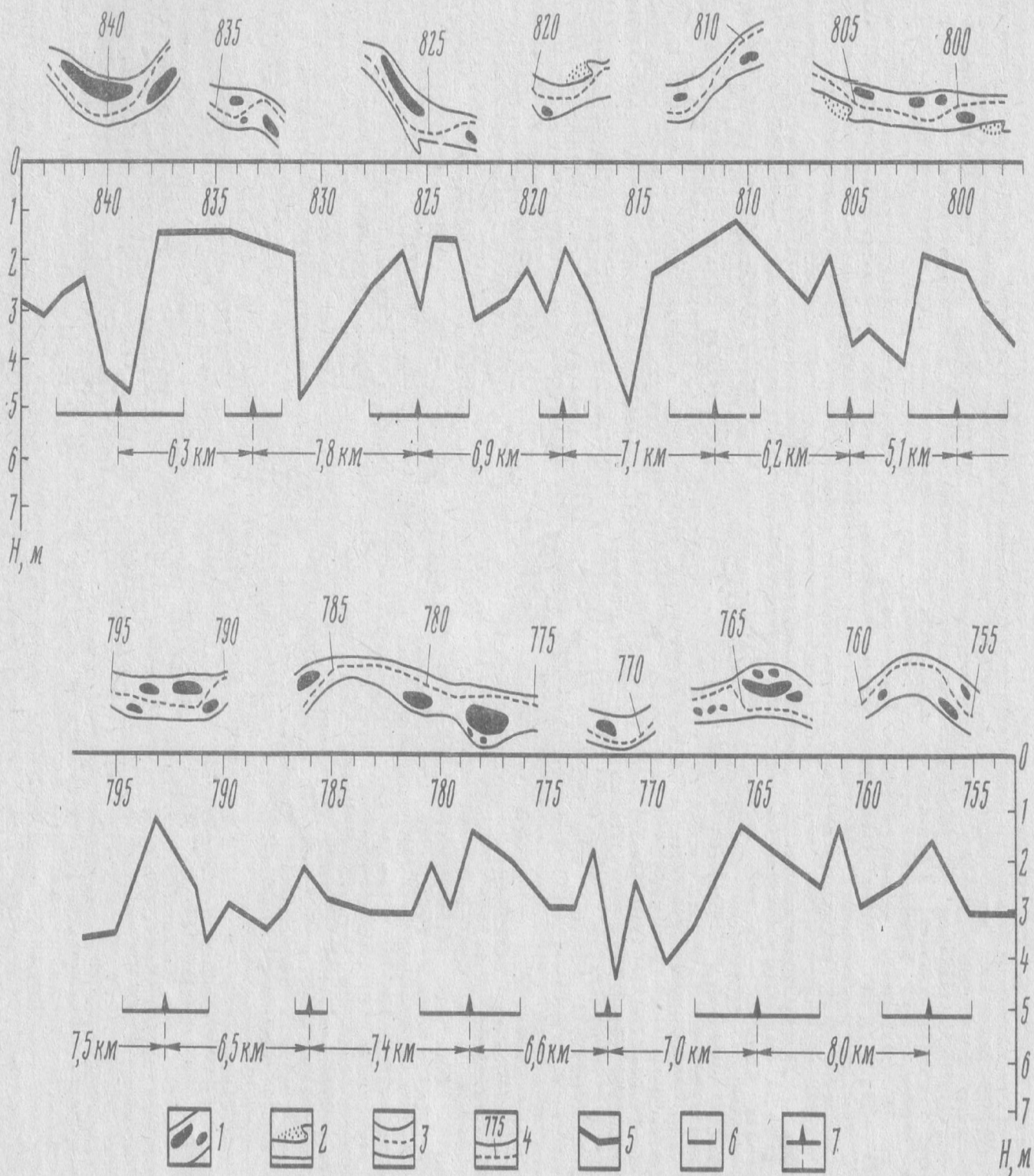


Рис. 3. Особенности планового положения островов и продольный профиль дна Амура по фарватеру на участке от устья р. Амазар до устья р. Ольдой.

Острова: 1 — существующие, 2 — причленившиеся к берегу; 3 — линия динамической оси потока; 4 — расстояние по реке от Благовещенска, км; 5 — линия продольного профиля дна реки; 6 — отрезок, соединяющий смежные острова и графически показывающий длину макрогряды; 7 — середина макрогряды

Вопрос относительно происхождения донных гряд остается дискуссионным. Пока нет общепризнанной теории, объясняющей их формирования в потоке. Среди всего разнообразия концепций отметим следующие. Под руководством М. А. Великанова проведены детальные исследования структуры турбулентного потока, в ходе которых зафиксированы в потоке пульсации различной частоты и определена взаимосвязь низкочастотных возмущений с элементами грядовых образований [21]. Опытными данными Н. А. Михайловой [20] установлены корреляция скорости и корреляция мутности вдоль потока, графики которых по форме имеют вид периодических колебаний, что может служить доказательством периодичности возникающих в потоке турбулентных макропульсаций. Кроме того, этими экспериментами установлена вдоль потока периодичность пульсационных составляющих скоростей, которая по мере развития гряд сменяется периодической изменчивостью средних скоростей потока [20]. На основании натуральных исследований турбулентности на малых реках установлено [22], что основные характеристики низкочастотных пульсаций обладают повторяемостью с периодом от 2 до 7 мин.

Образование грядовых форм некоторые исследователи, как, например, С. М. Анцыферов, Б. А. Шуляк и другие связывают с возмущающим действием выступов на дне в виде препятствий [23]. С позиций данной гипотезы надо признать, что выступы в русле должны располагаться через равные расстояния (что само по себе трудно представить), чтобы объяснить факт закономерно периодического появления рифелей на дне потока, причем одновременного их образования по длине потока.

Согласно гипотезе Д. Кеннеди [23], возникновение донных форм связано с наличием поверхностных волн, которые, воздействуя на донные наносы, формируют гряды, расположенные с закономерной периодичностью. Вместе с тем, согласно С. Ялину [23], рифеля отмечаются и в закрытых напорных трубопроводах.

При изучении структуры потока Алленом [23] выявлено наличие устойчивых периодически повторяющихся водоворотов в придонном слое, обусловленных, по его мнению, касательными напряжениями многоструйчатого потока.

Во всех этих концепциях отмечается периодичность гидродинамических характеристик и периодичность грядовых форм. Однако четких представлений о причинах этой упорядоченности концепции не дают. Вместе с этим в работах В. М. Маккавеева [24, 25], А. Н. Ляпина [20], А. Ф. Кудряшова [26] имеются сведения о причине периодичности. Речь идет о колебательных процессах, внутренне присущих движению воды подобно колебательной природе распространения звука, света. В соответствии со своей концепцией, В. М. Маккавеев для описания движения гряд вывел зависимость изменения расстояния между грядами, что применительно к натурным исследованиям на р. Луга дало сопоставимые результаты [20].

На эту же концепцию опирается А. В. Поздняков [19] при рассмотрении конкретных вопросов формирования руслового потока. В результате натуральных и экспериментальных исследований им доказывается, что основные русловые формы — плесы и перекаты образуются под действием автоколебательных процессов в потоке.

Принимая концепцию существования в потоке автоколебаний, становится понятной причина закономерного квазипериодического расположения островов в пределах анализируемых отрезков Амура, тогда как с позиций какой-либо другой концепции объяснить это представляется маловероятным. Признавая данную гипотезу, тем не менее остается без объяснения вопрос: почему признаки автоколебаний проявляются не везде отчетливо, почему расстояние между островами не всегда строго постоянно?

Полевыми исследованиями установлено, что нарушения квазипериодичности в расположении островов отмечаются в пределах резких поворотов реки, резкого изменения ширины русла и днища долины, на участке впадения в главное русло относительно крупных притоков. Для таких участков характерно существенное

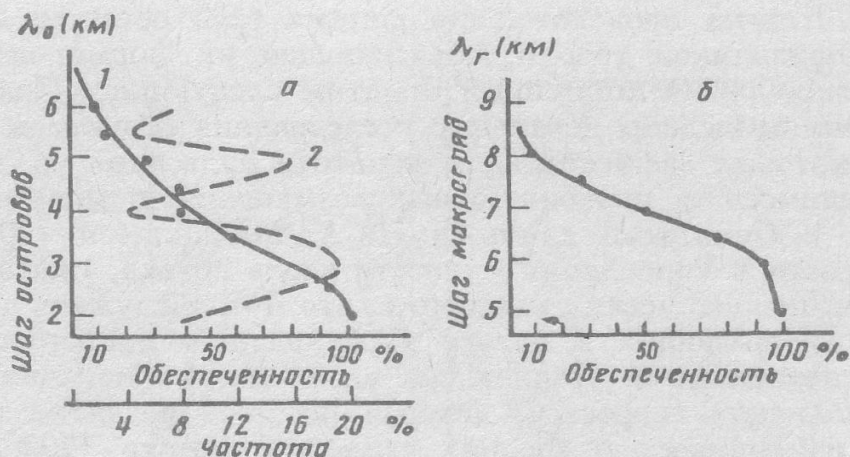


Рис. 4. Морфологические зависимости распределения островов (а) и макрогряд (б) в русле Амура от устья р. Амазар до устья р. Ольдой. 1 — кривая обеспеченности; 2 — кривая частоты встречаемости величины шага островов

преобразование структуры потока [3, 4, 10, 18 и др.], а вместе с тем и изменения в характере его русловой деятельности, что непременно должно отразиться на пространственном расположении основных русловых форм.

Следует ожидать, что проявление колебательного характера русловой деятельности будет выражено тем четче, чем меньшее влияние на него оказывают изменения природных условий, т. е. когда особенности геологического, геоморфологического строения долины, гидрологического режима сохраняются относительно неизменными. Наибольшее постоянство этих условий свойственно отрезку Амура от слияния Шилки и Аргуни до устья р. Ольдой, в меньшей степени на других его отрезках. Такие участки реки лишены сколько-нибудь крупных притоков, характеризуются относительной прямолинейностью устойчивого к деформациям русла. В их пределах структура потока не претерпевает вдоль по течению существенных изменений. Поэтому здесь наиболее четко проявляются внутренние свойства потока, одно из которых — наличие колебательной составляющей течения воды. Отдельные изгибы русла, впадение притоков, различного рода местные деформации днища долины все же модулируют колебательные процессы в потоке, хотя степень модуляций относительно невелика (по сравнению с другими участками реки) в силу небольших изменений природных условий. Проявление этого процесса выражается в некотором отклонении выдержанности вдоль реки шага русловых форм, в том числе донных макрогряд, а следовательно и островов (рис. 4). Вот почему и величина шага островов вдоль реки не постоянная в строгом смысле, а изменяется, хотя и в небольших пределах, в зависимости от величины шага гряд. Расстояние между смежными островами в среднем 3,8—4,0 км, что равно приблизительно среднему расстоянию между макрогрядами (рис. 4).

Там, где геологические, геоморфологические, гидрологические условия меняются довольно резко и часто, имеет место своеобразная трансформация структуры потока, что приводит к нарушению периодичности колебательных процессов в потоке. Результат этого — аperiodичность в расположении русловых форм, пространственная соподчиненность которых обусловлена прежде всего особенностями природных условий, изменения которых способны «завуалировать» результаты проявления автоколебательных процессов потока.

Выводы

Результаты наших исследований свидетельствуют, что образование островов связано с формированием рельефа русла, в частности донных гряд.

Одна из особенностей формирования островов — их закономерная квазипе-

риодичность вдоль реки. Наиболее стабильно расстояние между островами на участках, характеризующихся относительным постоянством природных (прежде всего геологических, геоморфологических, гидрологических) условий. При этом формирование островов предопределяется главным образом изменением внутренних свойств потока. Подобная квазипериодичность продольного распределения островов нарушается в связи с резкими изменениями природных условий. Поэтому по условиям образования выделяется две разновидности островов: 1 — острова, образование которых обусловлено прежде всего изменением внутренних свойств потока. Они развиты в относительно устойчивых прямолинейных отрезках русла. 2 — острова, образование которых во многом предопределено особенностями природных условий внешних по отношению к потоку. Они сосредоточены в отрезках русла, где наблюдаются резкие изменения внешних (природных) условий, особенно геологических, геоморфологических.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Нечаев А. П.* Формирование островов в поймах горных рек Приамурья//Вопросы географии Приамурья. Хабаровск: Изд-во Хабаровск. пед. ин-та, 1967. С. 39—48.
2. *Соловьев И. А.* Русловой процесс и водные пути Нижнего Амура. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1967. 223 с.
3. *Чалов Р. С.* Географические исследования русловых процессов. М.: Изд-во МГУ, 1979. 231 с.
4. *Маккавеев Н. И., Чалов Р. С.* Русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1986. 264 с.
5. *Смирнова В. Г.* Эволюция островных форм на Оби у г. Барнаула//Гидрологические исследования рек Сибири (Тр. Зап.-Сиб. регион.-науч. исследов. ин-та). М., 1987. Вып. 81. С. 73—79.
6. *Маккавеев Н. И., Хмелева Н. В., Заитов И. Г., Лебедева Н. В.* Экспериментальная геоморфология. М.: Изд-во МГУ, 1961. 194 с.
7. *Маккавеев Н. И., Чалов Р. С.* О развитии рельефа поверхности речных террас и признаки глубинной эрозии на примере верхней Оби//Изв. АН СССР. Сер. географ. 1964. № 4. С. 120—125.
8. *Махинов А. Н., Поздняков А. В., Ушаков А. В.* Механизмы формирования подвижных островов в руслах рек//География и природные ресурсы. 1986. № 4. С. 25—30.
9. *Попов И. В.* Методические основы исследований руслового процесса. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 205 с.
10. *Попов И. В.* Деформации речных русел и гидротехническое строительство. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 363 с.
11. Геология СССР: Хабаровский край и Амурская область/Под ред. Л. И. Красного. Т. 19. М.: Недра, 1966. 736 с.
12. *Рубцова А. К.* Новые данные о геологическом строении долины р. Амура к северу от г. Благовещенска//Вопросы инженерной геологии Верхнего Амура. М.: Изд-во МГУ, 1962. С. 158—163.
13. Геология и инженерная геология Верхнего Амура/Под ред. Г. П. Леонова и Е. М. Сергеева. М.: Изд-во МГУ, 1962, 1962. 318 с.
14. *Горшков Г. П.* О карте сейсмического районирования территории Китая/Науч. докл. высш. школы. Сер. геол.-географ. М.: Сов. наука, 1958. Вып. 2. С. 25—32.
15. *Клопова А. С.* Характеристика стока бассейна Верхнего и Среднего Амура//Перспективы использования гидроэнергии и борьба с наводнениями в бассейне Верхнего и Среднего Амура. М.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 79—103.
16. *Иванов В. В.* Относительно прямолинейные русла и их место среди морфодинамических типов//Динамика и термика рек, водохранилищ и окраинных морей. Тез. докл. 3-й Всесоюз. конф. М., 1989. Т. 1. С. 31—32.
17. *Лохтин В. М.* О механизме речного русла. С.-Петербург: Типография мин. путей сообщения, 1897. 87 с.
18. *Маккавеев Н. И.* Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 346 с.
19. *Поздняков А. В.* Динамическое равновесие в рельефообразовании. М.: Наука, 1988. 207 с.
20. Русловый процесс/Под ред. Н. Е. Кондратьева. Л.: Гидрометеиздат, 1959. 371 с.
21. *Великанов М. А.* Русловой процесс (Основы теории). М.: Физматгиз, 1958. 395 с.
22. *Никора В. И., Ехнич М. П.* Некоторые результаты экспериментальных исследований турбулентности потока на спрямленных участках малых рек//Динамика и термика рек, водохранилищ и окраинных морей. Тез. докл. 3-й Всесоюз. конф. М., 1989. Т. 2. С. 99—101.
23. *Знаменская Н. С.* Донные наносы и русловые процессы. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 191 с.
24. *Маккавеев В. М.* Распределение продольных и поперечных скоростей в открытых потоках//Тр. ГГИ. 1947. Вып. 2 (56). С. 3—36.
25. *Маккавеев В. М.* Роль автоколебательных процессов в механике турбулентности//Тр. 3-го Всесоюз. гидрол. съезда. Л.: Гидрометеиздат, 1960. Т. 5. С. 5—9.
26. *Кудряшов А. Ф.* Формирование гряд в плане на дне аллювиального русла//Динамика и термика рек, водохранилищ и окраинных морей. Тез. докл. 3-й Всесоюз. конф. М., 1989. Т. 1. С. 35—36.